UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

PRODUCCION DE NEGRO DE HUMO A PARTIR DE LOS GASES DE DESHECHO EN LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

TESIS

QUE PARA SU EXAMEN PROFESIONAL
DE INGENIERO QUIMICO PRESENTA
EL ALUMNO - - - - -

JOSE E. TORRES VALDEZ

1941
IMP. UNIVERSAL-MESONES 79
MEXICO, D. F.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A LA MEMORIA DE MI PADRE,
CON VENERACION.

A MI ADORADA MADRECITA

A MIS TIOS

A MIS MAESTROS:
DR. EN QUIMICA FERNANDO OROZCO,
INGENIERO SALVADOR SOTO MORALES,
INGENIERO MANUEL MASCOTT.

A TODOS MIS MAESTROS,
CON GRATITUD Y RESPETO

A MI ESCUELA

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS,
CARIÑOSAMENTE

A QUIENES ME AYUDARON GENEROSAMENTE
PARA REALIZAR ESTE TRABAJO

A TI.

SUMARIO:

PREAMBULO

Capítulo I.—Breve Reseña Histórica.

Capítulo II.—Diferentes Clases de Negro de Humo.

Capítulo III.—Negro de Humo de Canales.
1.—Sus aplicaciones.
2.—Sus propiedades.

Capítulo IV.—Diseño de la Planta.
1.—Diferentes tipos de Factorías.
2.—Diseño de las "Casas Calientes", productoras de Negro de Humo de Canales.
a) Casas.
b) Canales .
c) Distribución del gas.

Capítulo V.—Control.
Condiciones de trabajo.
Riesgos físicos de Operación.

Capítulo VI.—Balance Económico.
CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFIA

PREAMBULO

El trabajo que presento a la consideración del H. Jurado, es una sugestión de la forma en que puede ser aprovechada una fuente de riqueza, que actualmente es desperdiciada. Me refiero al gas natural de los pozos petroleros, el cual después de haber sido privado de su gasolina, se quema, y sólo una mínima parte es aprovechada como combustible.

Me permito llamar la atención de Udes., señores, acerca de que a pesar de la sencillez de este trabajo, su interés redunda en dos factores:

En primer lugar, el que se refiere a la parte económica. La realización de este proyecto, puede ser llevado a cabo con cualquier capital con que se cuente.

En segundo lugar, esta sugerencia posiblemente sea un paso más para la nacionalización de la Industria Hulera, pues como explico en el desarrollo del trabajo, el Negro de Humo se ha hecho indispensable en la manufactura de productos de hule.

JOSE TORRES VALDEZ.

CAPITULO I

BREVE RESENA HISTORICA

Es bien sabido que desde ha mucho tiempo, el uso del carbón en sus múltiples formas con que existe en la naturaleza, ya sea cristalino, como el diamante, ya sea amorfo de procedencia animal, mineral o vegetal, está claramente definido.

Refiriéndonos al hollín, que es una variedad de carbón amorfo, cuya principal característica es la pequeñez de sus partículas, característica que habiendo sido observada desde el siglo XVII, se aprovechó para la fabricación de tinta. Naturalmente que el hollín antes de formar parte de la tinta, era sometido a un pequeño procedimiento de purificación y entonces tomaba el nombre de "Negro de Humo"; pero cuando el negro de humo se empezó a usar como tal, fué en el año de 1864, en el que J. K. Wright presentó un proceso de fabricación en el Mercado de Tinta de Philadelphia. En ese tiempo, el precio de dicho producto era prohibitivo, pues alcanzaba hasta $ 5.00 la libra; pero como dicho proceso atañe a los gases naturales, la instalación de plantas en los diferentes Estados petroleros de los Estados Unidos del Norte, originó que el precio bajara a 60 ctvs. por libra.

En los cuatro lustros siguientes, el desarrollo de la técnica de fabricación originó que fueran presentadas multitud de patentes, de las cuales casi todas son inútiles, pero se aceptaron

tres que constituyen ahora la base del proceso de fabricación en uso.

En el principio del siglo XX hubo un auge en la producción del negro de humo, de tal manera que se llegó a producir 20,000 libras por día, originando que el precio bajara hasta 6 ctvs.; sin embargo, vino la baja en la producción hasta 10,000 libras, con lo cual las fábricas de poca capacidad fueron eliminadas y sólo quedaron las de gran capacidad.

Con excepción de pequeñas fábricas en el Japón y Rusia, el suministro de negro de humo al mundo proviene de el fabricado en los Estados Unidos del Norte y este suministro representa el 35% de la producción total, siendo el resto, 65%, utilizado en las industrias del propio país.

CAPITULO II

DIFERENTES CLASES DE NEGRO DE HUMO

En primer lugar, someramente y desde un punto de vista teórico, vamos a explicar el mecanismo de formación del producto que nos ocupa.

El negro de humo debe su nombre a que se obtiene del humo que se desprende de la combustión de cualquier sustancia orgánica; este humo es una suspensión, de pequeñas partículas de carbón, de cenizas y cualquier otro sólido de pequeñas proporciones, en los gases resultantes de dicha combustión.

Consideremos una flama: como sabemos, ésta tiene tres zonas: Reducccción, Oxidación y Combustión. En la primera zona, el combustible, merced al calor desarrollado, se descompone en sus elementos, que son principalmente C, y H_2. En la segunda zona, en presencia del oxígeno que generalmente se toma del aire, se produce la combinación de los elementos más combustibles, H, con una gran producción de calor; esta es la zona más caliente de la flama; en la tercera zona, se queman los elementos de combustibilidad más baja, que en este caso es el C, y algún otro elemento que formaba parte de la molécula del combustible. El carbón al arder, además de calor da gran luminosidad, por lo que a esta zona se le llama también "zona luminosa".

Al estarse quemando una sustancia, generalmente la can-

tidad de oxígeno necesaria no es suministrada, no precisamente porque se restrinja, sino porque la rapidez de combustión es mayor a la de suministro de aire, entonces se desprende lo que se conoce con el nombre de humo, que consiste en: Cenizas que son pequeñas partículas de materia no combustible, que estaban en la sustancia que sometimos a la combustión, y son arrastradas por la corriente de aire que se origina; H_2O en forma de vapor, que es el producto de la combustión del hidrógeno; CO_2, SO_2, y sustancias varias, que son el producto de la combustión de las sustancias o elementos que se queman en la zona luminosa. Por sustancias varias se engloban los siguientes casos: El combustible es parcialmente descompuesto y se desprende entonces otra sustancia, esto es debido merced a los fenómenos de pirólisis, el combustible sólo es gasificado y se desprende él mismo, y tratándose de la madera se obtienen productos semejantes a los que resultan de la distilación seca.

Una vez que ya hemos visto en una forma rápida el mecanismo de formación teórico del negro de humo, podemos decir que desde el punto de vista de la combustión de nuestra materia prima, el problema de la obtención del producto se reduce a fijar las condiciones de combustión para obtener un rendimiento máximo.

Descrita la forma en que se produce el negro de humo, vamos a enumerar las diferentes calidades de esta variedad de carbón, que generalmente pueden ser obtenidas.

La calidad del negro de humo depende de dos factores: uno de ellos es la composición de la materia que se somete a la combustión y el otro es el procedimiento de recolección.

Respecto del primer factor, diremos que su influencia consiste en la cantidad más o menos grande de impurezas que se depositan al mismo tiempo que el negro de humo, y respecto al Segundo, diremos que sólo son dispositivos más o menos ingeniosos para la recolección de humo, aprovechando la mayor cantidad posible.

La clasificación que a continuación expondremos está basada en los nombres con que se conocen las diferentes cali-

dades de negro de humo; muchas de estas variedades ya no se usan, pero nos referiremos a ellas para explicar someramente el proceso de perfeccionamiento en la producción, hasta llegar a las calidades de negro de humo que en la actualidad existen en el comercio.

Hollín.—Por hollín se conoce la mezcla de ceniza, carbón y materias alquitranosas que se depositan en los tiros de las chimeneas de los sistemas de combustión, ya sea caseros o industriales, de los cuales se aprovecha el calor producido. Si dentro del tiro de una chimenea hacemos un recorrido a partir del hogar, encontraremos en primer lugar el "Hollín Brillante", que se presenta en forma de una masa brillante negra obscura; pero debe su color no precisamente al negro de humo, sino que principalmente a la presencia de productos de la destilación seca de la madera que es el combustible que generalmente se usa. Este negro de humo brillante contiene creosota y ceniza; cuidadosamente pulverizado y lexiviado fué usado en la pintura como color moreno. Cuanto más lejos se deposita el negro de humo de los hogares, más fino y ligero, y también más seco, resulta pero siempre está impurificado por la ceniza que arrastra, de manera que tiene poca utilidad, no obstante que diariamente se forma en grandes cantidades que son expulsadas por las chimeneas.

Hay una variedad de carbón de piedra que produce un negro de humo que contiene un 12.5% de sulfato de amonio, pero no ha sido encontrado un proceso industrial de beneficio de esta sustancia.

Negro de resina.—Se obtenía quemando sustancias resinosas en hornos, de tal manera diseñados que los gases, pasando por varias cámaras, depositaban el negro de humo rico en sustancias resinosas.

A continuación veremos las dos variedades de negro de humo que más aplicaciones industriales tienen y que son:

Negro de Lámpara.—Se entiende por negro de lámpara el producido por lámparas de mecha y usando combustible líquido o sólido. En primera línea figuran alquitrán, naftalina y aceites pesados (D. 1.04 - 1.08).

La fabricación del negro de lámpara, en términos genera-

les, es como sigue: En un horno de forma cónica terminado en su parte inferior por una cápsula, donde se coloca la materia combustible, se produce la ignición de dicha materia, restringiendo la entrada de aire mediante compuertas de abertura variable; los gases resultantes circulan por una serie de cámaras colocadas en tres bolillos, donde debido a los choques con las paredes se va depositando el negro de humo.

Las cámaras de negro se construyen de ladrillo común, exceptuando la primera que está recubierta por material refractario, las demás están revestidas con cemento puro para dar superficies más o menos lisas y que no desprendan impurezas al verificar la recolección, la cual se hace raspando con palas semejantes a las de quitar nieve.

Para evitar cámaras de recolección espaciosas, últimamente se ha adoptado el sistema de enfriamiento en cámaras pequeñas de hoja de lata que tienen un sistema de tubos de agua fría, y de las cuales el negro pasa directamente a los recipientes colectores.

Por último, para obtener un negro de humo especialmente pesado que sirve para la fabricación de carbones eléctricos y galvánicos, se produce un estrangulamiento en la llama introduciendo aire comprimido, lo que origina una mayor temperatura de combustión y una condensación de las partes ligeras de carbón entre sí, haciéndolas más pesadas.

El negro de lámpara o negro de llama es un material amorfo muy poroso y grumoso, de un color negro moreno fuerte, hasta negro gris. Sin apretarlo peso aproximadamente 40 grs. /lit., pero el peso está en los límites de 32 a 200 grs/lit.

Hay que hacer notar que aparentemente hay una contradicción, al llamar negro de lámpara al producto obtenido de los hornos, habiendo dicho que el negro de lámpara debía su nombre al obtenido por la combustión con ayuda de una mecha. Utilizando mecha o llama libre, el producto resultante tiene las mismas propiedades, pero se opta por la llama libre, dado que es más fácil el variar las condiciones de combustión.

Negro de gas.—Este negro se diferencia del anterior por el hecho que el combustible está gasificado; como resultado práctico, se obtiene un negro más fino, de estructura más cristali-

na, que con aglutinantes grasos da una superficie e impresión un tanto más brillante, pero cubre menos y cunde menos también.

En un tiempo en Europa, se estuvo fabricando con gas de carbón de piedra, hasta que en Estados Unidos de Norte América se empezó a fabricar a partir de gases naturales que brotaron en las zonas petrolíferas de dicha nación.

El gas que escapa en los pozos petroleros a presión más o menos elevada, y que en términos generales contiene principalmente metano y etano, al ser quemado da un rendimiento aproximadamente de un 2% en el contenido de carbón del gas, el procedimiento de obtención lo veremos en detalle más adelante, pero como regla general diremos que se acostumbra usar factorías ligeras y de pocas complicaciones, para variar su ubicación, cuando se suspende la producción del gas.

Hay varias clases de este negro de humo de gas, las que describiremos más adelante.

Ultimamente ha tomado gran incremento la producción de negro de humo, por el procedimiento del arco voltaico, en el cual se usa principalmente acetileno y se obtiene un negro muy fino.

A pesar de que en otro lado dijimos, que según sea el procedimiento de obtención el negro resulta con una aplicación específica, es conveniente explicar en general cuáles son las aplicaciones de este producto.

En primer lugar, como colorante, pues es el pigmento que se usa en las tintas de todas clases, ya sea para la impresión de diarios, revistas, libros o para trabajos finos, como por ejemplo tintas para litografía, tinta china, etc.; también se usa en la pintura artística y decorativa; para la pigmentación de objetos de hule. En segundo lugar se usa para la fabricación de objetos sólidos que tienen como característica el ser de carbón lo más puro posible, como por ejemplo los discos de gramófono, lápiz carbón, carbones galvánicos, etc. Por último, diremos que se usa en los explosivos a base de aire líquido y mezclado en ciertas proporciones a los lubricantes, aumenta la viscosidad de éstos, lo mismo que en algunos casos sustituye al grafito.

VARIABILIDAD

Una vez vistas varias clases de negro de humo, es necesario hacer unas cuantas consideraciones respecto a las causas de la variabilidad de las propiedades, dado que su producción está basada en el mismo principio, es decir, la combustión de una sustancia orgánica.

Las causas y orígenes del fenómeno, no están aún claramente especificadas, pero como probables se enumeran los siguientes:

Rapidez de fijación.—Como regla general se observa que el tamaño de las partículas de carbón están en razón directa al tiempo que están bajo la acción del calor.

Repulsión eléctrica.—Las partículas luminosas de carbón emiten electrones y por consiguiente se carga eléctricamente, dando lugar a los fenómenos eléctricos de inducción, y como consecuencia habrá atracciones y repulsiones, dando como resultado una mayor o menor exposición a la flama.

Absorción de gases.—Las partículas de carbón, en primer lugar por ser de carbón naciente y en segundo lugar debido al calor presente, están en su grado máximo de afinidad absortiva, por lo que sin grandes dificultades se saturan de los gases de la combustión cuyas propiedades tienen influencia en el comportamiento del producto.

Reexposición.—Debido a imposibilidad práctica, el negro de humo no es quitado en su totalidad de la superficie colectora, por lo que vuelve a sufrir una reexposición a la flama que varía sus propiedades, pues como recordaremos, las propiedades del carbón son susceptibles de variar al calor; fenómeno que es aprovechado para activar los carbones, que en la industria se utilizan como decolorantes y deodorantes.

CAPITULO III

NEGRO DE HUMO DE CANALES

De lo visto en el capítulo anterior, decimos que el negro de humo tiene propiedades características según sea el procedimiento de obtención.

Ahora nos ocupamos en detalle del negro de humo de canales, por ser el de más aplicación industrial, dado que sus propiedades son susceptibles de influir en el comportamiento del caucho en la industria hulera.

Haciendo historia, diremos que en el año de 1915, y durante la guerra europea, el precio del ZnO, principal constituyente en aquel entonces de los compuestos de hule, se elevó de tal manera que se hizo prohibitivo para toda aquella industria que no fuera de aplicación bélica. En consecuencia, el Rubber Chemistry Institute lanzó una convocatoria para buscar un sustituyente del ZnO que tuviera aplicaciones principalmente en manufactura de llantas. He aquí que surge la gran aplicación del negro de humo como constituyente y como pigmento en la industria hulera, de tal manera que resolvió el problema que originó un auge en la producción de derivados de hule.

Una Compañía Inglesa fué la que acertó en el descubrimiento de tal propiedad del negro de humo y por mucho tiempo guardó celosamente el secreto de producción, siendo la única que lo expendía.

Una Compañía Americana dió a la luz pública la llanta manufacturada con negro de humo como sustituto del ZnO, que fué la marca Silvertown; una vez conocido este hecho, las otras compañías manufactureras de llantas adoptaron el uso del ne-

gro de humo, pero surgió una restricción en la producción de éste, y al mismo tiempo un odio entre productores, situación que prevaleció hasta 1924.

1. SUS APLICACIONES.

Arriba hemos explicado someramente que el negro de humo tiene como principal aplicación el formar parte de los constituyentes de las llantas, debido a lo siguiente: Cuando se mezcla negro de humo con el caucho y se vulcaniza, resulta un producto que con respecto al caucho únicamente vulcanizado, tiene doble resistencia a la tensión y cuádruple resistencia a la fricción. Sin embargo, el negro de humo no es la única sustancia que tiene estas propiedades, pero se adoptó porque además tiene una cualidad que influye grandemente en el acabado del producto, ésta es el tamaño de las partículas, son tan pequeñas que ni los microscopios de gran poder pueden indicar su aspecto o forma, mediante métodos indirectos se ha estimado que el tamaño de éstas es 80 milmicrons.

En términos generales, podemos decir que a pesar del gran adelanto en la manufactura de llantas y compuestos de hule, el negro de humo continúa siendo un ingrediente indispensable en esa industria.

2. SUS PROPIEDADES.

Composición.—El negro de humo consiste esencialmente en carbón y aire, las proporciones en que están estas dos sustancias se encuentran que varían con el método de manufactura, para el producido en canales el análisis promedio da 96.7% de carbón y el resto consiste en aire. Pero la proporción anterior no debe tomarse más que como un índice aproximado, pues debido al tamaño de las partículas es imposible establecer una ley de relación entre carbón y sustancias extrañas.

Absorción.—En virtud de ser una variedad de carbón amorfo, el negro de humo tiene una gran tendencia a mezclarse y absorber sustancias en mucha mayor proporción, debido a que el tamaño de sus partículas le permite un máximo de superficie de exposición.

La tabla siguiente es una ilustración del comportamiento de

dicha sustancia en presencia de diferentes medios de experimentación.

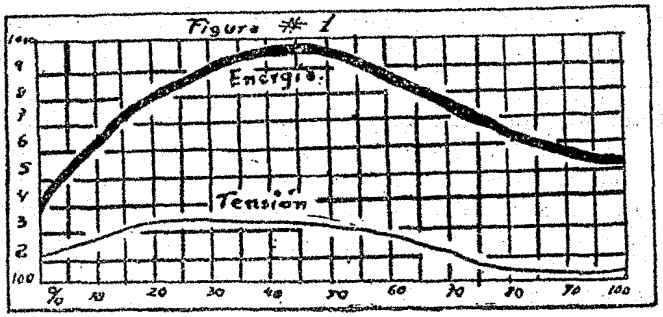
Como medios de experimentación fueron tomados una solución alcohólica de difenilguanidina y una solución acuosa .01 N de potasa. El grado de absorción está dado en porciento de aumento en peso de negro de humo.

Negro de Humo	Dif. G.	KOH
Normal	10	20
Especial No. 1	40	47
Especial No. 2	88	82

Los carbones clasificados como especial No. 1 y 2 solamente fueron sometidos a un proceso de activación con el fin de obtener el máximo valor de absorción.

DISPERSION EN EL HULE.

El estudio de esta propiedad presenta bastantes dificultades, principalmente al referirse a la morfología del producto basada en las observaciones al microscopio, por las razones que ya hemos enumerado. Sin embargo, tomando microfotografías y utilizando métodos indirectos se ha llegado a la conclusión que la dispersión en el hule no es homogénea, sino que es en forma de pequeños conglomerados que son mayores a medida que aumenta la concentración, hasta que llega un momento en que hay una inver-sión de face.



La curva de la fig. 1 muestra la variación de energía del hule a medida que aumenta la concentración de carbón, misma

que sirvió de base para la consideración indirecta de la dispersión del Negro de Humo en el Hule.

Los resultados obtenidos son la base de importantes divisiones en la industria hulera, pues según sea la concentración en hule y carbón, así son las propiedades del producto, sus aplicaciones y su aspecto.

PRUEBAS FISICAS DE REFERENCIA

Para observar las cualidades de un negro de humo, se le somete a las siguientes pruebas de clasificación.

Cenizas.—Se calcina el producto y se da el resultado en porciento en peso.

Color.—La referencia estándar se prepara mezclando 0.05 grs. de negro de humo con 5 grs. de ZnO y 40 gotas de aceite de linaza crudo que sirve como vehículo.

Las determinaciones de color se hacen variando la cantidad de ZnO en el carbón, problema hasta que tenga un color igual al St. El resultado se da en % del St.

Absorción de Aceite.—Se determina agregando por medio de una bureta 5 grs. de negro de humo, aceite de linaza crudo y agitando fuertemente, se ve cuál es la menor cantidad requerida para formar una mezcla de dispersión completa.

Absorción de yodo.—Un gramo de negro de humo es colocado en 10 cc. de ácido acético glacial y se trata con 25 cc. de sol. 0.015 de yodo; se agita durante tres horas y se centrifuga, a continuación se titula el exceso de yodo con solución de tiosulfato de sodio.

Extracción con acetona.—Esta prueba sirve para determinar sustancias extrañas, principalmente resinosas; se hace por medio de los métodos comunes de extracción del laboratorio, es decir, utilizando el extractor de Xoxtle. Tres gramos de sustancia se someten a la extracción durante 12 horas.

PRUEBAS FISICAS EN EL HULE.

Para la prueba, el hule se prepara de la siguiente manera:

Planchas ahumadas	100	Partes
Oxido de zinc	5	
Azufre	4	
Acido esteárico	1	
Difenil guanidina	1	
Negro de humo	25	

Se hace la mezcla moliendo y se coloca en dos moldes y se calientan en un baño de parafina hasta 140°C; una vez frío, se somete a las siguientes pruebas:

Una de las muestras sirve para medir la resistencia a la tensión y la otra para medir la resistencia a la fricción.

Estas dos pruebas se hacen utilizando aparatos patentados los cuales dibujan gráficas cuya interpretación redunda en beneficio de la mayor vida de los productos de hule, principalmente en el capítulo que se refiere a las llantas.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA PLANTA

En el capítulo II vimos que según fuera el estado físico del combustible, el negro de humo resultante se llamaba de lámpara o de gas con características bien definidas.

En el capítulo III describimos las aplicaciones y propiedades de una variedad de negro de humo, que llamamos de canales; éste pertenece a los clasificados como negro de humo de gas.

El gas que se usa, es el natural que brota de los campos petroleros y el cual era quemado o se licuaba para servir como combustible en los hogares.

Para el diseño de la planta nos basaremos en el esquema de trabajo siguiente:

En mecheros de 4.8 mm. de diámetro interior, del tipo volcan, se quema el gas que tiene una presión de 0.2 - 0.3 pulgadas de agua y un gasto de 0.05 m^3 por mechero y por hora y recibe aire en una proporción de 400% con respecto al necesario para la combustión. La flama choca en una superficie de metal, la cual periódicamente es retirada para quitarle el negro de humo que se le ha adherido. Este negro de humo es transportado a unos tamices y después a unos cubos de metal donde es agitado, a continuación se prensa y se empaca.

1.—DIFERENTES TIPOS DE FACTORIAS

La clasificación de las factorías está hecha tomando en

cuenta la forma de recogerse el producto, por un lado, y la forma de originar el desprendimiento, por otro lado.

Tomando en cuenta la forma de recolección, encontramos tres tipos de factorías:

1. Negro de humo de discos.

Es producido haciendo girar horizontalmente un disco de determinadas dimensiones, sobre el sistema de mecheros, de tal manera que mientras la mitad está expuesta a los efectos de la flama, la otra mitad está siendo raspada para separar el producto.

Este disco está dentro de un cuarto de dimensiones más o menos reducidas, todo de metal y con paredes aisladas. Tiene el inconveniente de ser de poca capacidad y origina bastantes reexposiciones.

2. Negro de humo de rodillos.

En un cuarto semejante al anterior, sobre dos hileras de mecheros, gira un rodillo de metal de un pie de diámetro y seis de largo, es raspado por uno de los costados, el negro que resulta tiene características peculiares que hace que su demanda sea limitada.

3. Negro de humo de canales.

El cuarto es como el descrito, canales de fierro de los que se usan en la construcción, se arreglan de tal manera que formen una parrilla, la cual con un dispositivo especial es movido longitudinalmente sobre los mecheros y sobre los raspadores. Los raspadores están de tal manera que el negro de humo cae en una tolva que desemboca en un tornillo sin fin (lámina 1), el cual transporta el producto hasta uno de los extremos de la casa, de donde a su vez es acarreado hasta donde se empaca.

Tomando en cuenta la forma de originar el desprendimiento, en una forma diferente a la ya descrita.

Citaremos cuatro tipos de factorías. En virtud de que económicamente no pueden competir con el producido por medio de canales, su producción es mínima.

1. Combustión restringida.

El gas se quema en una especie de hogar de caldera, que tiene 12 pies de diámetro y 20 pies de alto, los gases de la com-

bustión pasan por unos filtros de lona después de haber sido enfriados por agua pulverizada a contracorriente, a continuación es secado con un secador rotativo, se muele y tamiza.

2: Pirólisis continua.

El gas es sujeto a su propio efecto de calentamiento, en una especie de reflujo, el negro resultante es molido y tamizado.

3. Pirólisis en horno.

El gas es calentado hasta 2300° F. utilizando una parte como combustible, haciéndolo descender por un horno de ladrillo, en donde se piroliza dando H y C.

4. Pirólisis eléctrica.

En torres semejantes a las que se usan para el petróleo, se introduce el gas, el cual al pirolizarse da carbón e hidrógeno. Esta es una de las razones por que se encuentra carbón en las torres de pirólisis.

2.—DISEÑO DE LAS CASAS CALIENTES PRODUCTORAS DE NEGRO DE HUMO DE CANALES

Los tipos de cuartos que citamos arriba, reciben el nombre de "casas calientes" en virtud de mantener una temperatura constante, que generalmente es 400° F.

Para el diseño de este tipo de factoría, no es necesario, exceptuando las señaladas arriba, seguir reglas fijas; por lo que el diseño que sigue está hecho según la interpretación que le dí a las recomendaciones, y a las tablas de pruebas.

a) Casas.

En Estados Unidos de Norte América una factoría de producción de negro de humo, consta de 40 a 60 casas, pero éstas son unidades aisladas, así es que por factoría entenderemos una serie de unidades como la que vamos a diseñar:

La casa será de las siguientes dimensiones: 26 pies de larga, 14 pies de ancho y 12.5 pies de altura; constará de un muro de ladrillo refractario revestido en su parte interior por lámina estándar de construcción. En su parte interior tendrá la distribución (lámina 1) que en seguida detallaremos: Dos muros de lámina, para dar tres compartimientos, dos de 8.5 pies y el tercero de 9 pies. Estos compartimientos los llamaremos:

a) Sección de producción (lámina 4)

Donde van colocados los mecheros y donde por consiguiente se produce el negro de humo.

b) Sección de recolección (lámina 3)

Donde está la tolva y los cepillos de metal que desprenden el carbón de los canales, donde está la embocadura del tornillo sin fin.

c) Sección de maquinaria (lámina 2)

Donde hay un pequeño motor eléctrico que mueve dos ruedas de 8 pies de diámetro a una velocidad de 30 revoluciones por minuto.

Diseño de la casa.

Usaremos techo de dos aguas, de lámina y para lo cual calcularemos la armadura.

El esfuerzo que resistirá la armadura, es la acción del viento más el peso de la lámina. El esfuerzo que se toma para el viento, es de 150 kg/m² en su dirección horizontal, en la normal del techo es 100 kg/m²; el peso de la lámina es:

Superficie de un plano inclinado (lámina 2).

$$7.82 \text{ M} \times 2.36 \text{ M} = 18.45 \text{ m}^2.$$

usaremos lámina del No. 24;605 kg/100 m².

605 — 100

x — 18.45 x = 111.6 kg. de lámina

Como vamos a poner cuatro armaduras, por armadura, el esfuerzo resistido es:

$$111.6/4 = 27.9 \text{ kg/m}^2.$$

esfuerzo total que resiste cada armadura:

$$127.9 \text{ kg./m}^2$$

Proporción del claro a la altura de la armadura:

$$1/4$$

Cálculo de los ángulos necesarios:

Esfuerzo en el plano inclinado: tirante b D.

$$127.9 \times 3.35 = 427.5 \text{ kg. a la compresión}$$

según la fórmula de Euler:

$$P \times S = \frac{E \pi^2 I}{l^2}$$

P Esfuerzo.

S Superficie mínima.

E Resistencia a la compresión.
I Momento de inercia.
l Longitud del ángulo.

despejando I:

$$I = \frac{P\ S\ l^2}{E\ rr^2}$$

para nuestro caso:

$P = 427.5\ kg/m^2$
$S = 4$
$E\ ^2 = 2\,000\,000$
$l^2 = 55696\ cm^2$

sustituyendo:

$$I = \frac{427.5 \times 4 \times 55696}{2\,000\,000} = 47.5\ cm^4$$

que corresponde a ángulos de: 3 x 3 x ¼; peso 7.29 kg/m.
Esfuerzo en el tirante a b.

127.9 x 1 = 127.9 a la compresión

haciendo un cálculo semejante al anterior, se obtiene:

$I = 14.2\ cm^4$

que corresponde a ángulos de: 2 x 2 x ¼ ; peso 4.75 kg/m
Esfuerzo en el claro.

127.9 x 3 = 383.7 kg a la tensión

como es a la tensión, dividimos entre el coeficiente de tensión que es 1,000 kg. y el resultado nos da el área del ángulo, pero la práctica recomienda que se usen ángulos semejantes a los usados en el plano inclinado, en consecuencia, usamos ángulos de 3 x 3 x ¼.
Esfuerzo en el tirante b c.

127.9 x 1.41 = 180 kgs. a la tensión

que nos da un ángulo de: 1¾ x 1¾ x ¼ ; peso 4.12 kg/m
Peso de la armadura:
a) Peso de los ángulos del perímetro.

distancia (1) — (2)	2.36 m	
distancia (2) — (3)	2.36 m	
distancia (1) — (3)	4.20 m	
TOTAL:	8.92 m	

Peso total del perímetro:

8.92 x 7.29 = 65.1 kg.

b) Peso de dos tirantes a b, de .48 m

.48 x 2 x 4.75 = 4.56 kg.

c) Peso de dos tirantes b c, de 1.47 m

1.47 x 2 x 4.12 = 10.11 kg

en resumen:

65.1
4.56
10.11

peso de la armadura: 79.76 kg.

como son cuatro armaduras; peso total de las armaduras:

79.76 x 4 = 319.04 kgs.

Ahora vamos a calcular el peso de la lámina de los muros, incluyendo también los interiores, con que vamos a delinear las tres secciones:

Vamos a calcular la superficie total que cubriremos con la lámina:

a) 2 muros de 7.82 x 4.20

65.8 m²

como la lámina pesa 605 kg./100 m²

605 — 100
x — 65.8 x = 398 kgs.

b) 4 muros de 4.20 x 4.20

70.8 m²

605 — 100
x — 70.8 x = 428 kgs.

c) 4 triángulos de 4.20 x 1.10/2

9.23 m²

605 — 100
x — 9.23 x = 55.8 kgs.

d) 1 piso de 4.20 x 7.82

32.28 m²

605 — 100
x — 32.28 x = 199 kgs.

Peso total de la lámina de los muros:

1080.8 kgs.

A continuación, vamos a calcular la tolva de la sección de recolección, como no va a resistir grandes esfuerzos, podemos usar de la misma lámina de los muros.
en consecuencia:

2 planos inclinados de 2.56 x 2.32

10.85 m^2

605 — 100
x — 10.85 x = 65.8 kgs.

Aislante.

El aislante es una capa de ladrillo refractario en los muros, la superficie que cubrimos será:

2 muros de 7.82 x 4.20	32.28 m^2
2 muros de 4.20 x 4.20	17.60
2 triángulos 4.20 x .55	2.31
Total por cubrir	52.19 m^2

Cimiento.

El perímetro de la casa es de 24.04; como no vamos a sostener pesos grandes, colocamos el cimiento mínimo, que es de 30 cm. en su parte superior y 50 cm. en su base, y 50 cm. de altura .

Para sostener las armaduras, necesitamos 8 castillos (se llaman castillo a los pilares de cemento armado que se colocan en las construcciones) de 4.20 de altura.

Para reforzar la pared de tabiques, necesitamos una cadena (es en la misma forma que los castillos, pero horizontal y a la mitad de la altura del muro) de 24.04 m.

b) Diseño de los canales

Usaremos una parrilla formada por canales de 3" de alto, cubriendo un espacio de 8 pies de largo, por 4 pies de ancho, distribuídos en forma longitudinal y separados una pulgada entre sí, son en número de 12.

Peso de las parrillas.

Los canales están unidos entre sí por sus extremos, que descansan en ángulos que tienen la misma altura de patín
8 pies = 2.44 m. peso del canal 6.10 kg/m.
como son dos parrillas.

2.44 x 2 x 12 x 6.10 = 358 kgs.

Los canales están unidos por ángulos de 2 × 2 × ¼, que

pesan 4.75 kg/m.; sobre ángulos de esta misma dimensión, se mueven las parrillas; éstas desplazan en una distancia de 17 pies. En consecuencia, necesitamos:

Para las uniones:	4 tramos de 4 pies	=	16 pies
Para los rieles:	4 tramos de 17 pies	=	68 pies
	Total:		84 pies

que equivalen a 27.6 m; que pesan

27.6 x 4.75 = 111.1 kgs.

Peso de las parrillas: 469.1 kgs.

c) Distribución del gas. (Lámina 4)

Es una parrilla de las mismas dimensiones que la anterior, pero formada por tubos de ⅛ de pulgada y colocados en forma longitudinal, los mecheros están separados entre sí un pie y colocados en tresbolillo con respecto a los tubos inmediatos.

La alimentación se hace por tubos de 4" de diámetro.

Se necesitan:

40 pies de tubo de 4", 2 T y 4 codos.
120 pies de tubo de ⅛", 24 T y 4 codos.
84 mecheros.
4 reductores para acoplar los tubos.

CAPITULO V

CONTROL

El control de equipo se reduce a mantener constante la presión tanto del combustible como la de suministro de aire, como ya dijimos antes la presión del gas combustible debe variar entre 0.2 — 0.3 pulgadas de agua y la del aire debe ser tal, que corresponda a un 400% con respecto al necesario para la combustión. Este control lo haremos instalando a la entrada de cada una de las tuberías de gas y de aire un medidor, que en este caso nos conviene que sea de orificio, porque al mismo tiempo que nos dice la presión del flujo, nos controla la cantidad de gas que pasa.

CONDICIONES DE TRABAJO

Lo que a continuación va a ser expuesto es el resultado de la serie de pruebas que bajo los auspicios de la Rubber Chemistry Institute, fueron hechos para determinar las mejores condiciones de trabajo de las factorías para obtener un producto de condiciones óptimas de aceptación. Las transcribimos, en primer lugar para demostrar en una forma clara, la variación de las propiedades del producto, que aún no obstante el ser producido en una forma constante, basta cambiar ligeramente las condiciones de trabajo; en segundo lugar, para que nos sirva como modelo y controlar la calidad del producto; pues como veremos más adelante, la interpretación de los datos de laboratorio nos dice que clase de negro de humo estamos obteniendo.

TABLA I

EFECTO DE LA ALTURA DEL CANAL. (Casa aislada)

Datos Generales	**Canales**			
	Nº 1504	Nº 1501	Nº 1502	Nº 1503
1. Altura del canal	45	70	95	120
2. Porciento de combustión	400	400	400	400
3 Temperatura del canal	517	516	515	515° C.
4. Producción, lib./metro³	1.67	3	1.38	0.65
5. Color % del St.	80	100	85	90
6. Adsorción de aceite, c. c./100 grs.	155	110	112	115
7. Absorción de yodo, miligr./gr.	26.7	20	20.8	20.4
8. Extracción con acetona	0	0	0	0
Pruebas en el hule				
1. Módulo máx. a 500% de elongación kg./cm²	190	214	191	169
2. Tensión al módulo máximo. kg/cm²	268	281	266	251
3. Tensión Máxima. kg/cm²	288	304	288	292
4. Fricción % St.	101.5	103.5	102	102
5. Elongación al módulo máximo.	580	580	570	560

Observando la tabla anterior, nos damos cuenta que cuando se colocan canales de 70 mm. el carbón resultante es el que da mejores resultados, debido probablemente a que no es tan ancho como para originar reexposiciones ni tan angosto como para recoger sólo ciertas porciones.

TABLA II

EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL CANAL

	Canales.		
	Sin aislante	**Aislada**	**Aisl. y Calent. eléctricamente.**
	Nº 1495	Nº 1501	Nº 1508
Datos Generales			
1.	70	70	70

TABLA II

EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL CANAL

Datos Generales		**Canales**	
2.	400	400	400
3.	410	516	650
4.	3.46	3	0.47
5.	90	100	90
6.	135	110	190
7.	26.2	20	25.8
8.	1.6	0	4
Pruebas en el hule			
1.	200	214	179
2.	270	281	267
3.	290	300	267
4.	107	103	99.3
5.	580	580	560

Los números que están situados debajo de los subrayados, corresponden a los mismos números de orden de las pruebas citadas en la tabla I. Los términos sin aislante-aislada, corresponden a la casa; el calentamiento eléctrico se hace colocando resistencias en la cara del canal, contraria a donde están los mecheros.

Observando la tabla vemos en primer lugar que a baja temperatura, lo mismo que a muy alta, la capacidad de absorción es mayor que la normal, pero la producción, siendo mayor a baja temperatura es casi nula a temperaturas mayores y también se observa el fenómeno de que la impurificación por materias extractables es mayor mientras más alta es la temperatura. Y por último, observando el hule obtenido, vemos que si da un producto de mala calidad a bajas temperaturas, es incomparable el que resulte de los sobrecalentamientos, por su peor calidad.

TABLA III

EEFCTO DEL PORCENTAJE DE AIRE DE COMBUSTION.

(Casa aislada)

	Canales Nº 1507	Nº 1508
Datos Generales		
1.	70	70
2.	70	400
3.	650	650
4.	0.76	0.47
5.	90	90
6.	165	190
7.	22	25.8
8.	0	4
Pruebas en el hule		
1.	181	179
2.	256	267
3.	284	267
4.	96.3	99.3
5	560	560

En una forma paulatina, se fué reduciendo el porciento de aire de combustión hasta que en la tabla de resultados se observó que coincidían con otra tabla en la cual el producto provenía de un sobrecalentamiento; de lo cual decimos, que el porciento de aire de combustión influye en la temperatura del canal.

TABLA IV

EFECTO DE LA PRESENCIA DE LOS CANALES. (Casa Aislada)

	Canales Nº. 1501	Sin Canales Nº 1505
Datos Generales		
1.	70	——
2.	400	400

3.	516	413	(en la cámara de combustión).
4.	3	1.65	
5.	100	90	
6.	110	105	
7.	20	15	
8.	0	0.7	
Pruebas en el hule			
1.	214	179	
2.	281	275	
3.	304	295	
4.	103	92	
5.	570	610	

Los números 1501, 1505, etc., son los números del orden de las pruebas, de los cuales se entresacaron las que más interés representaban.

Para obtener el negro de humo sin canales, se colocaron filtros al paso de los gases de la combustión, los resultados claramente demuestran que se obtiene un producto de mala calidad.

En resumen, la producción de negro de humo en canales da los mejores resultados cuando se utilizan canales de 70 mm. de alto y 400% de aire de combustión, del que se ha dicho que esta cantidad de aire origina el fenómeno del "plato frío", el cual evita la variación de las propiedades del negro conservando constante la temperatura, temperatura que corresponde al carbón de mejores aplicaciones y resultados.

RIESGOS FISICOS DE OPERACION

Sabemos que los explosivos a base de aire líquido, consisten esencialmente en una mezcla de carbón finamente dividido y aire. Según lo anterior y considerando el negro de humo, decimos que éste está mezclado con una gran cantidad de aire, por lo que hay peligro, no precisamente de una explosión, pero sí de un incendio, lo cual se evita haciendo la factoría totalmente de metal. Sin embargo, hay que tener la precaución de

que en caso de incendio, los trabajadores no se expongan al humo porque consiste en grandes cantidades de monóxido de carbono. En el empaque se elimina el peligro de inflamación expontánea por el prensado.

Debido a la pequeñez de sus partículas, fácilmente flota en el aire, por lo que es aspirado con relativa frecuencia; pero hasta la fecha no hay noticias de que produzca enfermedades profesionales, sin embargo no está por demás hacer un estudio en este sentido con el carbón que se obtenga.

CAPITULO VI

BALANCE ECONOMICO

Por lo pronto, consideraremos el precio de una sola casa.

CAPITAL DE CONSTRUCCION

En otro lugar dijimos que se utilizaría material estándar de construcción, que tiene por característica, el que no importando su forma o tamaño, cuesta 50 centavos el kilo, instalado.

Tenemos que:

Peso de las armaduras..	319.04
Peso de la lámina de los muros..	1,080.80
Peso de la lámina de la tolva..	65.80
Peso de las parrillas..	469.10
Peso de las ruedas, (aproximado)..	300.00
Peso del tornillo, (aproximado)..	80.00
Total	2,314.74 Kgs.

Al peso anterior, hay que considerarle un aumento de 30%, tomando en cuenta remaches y no previstos. En resumen, el metal de la casa pesa 3,009.2 Kgs.

Según lo anterior, el metal de la casa instalado cuesta:.. .. $1,004.60.

Por otro lado tenemos que:

52.19 m^2, para cubrir con una capa de ladrillo refractario, que cuesta $ 5.50 m^2 instalado.

Precio del aislante instalado.. . . . . ..$ 287.05

Por último:

24.04 m de cimiento a $ 1.40 instalado.

Precio del cimiento.. . . . . ..$ 33.66

8 castillo de 4.20 m de altura, 33.6 m a $ 4.00, incluyendo la varilla corrugada e instalado.

Precio de los castillos.. . . . . ..$ 134.40

24.04 m de cadena a 3.50 m incluyendo varilla corrugada e instalada.

Precio de la cadena.. . . . . ..$ 84.14

Además:

13.30 m de tubo de 4", a $ 21.91, instalado.

Precio del tubo.. . . . . ..$	219.40	
4 codos a $ 600..	24.00	
2 T, a $ 10.00..	20.00	
Precio de la tubería de 4"..		335.40
4 reductores a $ 10.00..		40.00
84 mecheros a $ 3.00..		252.00

39.98 m de tubo de 1/8 de pulgada a $ 1.25, instalado.

Precio del tubo.. . . . . ..$	49.76	
24 T, a $ 4.04..	10.80	
4 codos a $ 0.20..	0.80	
Precio de la tubería de 1/8"		71.36

Resumen:

Metal de construcción.. . . . . ..$	1,004.60
Aislante..	287.05
Cimientos..	33.66
Castillos..	134.40
Cadena..	84.14
Tubería de 4"..	335.40
Reductores..	40.00
Mecheros..	252.00
Tubería de 1/8"..	71.36
Un motor..	300.00
Total . . . .$	2,542.61
.'. Capital de construcción.. . . . . ..$	2,542.61

BALANCE ECONOMICO DE PRECONSTRUCCION PARA UNA CASA EXPERIMENTAL

COSTO DE PRODUCCION

En una industria, a la suma de los costos de funcionamiento y materia prima, se le llama costo de producción.

Costo de Producción = Materia prima + Costo de funcionamiento.

COSTO DE LA MATERIA PRIMA

En el caso que estamos desarrollando, como utilizamos materia de deshecho, el costo de dicha materia se reduce al transporte, que en concreto es la tubería de 4".

COSTO DE FUNCIONAMIENTO

Es la suma de los gastos fijos, que son aquellos que permanecen constantes durante la vida de la industria y los gastos de operación, que son aquellos, mediante los cuales la planta puede desarrollar su función.

Costo de funcionamiento = Gastos fijos + Gastos de Operación.

A.—GASTOS FIJOS

Qué son la suma de las siguientes cantidades:

1.—INTERES Y AMORTIZACION DEL CAPITAL

El interés lo pagamos a 4% anual, y al amortización la haremos en 10 años, dado que esa es la vida de una instalación como la que nos ocupa.

Para calcular la amortización, usaremos la fórmula del interés compuesto que es:

$$a = \frac{(C - S)\, i}{(1 + i)^n - 1}$$

a amortización.
C capital.
S valor de deshecho

i interés.

n vida de la planta.

Para nuestro caso:

i 4% anual.

C $ 2,542.61.

n 10 años.

S Por regla general, es de 10 — 20% en nuestro caso, como la mayoría del equipo no sufre grandes deterioros, podemos tomar el 15%.

S $ 381.40

$$a = \frac{(2542.61 - 381.40)\ 0.04}{(1 + 0.04)^{10} - 1}$$

En vista de que resulta un valor bajo, debido a que el capital es muy pequeño, usaremos entonces la amortización simple:

$$a = 2542.61/10 = 254.27$$

2.—SEGUROS

Por concepto de seguros, tomaremos 0.8% anual del capital.

∴ Seguros 0.8% de 2542.61 = $ 203.40

3.—IMPUESTOS, POR PRODUCCION

Generalmente se toma 3 Cvs. por Kg. de producto, en consecuencia debemos calcular la cantidad de Kgs. debemos obtener.

Al principio del capítulo IV, dijimos que el gas se suministraba con un gasto de 0.05 m^3 por mechero y por hora; y por otro lado dijimos que aproximadamente se aprovechaba un 2% del contenido del carbón del gas, pero como este valor es muy relativo, nos conviene tomar uno que está más cerca de la realidad y éste, lo encontramos en la tabla I del capítulo V, que nos dice que por m^3 de gas se obtienen aproximadamente 3 libras de carbón.

En 24 horas el gasto de gas es:

$$0.5 + 84 + 24 = 100.8\ m^3$$

de los cuales, se obtienen 302.4 libras que equivalen a 137.28 Kgs.

Por concepto de impuesto pagan.. .. ..$ 41.19

B.—GASTOS DE OPERACION

Los gastos de operación, están representados por la suma de las siguientes cantidades:

1.—COSTO DE LA ENERGIA

La energía que utilizaremos, será para mover el motor, y es tan pequeño su gasto que lo podemos considerar como un foco de alumbrado, es decir $ 3.50 mensual.

2.—MANO DE OBRA

En este término involucramos todo el personal que trabaja en la planta y que será distribuido en la siguiente forma:

a.—Servicio directo.

Un jefe de producción	$ 12.00
Un mecánico	10.00
4 obreros a $ 4.00	16.00
	$ 38.00

b.—Servicio de control y supervisión técnica.

Un Ing. Químico	$ 25.00
Un Químico	15.00
Un ayudante de laboratorio	8.00
	$ 48.00

c.—Servicio de Administración.

Un cajero contador y pagador	$ 10.00
Un almacenista	7.00
	$ 17.00

d.—Gastos varios.

Imprevistos	$ 10.00

3.—REPARACION Y MANTENIMIENTO

Consideramos un 6% anual.

6% de 2542.61 = $ 142.56

4.—GASTOS DE VENTA

Están estimados en 12% del capital.

12% de 2542.61 = $ 258.12

RESUMEN

Capital de construcción	$ 2,542.61
COSTOS:	
Costos de funcionamiento, (por día).	
Gastos Fijos:	
Interés y amortización	$ 1.18
Seguros	0.68
Impuestos	0.14
Gastos de Operación:	
Costo de la energía	$ 0.12
Mano de obra:	
Servicio directo	38.00
Servicio Técnico	48.00
Administración	17.00
Varios	10.00
Reparación y mantenimiento	0.45
Gastos de Venta	0.95
TOTAL	$ 116.52

CONCLUSIONES

De lo visto en el capítulo anterior decimos que la casa de experimentación, nos cuesta $ 116.52 diarios, que en un mes de experimentación nos representa un gasto de $ 3,080.00.

Considerando una factoría de 40 casas, con un personal de:

Servicio directo:

Un jefe de producción.
3 mecánicos.
50 obreros.

Servicio técnico.

Un Ing. Quím.
2 químicos.
2 ayudantes de laboratorio.

Administración.

Un Gerente de Ventas.
Un cajero pagador y contador.
Un almacenista.

El costo de la energía, la consideramos igual a $ 5.00; los gastos imprevistos los consideramos en $30.00 de lo cual, el balance de preconstrucción alcanza los siguientes valores:

BALANCE DE PRECONSTRUCCION PARA UNA FACTORIA COMPUESTA POR 40 CASAS

Capital de construcción	$ 100,000.00
Costos:	
Costos de Funcionamiento. (Por día).	
Gastos Fijos:	
Interés y Amortización	$ 45.60
Seguros	2.40
Impuestos	150.00
Gastos de Operación:	
Costo de la energía	$ 5.00
Mano de Obra:	
Servicio directo	$ 242.00
Servicio Técnico	71.00
Administración	30.00
Reparación y mantenimiento	3.00
Gastos de venta	40.00
TOTAL	$ 621.00

En el cálculo de la casa de experimentación, dijimos que en promedio, se pueden obtener 137 kgs. de Negro de Humo, dato que en 40 casas equivale a 5,840 kgs. considerando fallas en la recolección, calculemos que se obtendrán 5,000 kgs., lo que da un costo unitario de 12 cvs. el kg.

Este valor debe ser corregido con los datos obtenidos en la Casa de experimentación.

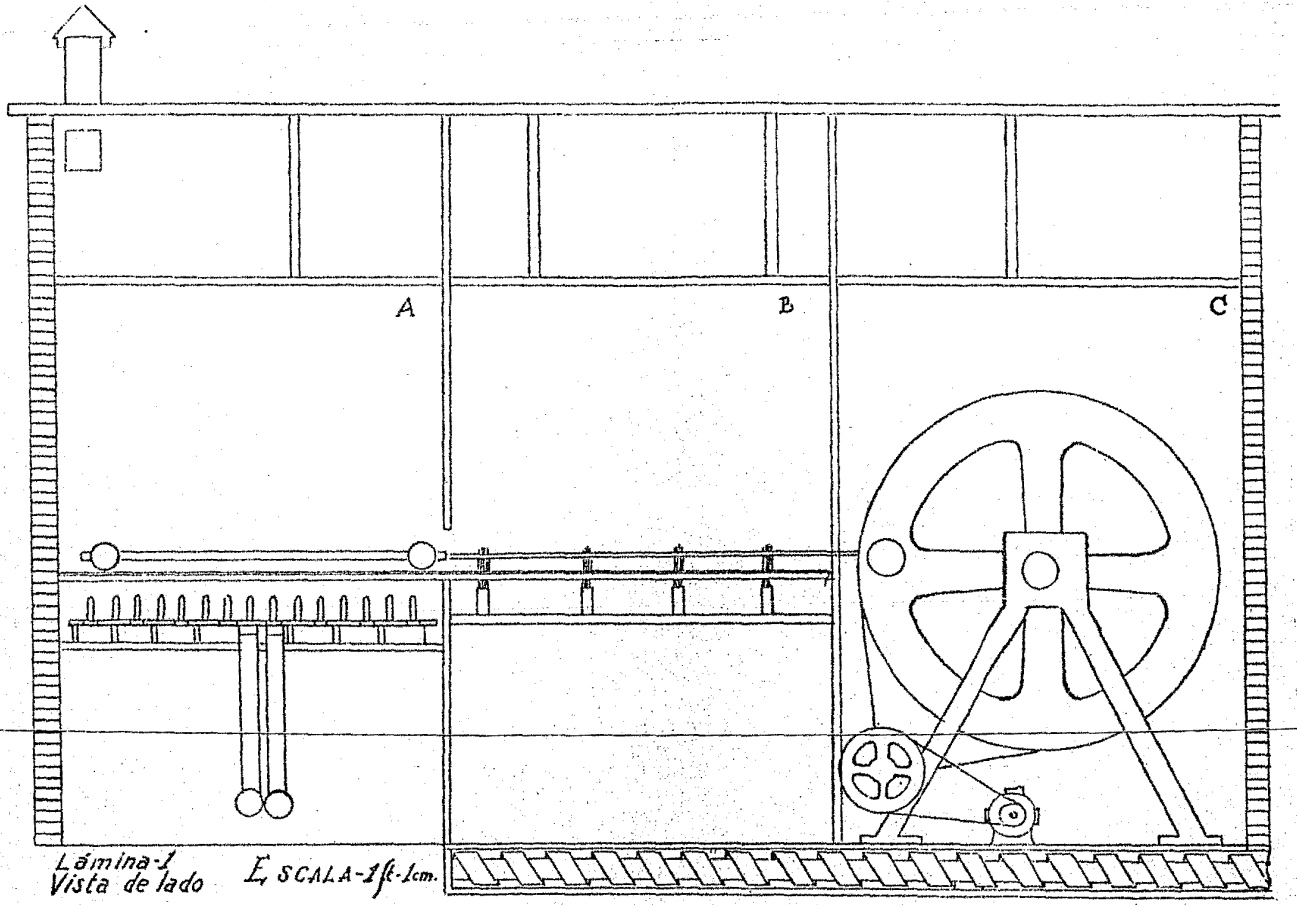
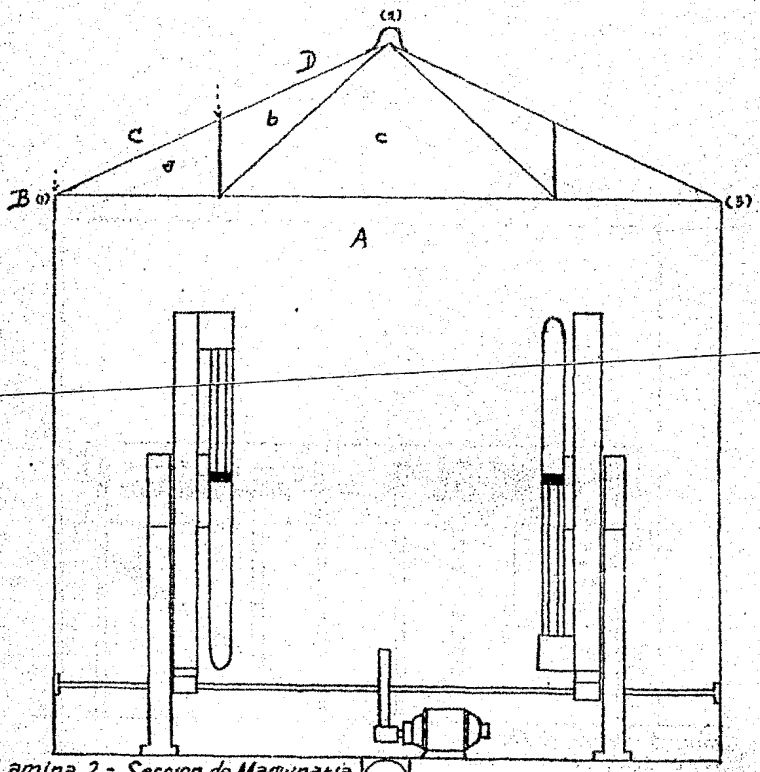


Lámina-1
Vista de lado

ESCALA-1 ft-1cm.



Lamina 2 - Seccion de Maquinaria
Vista de Frente - Escala: 1Mt-1cm.

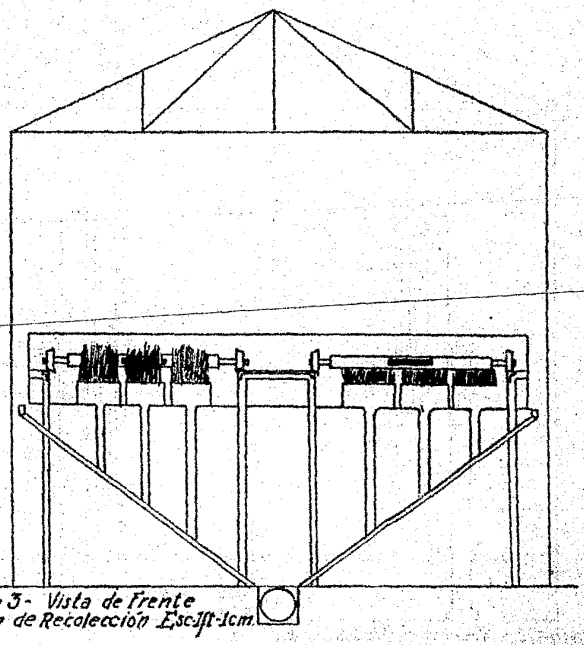


Lámina 3- Vista de Frente
Sección de Recolección Esc-1ft-1cm

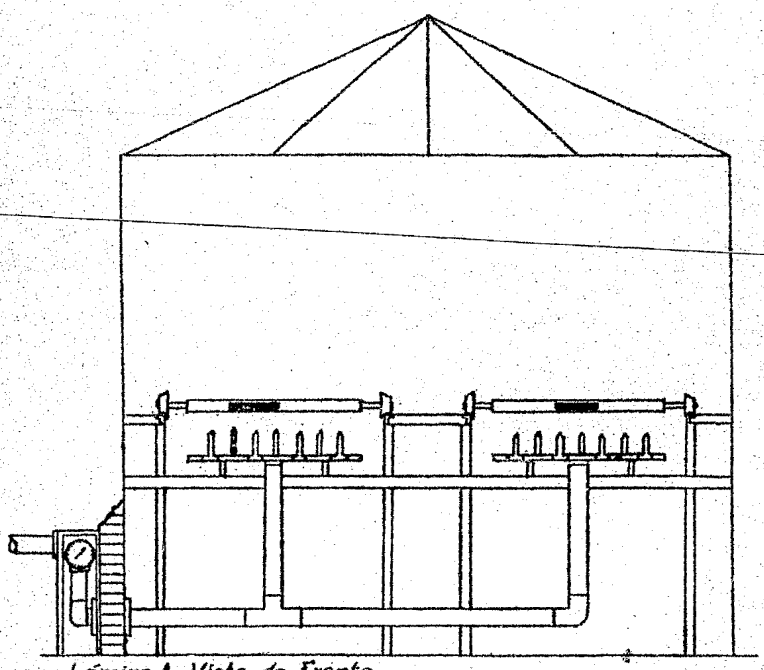


Lámina 4 - Vista de Frente
Seccion de Produccion Esc-1ft=1cm

BIBLIOGRAFIA

Apuntes de Ingeniería Química.
Apuntes de Edificación.
Manual de Monterrey.

Tesis. Héctor Reyes Rodríguez.

Ullman. Enciclopedia Industrial.
Industrial and Engeniering Chemistry. Revista. 1930-1931 1938-1940.
Refiner and Natural Gasoline Manufacturer. Revista. 1935.