

# ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

## DEPARTAMENTO DE QUIMICA

AGOTAMIENTO DEL ACEITE DE SEMILLA DE ALGODON

TESIS PARA OPTAR EL TITULO  
DE INGENIERO QUIMICO

GUIDO F. GALLENTO TAPIA

'54

LIMA - PERU

1 9 5 5

## Indice.

1. Introducción.
3. Historia de la Industria del Aceite de Semilla de Algodón.
7. Posibilidades de esta Industria.
9. Ubicación de la Planta.
12. Capacidad y producción de la Planta.
13. Materia Prima.- Composición y propiedades.
16. El producto.- Composición y propiedades.
21. El solvente.- Principios básicos de la Extracción por Solventes.
23. Elección del Solvente.
27. Aspectos Económicos de la Extracción por Solventes.
29. El proceso.- (Descripción de las Operaciones)
40. Cálculos.- Cálculo del Depósito de Semilla.
41. Cálculo del Elevador.
43. Cálculo del Vapor.
47. Cálculo de la Potencia.
49. Cálculo del Agua.
50. Cálculo del combustible para el motor Diesel.
50. Cálculo de las Materias Primas.
51. Terreno y Edificios.
52. Aspecto Económico de la Industria.
60. Financiación.
61. Bibliografía.

## Introducción.

Este proyecto viene a sumarse a la gran cantidad de soluciones teórico-técnicas que se han presentado para resolver el problema de la carestía de grasas alimenticias e industriales que existe en nuestro medio. En este caso particular sólo se obtendrá un artículo de exclusivo beneficio para la alimentación del hombre, a pesar de que si el mismo fuese aplicado a la industria de jabones u otras, las ganancias serían más amplias.

Actualmente está en vigencia una resolución que prohíbe, con muy buen criterio, el aceite de semilla de algodón en industrias ajenas a la alimenticia.

Al empezar el primer acápite se ha mencionado el vocablo compuesto teórico-técnico. Esta circunstancia merece una aclaración. No equivale a que estos estudios hayan quedado enclaus-trados en la teoría por ser de pobre aplicación práctica; de ningún modo. Equivale, simplemente, a que no se han ejecutado, con indudable éxito, por supuesto, por el poco apoyo que han tenido nuestras industrias por parte de los capitales. Felizmente de años atrás a esta parte, la industrialización del Perú ha llegado a la adolescencia y empieza un visible crecimiento.

El poco apoyo capitalista está reflejado en el hecho de que un país que como el Perú, que tiene su costa casi cubierta con el sembrío de algodón, cuya semilla es materia prima olea-ginosa por excelencia, deba sufrir una tremenda escasez de acei-te, artículo alimenticio considerado de primera necesidad.

Para finalizar esta necesaria introducción, he de indicar que el proyecto que se estudia ha de utilizar el método de extracción por solventes para la obtención del aceite de semilla de algodón. Este método está siendo aplicado en los Esta-dos Unidos en la extracción de aceite de frijol de soya y está tratando de desplazar a los procedimientos mecánicos. Por otro la-

do , dentro de la extracción por solventes ha surgido últimamente un sencillo modo de hacer esta extracción, que se ha denominado FILTRACION-EXTRACCION, y será el que se aplique particularmente en este caso.

## Historia de la Industria del Aceite de Semilla de Algodón.

El algodón es una planta que se viene cultivando por su hebra desde tiempos muy remotos. Actualmente, el fin primario de este cultivo sigue siendo la obtención de su hebra para la manufactura de tejidos; pero además se aprovecha la semilla para extraer aceite, que contiene en elevado porcentaje. Los residuos de esta operación son empleados como abono y como alimento del ganado.

Parece ser que a fines del siglo XVIII se trató de la posibilidad de obtener aceite de la semilla del algodón. Esto se deduce del hecho de haberse llevado a Londres un cilindro de semilla desde las Indias Occidentales. La semilla fue tratada en un molino donde se extrajo el aceite, que fue sometido a diversos experimentos de laboratorio para determinar sus cualidades. Como los resultados fueran buenos, la "Sociedad de Artes", entidad que fomentaba las artes, industrias y comercio, ofreció un premio para el aceite que se obtuviera de la semilla de algodón.

Estos al parecer fueron los primeros hechos que se podrían considerar como la génesis de la industria del aceite de semilla de algodón. Pero realmente no es así. A pesar de que esta semilla se producía en cantidades extraordinarias, fue poco apreciada por las dificultades que presentaba la extracción del aceite. Únicamente era utilizada como abono, para cuyo objeto la dejaban que se pudriera libremente.

Las dificultades para obtener el aceite consistían, por una parte, en que las máquinas rastrilladoras no separaban completamente las fibras de algodón que retienen, y al extraer el aceite lo absorbían disminuyendo considerablemente el rendimiento; y también porque el aceite de presión contiene materias colorantes de un tono pardo intenso que únicamente pueden separarse por refi-

nación.

Para la separación de las fibras, Schram dio un método químico que ya no se usa, pues la maquinaria ha progresado de tal modo que esta operación la realizan perfectamente los deslinters. Respecto a la separación de la substancia colorante, la consiguió Adriani tratando el aceite, previamente lavado con agua y vapor de la misma, con álcali diluido. El álcali se combina con los ácidos grasos libres para formar jabón, que es insoluble en aceite. Este jabón es un agente de absorción eficaz para la materia colorante y albuminosa, y se separa junto con el exceso de álcali.

En América la industrialización de este aceite empezó el año 1826, cuando se levantó una fábrica de aceite de semilla de algodón en South Carolina. Cabe destacar que con esta fábrica se inició en este continente la industrialización de los aceites y grasas en general. Los métodos empleados no eran buenos y el producto resultaba impuro. En 1850 se importó de Francia el uso de la soda cáustica para remover las impurezas. Ya para el año 1865 empezó el rápido crecimiento de este renglón. En 1887 se introdujeron métodos científicos más modernos.

.. El comienzo de la industria de la oleomargarina, en 1885, dio un gran impulso a ~~la~~ del aceite de semilla de algodón, porque se le encontró aplicación como agente adelgazante. Como la oleomargarina era un producto de alta calidad, se exigió que el aceite de algodón mejorara la suya; fue que empezó entonces la aplicación de la tierra fuller para la decoloración del aceite. En 1893 se añadió otra operación, el ~~de~~odorizado; se conseguía soplando vapor a través del aceite a altas temperaturas.

En 1900 se descubrió que los aceites podían ser hidrogenados para la producción de grasas. Esto dio más auge a la industria.

En cuanto a la extracción por solventes aplicada a los aceites vegetales, se sabe que el primero en patentar su uso fue Deiss en 1856; sin embargo, se ha dicho que quien introdujo el método fue Jesse Fisher en 1843. En ambos casos se usaba bisulfuro de carbono para la extracción del aceite de oliva. Los primeros extractores eran del tipo intermitente sin agitación y su operación era un proceso lento e ineficiente. A pesar de ello el resultado fue promisorio, ya que en 1870 los solventes eran usados en gran escala en Europa. La rapidez y eficiencia del proceso fueron aumentando gradualmente al substituir los modelos sin agitación por extractores agitados y por baterías de los mismos.

En 1920 se inauguró el uso de extractores de alta capacidad que operaban continuamente. La industria creció mucho más, principalmente en Alemania, Holanda y Bélgica. Este desarrollo se debió más que todo a que Europa era y es un área deficiente en aceites, que recurría a la importación de tremendas cantidades de soya de Manchuria. Como el contenido de aceite de la soya es relativamente bajo, era de extrema importancia extraer la mayor cantidad de aceite del frijol de soya; la harina de los procesos mecánicos arrastraba un 5% de aceite, cantidad que era muy alta para sus necesidades. De ahí la gran acogida que tuvo el método de los solventes.

Con el gran desarrollo que alcanzó la extracción por solventes aplicada a la soya, se dio entrada en este ramo a otras semillas, entre las que figuraba principalmente la del algodón, siendo Alemania la que encabezaba la tecnología en este campo. Cuando las materias oleaginosas tenían alto contenido de aceite eran tratadas primero con expellers y luego con solventes.

En América no se introdujo esta forma de obtención del aceite durante la época en que florecía en Alemania. La explicación salta a la vista; las deficiencias en aceites y sobre todo

en aceites alimenticios, no eran tan severas como en Europa y de allí que no hubiera tanta ambición por obtener la "última gota". Por otro lado, y esto confirma lo dicho, Estados Unidos exportaba a Europa la harina obtenida mecánicamente, y allá eran extraídos los aceite remanentes con el uso de solventes.

En 1889 empezaron en los Estados Unidos los intentos por instalar algunas plantas de extracción. Pero la primera que tuvo éxito en gran escala, fue una de extracción continua que se estableció en 1934, en Chicago, Illinois, cuyo extractor era de diseño alemán (Hildebrandt). A esta planta siguieron en rápida sucesión otras, puestas bajo la supervisión de técnicos alemanes. Sin embargo según fue pasando el tiempo, fueron apareciendo extractores de manufactura americana; al principio fueron modificaciones de los modelos alemanes, pero luego salieron los extractores de diseño netamente americanos. Actualmente Estados Unidos ha tomado ventaja en la tecnología de la extracción por solventes.

Posibilidades de esta industria.

Al pensar en establecer una industria, cualquiera que sea, se analizan las posibilidades de salir adelante. Se hace un estudio exhaustivo de sus aplicaciones y del mercado que la acogería. Esto es fundamental para descontar de antemano el éxito económico.

En el caso de un alimento primario, cual es un aceite comestible, cuya producción en el país no alcanza a cubrir el consumo, y por el que se debe recurrir a la importación, no se ha de pensar sólo en las posibilidades, sino en la necesidad de implantar su producción. El éxito de esta industria sí que está descontado y el mercado no puede prescindir de ella.

26 fábricas dedicadas en este renglón, cuyo capital global asciende a S/. 179'735.000.-, dejaron en 1950 una suma de ingresos brutos de S/. 441'750.000.-, cantidad que por sí sola está diciendo de la bondad de esta industria.

Otra prueba que ratifica lo expuesto anteriormente es el hecho que se expone a continuación. A principios del mes de Agosto del año que cursa ocurrió un choque de camiones cerca de la ciudad de Ica; uno de los camiones transportaba aceite de semilla de algodón sin el permiso correspondiente, o sea de contrabando. Este es un reflejo de la necesidad por la que pasa el Perú en lo que se refiere a este comestible.

Además de cumplir con satisfacer una necesidad a menor precio, esta industria evitaría la salida de divisas por concepto de importación.

Importación de aceites comestibles

Años	Cantidad Kgs.	Sóles	Valor medio/Kg.
1950	28868.027	20'237.573	7.06
1951	1'107.536	11'719.611	10.58
1952	1'009.983	8'042.114	7.96

Importación de aceites vegetales para usos alimenticio e indust.

1951	28177.409	16'465.377
1952	2'090.704	11'329.140

Ubicación de la planta.

La planta que se proyecta ha de estar ubicada en las afueras de la ciudad de Pisco, a cierta distancia del desvío que la une a la carretera Panamericana.

Los factores que se han considerado para ubicarla en ese lugar son:

Materia prima.- El departamento de Ica es el segundo productor de algodón en el Perú, y dentro de él Pisco ha dedicado todas sus tierras al cultivo exclusivo de esta planta. Esta circunstancia permite que el suministro de la semilla a la fábrica esté asegurado.

Por otro lado, el aumento en la producción de algodón en este valle es un hecho; actualmente se están haciendo los trabajos de mejoras en la Irrigación Cabeza de Toro, se ha empezado la explotación de las Pampas de Santa Cruz y se han terminado los estudios para dotar de agua a Hoyada Honda y Ocas.

Estas nuevas tierras suman una extensión de 5000 fanegadas, sin contar los proyectos en estudio. Traducido a semilla, habría un aumento de 308.000 quintales anuales, considerando un rendimiento de 100 quintales de algodón en rama por fanegada y un acude de 2.60.

Otra ventaja de la ubicación de la planta sería su cercanía a las fábricas de aceite "La Pisqueña" y "Anderson Clayton". Estas fábricas procesan la semilla con expellers y prensas respectivamente; como consecuencia la pasta por ellos producida tiene un porcentaje de aceite remanente de 4.5 y 5.5. El equipo FILTREX permite trabajar indistintamente con semilla o con harina, lo que permitiría comprar la pasta de las fábricas mencionadas, extraerle el aceite remanente y venderla al mismo precio de compra, sin tener que aplicar las operaciones preliminares

a que se recurre en la preparación de la semilla.

Transporte.- La ubicación de la planta permite que esté inmediata a las desmotadoras; el transporte de la semilla se realizaría por medio de un volquete que la volcaría en una tolva sólo volteando el cajón, sin necesidad de emplear hombres en la operación de descarga.

En cuanto al transporte de aceite, pasta y línter, se daría por contrata a una empresa de camiones, que lo tomaría como buen "boçado", si se tratase de trasladarlos a Lima. La bondad de la carretera Panamericana y la relativa cercanía a Lima hacen que el flete sea de sólo 5 ctvos. por Kg. de carga. Cuando las ventas se hicieren en Pisco, el comprador ha de retirar los productos de la planta.

Mano de obra.- La gente de la ciudad prefiere el trabajo de fábrica que el de campo por ser menos agotador y por estar más cerca de su domicilio. En el caso de Pisco los obreros buscan constantemente colocación en las fábricas y de ningún modo hay escasez de mano de obra, a pesar del crecimiento industrial de estos últimos años.

Por la existencia de las fábricas de aceite antes mencionadas, hay mucho personal que conoce este trabajo, lo cual es un beneficio directo para la planta en proyecto.

Una característica del sistema FILTREX es, además, la poca intervención del personal obrero en la fábrica.

Por lo tanto no representa problema la mano de obra en Pisco.

Suministro de agua.- La planta ha de abastecerse con agua del subsuelo. En Pisco el agua aflora a los pocos metros de excavación, lo cual es gran ventaja. Desde todo punto de vista es más conveniente tener agua propia, y más aún en la planta por solventes, donde en caso de incendio se ha de recurrir al agua como uno de los medios de sofocarlo.

Potencia.- La planta eléctrica que abastece de fluioo eléctrico a la ciudad de Pisco adolece de grandes defectos que la hacen inútil para colaborar con una fábrica. Además el costo de Kw-Hr es de S/.0.70, por lo que resulta muy elevado para la demanda industrial.

Por eso, las plantas industriales de la localidad han optado por disponer dentro de su equipo, el correspondiente para el suministro de energía eléctrica. Dentro de los posibles, el más conveniente para las necesidades de las plantas locales de acuerdo a sus capacidades, es el Diesel.

El combustible se consigue en la planta depósito de la International Petroleum Co. situada a 4km. escasos de la fábrica proyectada; esto supone un gasto mínimo por transporte.

A propósito, en esta misma planta depósito se consigue el solvente, lo que representa una facilidad más, ya que no se necesita tener grandes existencias en la fábrica.

Capacidad y producción de la planta.

La planta está diseñada para transformar 50 Tons. cortas (2000 lbs. c/u) de semilla de algodón en 24 horas diarias, sobre la base de 300 días de labor por año, que representan 15000 Tons. procesadas anualmente.

Estas 15000 Tons. equivalen a 295815 qq, que se han de transformar en:

23%	aceite crudo	68037 qq
44.5%	harina	131638
27%	casaca	79870
1.5%	línter	4437
4%	impurezas y mermas	<u>11833</u>
100%		295815 qq

A su vez el aceite crudo sufrirá sucesivas transformaciones que lo convertirán en el producto: aceite winterizado.

Aceite crudo	95% - aceite refinado y blanqueado	64636qq
	5% - pérdidas por refinación y blanqueo	3401qq
Aceite refin. y blanq.		
	99% - aceite deodorizado	63990qq
	1% - impurezas y pérdidas	646qq
Aceite deodorizado	83% - aceite winterizado	53112qq
	16% - estearina	10238qq
	1% - pérdidas	640qq

La refinación del crudo ha de dar borra como sub-producto; esta borra alcanza un 10% aproximadamente del crudo 6803.7qq.

Materia prima.- Composición y propiedades.

La materia prima, semilla de algodón, es un subproducto del cultivo del algodón. En el Perú la mayor parte de la producción pertenece al algodón Tangüis. Sólo en la parte norte del país se cultivan otras variedades, que se acomodan mejor al clima característico de esa región.

Esta semilla es sometida al desmote, operación en la que se separa la mayor parte de la fibra o mota, y deja sólo un residuo de fibras cortas llamadas linters. En el caso del algodón Egipcio, la semilla queda completamente limpia con el desmote.

La semilla del algodón es una fuente oleaginosa muy importante. El residuo de la recuperación del aceite, que consiste en cake o pasta, es un concentrado proteínico usado como alimento del ganado. Por su parte, el línter, que se separa también antes de la recuperación del aceite, es empleado como material fibroso de relleno y como una fuente de celulosa de alta pureza.

La semilla de algodón es un ovoide anátropo puntiagudo, de 8-12 mm de largo. La cáscara es relativamente delgada, 0.28-0.35 mm, y dura, pero flexible, y está sólo ligeramente adherida al embrión o almendra interior. El color de esta cáscara es marrón oscuro.

Una característica distintiva de la semilla de algodón, es la presencia en toda la almendra de un pigmento glandular muy pequeño, que consiste en unos receptáculos en los que se encuentran el gosipol y otros pigmentos afines. Estas glándulas dan una apariencia jaspeada a la almendra, que la hace inconfundible.

Por la capa de línter que la cubre, la semilla es relativamente liviana (alrededor de 400 grs./lt.), absorbe rápidamente la humedad y es un pobre conductor del calor.

La semilla consiste en su mayor parte de aceites, carbohi-

dratos, fibras crudas, humedad y materia orgánica. En menores cantidades, aunque importantes en muchos casos, pigmentos, vitaminas, antioxidantes y enzimas.

El línter consiste principalmente en celulosa (70-85%). La cáscara generalmente está constituida por carbohidratos y fibra cruda, mientras que la mayoría de los componentes de la almendra son proteínas y lípidos, con un 15% de hidratos de carbono.

La almendra contiene 1-2% de gossipol, un componente que no se suele encontrar en productos naturales. Es un compuesto polifenólico de estructura compleja; es tóxico a ciertos animales. En presencia de humedad y por efecto del calor es inestable, y es destruido o inactivado por cocimiento cuando se preparan las semillas para la obtención del aceite.

Por muchos años las limitaciones para el uso de la pasta de algodón como alimento del ganado han sido atribuidas al gossipol, uno de los pigmentos que más abunda en la semilla. Sin embargo, investigaciones realizadas en el laboratorio del Southern Research del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos han demostrado que el gossipol no es el factor principal en dar bajo poder nutritivo a la pasta, sino que hay por lo menos 11 pigmentos en la semilla que representan de 3 a 4% de su peso.

Por eso está surgiendo otro subproducto en la extracción del aceite de semilla de algodón, que está constituido por estos pigmentos.

Ellos son separados de las hojuelas, ajustando la densidad de la mezcla disuelta a un punto intermedio entre la de los pigmentos glandulares y la de la harina. Esta se hunde en el solvente y los primeros flotan. El aceite que resulta es de mejor calidad y la harina queda libre de pigmentos.

Composición y cenizas aproximadas de los componentes de la semilla de algodón y productos derivados.- Porcentajes.

Componente	Semilla	Almendra	Cáscara	Pasta o cake
Humedad	9.9	6.9	9.3	7.8
Aceite	19.5	29.6	0.9	7.4
Proteínas	19.4	30.3	3.8	44.8
Fibra cruda	22.6	4.8	46.1	9.9
Cenizas	4.7	6.9	2.6	5.6
Extracto (sin N)	23.9	15.4	37.3	24.5
Componentes de cenizas (a)				
$P_2O_5$	1.27	1.73	0.25	2.88
$K_2O$	1.17	1.14	1.02	1.77
$Na_2O$	0.20		0.02	0.29
CaO	0.25	0.16	0.18	0.43
MgO	0.55	0.78	0.26	0.95
$SO_3$	0.12	0.12	0.08	0.19
$Fe_2O_3$	0.07	0.03	0.03	0.14
Cl	0.05	0.01	<del>111-</del>	----
$SiO_2$	0.06	0.05	0.05	0.27
Mn	----	0.0013	0.014	
Cu		0.005	0.0014	----
Zn		0.032	0.002	
S (total)	----	0.36	0.04	----
Flúor, p.p.m.			12-14	20-31
Yodo, p.p.m.	----	----	----	0.023-1.42

(a) Valores promedios para materiales con aire seco  
p.p.m. Partes por millón

Nota.-Estos análisis son de algodón Sea Island. Hay similitud en lo que a proporciones se refiere con el algodón Tangüis. Hay variantes como en el contenido de aceite.

El producto.- Composición y propiedades.

Los aceites vegetales son mezclas complejas de ésteres glicéricos de varios ácidos grasos; tales ésteres son denominados "glicéridos" en razón de su procedencia, pues el alcohol que está unido al ácido graso es la glicerina.

En cualquier glicérido simple de un aceite vegetal, los tres radicales ácidos contribuyen aproximadamente con un 95% al peso total de la molécula, siendo además la parte más activa químicamente. Por esta última razón, la química de los glicéridos es en gran parte la química de los ácidos grasos.

Acidos grasos cuyos glicéridos derivados constituyen el aceite de la semilla de algodón.- Porcentajes.

Saturados.-  $C_n H_{2n} O_2$

$C_{14}$ -	Ac. mirístico	1.4
$C_{16}$ -	Ac. palmítico	23.4
$C_{18}$ -	Ac. esteárico	1.1
$C_{20}$ -	Ac. aráquico	1.3

No saturados

Serie oleica  $C_n H_{2n-2} O_2$

$C_{16}$ -	Ac. palmitoleico	2.0
$C_{18}$ -	Ac. oleico	22.9

Serie linólica  $C_n H_{2n-4} O_2$

$C_{18}$ -	Ac. linoleico	47.8
------------	---------------	------

Otro

	Tetradecenoico	0.1
--	----------------	-----

Una molécula de ácido graso está compuesta de un grupo carboxílico unido a un radical de hidrocarburo relativamente largo. Prácticamente todas las moléculas de ácidos grasos encontrados en la naturaleza contienen un buen número de átomos de

carbono, y en los ácidos que aparecen en los aceites vegetales este número es raras veces menor que 12 y mayor que 24. Las características físicas de los ácidos grasos, y por tanto de los glicéridos, están influenciadas por la longitud de la cadena de carbonos. En general, según aumenta la longitud de la cadena, aumenta el punto de fusión y disminuye la solubilidad en agua.

La diferencia más importante entre los ácidos grasos de los aceites vegetales radica en el grado de saturación; algunos son completamente saturados, mientras que otros son no-saturados en uno, dos o tres enlaces por molécula. El número y las posiciones de los doble-enlaces ejercen considerable influencia sobre la reactividad de la molécula ácida, particularmente en lo que se refiere a la oxidación. Como una regla general, la tendencia de una molécula ácida, y por tanto de un glicérido, a reaccionar químicamente, aumenta según lo hace el número de doble-enlaces. Sin embargo, la posición relativa ocupada por los doble-enlaces ejerce mayor influencia que el número de doble-enlaces por molécula; los ácidos que contienen doble-enlaces conjugados son mucho más reactivos que los que contienen un número igual de doble-enlaces no conjugados.

La complejidad de los aceites vegetales se debe a que están formados por glicéridos compuestos y no simples. Esto es, que la misma molécula de un glicérido contiene radicales de ácidos grasos diferentes.

Constantes que identifican al aceite de semilla de algodón.

Densidad a 15°C	0.922-0.928 gr/cc
Indice de refracción a 20°C	1.4736- 1.4760
Indice de saponificación	191- 198
Indice de yodo	108- 109

El aceite obtenido por el método FILTRX es de muy buena calidad y está probado por el color que se logra al ser blanquea-

do.

Aceite refinado con 0.74% de acidez blanquea a 1.2 rojo

Aceite refinado con 5.5% de acidez blanquea a 2.7 rojo.

Esto prueba que el aceite así obtenido es comparable al de prensas hidráulicas y muy superior al obtenido por otros procesos de extracción, como lo prueban las curvas comparativas de color y pérdidas por refinación.

Sub-productos.

Línter.- Es usado como material fibroso para relleno de muebles y colchones; para fabricar productos de fibras cortas, tales como alfombras, algodón quirúrgico, gasa, etc. En otros países se le utiliza como fuente de celulosa para la manufactura de los mejores grados de rayón, plásticos, lacas y películas fotográficas; también es usado en explosivos y ciertas clases de papel.

Harina.- La harina o pasta de semilla de algodón es usada como alimento de ganado y como abono de tierras de cultivo. En Estados Unidos se está usando harina obtenida de la extracción por solventes para obtener proteína, que se usa en la producción de adhesivos, fibras, plásticos y como complemento de ciertos alimentos.

Se ha objetado que esta clase de harina tiene solvente remanente que la hace inútil en la alimentación del ganado. En los últimos equipos de extracción desarrollados, y particularmente en el sistema FILTREX este inconveniente ha desaparecido por completo, por cuanto la eliminación del solvente de la pasta es total.

Esto hace que la harina de solventes sea más deseada que la de prensas y expellers. La razón es que la calidad de una pasta como alimento de ganado se conoce por su contenido residual de solvente, contenido de gossipol y valor nutritivo (contenido de proteínas). La pasta obtenida después de deodorizarse, como ya se ha dicho, no contiene ni trazas de solvente. El gossipol, sustancia que es tóxica para el ganado, se elimina a menor grado que en las prensas. El contenido de la pasta obtenida por el proceso FILTREX es de 0.03 a 0.06% como máximo, valor que es menor que el dado por análisis de pastas de prensas hidráulicas.

En cuanto al contenido de proteínas, es mayor en la pasta

de solventes, porque al disminuir el contenido de aceite en relación con pastas de prensas o expellers, lógicamente aumenta el porcentaje de proteínas.

Como conclusión, la calidad de esta pasta es ligeramente superior a la que se obtiene con prensas hidráulicas y con mayor razón que la de expellers.

Cáscara.- Es usada para reducir el contenido de proteínas de la harina. Se utiliza también como combustible. En este proyecto se ha de utilizar como combustible del caldero. Su poder calorífico es de 7300 Btu/lb.

Borra.- Resulta del tratamiento del aceite crudo con la lejía de soda cáustica, que se efectúa con el fin de lograr la neutralización del primero, cuyo carácter es ácido. Es usada en la manufactura de jabones.

Estearina.- Se obtiene en la winterización, al precipitar los glicéridos de alto punto de fusión al producirse el enfriamiento del aceite. Es muy usada en la industria de velas.

El solvente.

Principios básicos de la extracción por solventes.-

Solvente.-Es el componente de una solución que se haya presente en exceso, o cuyo estado físico es el mismo que el de la solución.

Extracción por solventes.- Es una operación en la que se efectúa una separación de mezclas de diferentes sustancias, tratando la mezcla con un solvente selectivo. Por lo menos uno de los componentes de la mezcla debe ser inmisible o parcialmente miscible (Soluble) en el solvente, de tal modo que se formen por lo menos dos fases. Para que exista la separación, el disolvente debe disolver uno o más componentes de la mezcla con preferencia a los otros.

Extracción sólido-líquida.- Extracción en la cual una mezcla o fase sólida es separada en sus componentes al ser tratada con un solvente.

Posiblemente la extracción sólido-líquida más importante es aquélla en que se realiza la separación del componente soluble desde el interior de un sólido inerte por medio de un proceso de difusión a través de membranas que pueden ser vegetales o animales.

Es el caso concreto de la extracción del aceite de la semilla de algodón.

Se considera que el aceite está contenido en celdas pequeñas de paredes duras distribuidas en toda la masa de la semilla. Durante la molienda y el calentamiento se rompen algunas de estas celdas, dejando en libertad una pequeña cantidad de aceite que se disuelve en cuanto entra en contacto con el solvente, pero la gran cantidad no está en contacto con dicho solvente.

Este aceite es removido por difusión del solvente y del

aceite a través de las membranas o paredes de las celdas. Como hay diferencia en los niveles de energía entre los dos líquidos (aceite dentro de la celda, solvente fuera de ella), ambos se difunden a través de las paredes de la celda hasta que la concentración de aceite disuelta en el solvente orgánico es la misma en ambos lados de las paredes. Es cuando se ha alcanzado el equilibrio. Si se reemplaza entonces la solución que está fuera de las paredes de la celda por solvente puro, o por solvente que tiene menor contenido de aceite, vuelve a iniciarse la difusión y continuará hasta que se establezca nuevamente el equilibrio en las concentraciones. Por supuesto que la concentración de la solución de aceite fuera de la celda será menor esta vez que la concentración anterior. Teóricamente, este proceso puede ser continuado indefinidamente; sin embargo, no es económico reducir el contenido de aceite de la masa mucho más abajo del 1%.

De lo dicho se desprende que el factor que controla la rapidez de la extracción, es la resistencia interna a la difusión del solvente y del aceite.

Con libre circulación del solvente, la velocidad de difusión del aceite en una partícula de semilla es directamente proporcional a la superficie de la partícula e inversamente proporcional a su espesor. De acuerdo a esto, en la mayoría de los procesos de extracción, las semillas oleaginosas son convertidas en hojuelas antes de ponerlas en contacto con el solvente. Aunque parezca por esto, que lo mejor sería una hojuela extremadamente delgada, hay otros factores que se deben considerar y por esto es algo más gruesa que lo indicado por los estudios teóricos.

Estos principios han sido aplicados sólo en los últimos diseños de equipos de extracción, lo que ha originado un gran aumento en la eficiencia de su trabajo, con los consiguientes beneficios.

### Elección del solvente.-

Hay muchos factores que deben ser considerados en la selección de un solvente apropiado; hasta ahora no se ha encontrado el solvente ideal, ya que la mayoría posee ciertas desventajas.

Consideraciones que hay que tener en cuenta en la elección de un solvente:

1. Acción selectiva.- Naturalmente, el aceite que se extrae debe ser soluble en el solvente; sin embargo, la extracción de otros componentes de la semilla debe ser mantenida al mínimo. Si un solvente no es suficientemente selectivo en su acción, se obtendrá un aceite de color obscuro que puede ser difícil de refinar, o, en casos extremos, un aceite normalmente alimenticio puede no ser considerado como tal por el uso de un solvente inapropiado.
2. Fácil de remover.- Como los productos de la extracción son usados para propósitos alimenticios, es necesario que el solvente sea removido tan completamente como sea posible, ya sea del aceite o de la harina. Por otro lado, como estos productos son afectados adversamente por la aplicación de cantidades excesivas de calor, es necesario remover el aceite a las temperaturas más bajas posibles. Además, motivos económicos indican que la remoción se haga a bajas temperaturas; de acuerdo a esto, el calor latente de vaporización y el punto o rango de ebullición del solvente deben ser tales que se alcancen estos objetivos lo más rápido posible.
3. Tendencias corrosivas.- El solvente no debe reaccionar químicamente con los materiales del equipo del proceso o con alguno de los componentes de la semilla. La acción corrosiva del solvente es más peligrosa por la posible contaminación de la sustancia que se procesa, que por el deterioro del equipo. Por ejemplo, ligeras trazas de cobre en un solvente harán que se contamine el

aceite; con esto, la rancidez, que en otros casos demora en llegar, se alcanza en un tiempo extremadamente corto.

4. Estabilidad.- Una planta de extracción puede operar económicamente sólo si se puede recuperar el solvente en su estado original, permitiendo su uso posterior en el mismo proceso. Para ello es necesario que el solvente sea altamente estable. Otra consideración de igual importancia es la posible acción corrosiva de los productos de descomposición de un solvente inestable.

5. Rango de ebullición.- La mayoría de los solventes comerciales está formada por mezclas de varios compuestos; de ahí que tengan rango en vez de punto de ebullición. En la selección del solvente, las temperaturas extremas de este rango son muy importantes. Es necesario que el solvente pueda ser removido a una temperatura razonablemente baja por razones técnicas y económicas. Sin embargo, hay que observar ciertos límites, ya que en muchos procesos son usados los solventes a temperaturas elevadas durante el ciclo de extracción, y el solvente que hierve a un rango bajo se perderá considerablemente durante la separación.

6. Costo.- Está demás decir que el costo del solvente debe ser bajo para que el gasto inicial y el de reposición sean mantenidos al mínimo.

7. Grandes cantidades de líquido son usadas en la extracción y estos líquidos deben ser convertidos al estado de vapor para su recuperación. Muchos solventes son altamente inflamables, siendo más peligrosos al estado de vapor porque pueden mezclarse con el aire para formar mezclas explosivas. Este inconveniente sólo puede ser salvado poniendo mucho cuidado en el diseño del equipo, y por la observación estricta de las prácticas de seguridad.

8. Pureza.- El solvente puede estar libre de cantidades notables de sustancias tóxicas, pero el que estas cantidades sean pequeñas ha de ser también un motivo para que se le rechace. Las más

frecuentes de encontrar son sustancias sulfuradas, nitrogenadas y compuestos no saturados.

Solventes posibles.-

En la extracción de aceites vegetales se han empleado numerosos solventes, tanto en el laboratorio como en operaciones de pequeña escala. Entre ellos se puede mencionar el éter de petróleo, el bisulfuro de carbono, hidrocarburos clorados, solvente Stoddard, hidrocarburos parafínicos, alcohol etílico y mezclas de alcohol etílico o metílico con benceno. Prescindiendo de los sistemas líquido-líquido, sólo tres tipos de los solventes mencionados han tenido éxito comercial: hidrocarburos parafínicos, hidrocarburos clorados (principalmente tricloroetileno) y alcohol etílico.

Hidrocarburos parafínicos.- Se usan en la mayoría de las plantas de extracción existentes. Son mezclas de varios compuestos, cada uno de los cuales tiene un punto de ebullición característico, así como solubilidad y otras propiedades.

Estos solventes son los que ofrecen mayores ventajas; son razonablemente selectivos, estables, no corrosivos, fáciles de recuperar y poseen un mínimo de impurezas objetables. Además como son derivados del petróleo y del gas natural, su costo es bastante conveniente. La única desventaja es que sus vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire; además, ellos mismos son altamente inflamables.

Hidrocarburos clorados.- El tricloroetileno ha sido el único usado comercialmente. La gran ventaja de este grupo es que no son inflamables. Desafortunadamente el tricloroetileno es de costo muy elevado; se ha calculado que es diez veces el de los hidrocarburos parafínicos. Tiene otros inconvenientes como son la tendencia a remover sustancias que no son glicéridos, lo que produce alta pérdida por refinación; tendencia a hidrolizarse,

a menos que haya estabilización apropiada, formando ácido clorhídrico altamente corrosivo; y la toxicidad de los vapores de hidrocarburos clorados. Sin embargo, parece que se han resuelto estos últimos inconvenientes y su uso se está ampliando.

Alcohol etílico.- Los alcoholes son usados en la extracción de aceites esenciales para su uso en perfumería. Sólo hay una planta en Manchuria, que opera con alcohol etílico en gran escala.

Analizando todo lo expuesto, resulta que en el Perú se tiene el más ventajoso e indicado de los solventes útiles a la industria de los aceites vegetales; éste es el hexano que tiene en el mercado la International Petroleum Co.

Las características de este hexano, que es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, son:

Gravedad A.P.I. a 60° F		61.9
Gr. Específica a 60° F		0.7316
Viscosidad cinemática a 100° F de líquido		0.6 centistokes
Color Saybolt		+30
Número de bromo		0.38
Peso molecular calculado		88
Presión de vapor Reid	lbs. a 100° F	4.0
	lbs. a 150° F	12.3
	lbs. a 200° F	38.2
Punto de anilina °F		119.3
Btu/lb. (gross.)		195.95
Pto. ebull. inicial ASTM D 268-48		74.5° C
	20% recuper.	75.8° C
	40% "	76.4° C
	60% %	77.3° C
	80% "	78.8° C
	Punto seco	84.3° C
Pto. ebullición final		100.0° C

Aspectos económicos de la Extracción por Solventes.

Es sabido que los costos de operación de una planta de extracción por solventes son algo más elevados que los de un expéller continuo de capacidad comparable. Pero el aumento de cantidad del aceite producido en el primero de estos procedimientos cubre con exceso la diferencia de costos, dando un margen de utilidad más amplio.

Cabe la pregunta: es ventajoso transformar una planta de aceites, de métodos mecánicos a los de extracción por solventes? Algunos casos ocurridos en Estados Unidos responderán a esta cuestión.

En uno de ellos, un productor fue reemplazando gradualmente todas sus operaciones de expéller por las de solventes, cuando el precio de la harina de frijol de soya se hizo desfavorable en relación al del mismo frijol; otro paró su planta continua de expéller, y mientras tanto continuó operando su planta de extracción por solventes.

Como el estudio hecho en una planta piloto para la extracción por solventes vs. presión hidráulica indicaba un ahorro considerable en los gastos de labor para el primero, la Dalton Products Co. de Wilson, Ark., cambió su planta hidráulica por un proceso de solventes. El ahorro originado se estimó en \$1.30 U.S. por tonelada de semilla molida.

Naturalmente que el ideal en esta transformación sería aprovechar lo más que se pudiese el equipo de la planta reemplazada. Algo de la maquinaria de preparación es intercambiable y puede ser usada satisfactoriamente.

Finalmente, se estima en 33% a 50% la mayor inversión en una planta de extracción por solventes sobre una planta continua con expéller de capacidad comparable.

Aunque los precios de las materias primas usualmente varían en la misma dirección que los precios de los productos, puede que tal movimiento no varíe en la misma relación.

Sin embargo, indiferente de la dirección de tal divergencia, la extracción por solventes es atractivo económico. Si el costo de la materia prima aumenta más rápidamente que el del aceite (o baja en menor proporción), las plantas de extracción por solventes, por virtud de la mayor cantidad de aceite obtenido por tonelada de material procesado, serían capaces de obtener lucrativa la operación por más tiempo que las plantas de extracción mecánica. Esto, de hecho, no suprime la posibilidad de que la planta de extracción por solventes pueda producir pérdidas. Por otra parte, si los precios del aceite se elevan más rápido que los de las materias primas (o descienden más lentamente), una planta de extracción por solventes produciría mayor utilidad que una de operación mecánica.

Además, como ya se ha dicho anteriormente, la harina de extracción por solventes es potencialmente de mayor valor que la harina de obtención mecánica; principalmente, porque la última además de ser usada en los propósitos corrientes, está aumentando su importancia como materia prima de productos que se mencionaron en otro capítulo.

ces en el control de la temperatura y de la humedad de la masa almacenada. La humedad crítica de la semilla de algodón es 18%; el contenido de humedad de la semilla de Pisco y alrededores es 8%.

Los sistemas de almacenaje más corrientes son el de encostalamiento, el de silos, cobertizos y bodegas. En el Perú es más usado el de encostalamiento. Consiste en guardar la semilla en costales que se van agrupando en rumas, dejando pasajes para que circule el aire como ventilación natural.

↳ Otro sistema, muy conocido en Estados Unidos, es el de rotación, que consiste en llevar la semilla, que se recibe en tolvas, a través de un edificio de varios pisos por medio de elevadores y transportadores. Representa una gran ventaja en lo que se refiere a la conservación de la semilla, pero supone un gasto continuo de energía absorbida por los elementos de transporte.

En el sistema de encostalamiento, la principal desventaja, está constituida por el gasto que representa la reposición de los sacos deteriorados y que alcanza una suma muy elevada.

El almacenaje en este proyecto se va a realizar en un depósito que tiene como elementos auxiliares un extractor de aire, un elevador, dos transportadores, uno fijo y el otro movable.

El funcionamiento es el siguiente: el volquete portador de la semilla se estaciona sobre unos rieles espaciados, en forma transversal a ellos, y vuelca la semilla sobre una tolva subterránea que se encuentra en la parte inferior.

Bajo la tolva pasa un elevador que lleva la semilla a una altura de 30 m sobre el centro del depósito, desde donde la deja caer. La semilla forma un montículo y se esparce por todo el depósito según va alcanzando un ángulo de 45°, que es el de apilamiento.

La temperatura es medida fácilmente por medio de unos termómetros cubiertos por una envoltura metálica y sólo muestran la escala. Esta cubierta es aguda en uno de sus extremos para ser introducida con facilidad en la masa de semilla; el otro extremo tiene una rosca que la une a varillas de fierro que permiten colocar el termómetro en cualquier lugar dentro del montículo.

Para bajar la temperatura en un sector determinado que ha sufrido calentamiento, hay un sistema de enfriamiento. Este sistema consiste en un extractor que saca el aire caliente que rodea la semilla en la zona calentada. Para esta operación se divide el depósito en zonas, que están gobernadas por una serie de llaves ubicadas en las paredes interiores de un corredor que atraviesa el depósito.

Este corredor tiene en sus paredes laterales ventanas por donde se deja caer la semilla. Cuando ésta está alejada del túnel, se usa un transportador movible para hacerla llegar a la ventana.

Al caer por la ventana, la semilla llega a un transportador que la conduce a un extremo del corredor, donde viajando sobre otro transportador es llevada a un pequeño depósito de donde se extrae el material para el consumo del día.

#### Operaciones preliminares.

Hay dos etapas de operaciones preliminares; la primera, que es común a todos los métodos de obtención de aceite de semilla de algodón, tiene por objeto dejar a la almendra libre de las substancias extrañas y de la cáscara con el lintner respectivo. Comprende: limpieza, deslizado, descascarado y separación de la cáscara.

La segunda etapa transforma a la almendra en hojuelas, de las cuales es más fácil extraer el aceite. Comprende: paso de la al-

mendra por rodillos, cocimiento y crispado.

**Limpieza.**- En esta operación se eliminan las **m**aterias extrañas a la semilla, tales como suciedad, piedras, barro, palitos, hojas y pedazos de metal. Para ellos se emplea una zaranda con cedazos separadores de 1/8" y 1/32"; las materias más grandes que la semilla no pasan la malla de 1/8", las más pequeñas pasan la malla de 1/32" y la semilla queda entre las dos mallas.

Por otro lado, el polvo es absorbido por un sistema de vacío y colectado en un ciclón.

**Deslintado.**- Remueve la fibra o parte de la fibra que ha quedado adherida a la semilla después del desmote. Las máquinas encargadas de tal operación se denominan deslinters y extraen el línter por medio de unas sierras colocadas una al lado de otra y distanciadas por los "distanciadores". La semilla es cogida por los dientes de esta sierra y separada de la fibra que la acompaña. Las fibras adheridas a los dientes, especialmente diseñados, son separadas por unos peines o escobillas circulares montados en un eje; después de esto son colectadas en unos condensadores de donde pasan a una prensa que las comprime para ser embaladas.

Mientras tanto la semilla pasa a otro deslínter para ser limpiadas al máximo de su fibra.

**Descascarado.**- Después del deslintado sólo queda por separar la cáscara. Para ello se introduce la semilla en un descascarador tipo cuchillo que consiste en un barril que gira arrastrando una serie de cuchillos que son los encargados de romper la cáscara contra otros que están fijos.

**Separación.**- La cáscara y la almendra pasan a una zaranda de planos horizontales donde son separadas. La cáscara es llevada para alimentar el **ca**ldero y la almendra pasa a la segunda etapa preparatoria.

Paso por rodillos.- La almendra proveniente de la primera etapa de preparación es pasada por unos rodillos de 5" de diámetro; con esto se logra adelgazarla a 0.010". Estos rodillos están agrupados en un armazón y giran en sentidos opuestos unos de otros. Entre dos cilindros lizos hay uno que tiene ranurada su superficie, consiguiendo así que la almendra sea más aplastada.

Cocimiento.- La almendra convertida en hojuelas al pasar por los rodillos, es introducida al cocinador donde es tratada bajo condiciones especiales de temperatura y humedad.

Este tratamiento con calor tiene por objeto aumentar la eficiencia de la extracción; otra razón para aplicar esta operación es que se mejora las cualidades nutritivas de la harina.

El cocinador es un cilindro vertical que tiene cinco secciones que se comunican una a otra. Está provisto de camisas que transmiten el calor del vapor indirecto y además tiene entradas para dejar paso al vapor directo que ha de variar el contenido de humedad de la masa. Está equipado con un dial que refleja las condiciones de temperatura y presión en el interior de cada compartimiento, y con aditamentos especiales que complementan su funcionamiento.

La harina que ha de resultar al fin del proceso estará casi liberada del gossipol y de las sustancias albuminoideas que impiden su utilización como alimento del ganado.

En esta etapa del cocimiento la harina llega en forma de hojuelas al cocinador, después de haber pasado por los rodillos, y es introducida al compartimiento superior donde adquiere una humedad de 15% aproximadamente y es calentada a 205°F durante 12 minutos, tiempo que estará sucesivamente en cada uno de los compartimientos inferiores, a los cuales irá pasando por un mecanismo que acciona automáticamente. En la segunda sección la temperatura es de 210°F y va aumentando en las otras hasta

# WURSTER & SANGER FILTREX PLANTS



Plate No. 233.

Wurster & Sanger Continuous, Automatic Stack Cooker, 5 Rings High, Steam Jacketed, with Dampened Exhaust Stack and Fan, Individual Jacket Controls, Automatic Discharge Gates.

WURSTER & SANGER, INC.

5201 S. Kenwood Avenue

Chicago 15, Ill., U.S.A.

# WURSTER & SANGER FILTREX PLANTS

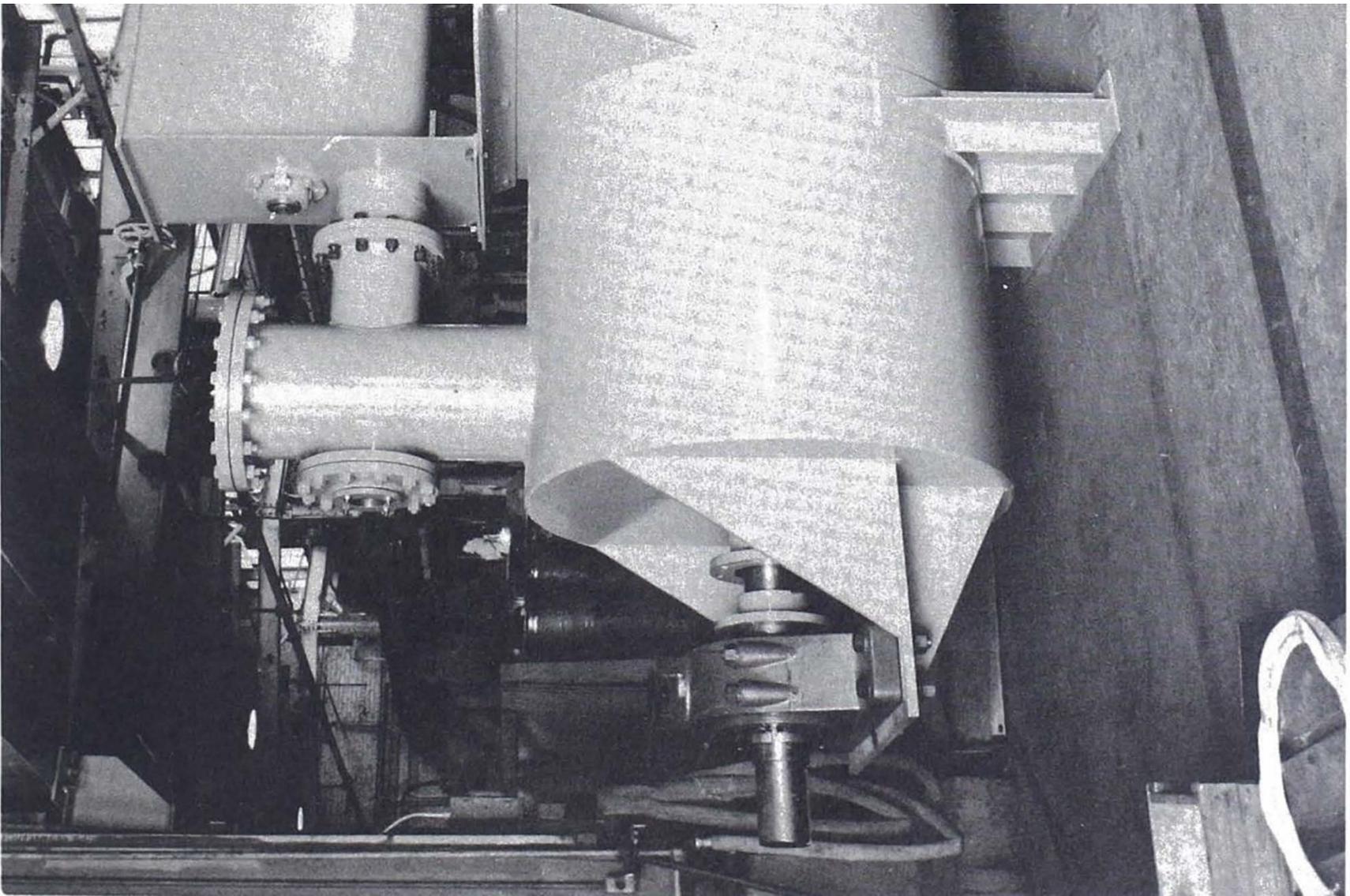
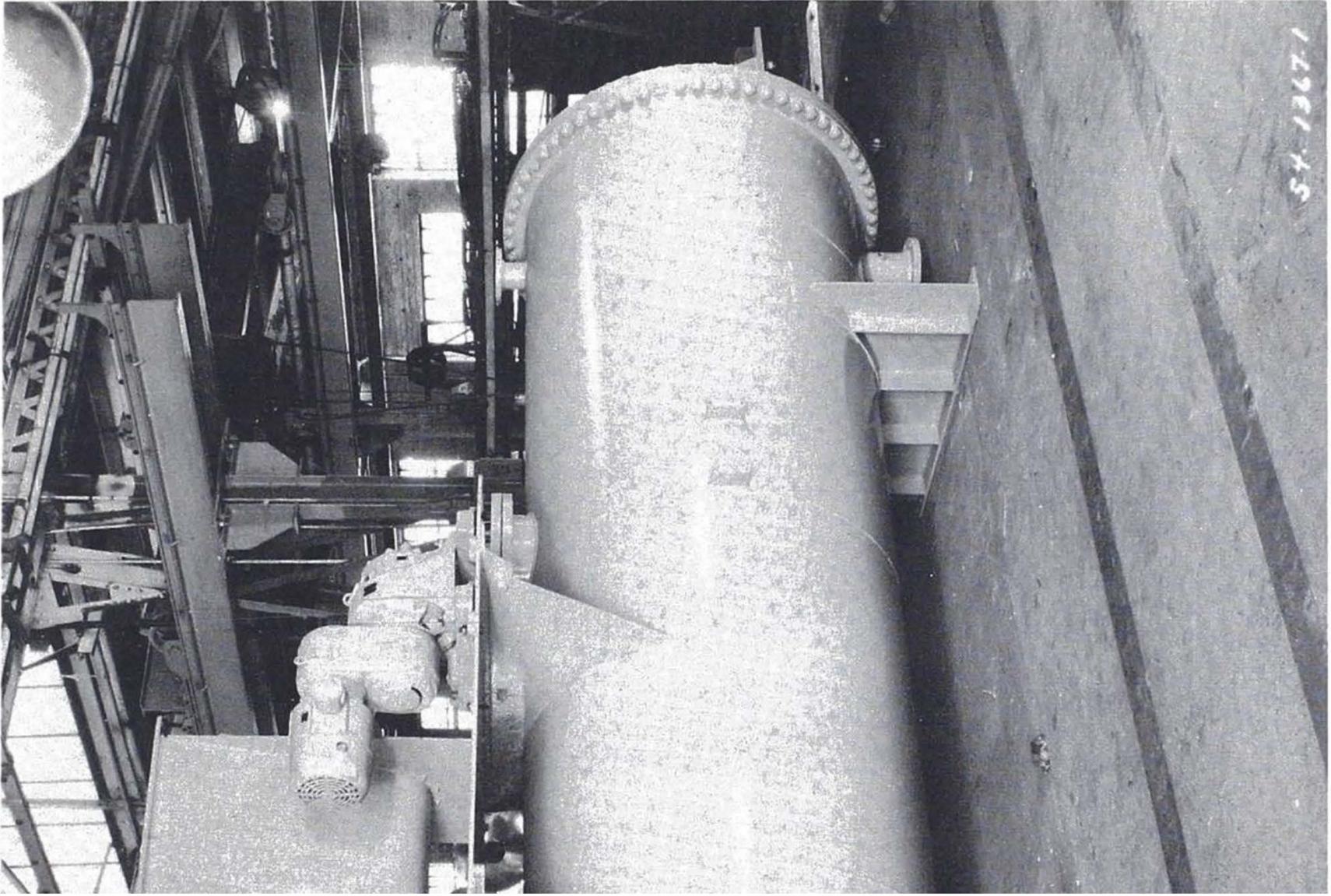


Plate No. 232 Wurster & Sanger Continuous Extractor fitted with Double Screw Plug Continuous Meal Feeder having variable speed control.

WURSTER & SANGER, INC.

5201 S. Kenwood Avenue

Chicago 15, Ill., U.S.A.

## WURSTER & SANGER FILTREX PLANTS

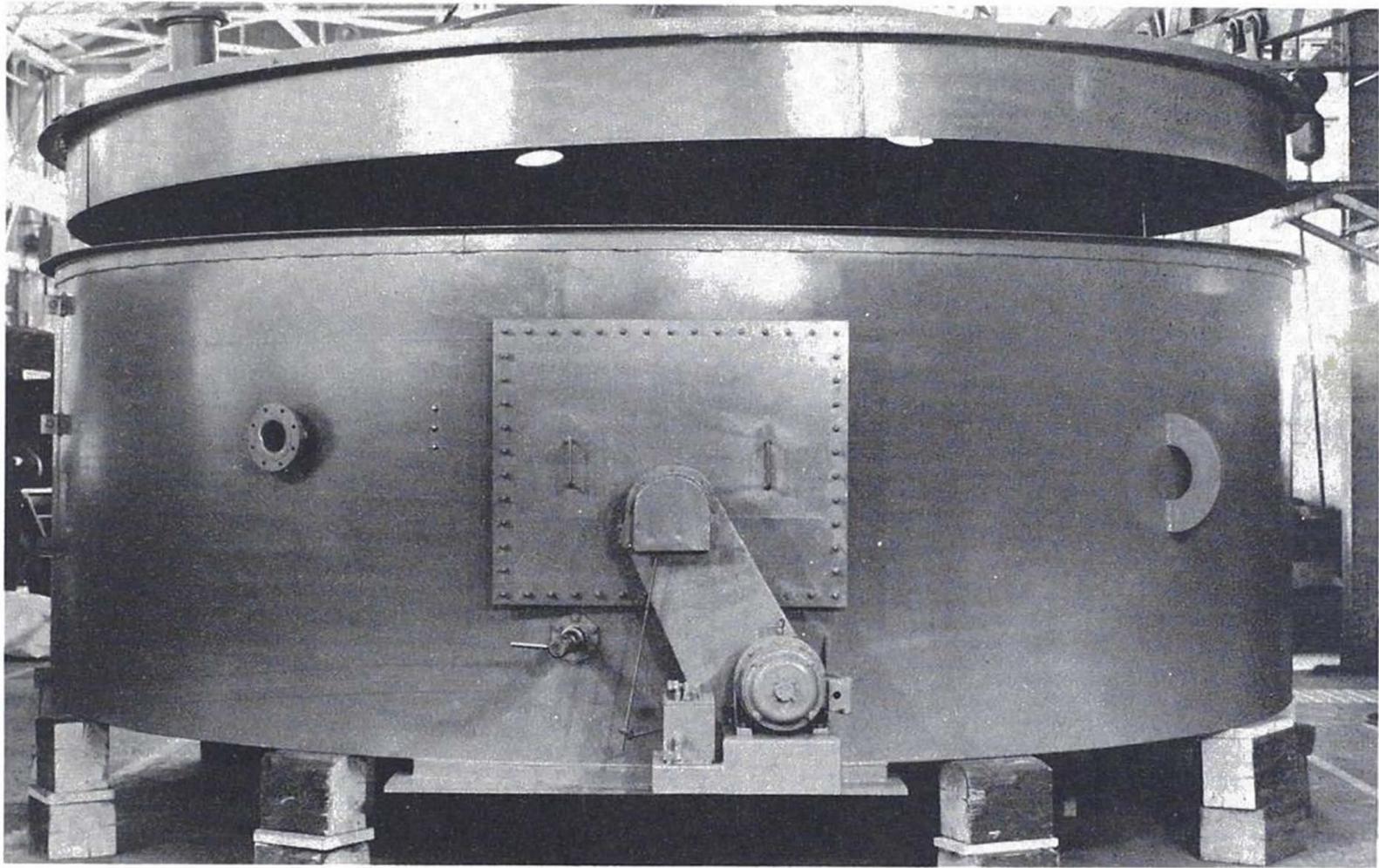


Plate No. 234. Wurster & Sanger Continuous, Horizontal, Rotary Vacuum Filter for separation of miscella and extracted meal, shown during shop assembly. Note accessible drive on side of vessel and deep seal extension on cover.

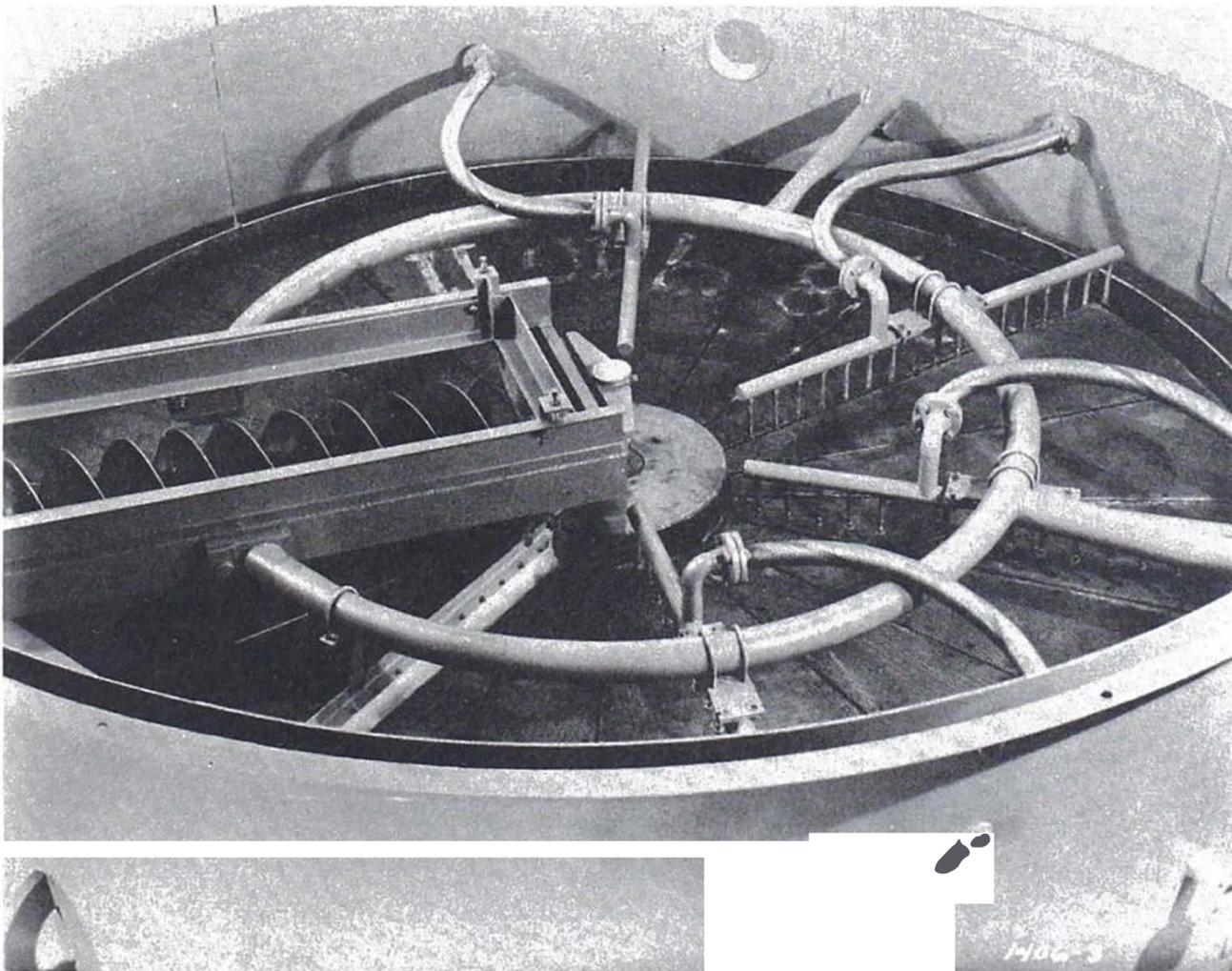
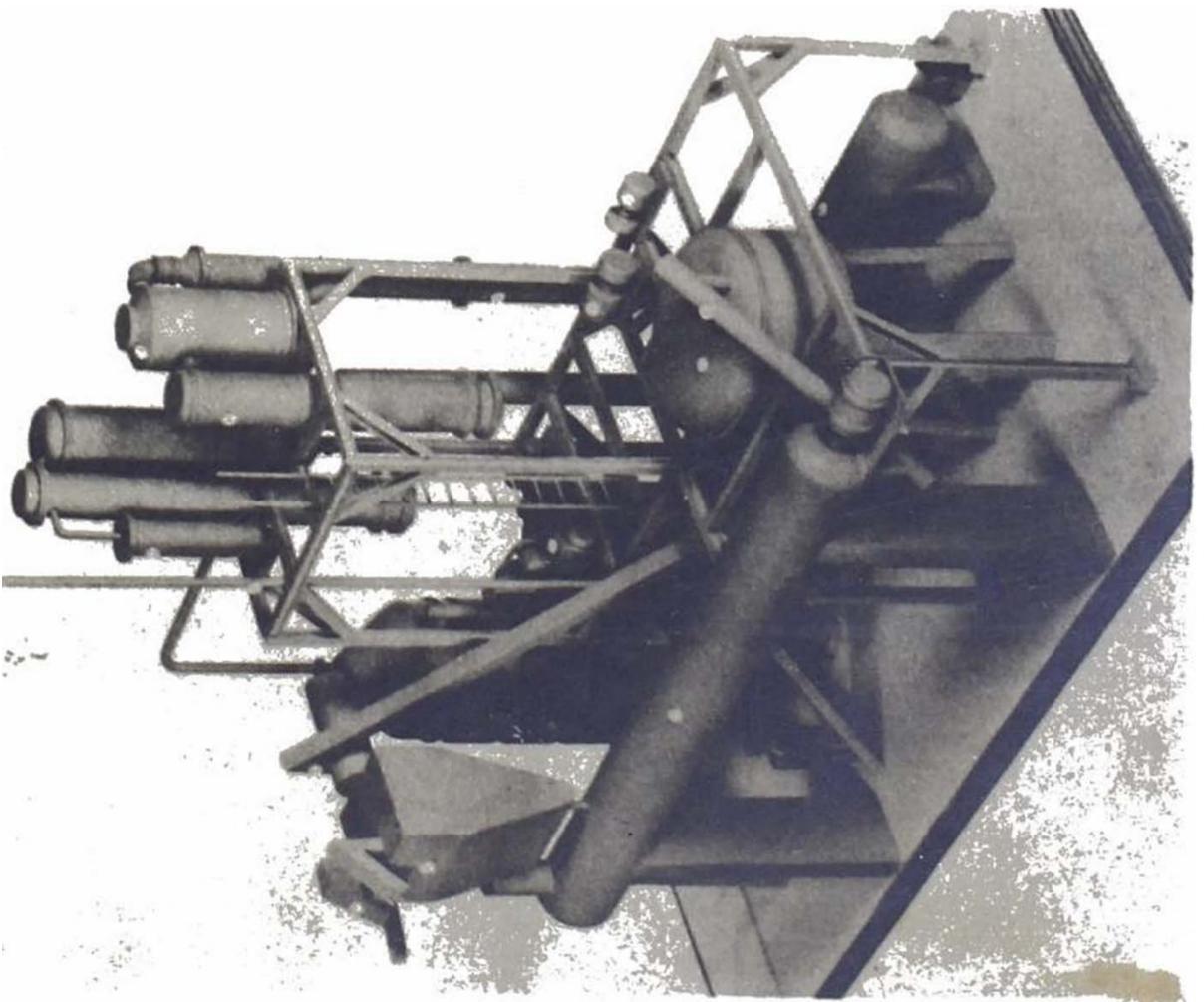
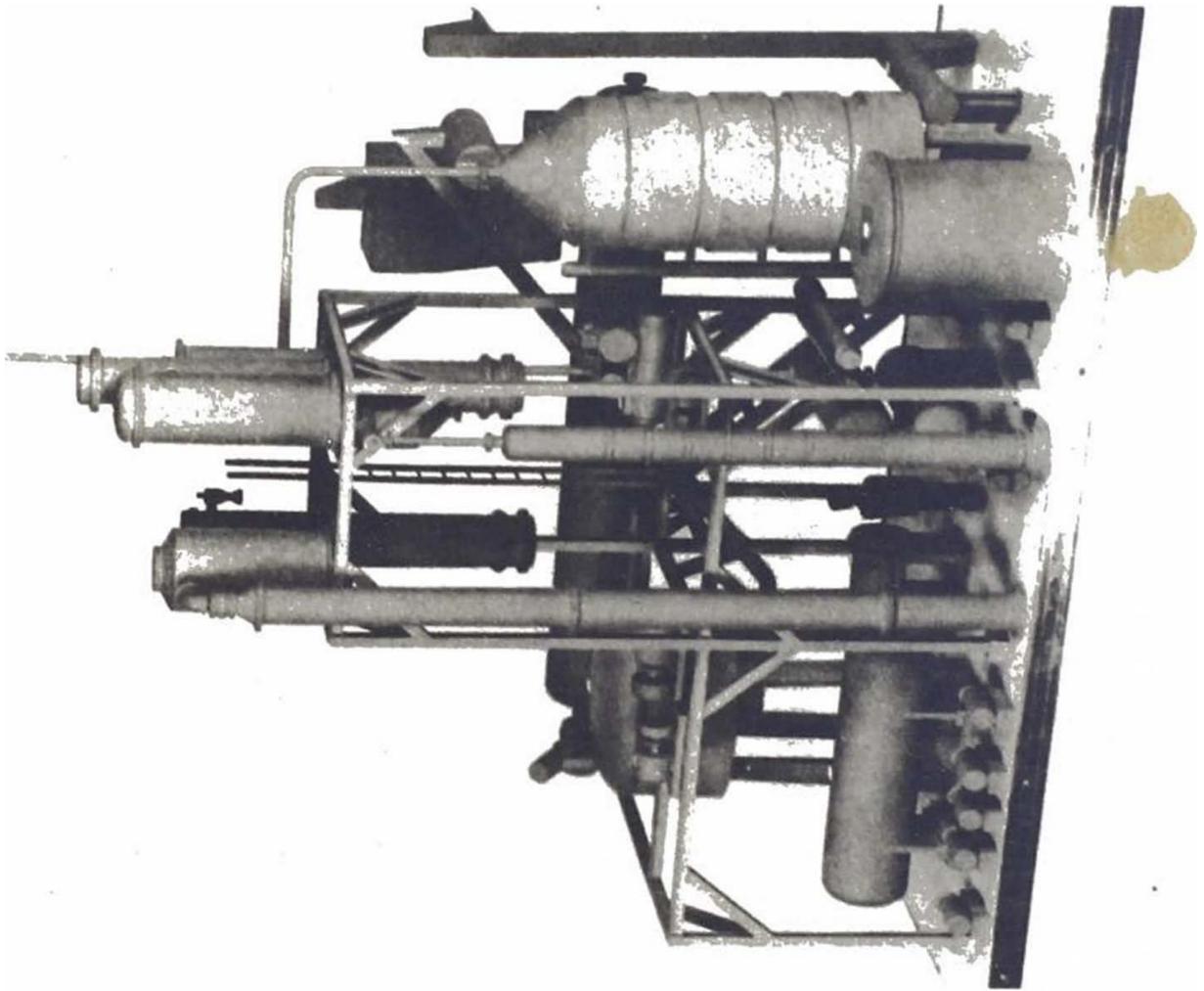


Plate No. 235. Top view of Filter with Cover removed to show arrangement of meal washing sprays, stainless steel filter bed and cake discharge scroll.

WURSTER & SANGER, INC.

5201 S. Kenwood Avenue

Chicago 15, Ill., U.S.A.



llegar a 223°F en la última, adonde baja su contenido de humedad a un 9%.

Después se esparce en bandejas abiertas en las que se enfría a 140° F y baja la humedad a 2%; con este enfriamiento la hojuela se crispa y adquiere características de porosidad e incompresibilidad.

El cocimiento y el crispado son los pasos más críticos en la preparación de la almendra para la extracción; ambos forman el mejor medio para preparar partículas granulares estables que han de responder bien a la aplicación de este método.

Aquí termina todo el proceso preparatorio, que ha dejado a la almendra lista para empezar la Filtración-Extracción.- Las hojuelas son alimentadas a un transportador-mezclador, que consiste en un canal horizontal de aletas rotatorias, las cuales mezclan y empujan el material.

En este transportador se alimenta el solvente, formándose así una pasta o lechada, al mezclarse las hojuelas y el solvente. La extracción ha empezado en este punto de las operaciones. El solvente alimentado a este extractor no es puro, pues proviene del tercer lavado que se realiza en el filtro y por tanto arrastra consigo aceite extraído, llamándose más apropiadamente micela parcial, por cuanto sus condiciones para mezclarse con el aceite están latentes en vivo grado.

Sale la lechada del extractor y entra en el filtro-extractor, el cual es un filtro continuo rotatorio al vacío, tipo standard, en el cual se forma una torta a través de la cual se lleva a cabo la operación de filtración.

Es sabido que este tipo de filtro lava la torta cuatro veces, en sistema contra-corriente. La mayor parte de la extracción se lleva a cabo en el transportador-mezclador o extractor.

Al llegar la lechada al filtro va siendo depositada en for-

ma continua en lo que se podría llamar primer tiempo de la filtración, en el que se realiza el primer lavado de la cama que forma la lechada sobre el filtro.

Según va rotando el filtro, que lo hace muy despacio (3 minutos por revolución), se aplican tres lavados más de esta cama. Un sistema que aplica vacío hace que esta operación se realice en forma rápida y eficiente. Un alimentador automático se encarga de distribuir en forma uniforme, la lechada sobre el filtro.

Bajo el filtro hay un depósito dividido en cuatro partes que reciben las diferentes micelas de los lavados.

El circuito que sigue el solvente desde que llega al filtro hasta que sale convertido en micela saturada, es el siguiente:

Se aplica fresco al cuarto tiempo o lavado, se filtra, baja a uno de los compartimientos del depósito inferior, vuelve al filtro en el tercer tiempo, baja a otro compartimiento del depósito inferior, regresa al segundo tiempo del filtro, pasa a otra sección del depósito inferior; este es el filtrado que se aplica en el transportador-mezclador o extractor, el que después de pasar por el primer tiempo del filtro, pasa al sistema recuperador de aceite, donde es destruida la micela al ser dividida en sus constituyentes; aceite y solvente.

La separación de las diferentes micelas de los lavados es conseguida mediante una válvula de puerta múltiple

Condiciones de operación en el filtro:

Humedad 10%; temperatura 85° F; espesor del cake formado sobre el filtro 1"; vacío 1.5-6" Hg.; relación en peso solvente-hojuelas 1.1-1.2 a 1.

Aceite en las micelas:

1 <sup>er</sup> tiempo del filtro	25%
2 <sup>o</sup>	10%
3 <sup>o</sup>	0.5%

4º tiempo      0.5%

Nota.- La cantidad que corresponde al tercer tiempo no es 0.5% sino 2%.

El contenido de aceite de la micela, como se ve (25%), es alto; el contenido de finos, el cual era el dolor de cabeza de los operadores de plantas con solventes, es de apenas 0.05%, con lo que desaparece este problema.

En cuanto al solvente que queda en la pasta agotada es de sólo 25 a 30%.

Estos resultados demuestran la eficiencia de la extracción, en la que con una relación de solvente-hojuela de 1.1%, que es bastante baja para estos tipos de extracción en los que se suele usar una relación de 1.8%, se consigue una elevada concentración de aceite en la micela; esto permite que el equipo para recuperar sea más pequeño, en relación a otros métodos con los que se compara el FILTREX; así mismo, el consumo de vapor para deodorizar la pasta también ha disminuído.

Todo el equipo extractor está herméticamente cerrado para impedir el escapes de los vapores de solvente.

Recuperación.- El aceite crudo y el aceite son recuperados de la micela mediante una evaporación continua.

La micela es almacenada en un tanque alimentador del evaporador donde la temperatura se ajusta para permitir óptima eficiencia en la evaporación. El nivel del líquido actúa sobre un control que opera la entrada de vapor al evaporador, con esto se consigue integrar las dos unidades y ajustar la razón de evaporación a la razón de la micela que llega al tanque alimentador. El solvente recuperado es almacenado en el tanque depósito que alimenta al filtro, repitiendo así el circuito.

El solvente de la pasta que sale del filtro es removido en un desolventizador cuya forma general es similar al cocina-

Equipo de la planta de Extracción.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Silo de semilla                       | torio al vacio                                     |
| 2. Alimentador                           | 29. Tanque de micela                               |
| 3. Separador magnético                   | 30. Bombas de circulación de micelas               |
| 4. Molino de rodillos                    | 31. Bombas de los filtros limpiadores              |
| 5. Transp. de semilla molida             | 32. Filtros limpiadores                            |
| 6. " " " "                               | 33. Transp.alimentador del desolvent.              |
| 7. Elevador " " "                        | 34. Desolventizador                                |
| 8. Alimetador del cocinador              | 35. Transportador flash                            |
| 9. Cocinador                             | 36. Transp. de harina deodorizada                  |
| 10. Transp. aspirador                    | 37. Limpiador de vapores                           |
| 11. Soplador                             | 38. Bomba de agua caliente                         |
| 12. Elevador                             | 39. Calentador de agua caliente                    |
| 13. Alimentador del rompedor             | 40. Compresor "Blow-Back"                          |
| 14. Rompedor                             | 41. Sistema de vacío del filtro                    |
| 15. Malla                                | 42. Tanque evaporador                              |
| 16. Transp. de partículas                | 43. Bomba del evaporador                           |
| 17. Amolador de partículas               | 44. Evaporador de micela                           |
| 18. Transportador                        | 45. Separador                                      |
| 19. Colector                             | 46. Cámara flash                                   |
| 20. By-pass de partículas                | 47. "Stripper de aceite                            |
| 21. Balanza                              | 48. bomba de aceite crudo                          |
| 22. Transp. alimentador<br>del Extractor | 49. Enfriador de aceite                            |
| 23. Separador magnético                  | 50. Condensador del evaporador                     |
| 24. Silo de ondas                        | 51. Bomba del eyector del evaporador               |
| 25. Alimentador del Extractor            | 52. Bomba del eyector de 2etapas<br>del "Stripper" |
| 26. Extractor                            | 53. Deflegmador                                    |
| 27. Transp. alimentador del<br>Filtro    | 54. Bomba de circulación de agua                   |
| 28. Filtro hotizontal rotat              | 55. Condensador principal                          |
|  | 56. Separador de la mezcla micela-agua             |

57. Bomba de descarga del solvente
58. Bomba de descarga de residuos
59. Bomba de descarga de solvente
60. Tanque de almacenamiento de solvente
61. Bomba de transferir solvente
62. Receptor de solvente
63. Bomba de restituir solvente
64. Refrigerador
65. Calentador del solvente

dor; está provisto de controles automáticos que facilitan la operación. Los vapores del desolventizador son depurados en un "scrubber" donde se separa cualquier partícula de harina o fino que haya sido arrastrada. El vapor limpio es enviado después a la planta recuperadora de solvente.

#### Acabado del aceite.

El aceite crudo que sale de la planta extractora es sometido a operaciones de acabado que lo han de dejar en condiciones de ser utilizado como un producto alimenticio de primerísima calidad. Estas operaciones son: refinación o neutralización, blanqueo, deodorización y winterización.

Refinación.- En esta operación se neutralizan los ácidos grasos libres del aceite. Este proceso unitario se realiza por agitación del crudo con una solución de soda cáustica, cuya concentración depende del porcentaje de ácidos libres. El calor es transmitido al deodorizador por medio de un serpentín de vapor hasta alcanzar una temperatura de 52° C a la que se realiza el proceso.

Las pérdidas por refinación alcanzan un 4% del peso del crudo; este valor es una aproximación deducida del contenido de ácidos grasos libres de la semilla de algodón de Pisso y ha sido aprobado en principio por los constructores de la planta.

El neutralizador está provisto de un agitador diseñado apropiadamente para mezclar completamente el aceite y la solución de soda cáustica, pero al mismo tiempo evitar la emulsificación del aceite y la borra.

El proceso es efectuado a baja temperatura para que la soda cáustica se combine sólo con los ácidos grasos libres; esta combinación que da lugar a la formación de la borra es calentada después que sale del neutralizador para extraerle el aceite que se espuma y se separa.

Blanqueo.- Después de ser lavado el aceite neutralizado pasa al blanqueo. Por medio de la tierra füller u otro agente blanqueante se eliminan las materias colorantes del aceite que son adsorbidas.

El aceite es mantenido en agitación con el blanqueante y se aplica vacío para eliminar la humedad del aceite sin recurrir al calentamiento. La eliminación de la humedad tiene por objeto evitar que sea absorbida por la tierra füller, porque ésta va perdiendo sus propiedades de adsorción según va aumentando su contenido de humedad,

El agente blanqueante y el aceite son pasados después por un filtro-prensa para proceder a la separación respectiva.

Deodorizado.- Es la eliminación de los ácidos grasos libres de bajo peso molecular que subsisten en el aceite a pesar de la neutralización.

Se consigue soplando vapor recalentado a través de la masa de aceite encerrada en el deodorizador que se halla bajo la acción del vacío; éste permite que la separación de los ácidos se efectúe a un bajo nivel de temperatura, sin perjudicar las cualidades del aceite.

Winterización.- En esta operación se separan los glicéridos del aceite cuyo punto de fusión es más elevado que los otros. Así se consigue que el aceite no afecte la digestión porque los glicéridos separados son difíciles de digerir. Este aceite es denominado aceite de ensaladas.

El método general de operar consiste en introducir el aceite a la winterización a una temperatura no mayor de 120° F, enfriar a unos 60° F en un tiempo definido, y de 60° al punto de cristalización a una razón de enfriamiento menor para asegurar la formación de cristales más grandes, que han de ser rápidamente separados. La temperatura exacta de cristalización debe ser

determinada del aceite que se trata, pero generalmente está entre los 40 y 50° F.

Después que termina la cristalización, la mezcla de aceite y estearina es forzada por presión de aire a través de unos filtro-prensas tipo chilling donde ocurre la separación. El aceite claro y brillante es usado con máximas garantías en la alimentación. La estearina es removida de las prensas, fundida y usada en la manufactura de productos tales como manteca o velas. La cantidad de estearina que se separa del aceite de semilla de algodón varía de 15 a 25%, dependiendo del aceite y otros factores; una cifra que se puede tomar como promedio es 16%.

Cálculos.

Cálculo del depósito de semilla.-

300 días de trabajo por año- 1500000 Tons. de semilla.

El depósito ha de tener una capacidad mínima de 7500 Tons. Esta cantidad corresponde al consumo de 150 días de trabajo; para los otros 150 días se tendrá semilla fresca de los recojos que se hacen durante los meses de Abril hasta Agosto.

La semilla se deja caer desde cierta altura al depósito y forma un cono con un ángulo de 45° que es el ángulo de apilamiento.

7500 Tons.

Densidad de la semilla 30 lb/pc

Volumen de almacenamiento 500000 pc

Como se ha mencionado en las características del depósito, hay un corredor que lo atraviesa y cuyo vol. se ha de excluir puesto que es nulo para guardar semilla.

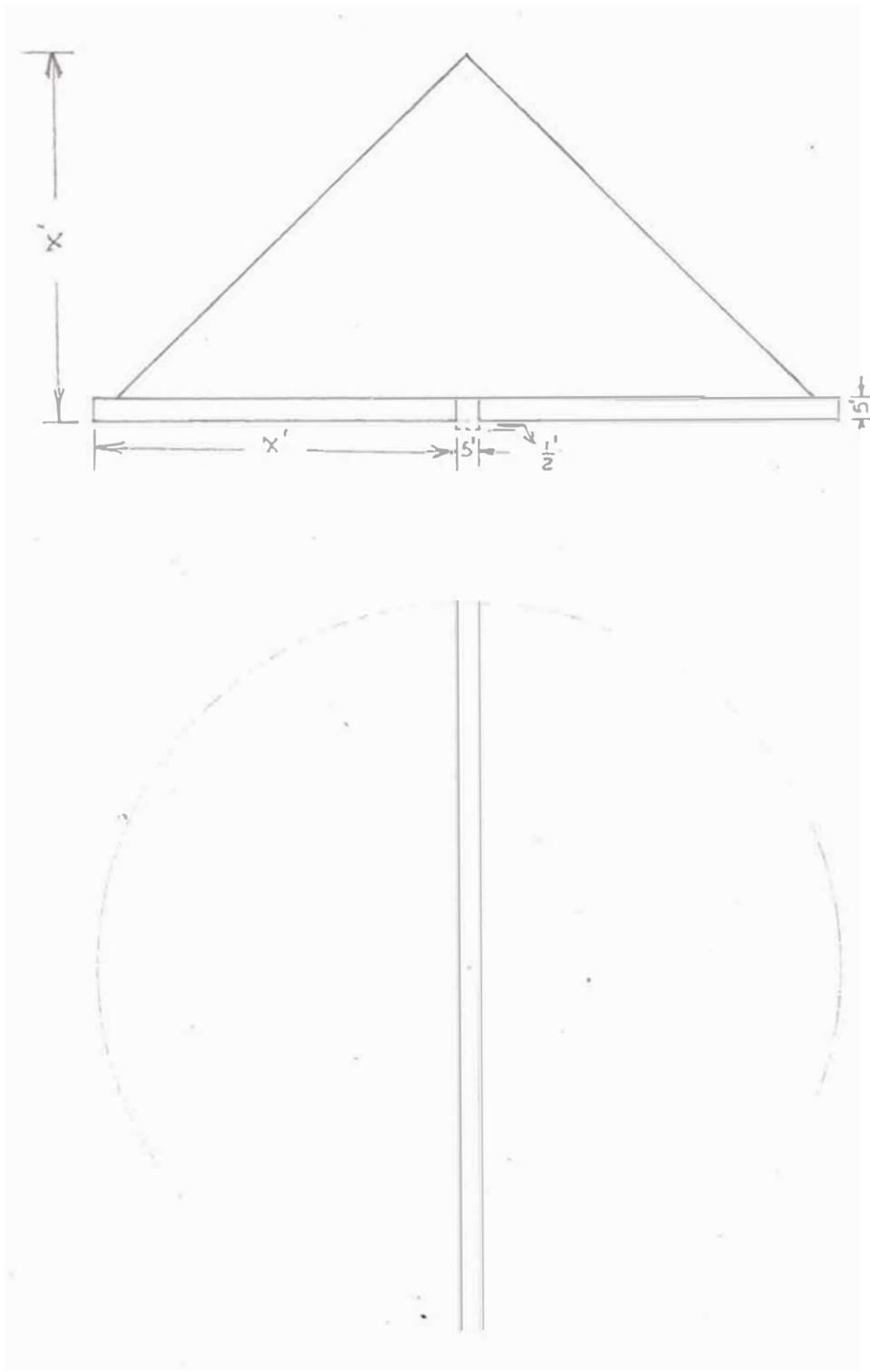
Vol. del cono= 50000 pc.

$$V = \frac{3.1416}{3} x^2 x - 2x \cdot 5.5 - 50000 \text{ pc.}$$

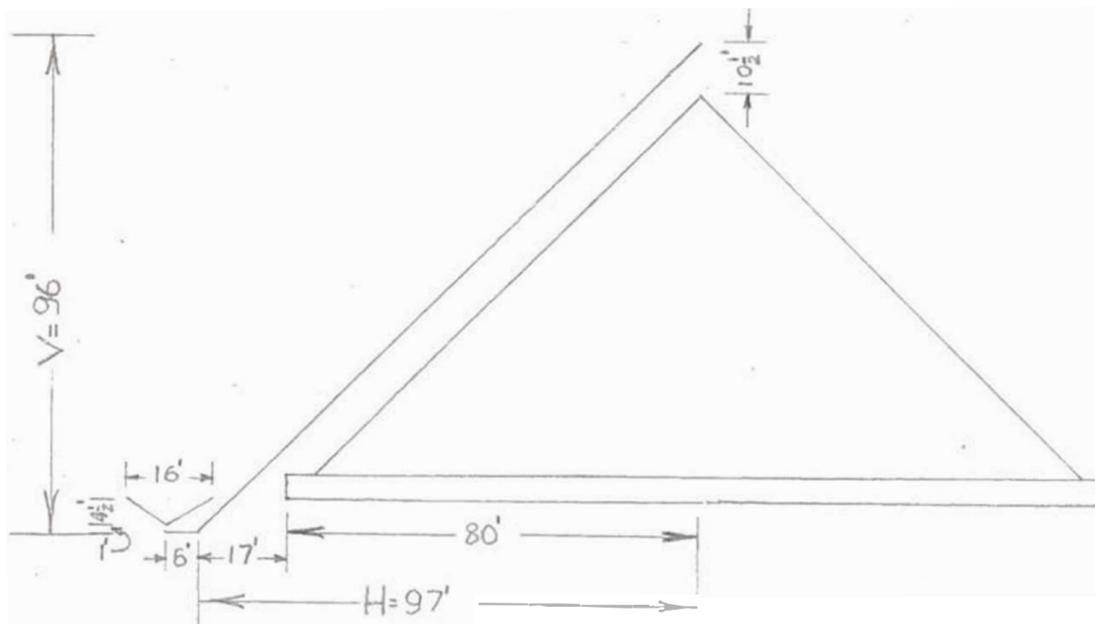
Resolviendo  $x = 80'$

El área ocupada será:

$$A = 3.1416 x^2 = 20100' ^2 = 1870 \text{ m}^2$$



Cálculo del elevador.-Potencias del elevador y del transportador.



Potencia del motor del elevador:

$$HP = TPH (0.0032 H + 0.003 V) C$$

Donde  $TPH$  toneladas de material elevado por hora.

$H = 97'$  calculado de acuerdo con la distribución.

$V = 96'$  idem.

$C$  - constante cuyo valor para la semilla de algodón es 1.

El depósito va a ser abastecido por 2 volquetes de  $3.5 \text{ m}^3$  cada uno o sean 123.6 pc.

Densidad de la semilla 30 lb/pc

Peso por carga 3707 lb.

El circuito completo lo hace cada volquete en 20 minutos; los dos hacen 6 viajes por hora, 22200 lb/hr. Trabajando 9 hrs. diarias (de 7 a 12 y de 2 a 6), hacen 199800 lb/día o 100 Tons.

Estas 100 Tons. son repartidas al hacer un balance en la siguiente forma: 50 para el consumo del día

50 para almacenar.

En 150 días se almacenan 7500 Tons. que es la reserva necesaria para los días fuera de campaña de recojo.

De estos datos se tiene  $TPH = 11.1$

Resolviendo la fórmula  $HP = 7$ .

Potencia del motor del transportador del corredor .

$$HP = TPH.H.0,004.C$$

El transportador ha de abastecer el consumo diario de 50 Tons.  
Esta operación se realizará en un solo turno de 12 horas.

$$\text{Luego } TPH = 50/12 = 4.17$$

H = 160' o sea el valor del diámetro del depósito.

Reemplazando valores en la fórmula

$$HP = 2.67$$

Además hay que considerar otro transportador más pequeño  
y otro elevador, pequeño también, cuyos motores juntos no han  
de alcanzar una potencia de 3 HP.

Resumen.-

Motores 7 1/2 HP

3 HP

1 HP

2 HP

Cálculo del vapor.-

El vapor ha de ser usado en:

Extracción, refinación, blanqueo, deodorización (saturado y recalentado), eyector de vacío, otros usos y pérdidas.

✓ Extracción.- 650 lb/Ton. de semilla (Dato fabricante equipo)

$$650 \times 50 / 24 = 1354 \text{ lb/hr.}$$

✓ Refinación.- Considerando 18° C como temperatura promedio en Pisco: de 18° C a 52° C.

Calor específico del aceite de semilla de algodón

$c_t = 0.462 + 0.00061 t$  .- Esta fórmula es aplicable para el rango -100°C a 60° C.

$$c_{18^\circ} = 0.473 \text{ Kg-cal/Kg-}^\circ\text{C}$$

$$c_{52^\circ} = 0.494 \quad "$$

$$c_m = 0.483 \quad "$$

$$Q = M c_m \text{ dif. } t$$

$$M = 50 \times 908 \times 0.23 = 434.4 \text{ Kg de aceite/hr.}$$

$$Q = 434.4 \times 0.483 \times (52-18)^\circ\text{C}$$

$$Q = 7140 \text{ Kg-cal/hr} = 28400 \text{ Btu/hr}$$

Calor latente de vaporización del vapor a 150 psi - 857 Btu/lb

$$\text{Masa de vapor/hr} = 331 \text{ lb.}$$

Deodorización.-

Saturado: calentamiento de 40°C a 140°C.

El aceite sale caliente del filtro-prensa del blanqueo y entra al deodorizador a unos 40°C. El calentamiento empezará entonces desde esta temperatura.

$$M = 64636 \text{ qq/año} \times 46 \text{ Kg/qq} / 300 \text{ días/año} \times 24 \text{ hrs/día}$$

$$M = 412 \text{ Kg/hr}$$

La fórmula del calor específico no funciona para los 140°C y por este motivo se va a suponer que el calor específico medio es de 0.6 Kg-cal/Kg °C

dif.  $t = 100^{\circ}\text{C}$

$$Q = 412 \times 0.6 \times 100 = 24720 \text{ Kg-cal/hr} = 98000 \text{ Btu/hr}$$

Calor lat. de vapor. del vapor a 150 psi  $c_1 = 857 \text{ Btu/lb}$

Luego el vapor será  $98000/857 = 114 \text{ lb/hr}$

$$\text{Masa de vapor/hr} = 114 \text{ lb.}$$

Vapor recalentado para soplar dentro del decodificador.-

Está dado por la fórmula

$$S_r = \frac{P \cdot O}{E \cdot P_v} \ln \frac{V_1}{V_2}$$

S=moles de vapor

P=presión total en el recipiente

O=moles de aceite

$P_v$ =presión de vapor del componente por arrastrar puro

$V_1$ =concentración molar de dicho componente antes del arrastre

$V_2$ =concentración molar del mismo después del arrastre

Como hay vacío de 748 mm Hg  $P=12 \text{ mm}$

Para hallar las moles de aceite hay que calcular su peso molec.

Base: 100 lbs. de aceite

$C_n H_{2n} O_2$	% en el aceite	lb-moles
$C_{14}$	1.4	$1.4/228 = 0.00616$
$C_{16}$	23.4	$23.4/256 = 0.09170$
$C_{18}$	1.1	$1.1/284 = 0.00388$
$C_{20}$	1.3	$1.3/312 = 0.00417$
$C_n H_{2n-2} O_2$		
$C_{16}$	2.0	$2.0/254 = 0.00790$
$C_{18}$	23.0	$23.0/284 = 0.08100$
$C_n H_{2n-4} O_2 - C_{18}$	47.8	$47.8/280 = 0.17100$
		<u>0.36581</u>

$$\text{Peso molecular} = 100/0.36581 = 272$$

$$\text{Luego } O = 905/272 = 3.33 \text{ lb-mol/hora}$$

905 es el peso de aceite por hora en libras, resulta de

$$64636 \times 101.3 / 300 \times 24$$

$P_v$  - La presión de vapor está dada por la fórmula

$$\log P_v = -52.23 \frac{A}{T} + B \quad A=75.783; B=9.541; T=273+ 193 = 413^\circ K$$

A y B son constantes del ác. mirístico, substancia que se considera como base para el arrastre por ser la de menor peso molec.  $t=193^\circ C$ .- La temperatura alcanzada por medio del vapor saturado es de  $140^\circ C$ , pero el vapor recalentado tiene una temperatura por encima de los  $180^\circ C$  que corresponde a 150 psi. en las condiciones de saturación; por tanto hay una gradiente térmica entre el vapor recalentado y el aceite que origina que este último eleve su temperatura. De datos conseguidos de la refinería de Anderson Clayton se ha calculado que la temperatura que alcanza el aceite en su contacto con el vapor vivo es de  $193^\circ C$  en el caso particular que se estudia. Por supuesto que este cálculo sólo es aproximado y no tiene ninguna base que lo sustente.

Resolviendo la fórmula  $P_v = 12.5$  mm Hg.

$$V_1 = 0.00616/0.3658 = 0.0168$$

$$V_2 = 0.0000616/(0.3658-0.006) = 0.000166$$

$$\ln V_1/V_2 = 2.3 \times 2.005 = 4.6$$

De todo lo anterior se tiene el valor de

$$S = \frac{12 \times 3.33}{0.90 \times 12.5} \times 4.61 = 16.38 \text{ lb-moles de vapor/hr.}$$

El valor 0.90 corresponde a la eficiencia de la deodorización o arrastre.

$$M = 16.38 \times 272 = 295 \text{ lb/hr.}$$

✓ Vapor para el eyector.-

El eyector del deodorizador debe arrastrar vapor vivo del arrastre más los ácidos grasos de bajo peso molecular que representan el 0.5% del peso del aceite.

$$\text{Vapor vivo} = 295 \text{ lb/hr}$$

$$\text{Ac. volátiles} = 905/0.5 = 4.53 \text{ lb/hr}$$

$$\text{Arrastre} = 299.53 \text{ lb/hr}$$

La proporción de vapor de arrastre al vapor arrastrado

es de 4 al 1 para producir el vacío de 748 mm Hg con vapor de 150 psi.

Vapor para el eyector - 1200 lb/hr

Resumen del vapor.-

Extracción	1354	lb/hr
Refinación	33	"
Deodorización	114	"
recal.	295	"
Eyector	<u>1200</u>	"
	2996	

Pérdidas y otros usos 299

Total....3.295 lb/hr.

Potencia del caldero  $3295/34.5 = 95.5$  HP.o 100 HP.

Cálculo del combustible para el caldero.-

El caldero ha de trabajar quemando la pelusa o cáscara de la semilla del algodón.

La cantidad de vapor consumido por año será  $3.295 \times 24 \times 300 = 23'700'000$  lb.

Si el agua es alimentada al caldero a 70°F se vaporizarán 3.48 lb por cada lb. de cáscara quemada, cuyo poder calorífico es 7300 Btu/lb. Cuando el agua es alimentada a 212°F esa relación aumenta a 3.69.

El caldero quema anualmente  $23'700'000/3.48=6'800'000$  lb de cáscar= $67200$  qq.

Como la cáscara obtenida anualmente asciende a 79870qq, hay un sobrante de 12670 qq.

Cálculo de la potencia.-

El depósito, como ya se ha visto, tendrá cuatro motores cuyas potencias suman 13.5 HP, 10 Kw.

El gasto de potencia indicado por el fabricante para las plantas de preparación y extracción es de 59 Kw-Hr/Ton. de semilla  
Como se tratan 50 Ton/día: Kw = 59 x 50/24 = 122.

Para la refinación y el blanqueo no hay datos, pero se incluirá en el 10% que se adicionará a la potencia calculada

En la deodorización se consumen 0.0075 Kw-Hr/lb de aceite tratado en esa operación

$$0,0075 \times 64636 \times 101.3 / 300 \times 24 = 6.8 \text{ Kw}$$

En la winterización el gasto es de 0.025 Kw-Hr/lb de aceite  
 $0.0025 \times 63990 \times 101.3 / 300 \times 24 = 22.5 \text{ Kw}$

El consumo total de Kw será:

Depósito	10.0
Prepar. y extrac.	122.0
Deodorización	6.8
Winterización	<u>22.5</u>
	161.3

Refinación, blanqueo,

iluminación y otros 16.1

Total 177.4 Kw

Esta es la potencia que debe entregar el generador, la del motor Diesel será  $177.4 / 0.746 \times 0.94 = 252 \text{ Hp}$ .

El valor 0.94 es la eficiencia de un generador ofrecido por la casa Wiese que responde a las necesidades de la planta y cuyas características generales, así como las del motor Diesel, se enuncian a continuación.

Generador.

100 Kw            125 KVA    ;    f = 0.80

240 v            60 ciclos    ;    600 RPM

Motor Diesel.- Marca Blackstone

250 HP    ;    estacionario            modelo EB-4    ;    4 cilindros

Consumo de combustible 168 gr/HP-Hr a plena carga

Agua de enfriamiento            60 lts/HP-Hr

Cálculo del combustible y del agua del motor.-

168 x 250 x 24 x 300 = 1'800.000 HP-Hr/año. x 168 = 302'400.000  
grs. de combustible/ año = 302.4 Ton. métricas.

60 x 250 = 15000 lts. de agua/hr o 3970 glns./hr.

Estos cálculos se han hecho bajo la suposición de que el motor trabaja a plena carga las 24 horas del día durante los 300 días del año, lo cual está muy por encima de la realidad.

Cálculo del agua.-

Extracción 230 glns./Ton. de semilla

$$230 \times 50 / 24 = 480 \text{ glns./hr}$$

Refinación 0.02 gln/lb de aceite

$$0.02 \times 68037 \times 101.3 / 300 \times 24 = 19.14 \text{ gln/hr}$$

Blanqueo.- Sin datos

Deodorización.- 0.1178 glns/lb de aceite = 106.6 gln/hr

Winterización.- 0.04 glns/lb de aceite - 36 gln/hr

Caldero.- 100 HP, 34500 lb de agua .

$$34500 \text{ lb/hr} : 8.345 \text{ lb/gln} = 413 \text{ gln/hr}$$

Motor Diesel.- 60 lts/HP-Hr

$$\text{A plena carga } 60 \times 250 = 15000 \text{ lts/hr} = 3970 \text{ gln/hr}$$

Resumen:

Extracción	480	gln/hr
Refinación	20	"
Deodorización	107	"
Winterización	36	"
Caldero	413	"
Motor Diesel	<u>3970</u>	"
	5026	gln/hr

Habría que añadir el consumo de los sanitarios y de otros usos.

Hay que hacer notar que en la relación anterior se ha supuesto que el agua después de ser usada una vez se desecha, pero lo que se hace en estos casos es establecer un circuito de tal modo que el agua sea utilizable sin número de veces en el mismo objetivo,; con ello se reduce en enorme proporción el gasto calculado.

Para aprovechar el agua de enfriamiento habría que considerar la instalación de una torre de enfriamiento.

Cálculo del combustible para el motor Diesel.-

El consumo a plena carga es de 168 gr/HP-Hr.

Suponiendo que el motor trabaja constantemente a plena carga:

$$168 \times 250 \times 24 \times 300 = 302'400.000 \text{ gr} = 302.4 \text{ Ton/año.}$$

Solvente.-

La reposición de solvente es de 1.75 gln/Ton de semilla.

$$1.75 \times 15000 = 26250 \text{ glns. de solvente por año de operación.}$$

Soda cáustica.-

Aceite crudo 3450 Ton/año

Acidez 1% - 34.5 Ton de ácidos expresados como oleico

$$\frac{282}{40} \times \frac{34.5}{x} = 4.9 \text{ Ton de soda cáustica/año}$$

Tomando una acidez de 2% como factor de seguridad, la cantidad de soda cáustica por año será 9.8 Ton.

$$9.8 \text{ Ton} = 8898.4 \text{ Kg}(100\%) = 93296 \text{ kg} (95.48\text{-comercial})$$

Tierra fülller.-

1.5% del aceite refinado

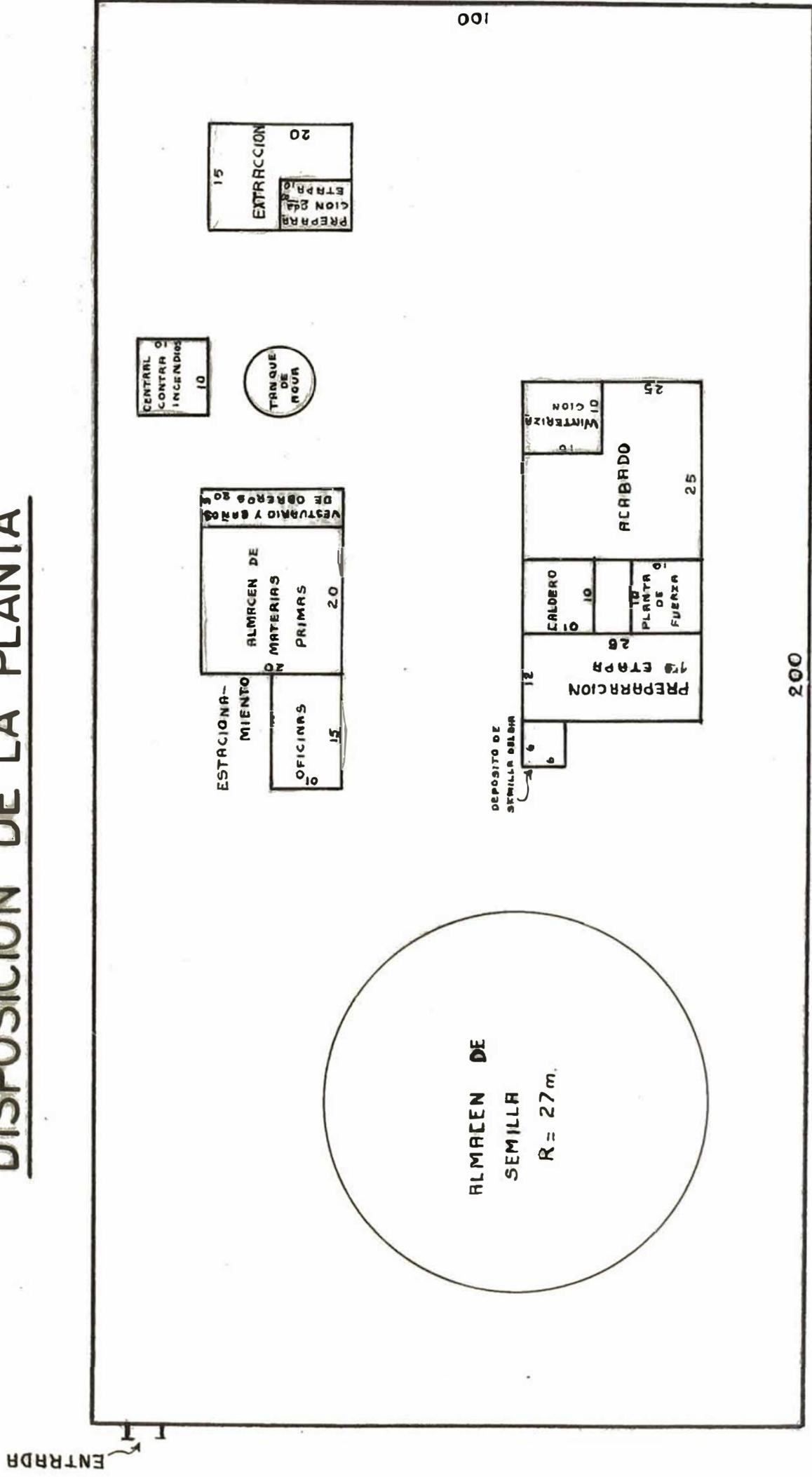
$$3450 \times 0.96 = 3312 \text{ Ton.de aceite refinado}$$

$$3312 \times 0.015 = 49.68 \text{ Ton. de tierra} = 980 \text{ qq}$$

Semilla.-

50 Ton/día en 300 días de operación son 15000 Ton.

# DISPOSICION DE LA PLANTA



DIMENSIONES EN METROS

ESCALA : 1/1000

Terreno y edificios.-

El terreno tendrá un frente de 100 m y un fondo de 200 m. La principal consideración que se ha tenido en cuenta al hacer la distribución de la planta es la que se refiere al aislamiento de la planta de extracción. Esta situación es muy necesaria por cuanto es esta sección la que mantiene latente el peligro de incendio por la alta inflamabilidad de los vapores del solvente.

Es cierto que con distribución tan anormal se rompe la continuidad en el transporte del material que se procesa, pero esta alteración, que ocasiona un aumento en el costo del equipo y en el costo de operación, se ve compensada con la seguridad que representa.

Almacén de semilla	D - 27m	2290 m <sup>2</sup>
Depósito del día	6 x 6 m	36
Preparación 1 <sup>a</sup> etapa	25 x 12	300
Caldero	10 x 10	100
Fuerza	10 x 10	100
Acabado	25 x 25	625
Preparación 2 <sup>a</sup> etapa y extracción	20 x 15	300
Vestuario y baño de obreros	20 x 5	100
Almacén materias primas	20 x 20	400
Oficinas	15 x 10	150
Terreno	200 x 100	20000

El terreno estará rodeado por un muro de 4 m de altura, de ladrillos king kong de cabeza..

Habrà pistas para el ingreso y el movimiento de vehículos.

Una central de bomberos situada junto a la planta de extracción y al tanque de agua.

Aspecto económico de la Industria.

Costo del equipo.)

Equipo de planta.-

Preparación	US\$ 149825.-	
Extracción	183090.-	
Acabado	<u>152500.-</u>	
	US\$485415.- a 19.20S/. / \$	9'319968.-
Ley 11424		1'304833.-
Ley 11495		93200.-
Aduana		<u>4440.-</u>
	Total	S/. 10'722441.-
	Instalación.-Estimado 20%	<u>2'144488.-</u>
	Costo del equipo instalado	S/. 12'866929.-

Equipo auxiliar.-

Caldero con servicios auxiliares		270000.-
(ablandador)-"Babcok & Wilcox"		
Planta de fuerza (motor, generador,		357000.-
tablero)-"Blackstone"		<u>627000.-</u>
Instalación		<u>125400.-</u>
Costo del equipo instalado		S/. 752400.-

Complementos.-

Tanque almac. solvente para 15 días		
2700 glns. a S/. 3.20/gln.		8640.-
2 tanques almc. aceite, 9 días de produc.		
10000 glns c/u a S/. 2.70/gln		<u>54000.-</u>
		S/. 62640.-
Torre de enfriamiento (información aprox.)		<u>15000.-</u>
De complementos Van.....		S/. 77640.-

	Vienen	S/. 77640.-
Equipo contra incendios		<u>100000.-</u>
Total complementos		S/.177640.-

Costo del terreno.-

20000 m<sup>2</sup> a S/. 35.00/m<sup>2</sup> S/. 700000.-

Costo de edificación.-

Cimientos de 1 m de profundidad con excavación y eliminación de desmonte S/. 81.00/m (excavación S/.11.00, eliminación de desmonte S/.12.00, hormigón 1/10 S/.58.00)

Sobrecimientos (con 0.3m sobre el nivel del suelo) S/.101.00/m

Paredes de ladrillos king-kong de cabeza S/.62.00/m<sup>2</sup>

Nota.- En las paredes se aplica el concepto vacío por lleno, en que se considera como lleno el vacío de las puertas o ventanas, compensando así cualquier aumento en otro aspecto.

Tarrajeo de paredes S/.11.50/m<sup>2</sup>

Piso de concreto 1/7 de 10 cm de espesor S/.35.80/m<sup>2</sup>

Excavación S/.40.00/m<sup>3</sup>

Techo de concreto armado S/.103.00/m<sup>2</sup>

Techo de concreto para soportar carga S/.123.00/m<sup>2</sup>

Torta y pastelero S/.18.20/m<sup>2</sup>

Piso asfáltico para las oficinas y laboratorios S/.35.00/m<sup>2</sup>

Almacén de semilla.-

Cerco 1.50m de altura

Cimientos 169.5m 13700.-

Paredes 169.5 x 1.5=255 m<sup>2</sup> 15800.-

Tarrajeo de ambos lados 510m<sup>2</sup> 5880.- 35380.-

Corredor 54m x 1.5 (ancho) x 2 (incluido 0.5m de profundidad)

Excavación 54 x 1.5 x 0.5 = 405 m<sup>3</sup> 1620.-

Van S/. 1620.-

De corredor vienen	1620.-	35380.-
Cimientos 2 x 54 - 108 m	8760.-	
Sobrecimientos 108 m	10900.-	
Paredes 108(2-0.8) - 129.5 m <sup>2</sup>	8040.-	
Tarrajeo 108 x 2 = 216 m <sup>2</sup>	2490.-	
Techo de concreto armado (con los ladrillos da 2m de ancho) 108 m <sup>2</sup>	11111.-	
Tarrajeo techo.-Cielo raso interior 54 x 1.5 = <del>108</del> 81m <sup>2</sup>	1070.-	
Techo (exterior), torta y pastelero	<u>1965.-</u>	<u>45956.-</u>
Piso de concreto 0.7854 x 54 <sup>2</sup> = 2290 m <sup>2</sup>		<u>84000.-</u>
Total depósito de semilla	S/.	165336.-

Plantas y dependencias

Cimientos 490 m		39700.-
Sobrecimientos 490 m		49500.-
Paredes - 5 m de altura, 2931.20 m <sup>2</sup>		182000.-
Tarrajeo de paredes 6160 m <sup>2</sup>		71200.-
Pisos de concreto 2111 m <sup>2</sup>		75700.-
Piso asfáltico 150 m <sup>2</sup>		10500.-
Techos simples (sin carga) 2241.50 m <sup>2</sup>		230000.-
Techos con carga 935 m <sup>2</sup>		115000.-

Cárco de la fábrica 169.56 m x 4m de altura

Cimientos 169.56 m	13734.-	
Paredes 678.24 m	42051.-	
Tarrajeo 1356.48 m <sup>2</sup>	15599.-	71384.-

Total S/. 1'000'0320.-

Para dotar al edificio de lo necesario para su funcionamiento, se va a considerar como costo S/.28000000.- Ahí se incluirán gastos de ventanas, puertas, cerrajería, red de agua y desagüe, sanitarios, red de alumbrado y otros.

Mano de obra directa e indirecta.

Personal obrero.- 2 turnos de 12 horas cada uno.

Sección	<u>S/. por hr.</u>	<u>S/. por día</u>
Volquetes-9 horas		
2 choferes	2.00	36.00
Portería		
1 portero	1.25	30.00
Balanza-9 horas		
1 pesador	2.00	18.00
Depósito de semilla-12 horas		
1 operador	2.00	24.00
2 paleadores	1.25	30.00
Preparación		
1 encargado	2.00	48.00
1 ayudante	1.25	30.00
Extracción		
1 encargado	2.00	48.00
1 ayudante	1.25	30.00
Acabado		
1 práctico en acabados	4.00	96.00
1 ayudante	1.25	30.00
Caldero		
1 encargado	2.00	48.00
Planta de fuerza		
1 encargado	3.00	72.00
Mantenimiento		
1 electricista	2.50	60.00
1 tornero	2.50	60.00
1 soldador	2.50	60.00
	Van	S/720.00

	Vienen	S/.	720.00
1 carpintero	2.00		48.00
ayudante de carpintero	1.25		30.00
Pampa-12 horas			
2 obreros	1.25		<u>30.00</u>
		S/.	828.00
En 360 días son			298080.-
Dominical 17%, vacaciones 6%, seguro social 6%, Imp. bienestar social 3%, seguro accidentes de trabajo 5%, liquidación por despidos 15%.- 52%			
			<u>155000.-</u>
Total mano de obra directa			453080.-/año

Personal <u>de</u> oficinas.-	Sueldo
1 gerente	5.000.-
1 ingeniero	3.500.-
1 administrador	2.000.-
1 cajero	1.000.-
1 contador	1.000.-
1 laboratorista	800.-
2 empleados - S/ 600.- c/u	1.200.-
1 almacenero	600.00
1 ayudante	400.-
Sueldo mensual S/.	15.500.-
En 12 meses son	S/. 186.000.-
Vacaciones 1 mes	15.500.-
Indemnizaciones 1 mes	15.500.-
Seguro social 3%	<u>5.580.-</u>
Total empleados	S/. 222.580.-/año

Costos de materias primas.-

Semilla.-

15000 Ton. a S/.35.00 el quintal

15000 x 19.72 x 35.00 = 10'353000.-S/. /año

Solvente.-

26250 glns. a S/. 8.15 el galón - S/. 213937.50/año

Soda cáustica.-

93296 Kg a S/. 2.04 el kilo - 190323.84 S/. /año

Tierra füller.-

980 qq a S/. 112.42 el quintal - S/. 110171.60/año

Combustible.-

302.4 Ton a S/. 345.00 la tonelada - 104328.-S/. /año

Resumen.-

Semilla	10'353000.00
Solvente	213937.50
Soda cáustica	190323.84
Tierra füller	110171.60
Combustible	<u>104328.00</u>
Total	S/.10.971760.94

<u>Análisis de costos.-</u>	<u>Inv. total</u>	<u>Inv. anual</u>
1.- Terreno - Interés 5%	700.000.-	35.000.-
2.- Edificios - Int. 5%	2'000.000.-	100.000.-
Depreciación 3%		60.000.-
Mantenimiento 2%		40.000.-
3.- Muebles de oficina, equipo de laboratorio - Int.5%	100.000.-	5.000.-
Deprec. 5%		5.000.-
Mantenm. 2%		2.000.-
4.- Maquinaria instalada Int.5%	12'866.929.-	643.346.-
Dep. 7%		900.685.-
Mant. 2%		257.339.-
5.- Caldero con serv. aux. Int 5%	324.000.-	16.200.-
Dep. 7%		18.900.-
Mant. 5%		16.200.-
6.- Planta de fuerza Int 5%	374.850.-	18.743.-
Dep. 5%		18.743.-
Mant. 2%		7.497.-
7.- Tanque almac. solvente Int 5%	8.640.-	432.-
Deprec. 5%		432.-
Mant. 2%		173.-
8.- 2 tanques almac. aceite 5%	54.000.-	2.700.-
Dep. 5%		2.700.-
Mant. 2%		1.080.-
9.- Torre de enfriamiento 5%	15.000.-	750.-
Dep. 7%		1.050.-
Mant. 2%		300.-
10.- 2 camiones volquetes 5%	300.000.-	15.000.-
Deprec. 20%		60.000.-
Manten. 10%		30.000.-
Van .....	16'743.419.-	2'259.270.-

Vienen .....	16'743.419.-	2'259.270.-
11.- Protección contra incendios		
Todo el Sistema 5%	100.000.-	5.000.-
Dep. 5%		5.000.-
Manten. 2%		2.000.-
12.- Solvente inicial 5%	22.000.-	1.100.-
13.- Materia prima		10'971.760.-
14.- Mano de obra directa		453.080.-
15.- Mano de obra indirecta		222.580.-
16.- Seguro 1% del costo de <u>maquin. y edif.</u>		<u>168.654.-</u>
	16'865.419.-	14'088.444.-
<u>Gasto anual de operación.-</u>		14'088.444.-
<u>Capital de trabajo.-</u> El necesario para cubrir los gastos de operación durante 3 meses: $14'088.444/4 = 4'696.148.-$		
<u>Capital total de inversión.-</u>		
Maquinari y edificio	16'865.419.-	
Capital de trabajo		<u>4'696.148.-</u>
	S/. 21'561.567	
<u>Ingreso bruto anual.-</u> (Ver página siguiente)		22'686.520.-
<u>Costo anual de operación.-</u>		<u>14'088.444.-</u>
Utilidad		8'598.076.-
Impuestos 20%		<u>1'719.615.-</u>
Utilidad neta	S/.	6'878.461.-
<u>% de utilidad sobre el cap. invertido.-</u>		
$\frac{6'878.461 \times 100}{21'561.567} = 31.8\%$		

Ingreso bruto anual.-

53112 qq de aceite winterizado a S/300.-	15'933.600.-
10238 qq de estearina a S/300.-	3'071.400.-
131638 qq de pasta a S/16.85.-	2'220.000.-
4437 qq de línter a S/200.-	887.400.-
12670 qq de cáscara a S/4.50.-	57.000.-
6464 qq de borra a S/80.00	517.120.-
	S/ 22'686.520.-

Financiación.- Con ayuda del Banco de Exportación-Importación de Washington. El contrato de compra dice:

1. El comprador paga el 20% del total del contrato en cuanto el crédito es aprobado por el Bco. de Exp-Imp.
2. El vendedor (Wurster & Sanger) hace la fianza del 20% del contrato.
3. El Bco. de Exp-Imp. hace la fianza del 60% del contrato.
4. El interés estará comprendido entre 5 y 7%. En la mayoría de los casos será de 5%.

Bibliografía.

Procedimientos, análisis e investigaciones industriales, Ing<sup>o</sup>

Manuel Yábar Dávila García. .

Elements of Chemical Engineering, Badger and McCabe.

Unit Operations, Brown.

Chemical Engineering Plant Design, F.C.Vilbrandt.

Chemical Engineers' Handbook, John H. Perry.

Encyclopedia of Chemical Technology, Kirk Othmer.

Química Industrial, Thorp.

Chem. Eng. Catalog.

Solvent Extraction of Vegetable Oils, Chem.Eng., Mayo 47.

The Solvent Extraction of Oilseed, Circular N<sup>o</sup>28, Georgia Institute of Technology.

Filtration-Extraction, Oils and Oilseeds Journal (Bombay, India) Set. 54.

Filtration-Extraction of Cottonseed, Ind. and Eng. Chem., Enero 53

Increased Profits with Direct Solvent Extraction.-Exposición

presentada en el mitin de la International Oil Mill Superintendents Association, Guadalajara, México, Febrero 55.

Solvent Extraction of Granular Cottonseed Cake, The Journal of the American Oil Chemists' Society, Nov. 54.

Flow Rates Through Soybean Flakes, Ind. and Eng. Chem. Abril 51.

Diffusion Phenomena in Solvent Extraction of Peanut Oil, Chem. Eng. Agosto 48.

Solvent Extraction Applied to Cottonseed, Food Industries, N<sup>o</sup> 4, 1947.