

62/48

DEDICO ESTA TESIS CON TODO

CARIÑO Y RESPETO :

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI MADRE

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA E HIJAS

A LA MEMORIA DE TIO SAUL

A QUIENES EN GRAN PARTE DEBO EL HABER

REALIZADO LA CARRERA.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

RECUPERACION DE ACEITE ESENCIAL DE TELIMON
Y CITRONELA DE LAS AGUAS DE CONDENSADO DE
LA DESTILACION POR ARRASTRE DE VAPOR DE LOS
MISMOS.

84

JORGE DAMIAN GONZALEZ

INGENIERO QUIMICO

1974

Tesis
ASG 1974
FECHA
PROC H. 89



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

SEGUN EL TEMA :

PRESIDENTE : PROF. PABLO HOPE Y HOPE
VOCAL : PROF. GERARDO BAZAN NAVARRETE
SECRETARIO : PROF. CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO
1er. SUPLENTE : PROF. ROBERTO ANDRADE CRUZ
2do. SUPLENTE : PROF. M. ELENA ETERNOD PALACIOS

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA :

EN LA PLANTA DE "ACEITES ESENCIALES DEL TACANA,
S. A." UBICADA EN METAPA, CHIAPAS.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE :

JORGE DAMIAN GONZALEZ


FIRMA

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA :

PROF. GERARDO BAZAN NAVARRETE


FIRMA

T E S I S

T I T U L O :

Recuperación de aceite esencial de telimón y citronela de las aguas de condensado de la destilación por arrastre de vapor de los mismos.

T E M A R I O :

	<u>Pags.</u>
Capítulo I : Introducción	4
Capítulo II : Descripción del proceso actual	7
Capítulo III : Diseño y cálculos de los equipos	21
Capítulo IV : Condiciones de operación y destilación	45
Capítulo V : Resultados	50
Capítulo VI : Análisis económico	58
Capítulo VII : Conclusiones	66
Capítulo VIII: Bibliografía	68

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

El objetivo de la presente tesis es determinar experimentalmente la posible recuperación de los aceites esenciales de telimón y de citronela en las aguas de desecho de la planta de "Aceites Esenciales del Tacaná, S. A." (AETSA) propiedad de "Industrias Resistol, S. A." (IRSA) y de "International Flavors and Fragrances de México, S. A. de C. V." (IFF) y ubicada en el Estado de Chiapas.

Los aspectos a cubrir son tanto de orden técnico como económico.

Durante la operación normal de la planta se ha observado que en el agua que se tira al drenaje, y que resulta de la condensación de los vapores de la destilación por arrastre de vapor de los pastos de telimón y citronela, sobrenada una delgada película de aceite esencial, la que aumenta con un tiempo de reposo, el cual no debe ser grande debido a la volatilización de los aceites esenciales.

Se tomaron muestras de estas aguas de condensados y se enviaron a analizar. Este análisis consistió en separar el aceite del agua por destilación y una vez agotada se procedió a hacer una recuperación con solventes orgánicos para recuperar el aceite que pudiera estar emulsionado con el agua.

Estos análisis dieron como resultados un promedio de 0.2% de

aceite libre (por destilación) y un 0.1% de aceite emulsionado (por extracción con solventes) haciendo un total de 0.3% en peso.

Por otro lado, según la literatura y la propia experiencia, se sabe que los compuestos oxigenados son los más propensos para mezclarse con el agua, de donde se llegó a la suposición que estos aceites arrastrados en las aguas de condensados deberían ser más ricos en el contenido de compuestos oxigenados, los cuales se miden en forma cuantitativa generalmente como % de contenido de citral. Las pruebas llegaron a corroborar esta suposición.

Tomando en cuenta la cantidad de aguas de condensados que se desechan al día y los precios de venta de los aceites esenciales, se pensó que la recuperación de ellos podría resultar atractiva económicamente.

Se sabe que en Guatemala, C. A., existe una Unión de Productores de Aceites de Telimón y Citronela y sostienen un Centro de Investigación y Desarrollo, y según pruebas que han hecho al respecto, han encontrado que un 50% del aceite arrastrado en estas aguas, se puede recuperar por una redestilación con arrastre de vapor, destilando solamente un 10% del volumen total de la mezcla a destilar, como condensados, con lo cual se logra romper la emulsión y recuperar el aceite.

También, tomando en cuenta el potencial agrícola de la zona y previendo que se puedan industrializar otras plantas aromáticas, se quiso aprovechar este equipo para correr pruebas, a escala piloto, de otras plantas aromáticas con posibilidades de extraerles los aceites esenciales, tales como: Menta, Vetiver, Té de la India, etc., y que además son factibles de cultivar en la zona con posibilidades de éxito económico, pero

de los cuales se necesitan muestras para poder evaluar su calidad.

La compañía AETSA tiene campos experimentales, en pequeña escala, de alguna de estas plantas aromáticas para su aclimatación, propagación y posibles evaluaciones de rendimientos y calidades de los aceites de ellas extraídos.

El otro factor importante que se tomó en cuenta para fijar las dimensiones del destilador piloto, fue el de considerar que en caso que las pruebas resultaran positivas y el análisis económico demostrara que conviene hacer la separación del aceite, se pudiera, con este equipo, procesar toda el agua de condensados que continuamente se desecha al drenaje y la cual arrastra el aceite a recuperar.

Tomando en cuenta estos datos iniciales y las posibilidades de adaptación del equipo para hacer varios tipos de pruebas, se procedió a diseñar y construir un equipo de destilación por arrastre de vapor a escala piloto con el cual se pudiera determinar si era o no posible la separación del aceite arrastrado en las aguas de desecho y llegar a tener muestras suficientes para poder efectuar los análisis y determinar su contenido de compuestos oxigenados, los cuales son los que le dan el valor final comercial a los aceites esenciales.

C A P I T U L O I I

D E S C R I P C I O N D E L P R O C E S O A C T U A L

1. GENERALIDADES
2. LOCALIZACION DE LA PLANTA
3. MATERIA PRIMA: a) Superficie sembrada
b) Rendimientos por hectárea
c) Problemas agrícolas
4. DESCRIPCION DEL PROCESO:
 - a) Recibo de la materia prima
 - b) Carga del pasto a los destiladores
 - c) Destilación
 - d) Separación del aceite y envasado
 - e) Descarga del pasto
 - f) Eliminación del pasto
 - g) Servicios:
 - I. Vapor
 - II. Agua
 - III. Electricidad
 - h) Personal
5. RENDIMIENTOS
6. PRECIOS
7. PROBLEMAS

1. GENERALIDADES

"Aceites Esenciales del Tacaná, S. A." es una compañía que se constituyó legalmente en el año de 1970 con el objetivo de extraer y vender aceites esenciales de telimón y citronela como etapa inicial y posteriormente industrializar algunos otros aceites que presenten atractivos comerciales.

Su capital social está formado con el 75% de aportación de "Industrias Resistol, S. A." (IRSA) y el 25% de "International Flavors and Fragrances de México, S. A. de C. V." (IFF). Su administración está a cargo de IRSA, quien también proporciona algunos de los servicios, de los cuales se hablará más adelante; por otra parte, IFF proporciona el asesoramiento necesario en cuanto al proceso de destilación y calidades de los aceites; también es el principal comprador de la producción, la cual liquida con un mes de anticipo para proporcionar, de esta manera, el capital de trabajo de AETSA.

El proceso de destilación originalmente fue copiado del de Guatemala, C. A., pero en la actualidad difiere de aquel debido principalmente a innovaciones que se han ido introduciendo para aumentar la eficiencia de la planta.

2. LOCALIZACION DE LA PLANTA

La planta de AETSA se encuentra localizada en el Km 18.5 de la carretera Tapachula-Ciudad Hidalgo, en el Municipio de Metapa, Estado de Chiapas. A 200 metros de esta se encuentra la planta de almidones de IRSA.

La planta de AETSA está situada a la orilla de una barranca de unos 16 metros de profundidad para aprovechar el desnivel en la eliminación del pasto ya destilado.

La localización geográfica de la planta es:

Longitud Oeste: $92^{\circ} 11' 32''$

Latitud Norte: $14^{\circ} 50' 25''$

Altura sobre el nivel del mar: 112.6 metros.

3. MATERIA PRIMA

La planta adquiere la materia prima necesaria para su proceso a través de los agricultores quienes siembran los pastos de telimón y citronela con los créditos de habilitación y avío otorgados por los bancos de la localidad y avalados por AETSA, quien también les proporciona el asesoramiento técnico-agrícola necesario para obtener buenas plantaciones. Estos cultivos se encuentran localizados en los alrededores de la planta y en un radio de 10 Km, debido principalmente a que los pastos son voluminosos y los fletes de acarreo resultan elevados.

La compañía dispone de equipo mecánico-agrícola para cosechar estos pastos, cobrándoles a los agricultores, por corte, una cantidad mínima y solo necesaria para amortizar el equipo y los gastos de operación y mantenimiento del mismo.

Las variedades que se siembran actualmente fueron traídas de Guatemala, C. A.

a) Superficie sembrada

Actualmente la compañía tiene sembradas 140 hectáreas de telimón y 60 hectáreas de citronela. Del total de estas plantaciones un 85% es factible de cosechar con maquinaria agrícola y el resto se cosecha a mano. La diferencia entre las dos maneras de cosechar es el costo de cosecha por hectárea, ya que en el caso de cosechar con máquina los costos resultan de un 25% en comparación con los costos de cosecha a mano.

A estas plantaciones se les puede dar tres cortes por año y su vida promedio es de 5 años; al llegar a esta edad es necesario arrancar la mata y sembrar nuevamente.

La planta actualmente necesita, para trabajar a su máxima capacidad (50 Ton/día), de una superficie de 300 hectáreas (15 Ton/Ha/corte en promedio) en total, por lo que actualmente se están haciendo promociones entre los agricultores de los alrededores para alcanzar esta cifra con el rendimiento por hectárea adecuado.

b) Rendimientos por hectárea

Al inicio de los cultivos los rendimientos por hectárea eran bastante bajos, alrededor de 10 Ton/Ha, debido principalmente a:

1. La poca densidad de siembra por hectárea
2. La falta de una buena preparación de los terrenos por sembrar
3. La poca experiencia que se tenía con los fertilizantes adecuados a aplicar.

Tres años después, en 1973, la experiencia ganada en estos cultivos, ha permitido llegar a rendimientos de 20 Ton/Ha, y en algunos ca-

ros excepcionales se llegó hasta 30 Ton/Ha. en la mejor edad de la plantación.

Estos rendimientos de toneladas de pasto por hectárea se refieren a un solo corte y con aplicaciones de fertilizantes foliares.

c) Problemas agrícolas

Como se indicaba más arriba, al inicio de las plantaciones, los rendimientos por hectárea fueron bajos debido a las causas anotadas, y los agricultores no obtenían las utilidades razonables esperadas y muchos de ellos abandonaron las plantaciones originando problemas en el suministro de la materia prima necesaria a la planta. Esto se solucionó parcialmente ayudándolos a mecanizar los cortes y aumentando los precios de compra del pasto.

Otro problema son los incendios que se originan en el periodo de secas ya que el cultivo se quema y es necesario sembrar de nuevo. Esto se ha evitado en parte haciéndole un corte a la mata en el periodo de más sequedad (marzo y abril) pero esta tarda después en recuperarse, aún ya en el periodo de lluvias.

4. DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso consiste esencialmente en una extracción física por arrastre con vapor de agua del aceite, el cual se encuentra ya formado en las celdas aceitíferas de las hojas de las plantas de telimón y de citronela, siendo el volumen del pasto a mover el factor más importante a considerar en el proceso.

a) Recibo de la materia prima

La materia prima es transportada de las plantaciones a la fábrica en camiones o trailers remolcados por tractores. Se pesan en una báscula de 15 Ton de capacidad y el pasto se descarga manualmente en el patio de almacenaje de la materia prima. Se llena una forma de "Recibo de Pasto" donde se anota el nombre del agricultor y el peso del pasto recibido.

Una vez recibido se procede a procesarlo de inmediato debido a que en estas condiciones es cuando rinde su mayor cantidad de aceite. Cuando el pasto se cosecha con máquina se entrega picado y cuando se cosecha a mano se entrega entero.

b) Carga del pasto a los destiladores

Los destiladores consisten de un cilindro de fierro negro de 180 cm de diámetro y 300 cm de altura. En el fondo tienen una tapa giratoria (de fierro negro) en la cual está fijado el distribuidor de vapor. Una vez cerrada esta tapa contra el tanque cilíndrico, por medio de cadenas y diferenciales mecánicos, se procede a cargar el pasto.

La operación se efectúa con dos transportadores de banda con canchilones simples. Uno de ellos transporta el pasto horizontalmente y lo descarga en el segundo transportador el cual lo eleva hasta unos 5 m y lo descarga por la boca del destilador. La carga en el primer transportador se hace manualmente.

La capacidad de los transportadores es variable y mucho depende de la cantidad de pasto con que se les alimente, pero tienen una capacidad

máxima de 5 Ton/hora. Ambos son móviles y se les puede acomodar en diversos ángulos uno con respecto al otro.

Se ocupan 4 personas por turno para esta operación, siendo la que más consume mano de obra.

El pasto, al ir cayendo por gravedad dentro del destilador, se apila en un solo lugar, por lo que se hace necesario ir acomodándolo y apisonándolo para aumentar la cantidad de pasto por barcada (lote).

El tiempo de llenado de un destilador en condiciones normales es de 45 minutos. Existen 2 destiladores, los cuales se cargan alternativamente, mientras el otro está en destilación. La capacidad de un destilador es de 2.5 Ton de pasto picado, en el caso del telimón, y de 1.8 Ton en el caso de la citronela; esto es debido a la densidad de uno y de otro. El volumen total de cada destilador es de 7.6 m^3 , estando completamente aislados en la superficie lateral.

c) Destilación

La destilación se considera formada por el tiempo de calentamiento y la destilación propiamente dicha. El tiempo de calentamiento dura de 20 a 25 minutos, dependiendo de: cantidad y apisonamiento del pasto dentro del destilador, humedad del pasto, y de la cantidad y presión del vapor. Este tiempo de calentamiento se inicia antes que el destilador se llene totalmente para disminuir el tiempo total del ciclo.

Una vez lleno el destilador se cubre con la campana de destilación la cual encaja en una canal circular llena de agua, sirviendo esta de sello hidráulico. Por el otro extremo la campana tiene un cuello o ducto de conducción de los vapores y se conecta, por medio de otro sello

hidráulico, de diámetro mucho menor, con el condensador. La campana de destilación es de acero inoxidable 316. Tiene un diámetro en su parte más ancha de 200 cm; diámetro del ducto de los vapores de 40 cm y diámetro de 50 cm en la conexión con el condensador. Está aislada totalmente hasta unos 100 cm del cuello o ducto vertical. Una sola campana se utiliza para los 2 destiladores y se transporta por medio de un mecanismo de giro y un polipasto eléctrico.

El condensador es totalmente de aluminio, con tubos verticales y de un solo paso. La longitud de los tubos es de 300 cm, su diámetro es de 1" y son en total 87 tubos. El diámetro exterior del condensador es de 60 cm. La entrada y salida del agua de enfriamiento, la cual va por fuera de los tubos, se hace por coples bridados con diámetro de 3". La entrada de los vapores al condensador se hace por una extensión cilíndrica de acero inoxidable 316 y en cuyo extremo libre se encuentra el sello hidráulico para unirse con la campana de destilación. En la parte inferior del condensador se encuentra otra extensión cilíndrica, de acero inoxidable 316 también, por donde salen los condensados, por un tubo de 2" de diámetro, situado en la parte central del fondo de dicha extensión. En su interior existe un plato deflector que evita que los incondensables salgan de golpe por esta salida inferior con lo que provocaría salpicaduras de condensados, en cambio, los obliga a salir por un tubo de venteo de 2" de diámetro que existe en la parte lateral superior de esta misma extensión cilíndrica. Tiene además este condensador dos mirillas en su parte lateral para poder comprobar el estado de limpieza de los tubos.

Una vez que los vapores empiezan a fluir del destilador, son con-

ducidos por la campana de destilación al condensador, donde son cambiados al estado líquido. La cantidad de agua de enfriamiento utilizada en este condensador es suministrada por una bomba centrífuga a razón de 10 m³ por hora y a una temperatura de 27°C, con temperatura de salida de 75°C. Los condensados salen con una temperatura de 29°C y a razón de 600 litros por barcada con un tiempo de destilación de 45 minutos. La presión manométrica a que se usa el vapor para la destilación es de 3 Kg/cm². La cantidad de vapor utilizada en toda la barcada es de 900 Kg de vapor saturado. El tiempo total de la barcada es de 95 minutos, pero debido a que se tienen dos destiladores, se puede hacer una barcada por hora.

d) Separación del aceite y envasado

Los condensados salen por la parte inferior del condensador y pasan al separador de agua-aceite, entrando por la parte media con tubo de 1" de diámetro. El separador consiste en un recipiente de acero inoxidable 316, de forma cilíndrica, con diámetro de 70 cm y altura de 90 cm; un cono en la parte superior de 25 cm de altura y otro cuerpo cilíndrico de 10 cm de diámetro y 40 cm de alto, sobre este cono. En la parte lateral superior de él hay una salida del aceite por un tubo de 1" de diámetro. Este tubo se conecta con un recipiente de vidrio donde se recoge el aceite.

En la parte lateral inferior del separador existe una salida con tubo de 2" de diámetro, de fierro galvanizado, por donde sale el agua de condensados (esta agua de condensados es a la cual se le quiere recuperar el aceite esencial que arrastra). Este tubo tiene salida al drenaje,

hasta cierta altura con respecto al cuerpo del separador, con lo cual se mantiene una altura en el nivel del agua-aceite dentro del separador, pudiéndose regular dicha altura y con ello regular la altura del líquido dentro del separador.

Al aceite recogido en el recipiente de vidrio se le decanta el agua que pudiera llevar por medio de una manguerita de hule. Una vez libre de agua se pesa, se anota el peso en un "Control Diario", y se vacía a través de un embudo con malla U.S. No. 200 a un tambor de 200 litros recubierto con resinas epóxicas, el cual se tapa, una vez que el aceite ha sido totalmente vaciado. La cantidad de aceite obtenida por barcada depende mucho de las condiciones del pasto, pero normalmente va de 6 a 9 Kg por barcada en el caso del telimón, y de 7 a 10 Kg por barcada en el caso de la citronela.

e) Descarga del pasto

Cuando la destilación ha terminado se abre la tapa del fondo del destilador por medio de los diferenciales y el pasto cae en su totalidad en un canal de concreto, inclinado unos 25 grados con respecto a la horizontal. Este pasto está a una temperatura de unos 90°C. Una vez que el pasto ha caído al canal, la tapa del destilador se vuelve a cerrar y queda listo para una nueva carga.

f) Eliminación del pasto

En el canal de concreto, donde se encuentra el pasto, existe un mecanismo que arrastra este pasto hasta una rampa debajo de la cual se coloca un camión de volteo, adaptado para recibir dicho pasto. Este se transporta a una área de eliminación donde se seca por el sol y posterior

mente se quema. Puede también este pasto aprovecharse como abono orgánico en las mismas plantaciones de telimón y citronela. Otro uso que se le puede dar a este pasto destilado es como alimento para ganado vacuno, habiéndose hecho ya algunas pruebas positivas al respecto.

g) Servicios

I. Vapor

El vapor necesario para la destilación, alrededor de 900 Kg de vapor por barcada, se obtiene de un generador de vapor "Clayton" de 100 caballos de vapor, a una presión de 9.0 a 10.5 Kg/cm², usándose un reductor de presión del vapor, el cual lo baja a 3 Kg/cm² para usarlo en la destilación. El combustible utilizado es diesel. El agua utilizada es previamente tratada para evitar las incrustaciones y corrosión.

El objeto de usar vapor de baja presión en la destilación es evitar que los aceites esenciales sufran modificaciones en sus componentes con lo cual daría aceites de baja calidad.

II. Agua

Se utiliza agua en 3 puntos. El más importante, por su volumen, es el enfriamiento de los vapores en el condensador, usándose 10,000 litros por hora. Esta agua se obtiene por bombeo, de un arroyo cercano, utilizándose exclusivamente para el enfriamiento y se regresa de nuevo al arroyo por simple gravedad a lo largo de un canal de tierra donde se enfría de 75°C a unos 30°C ó 35°C. Para el bombeo se utiliza una bomba centrífuga con motor de 7.5 HP, trifásico y de 3000 rpm.

El segundo punto es en el agua a la caldera. Se utilizan unos 1,000 litros por hora. Esta agua proviene de un pozo profundo con tanque

de almacenamiento elevado.

El tercer punto donde se utiliza el agua es en el consumo humano y los servicios sanitarios y de aseo personal, consumiéndose unos 1,000 litros por día, y proviene también del mismo pozo profundo. Esta agua es completamente potable.

III. Electricidad

La electricidad es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad. Esta suministra corriente eléctrica trifásica a 13,000 voltios. La planta dispone de un transformador de 75 KVA, con un voltaje de salida de 220 voltios.

Existe también otra fuente de energía eléctrica y es de la planta de emergencia de la fábrica de almidones de IRSA. Esta planta suministra corriente eléctrica a la planta de AETSA, a 220 voltios, solo en los casos en que falla el suministro de energía eléctrica de la C.F.E.

h) Personal

La planta actualmente está operando solo con 2 turnos por día, debido primordialmente a falta de materia prima (pasto). Cada turno consta del siguiente personal:

- 1 Jefe de turno (operador de la caldera)
- 1 Chofer
- 4 Ayudantes para el manejo del pasto
- 1 Quemador de pasto (único)
- 1 Mecánico (único)

Los otros servicios (laboratorista, pesador, etc.) son proporcionados por el personal de almidones-IRSA.

5. RENDIMIENTOS

Los rendimientos (Kg de aceite/Ton de pasto) varían bastante dependiendo de la cantidad de agua que tenga el pasto, de la edad del cultivo, de la variedad, etc.

Los promedios obtenidos en AETSA han sido:

<u>PASTO</u>	<u>P R O M E D I O S</u>	
	<u>Kg de aceite/Ton de pasto</u>	
	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
Telimón	2.0	4.5
Citronela	3.0	5.7

El rendimiento de aceite por Ton de pasto más alto se obtiene en la época de secas y el más bajo en la época de lluvias.

6. PRECIOS

Los precios de los aceites esenciales se rigen por los precios de los mercados internacionales, pudiendo variar ampliamente dependiendo de la mayor o menor producción y consumo mundial.

Debido a condiciones especiales AETSA tiene precios de venta estables por periodos de un año más o menos.

Los precios de venta, en el periodo 1971 - 1974, han sido los siguientes:

ACEITE	PRECIO DE VENTA (\$/Kg)			
	1971	1972	1973	1974
Telimón	85.00	65.00	62.50	110.00
Citronela	47.00	37.00	35.00	70.00

7. PROBLEMAS

Los problemas más sobresalientes han sido los siguientes:

- I. Manejo del pasto. El volumen a manejar es grande, dando como resultado el uso de bastante mano de obra y por consiguiente elevación del costo de manufactura de los aceites.
- II. Eliminación del pasto. Este problema se tendrá que resolver tomando en cuenta las posibles utilizations de dicho pasto en áreas de mayor provecho.
- III. Materia prima. Este problema se está resolviendo con una mejor planeación de nuevos cultivos, aumento de los precios de compra y mejores rendimientos por hectárea en el campo.

CAPITULO III

DISEÑO Y CALCULOS DE LOS

EQUIPOS

1. DESTILADOR
2. CAMPANA DE DESTILACION
3. CONDENSADOR
4. SEPARADOR DE ACEITE-ACUA
5. EQUIPOS AUXILIARES

1. DESTILADOR

En el diseño y tamaño del destilador se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

I. Volumen de líquido a destilar por barcada y cámara libre de destilación.

II. Cantidad mínima de materia prima a destilar en caso de otro tipo de pruebas.

Para la consideración I, se hicieron mediciones con el fin de determinar el volumen de las aguas de condensados por barcada a destilar.

Los datos obtenidos pueden verse en la siguiente tabla:

T A B L A I
VOLUMEN DE LAS AGUAS DE CONDENSADOS

<u>Fecha</u>	<u>Número de mediciones</u>	<u>Tiempo de destilación (minutos)</u>	<u>Presión de vapor (Kg/cm²)</u>	<u>Volumen (litros)</u>
Febrero/1972	1	40	2.5	490
	2	40	2.5	510
	3	40	2.5	520
Abril/1972	1	40	2.5	520
	2	45	3.0	560
	3	45	3.0	560
Julio/1972	1	45	3.0	570
	2	45	3.0	575
	3	45	3.0	575
Septiembre/1972	1	45	2.8	600
	2	45	3.0	580
	3	45	3.3	560
Noviembre/1972	1	45	3.1	590
	2	45	2.5	630
	3	45	2.5	630
Diciembre/1972	1	45	3.0	595
	2	40	2.8	615
	3	40	2.8	610
Enero/1973	1	40	2.5	580
	2	45	2.5	620
	3	45	2.5	620
Febrero/1973	1	40	2.5	550
	2	40	2.8	540
	3	40	2.8	550

Tomando el promedio se tiene:

$$\text{Promedio} = \frac{11,405}{20} = 570.25 \text{ litros}$$

Se puede ver en la tabla I que los volúmenes más altos observados son en los meses de lluvias y nunca mayores de 630 litros por barcada con tiempos normales de destilación. Se tomó este volumen máximo para el cálculo del destilador.

En la consideración II, se decidió que para evaluación de pruebas de rendimientos, calidad, etc., para nuevas plantas aromáticas o variedades experimentales de telimón y citronela, con una cantidad de 500 gramos por barcada de aceite esencial, sería suficiente. Por otro lado se sabe que las plantas aromáticas cuando menos tienen el 0.2% de aceite esencial, por lo que se necesitaba que el destilador cuando menos tuviera una capacidad de 250 Kg de pasto. Como antes se vió, en el capítulo II, al destilador del proceso le cabían 2.5 Ton de pasto en un volumen de 7.6 m³, por lo que el destilador piloto debe tener un volumen de 0.754 m³ como mínimo.

También, según experiencias de laboratorio efectuadas en Guatemala, se encontró que cuanto mayor es la relación H/D (altura/diámetro del destilador) tanto mayor es la eficiencia de extracción y la cantidad de vapor utilizada para la destilación es menor por cantidad de aceite obtenido. Para fines prácticos se encontró que esta relación debe estar entre 1.5 a 2.5 .

C A L C U L O S :

$$\text{Volumen mínimo necesario} = 0.754 \text{ m}^3$$

* Suponiendo un diámetro de: 80 cm

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H$$
$$0.754 = \frac{3.1416 \times (0.8)^2}{4} H$$
$$H = \frac{3.02}{3.1416 \times 0.64} = \frac{3.02}{2.01} = 1.5 \text{ m}$$

Relación: $H/D = 1.5 \text{ m}/0.8 \text{ m} = 1.88$

Tomando estas medidas se ve que:

Volumen promedio del líquido a destilar = 630 litros

$$(h)_m = \frac{4 V}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.630}{3.1416 \times (0.8)^2} = 1.25 \text{ m}$$

$(h)_m$ = altura del líquido a volumen máximo

$$(h)_{\text{libre}} = \text{altura libre} = 1.5 - 1.25 = 0.25 \text{ m}$$

Resultando que la altura libre o cámara de ebullición va de 0.25 a 0.36 m, o en volumen, de 124 a 184 litros. Se consideró adecuada esta cantidad tomando en cuenta que:

1. El líquido solo hervirá en forma moderada
2. Por experiencia en destiladores de este tipo
3. Aún en caso de haber arrastre del líquido, no afectará en nada a los condensados obtenidos.

El destilador es giratorio sobre un eje lateral el cual está corrido hacia la parte inferior un 15% del centro geométrico. Esto es para agilizar la descarga, en caso de pruebas con plantas, por la misma boca del destilador, con solo hacerlo girar sobre el eje. Se sujeta en su posición vertical por medio de un pasador.

Alrededor de la boca del destilador tiene una canal circular, de 10 cm de ancho por 10 cm de profundidad, para formar el sello hidráulico.

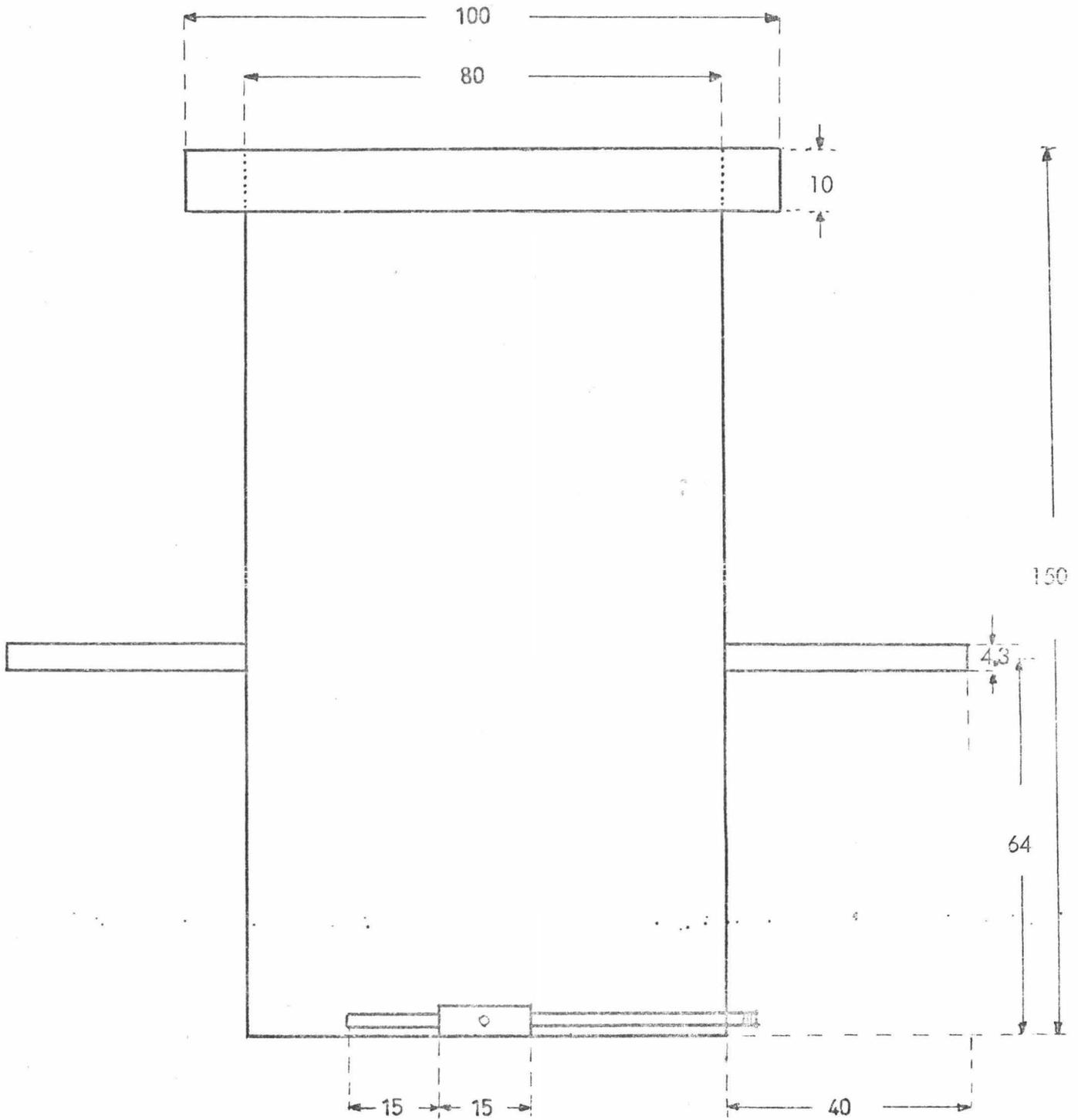
lico. Todo el destilador está hecho con lámina de fierro negro del número 12.

Unido al fondo del destilador está el distribuidor de vapor, cuya forma y dimensiones pueden verse en las figuras de las páginas número 26 y 27 .

En la parte lateral inferior existe una salida del líquido destilado con una válvula de 2" de diámetro.

Este destilador está soportado en dos patas triangulares de ángulo de fierro de $2 \times 1/4$ de pulgada, cuyas dimensiones se detallan en las figuras de las páginas número 28 y 29 . Están calculadas para permitir el giro del destilador y contrarrestar el efecto de volteo.

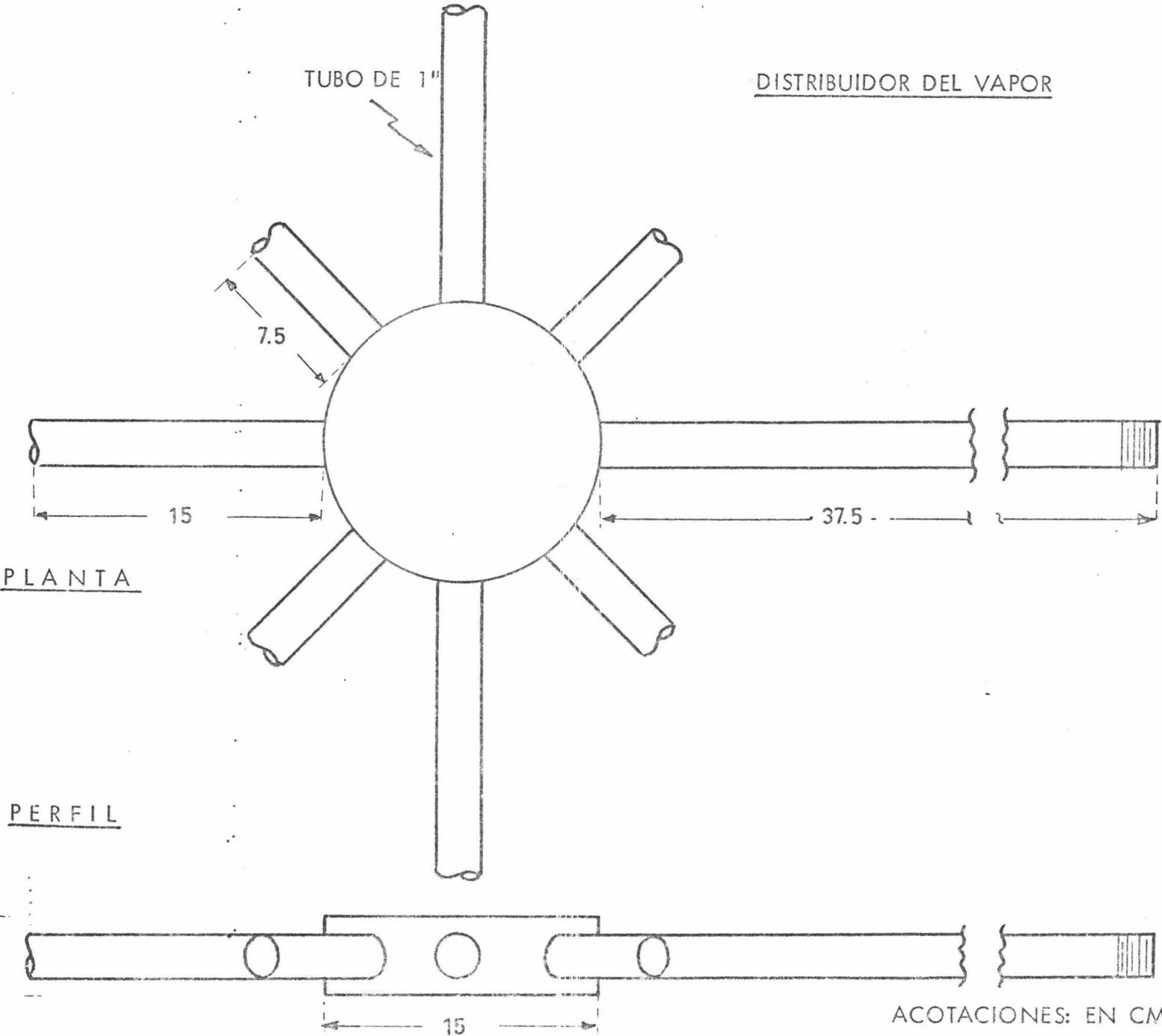
DESTILADOR



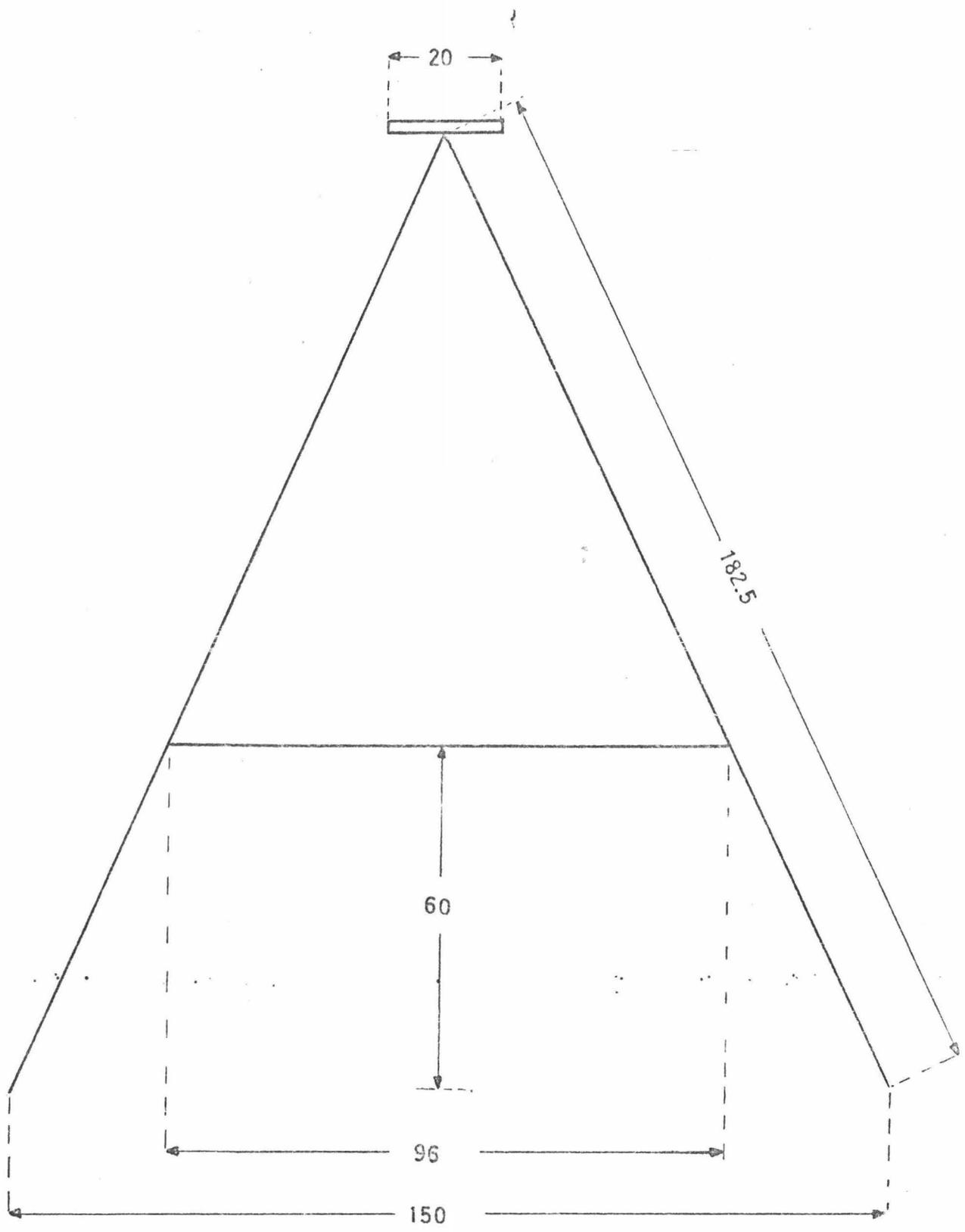
ACOTACIONES : EN CM .

ESCALA 1 : 10

DISTRIBUIDOR DEL VAPOR



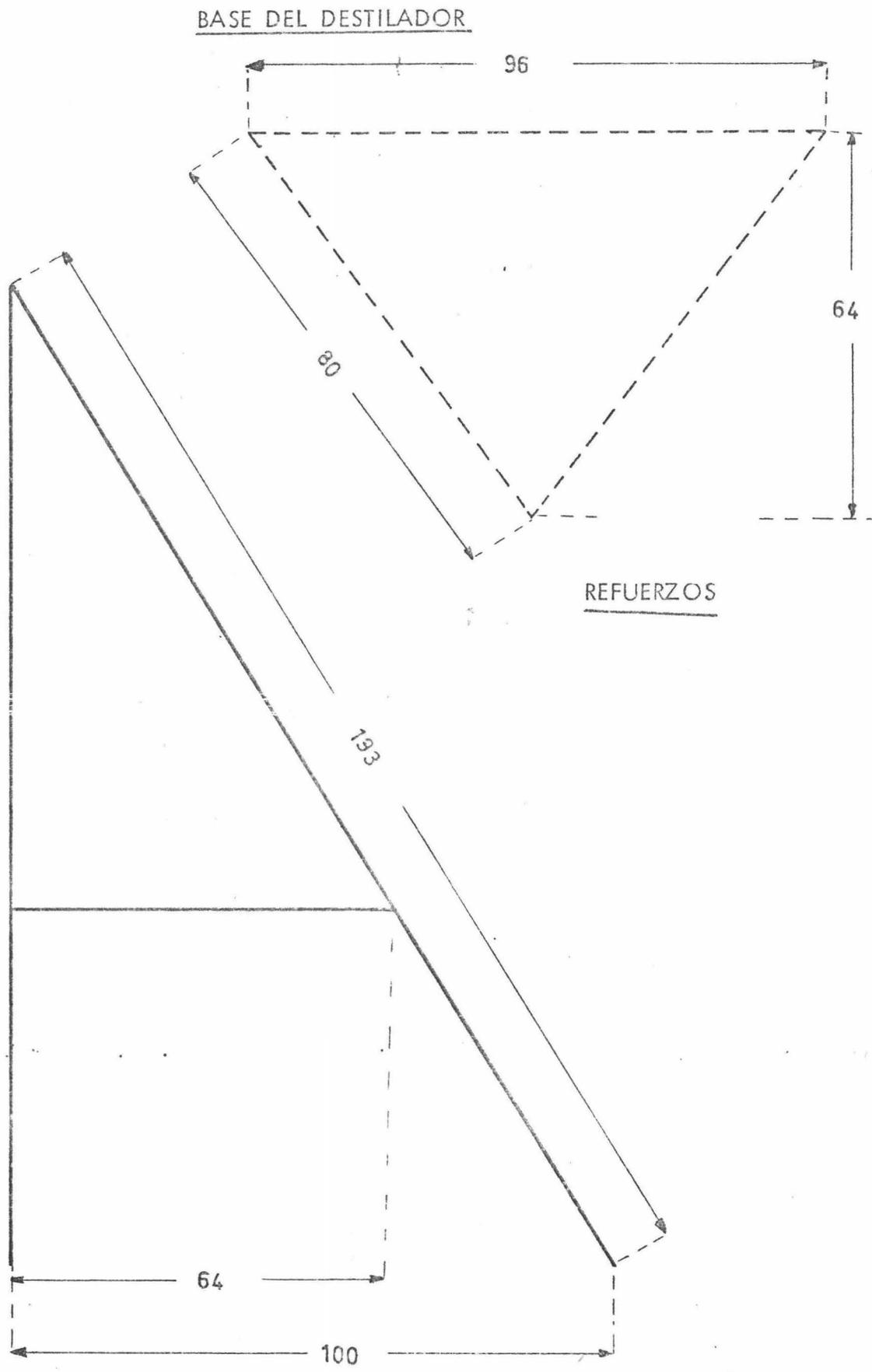
BASE DEL DESTILADOR



FRENTE

ACOTACIONES: EN CM.

ESCALA 1 : 10



BASE DEL DESTILADOR

96

64

80

REFUERZOS

133

64

100

PERFIL

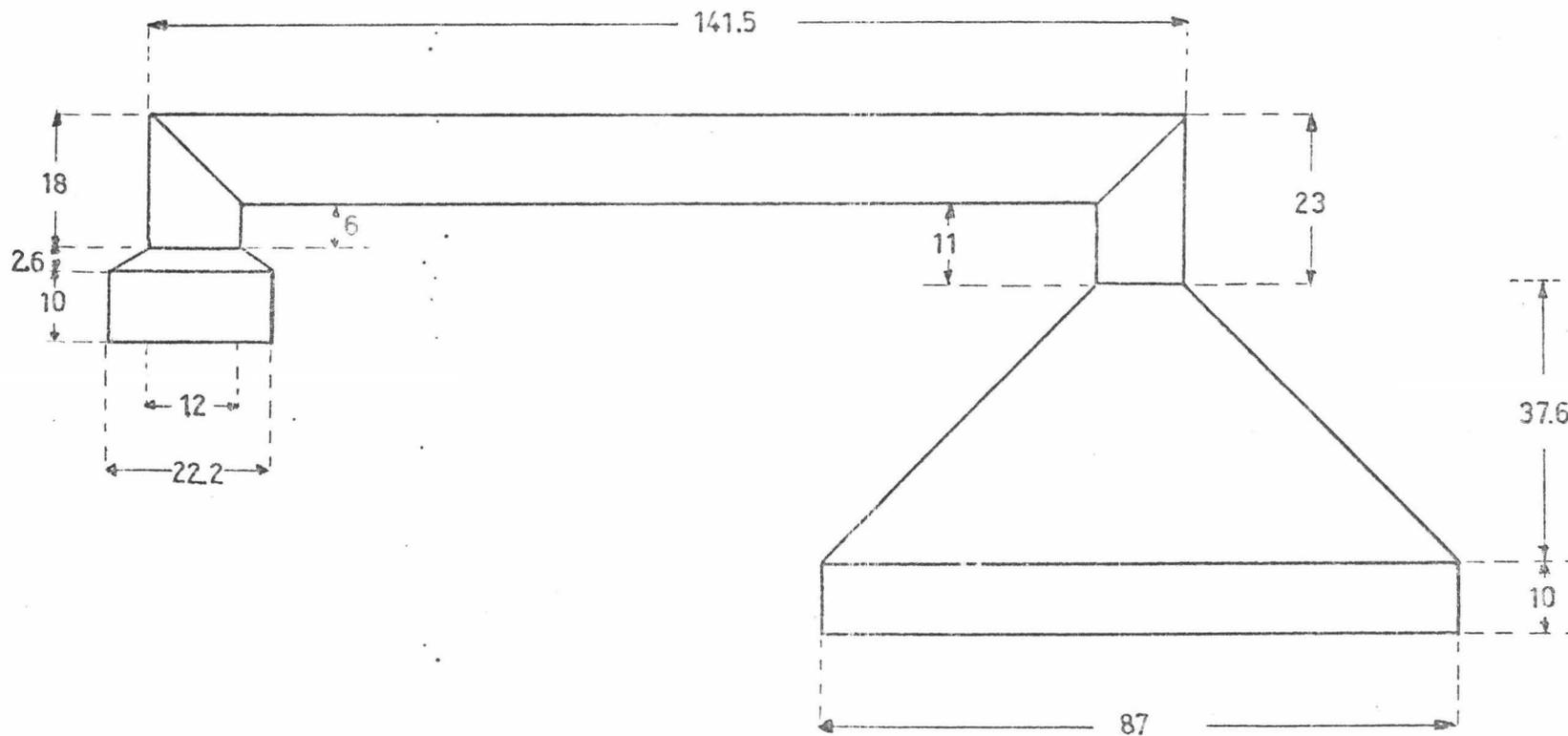
ACOTACIONES: EN CM.

ESCALA 1 : 10

2. CAMPANA DE DESTILACION

La campana de destilación es la que sirve para conducir los vapores que se producen en el destilador y llevarlos al condensador. Está hecha con lámina galvanizada número 20 . Las dimensiones están de acuerdo a la boca del destilador y a la del condensador y puede apreciarse en la figura de la página número 31.

CAMPANA DE DESTILACION



ACOTACIONES : EN CM.

ESCALA 1 : 10

3. CONDENSADOR

El condensador sirve para enfriar los vapores y volverlos al estado líquido. Su tamaño está en función de la cantidad de vapores a condensar, la temperatura de ellos, y de la cantidad y temperatura del agua de enfriamiento. Está construido de aluminio y acero inoxidable para evitar la descomposición catalítica del aceite esencial que ocurre cuando se emplea fierro negro.

CALCULO:

Para efectuar los cálculos de las dimensiones del condensador se toman como base las experiencias del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura del Brasil, quienes han experimentado ampliamente en el campo de los aceites esenciales.

" Para cada metro cúbico de capacidad del destilador se utilizan dos metros cuadrados de superficie de enfriamiento del condensador".

También " cada metro cúbico de pasto de telimón debe recibir 50 kilogramos de vapor saturado a una presión de 3 kilogramos por centímetro cuadrado para ser correctamente destilado ".

Tomando en cuenta esto se tendrá:

1 m³ de destilador necesita 2 m² de superficie de enfriamiento

0.754 m³ del destilador piloto necesitará X superficie de enfriamiento

$$\text{Por lo que: } X = \frac{2 \text{ m}^2 \times 0.754 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.51 \text{ m}^2$$

Superficie de enfriamiento necesaria: 1.51 m²

Usando tubos de aluminio de 1 pulgada de diámetro:

Diámetro exterior : 1" = 2.54 cm

Diámetro interior: $13/16'' = 2.0651 \text{ cm}$

Longitud del tubo: 200 cm

$$\begin{aligned} \text{Arca de un tubo} &= \pi D L = 3.1416 \times 2.54 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} = \\ &= 1,596.0 \text{ cm}^2 = 0.1596 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Número de tubos} = \frac{1.51 \text{ m}^2}{0.1596 \text{ m}^2} = 10 \text{ tubos}$$

Esta superficie de enfriamiento calculada se triplicó a 31 tubos por los siguientes criterios prácticos experimentales:

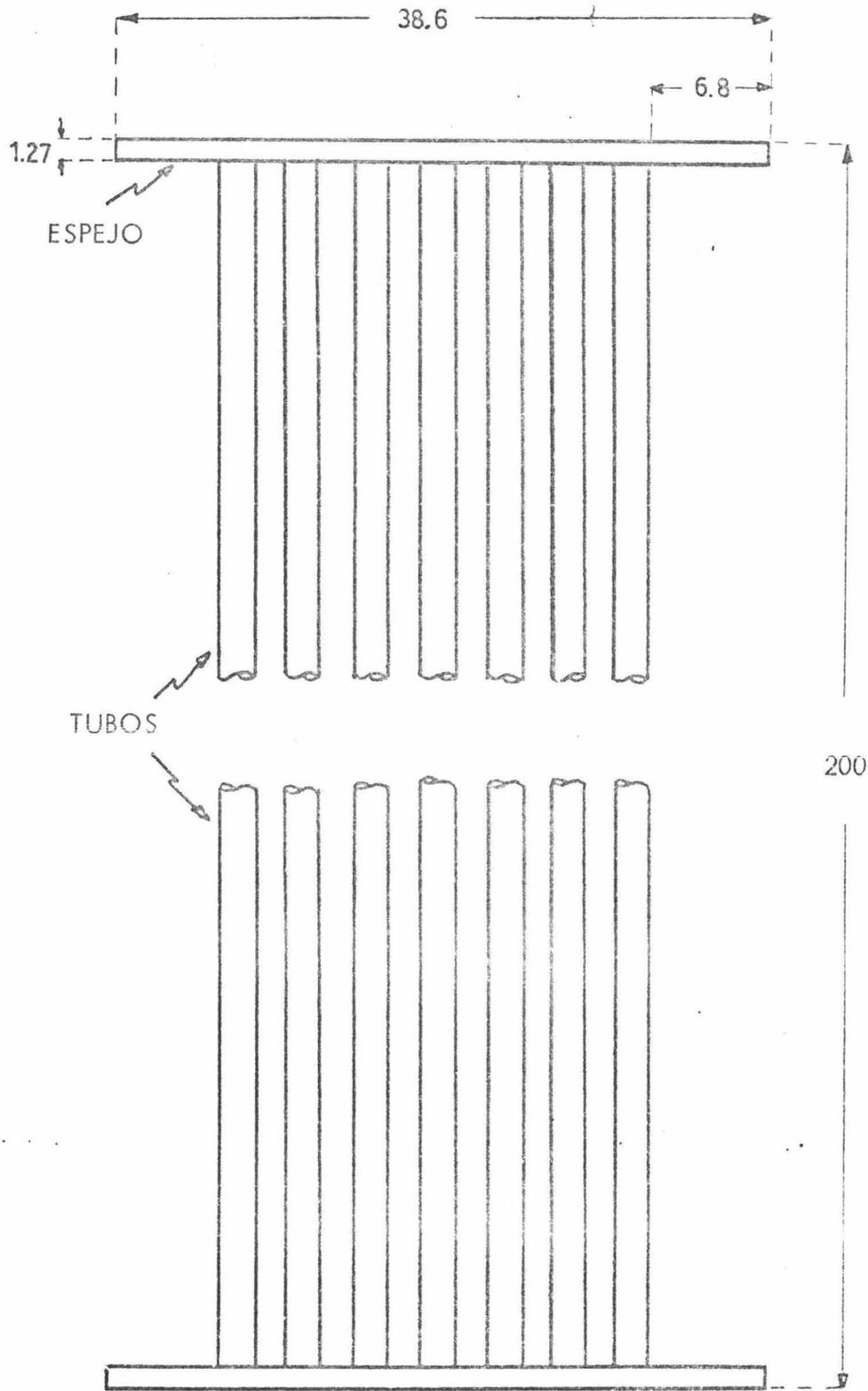
- 1) La velocidad de destilación deberá ser del doble de la normalmente utilizada debido al tiempo disponible entre barcadas.
- 2) La cantidad de agua de enfriamiento debería ser mínima para no afectar en forma notable la cantidad utilizada en el proceso de destilación de la fábrica.
- 3) Se dió un factor de seguridad para el caso que se destilaran otras plantas aromáticas que probablemente necesitarán más vapor por hora para llevar a cabo una buena destilación.
- 4) El agua de enfriamiento proviene de un arroyo, el cual en época de lluvias se vuelve lodoso, pudiendo llegar a ensuciar la superficie de los tubos, disminuyendo con esto la transferencia de calor.

Se tomaron 31 tubos para conservar la simetría en el arreglo escogido también. Se utilizó un arreglo triangular en los tubos. No se utilizaron baffles deflectores para evitar un mayor ensuciamiento en los tubos. La carcaza se construyó con lámina negra, con junta de expansión central y dividida longitudinalmente en dos para poder efectuar revisiones oculares periódicas.

En los cabezales del condensador se utilizó lámina de acero inoxidable con las dimensiones y formas que pueden apreciarse en las figuras de las páginas número 37 y 38.

El condensador está soportado por 2 bases triangulares y tiene una posición inclinada de 45° con respecto a la vertical por cuestiones de las alturas requeridas.

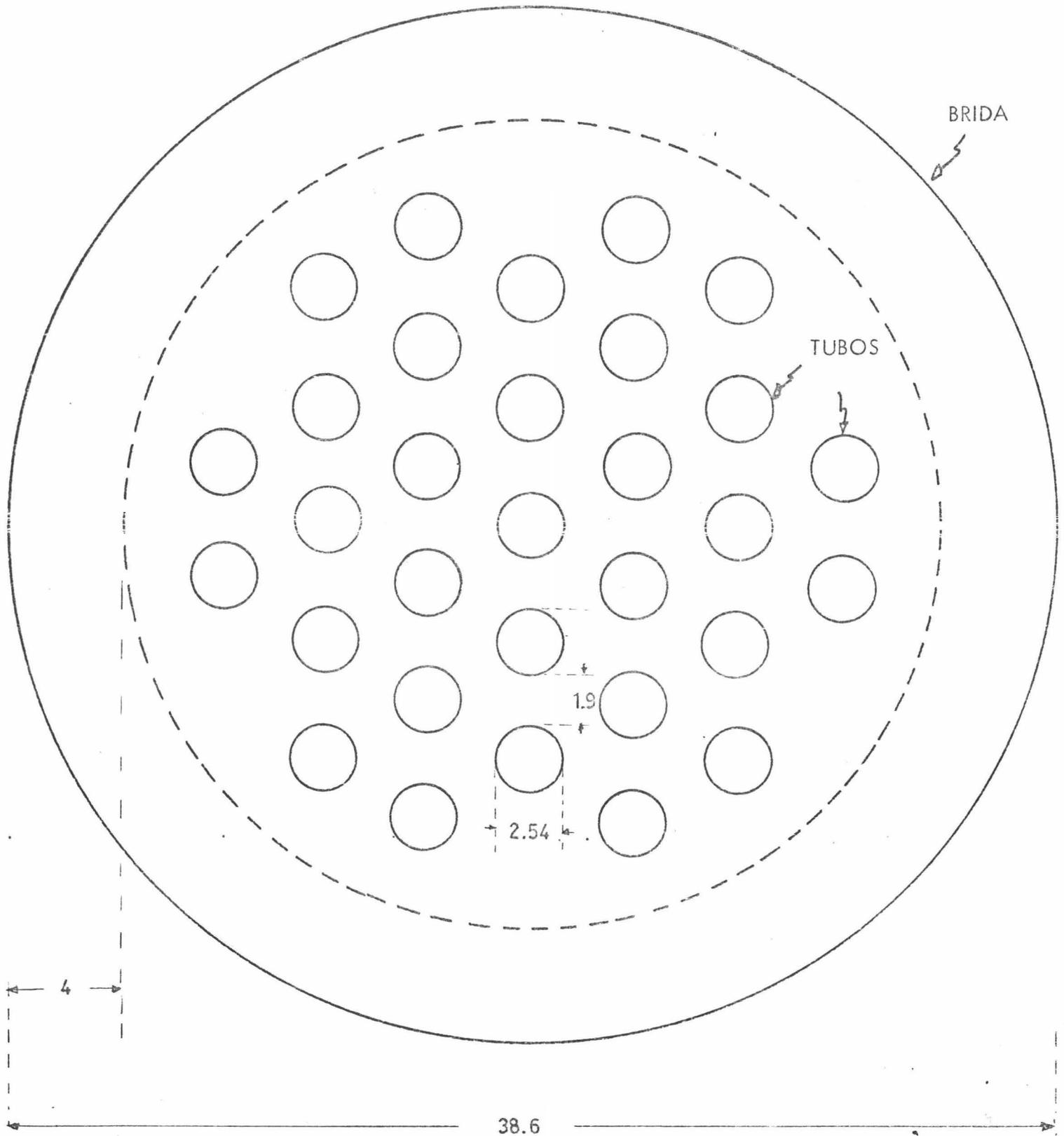
CORTE LONGITUDINAL
DEL CONDENSADOR



ACOTACIONES: EN CM.

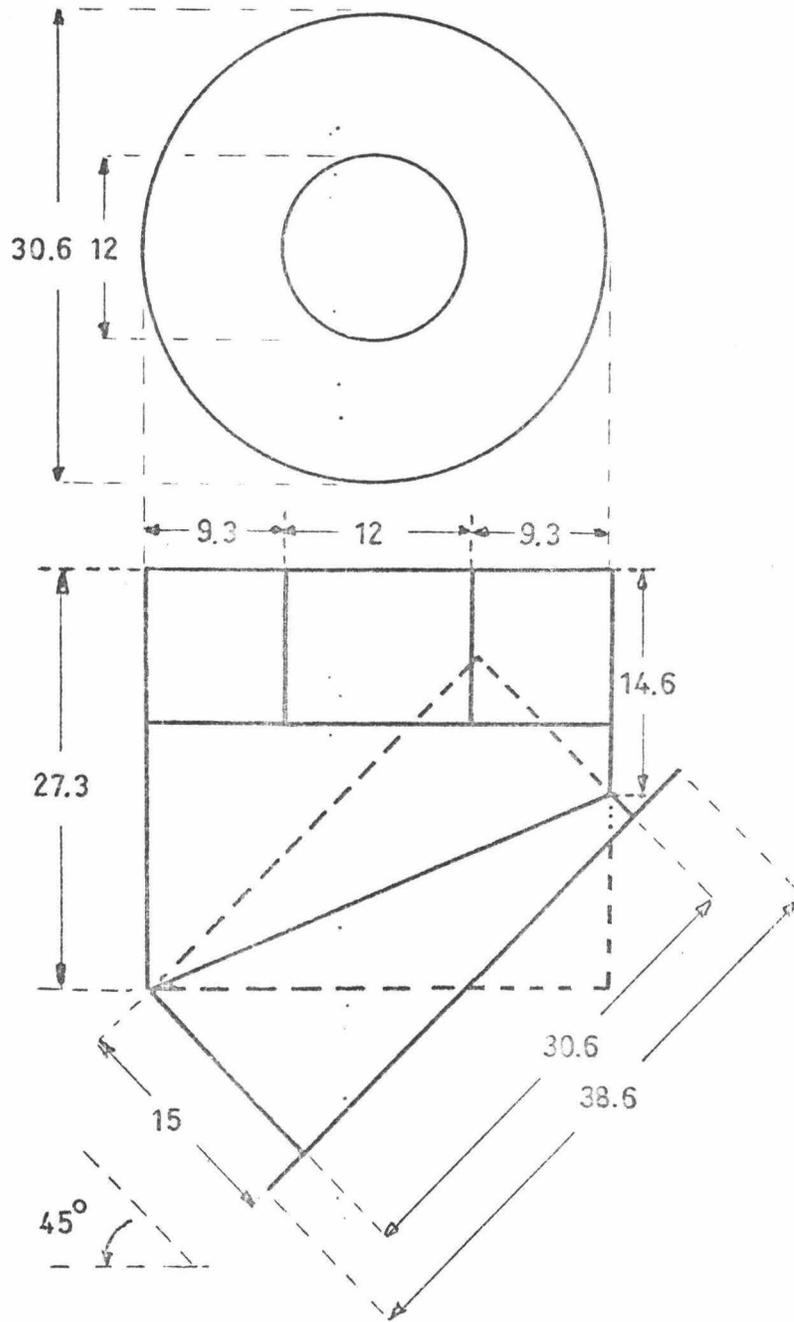
ESCALA 1 : 4

SECCION TRANSVERSAL
DEL CONDENSADOR

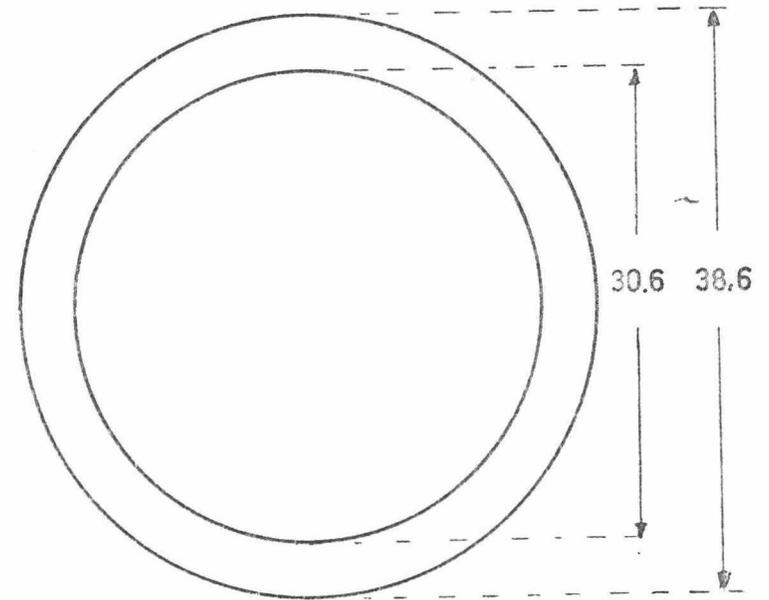


ACOTACIONES: EN CM.

ESCALA: 1 : 2



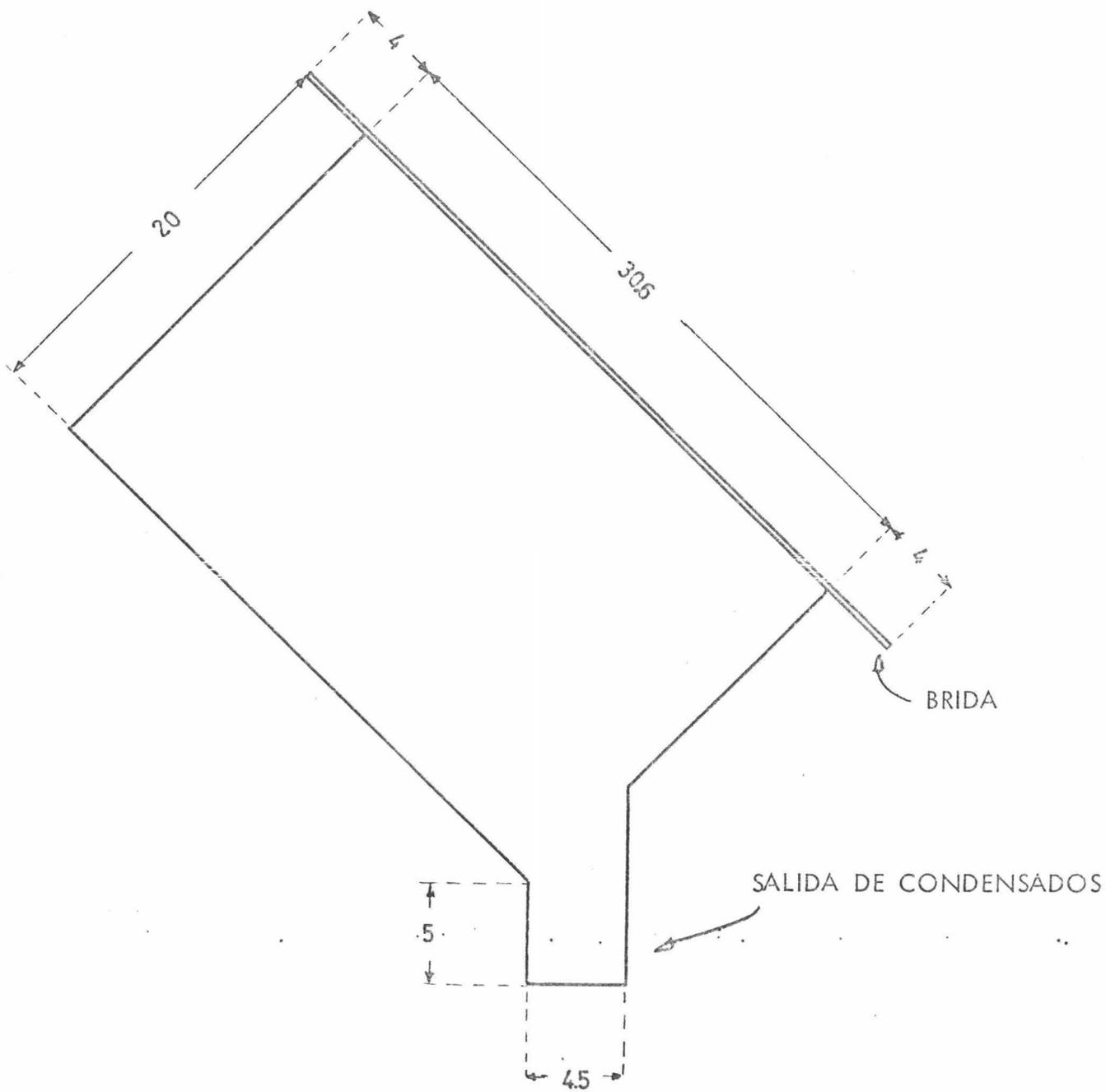
UNION Y SELLO HIDRAULICO
DEL CONDENSADOR CON LA
CAMPANA DE DESTILACION



ACOTACIONES: EN CM.

ESCALA 1 : 5

TAPA INFERIOR DEL CONDENSADOR

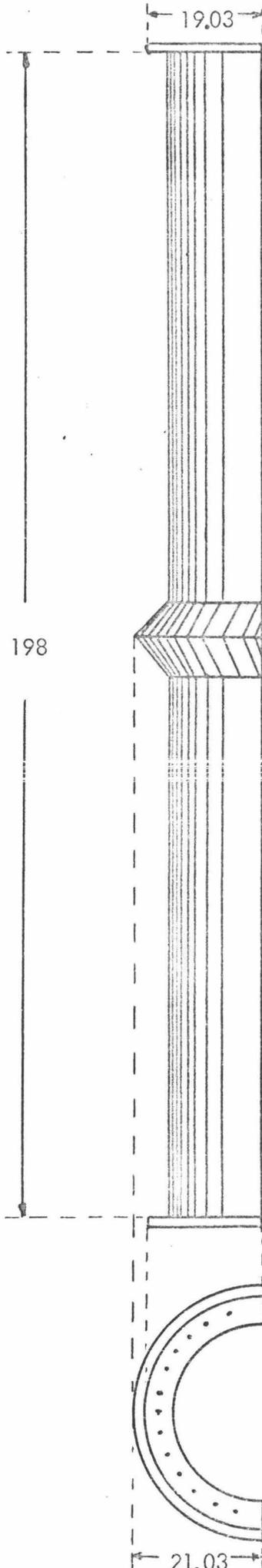


BRIDA : 18 TORNILLOS DE 1 3/4" x 1/4"

ACERO INOXIDABLE

ACOTACIONES: EN CM.

ESCALA 1 : 3



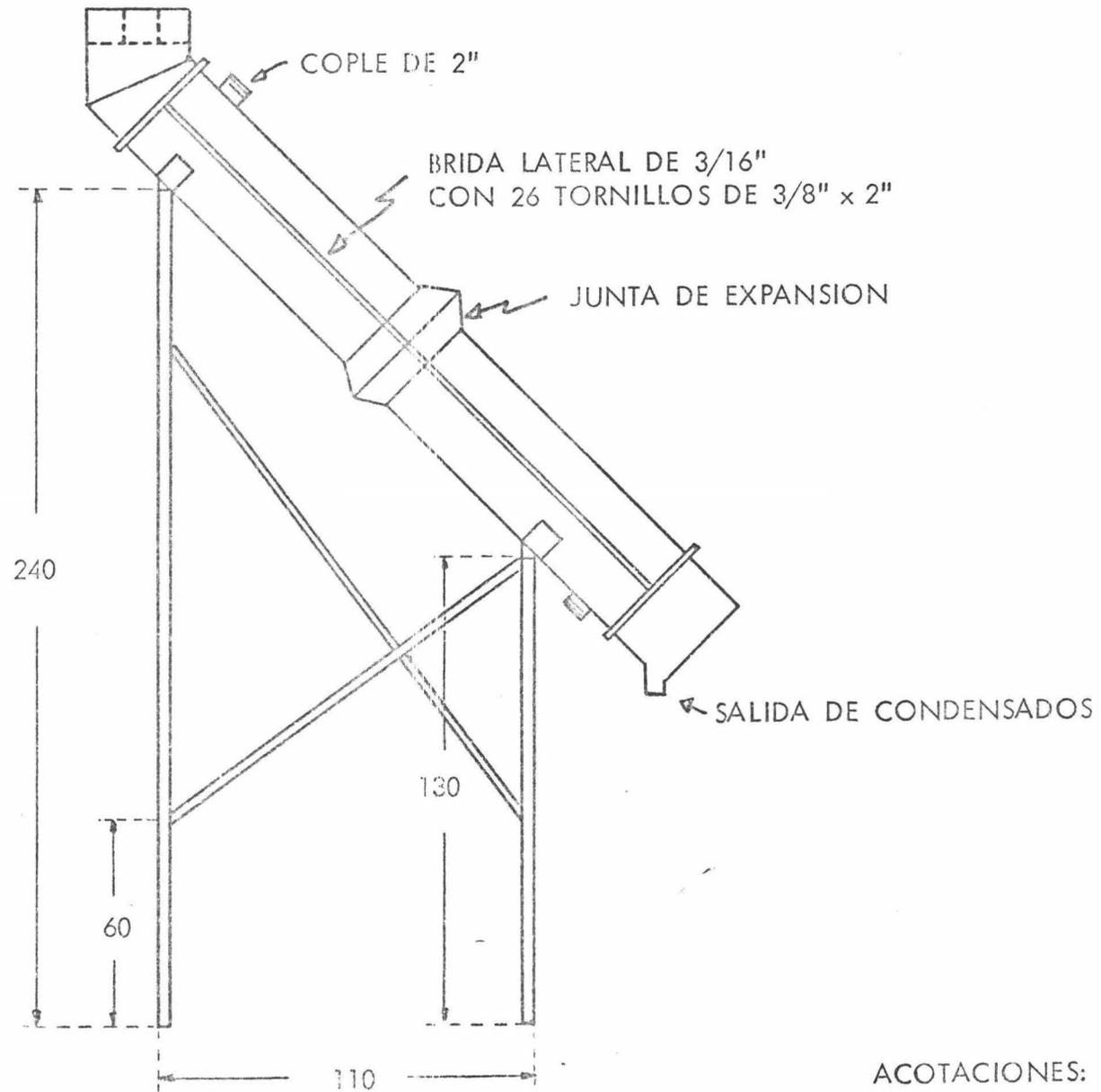
CARCAZA
DEL
CONDENSADOR

LAMINA # 12

BRIDA DE 3/32"
CON 26 TORNI-
LLOS DE 3/8" x 2"

ACOTACIONES: EN CM.
ESCALA 1:10

BASES Y POSICION DEL CONDENSADOR



ACOTACIONES: EN CM.
ESCALA 1:20

4. SEPARADOR DE ACEITE-ÁGUA

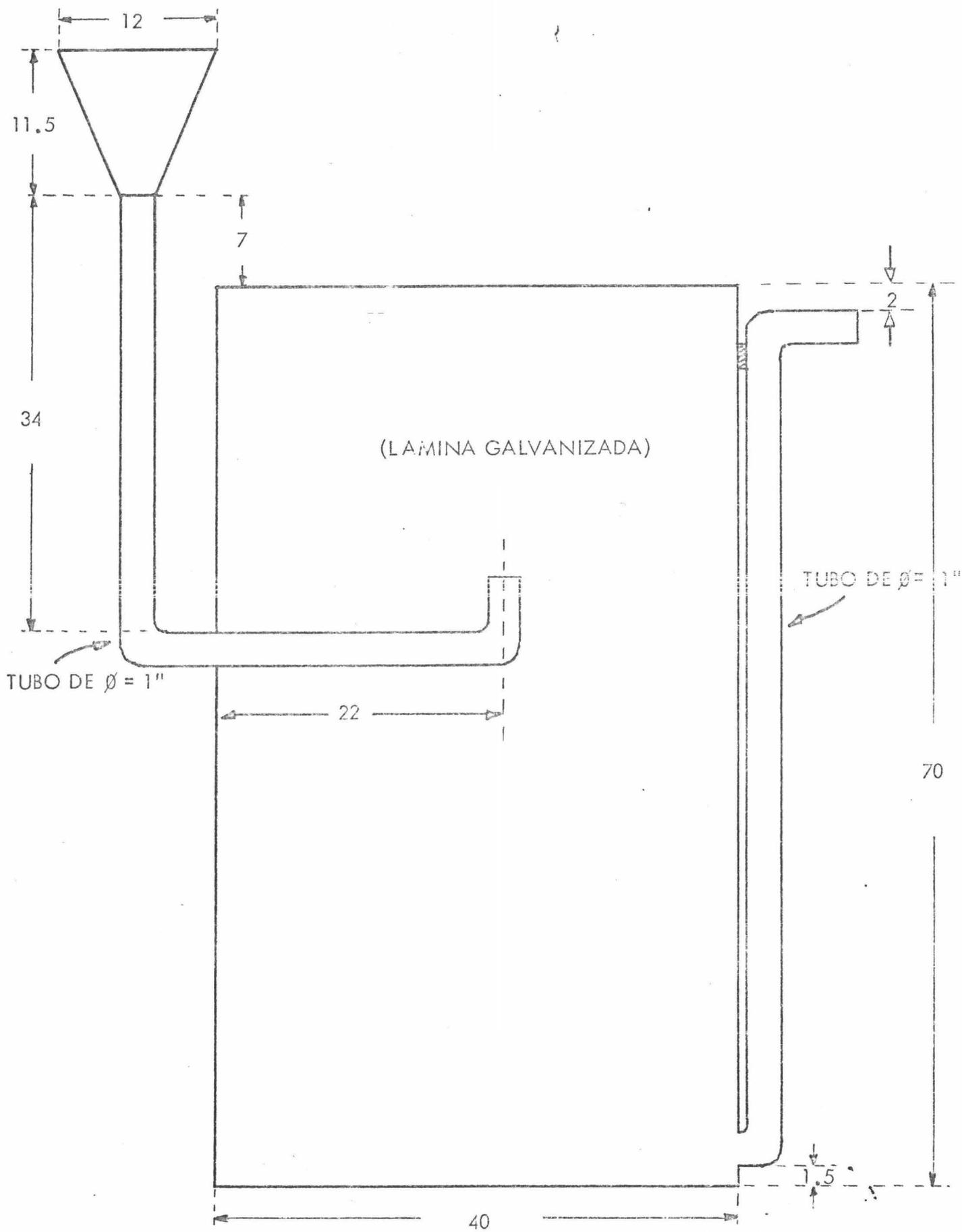
Su función principal es recibir los condensados (mezcla de aceite esencial y agua) y permitirles un reposo para que los aceites se separen del agua por las diferentes densidades de uno y otro.

Consiste este en un cuerpo cilíndrico que tiene una entrada de condensados en la parte lateral media y una salida del agua en la parte lateral inferior.

Las dimensiones están calculadas para que todos los condensados tengan, cuando menos, una hora de reposo en este separador, tiempo necesario y suficiente para que la separación total se lleve a cabo.

Estas dimensiones pueden apreciarse en el dibujo de la página número 42 .

VASO SEPARADOR DE ACEITE-AGUA



ACOTACIONES: EN CM.
ESCALA 1:4

5. EQUIPOS AUXILIARES

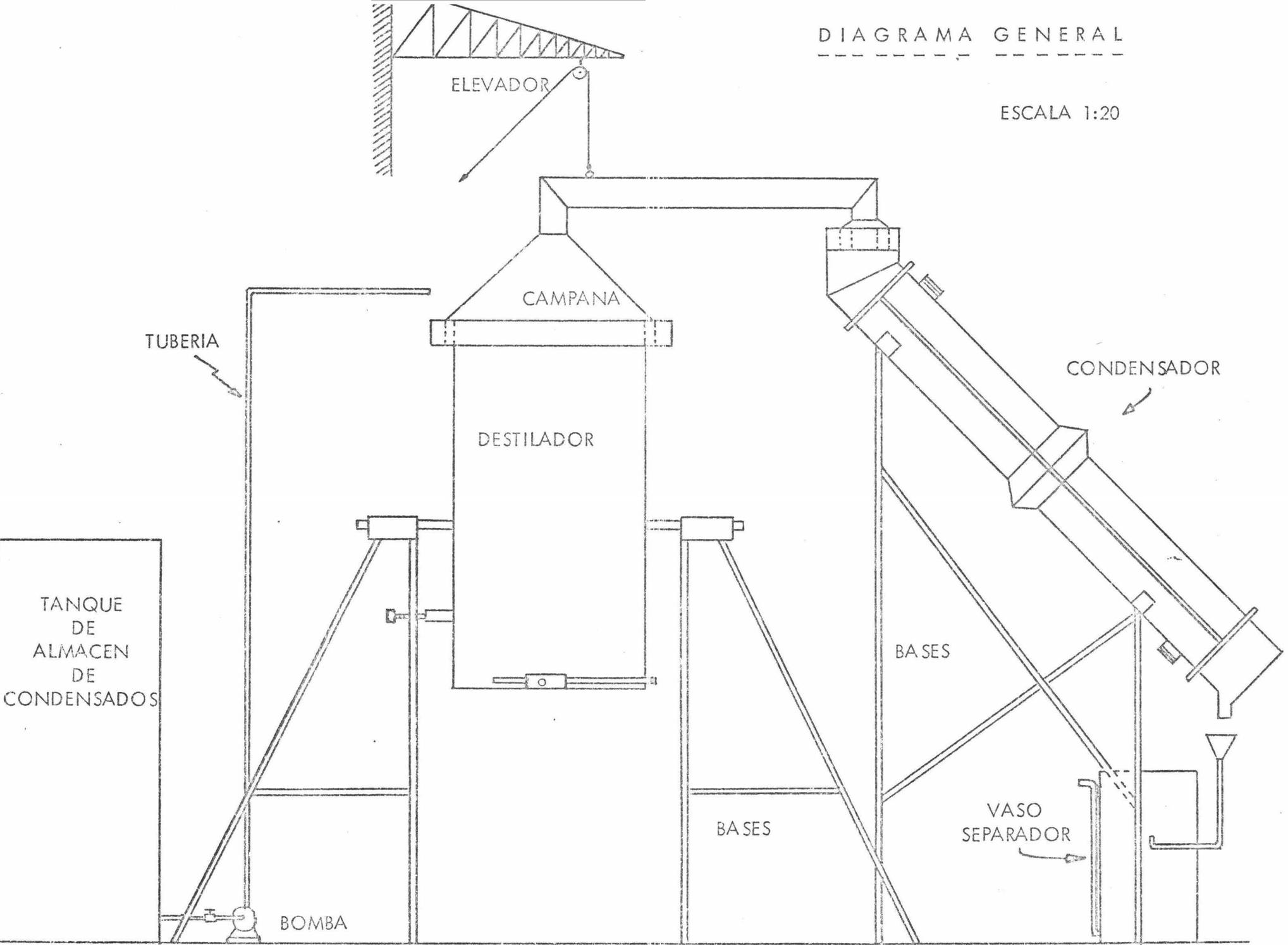
Como equipos auxiliares se tienen:

- 1) Una bomba centrífuga con motor de $\frac{1}{4}$ HP y que sirve para elevar los condensados hasta la boca del destilador piloto (2.5 m de altura). Su capacidad es de 5,500 litros por hora, por lo que el tiempo de llenado del destilador piloto es de 6 minutos (530 litros de condensados).
- 2) Un mecanismo manual con poleas para poder subir y bajar la campana de destilación cuando se necesita, lo cual sucede en cada barcada.
- 3) Un tanque de almacenamiento de los condensados del proceso ya que este no puede pararse a esperar que el destilador piloto quede desocupado. Su capacidad es de 680 litros.

Estos equipos auxiliares pueden apreciarse en la figura de la página número 44.

DIAGRAMA GENERAL

ESCALA 1:20



CAPITULO IV

CONDICIONES DE OPERACION

Y DESTILACION

1. CARGA DEL DESTILADOR
2. DESTILACION
3. AGUA DE ENFRIAMIENTO
4. DESCARGA DEL DESTILADOR

CONDICIONES DE OPERACION Y DESTILACION

En este capítulo se verán las condiciones necesarias para la operación del equipo piloto y para efectuar la destilación adecuadamente.

1. CARGA DEL DESTILADOR

Como antes se indicó, la mezcla líquida a destilar es la que está formada por los condensados que se producen en el proceso de la destilación de los pastos de telimón y citronela.

El volumen de ella puede variar en cada barcada y estas variaciones pueden observarse en la tabla I. Su temperatura varía de 26°C a 30°C. Puede contener hasta un 0.3% en peso de aceite esencial.

Esta mezcla líquida a destilar se recoge en un tanque de almacenamiento durante los 40 ó 45 minutos que dura la destilación. De acá se envía al destilador del equipo piloto por medio de una bomba centrífuga, para lo cual se levanta la campana de destilación por medio de las poleas y un cable, y se hace girar una tubería galvanizada hacia la boca del destilador para descargar el líquido dentro de él. Previo a esto se han cerrado las válvulas de salida del destilador y la válvula de entrada del vapor y se ha puesto agua a los sellos hidráulicos, tanto del destilador como del condensador.

Se retira el tubo de descarga cuando se ha terminado de pasar todo el líquido a destilar y se baja la campana de destilación. Toda la operación de carga se efectúa en 10 minutos.

2. DESTILACION

Cuando el destilador ha sido cargado se inicia el calentamiento del líquido por medio de vapor saturado, a una presión que varía entre 2.5 y 3.0 Kg/cm², el cual entra por el distribuidor de vapor y se mezcla directamente con el líquido a destilar. A estas presiones del vapor corresponden temperaturas de 141°C y 144°C respectivamente, las cuales son necesarias para que el aceite no se descomponga por sobrecalentamientos excesivos. El tiempo de calentamiento es variable y dura de 20 a 25 minutos.

La entrada de vapor se regula con una válvula manual que hay en la línea de entrada.

Al final de este tiempo el líquido ha alcanzado una temperatura de 98°C a 100°C y empieza a evaporarse y a pasar hacia el condensador donde vuelven estos vapores al estado líquido y luego son enfriados hasta temperaturas de 27°C a 35°C al salir del condensador. Los aceites esenciales, por ser más volátiles que el agua, son los primeros en transformarse en vapor y, por lo tanto, son los primeros en destilar, ya que son arrastrados por los siguientes vapores que se están produciendo.

El tiempo que la destilación dura es de 25 minutos a partir de las primeras gotas de condensados hasta que se ha producido un 10% de condensados con respecto al volumen del líquido a destilar. Este tiempo cambia si se cambian las condiciones de destilación (presión del vapor, cantidad de vapor, etc.).

Los condensados se recogen en el separador de aceite-agua en donde reposan y se separa el aceite esencial del agua por las diferentes densidades de uno y otro, flotando el aceite y formando una delgada capa en la superficie. El agua sale continuamente por el tubo inferior pero manteniéndose una altura determinada del líquido en el interior del separador.

El aceite se recoge por medio de un colector de vidrio y se pone en un matraz de separación para quitarle el agua que aún pudiera llevar.

La cantidad de aceite obtenido se pesa y se almacena convenientemente.

3. AGUA DE ENFRIAMIENTO

El agua de enfriamiento que se utiliza para condensar los vapores se obtiene de un arroyo cercano. La temperatura de esta agua varía según las condiciones y la época del año, pero se mantiene entre 25°C y 30°C. La temperatura del agua a la salida del condensador varía más fuertemente, llegando a tener un máximo hasta de 85°C.

La cantidad de agua a utilizar se regula con una válvula manual instalada en la línea. Se puede variar desde cero hasta 80 litros por minuto existiendo una cantidad óptima intermedia según se verá en los resultados (alrededor de 30 l/minuto).

Una vez utilizada el agua en el enfriamiento se envía a una pila de filtración de arena.

Por ser agua de río se tiene el inconveniente que en época de lluvias llega muy sucia, provocando problemas de depósitos de lodos al-

rededor de los tubos.

4. DESCARGA DEL DESTILADOR

La destilación termina (más o menos a los 45 minutos) cuando se ha destilado alrededor de un 10% de condensados. Se cierra la válvula de entrada del vapor, se levanta la campana de destilación y se abre la válvula inferior de descarga del destilador para descargar el líquido ya destilado.

Una vez vacío el destilador se vuelve a cerrar la válvula y este queda preparado para una nueva barcada. Esta operación se hace en 5 minutos.

CAPITULO V

RESULTADOS

1. AGUA DE ENFRIAMIENTO
2. MESCLA ACEITE-AGUA A DESTILAR
3. CONDENSADOS
4. VAPOR
5. TIEMPOS
6. NOTAS

RESULTADOS

Los resultados de las pruebas que se hicieron se anotan a continuación, después de haber hecho algunos ajustes iniciales con destilaciones de agua solamente y tomando nota de las cantidades necesarias tanto de vapor como de agua de enfriamiento. Hubo necesidad de corregir algunos detalles como: fugas de agua del condensador, rotura del fondo del destilador, reforzamiento de las bases de los ejes del destilador, fuga de vapor en la línea de entrada y fugas de agua en la válvula de descarga del destilador, la cual finalmente hubo necesidad de cambiarla.

El número de experiencias que se hicieron fueron ocho en un periodo de 5 días.

Para facilidad de observación se han distribuido todos los datos en varias tablas, pues estos servirán para el análisis económico que se hace en el capítulo VI.

T A B L A I I

1. AGUA DE ENFRIAMIENTO

	Número de experiencia								<u>Promedios</u>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	
Gasto promedio (l/min)	30	32	30	30	29	28	20	26	28.125
Tiempo de enfriamiento (min)	35	35	35	35	37	36	34	35	35.25
Cantidad total (l)	1 050	1 120	1 050	1 050	1 073	1 008	680	910	992.62
Temperatura de entrada (°C)	29	27	27	29	29	30	28	27	28.25
Temperatura de salida (°C)	76	56	70	76	68	78	80	80	73.1

T A B L A I I I

2. MEZCLA ACEITE-AGUA A DESTILAR

	Número de experiencia								<u>Promedios</u>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	
Cantidad inicial (l)	430	417	470	442	455	480	454	490	455
Cantidad final (l)	550	515	556	570	527	570	537	563	549
Aumento por condensación del vapor (l)	120	98	86	128	72	90	83	78	94.375
Temperatura inicial (°C)	29	26	30	28	27	28	29	30	28.375
Temperatura final (°C)	98	99	99	99	98	99	99	98	98.625

T A B L A IV

3. CONDENSADOS

	Número de experiencia								<u>Promedios</u>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	
Gasto promedio (l/min)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	1.9	2.1	2.2	2.025
Cantidad total (l)	50	50	50	50	60	55	50	55	52.5
Temperatura al salir del condensador (°C)	29	27	29	35	31	31	30	28	30
Temperatura en el separador (°C)	30	29	32	34	30	30	29	31	30.625
Aceite obtenido (g)	376	307	366	295	310	350	274	444	340.25
Citral (%)	90	89	90	90	88	89	88	90	89.25

T A B L A V

4. VAPOR

	Número de experiencia								<u>Promedios</u>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	
Tiempo de calentamiento (min)	21	20	25	20	20	22	23	25	22
Tiempo de destilación (min)	25	25	25	25	27	26	24	25	25.25
Presión manométrica (Kg/cm ²)	2.75	2.5	2.5	2.75	2.75	2.7	2.8	2.8	2.69
*Cantidad utilizada (Kg)	170	148	136	178	132	145	133	133	146.875

* Sumando el aumento por condensación dentro del destilador más los condensados obtenidos.

Nota: Los gramos de aceite obtenidos no se incluyen en los condensados por ser cantidades mínimas.

T A B L A V I

5. TIEMPOS

	Número de experiencia.								Promedios
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Carga del destilador (min)	7	6	8	7	7	8	7	8	7.25
Descarga del destilador (min)	7	5	6	8	5	8	6	8	6.625
Recolección del aceite (min)	10	10	12	10	12	12	10	10	10.75
Análisis de la muestra (horas)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Tiempos muertos (min)	10	8	-	5	8	1.5	7	-	6.625

NOTAS:

1. El agua de enfriamiento se dejaba correr unos 5 minutos antes que empezara la destilación y se paraba 5 minutos después de haber terminado dicha destilación.
2. Para conocer el volumen del vapor condensado dentro del destilador se medía la altura del líquido antes y después de la destilación y la diferencia se multiplica por el área del destilador.
3. Los condensados se fijaron en 50 litros, más o menos, porque con esta cantidad de destilación se encontró que había seguridad en cuanto a haber agotado la mezcla aceite-agua por destilación.
4. Se utilizó vapor saturado a baja presión para evitar que el aceite sufriera sobrecalentamientos que pudieran afectar su calidad.
5. Los tiempos muertos se deben a varias causas: taponamiento de la bomba centrífuga de carga, mediciones de los flujos y de las temperaturas, etc.

CAPITULO VI

ANALISIS ECONOMICO

1. COSTO DE LOS EQUIPOS
2. COSTO DE PRODUCCION
 - a) Mano de obra
 - b) Servicios
 - c) Almacenaje
3. GASTOS DE OPERACION
 - a) Mantenimiento
 - b) Laboratorio de control de calidad
 - c) Supervisión
4. GASTOS DE VENTA
 - a) Fletes
 - b) Impuestos sobre ingresos mercantiles
5. EVALUACION ECONOMICA

1. COSTO DE LOS EQUIPOS

El equipo necesario para la destilación fue construido en la planta por el personal de mantenimiento en horas de trabajo y tiempos extras. Los materiales necesarios se adquirieron en la localidad.

En el costo de cada equipo se incluye la mano de obra de la construcción, los materiales empleados y la pintura y acabado de los mismos.

<u>EQUIPO</u>	<u>COSTO (\$)</u>
Destilador	1,500.00
Campana de destilación	450.00
Condensador	2,800.00
Separador	350.00
Bomba centrífuga	1,000.00
Tuberías	1,200.00
Instalaciones	900.00
Otros	400.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 8,600.00

2. COSTO DE PRODUCCION

Para poder operar el destilador piloto se necesita lo siguiente:

a) Mano de obra directa

1 operador por turno a \$ 35.00 diarios	1,050.00
(La planta trabaja 2 turnos al día)	<u>x 2</u>
	2,100.00
35% de gastos sobre la mano de obra (5% de Infonavit, IMSS, etc.)	<u>735.00</u>
TOTAL	\$ 2,835.00

b) Servicios

1. Agua de enfriamiento:

0.42 \$/m³

2. Vapor:

50.00 \$/Ton

3. Energía eléctrica:

80.00 \$/mes

c) Almacenaje

Envase: 0.94 \$/Kg

Almacen: 0.15 \$/Kg

3. GASTOS DE OPERACION

a) Mantenimiento

500.00 \$/mes

b) Laboratorio de control de calidad

500.00 \$/mes

c) Supervisión

600.00 \$/mes

4. GASTOS DE VENTA

a) Fletes

280.00 \$/Ton neta (de Metapa, Chis., a México, D.F.)

b) Impuestos sobre ingresos mercantiles

AETSA goza de exención de este tipo de impuesto, por la parte federal, pagando únicamente la parte estatal, lo cual es de 1.8 % sobre las ventas netas.

5. EVALUACION ECONOMICA

Premisas de los cálculos:

La planta de AETSA opera durante 8 meses al año, 6 días por semana, 2 turnos por día y 6 barcadas por turno.

Se tiene:

$$\frac{8 \text{ meses}}{\text{año}} \times \frac{26 \text{ días}}{\text{mes}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{6 \text{ barcadas}}{\text{turno}} = 2,496 \frac{\text{barcadas}}{\text{año}}$$

$$2,496 \frac{\text{barcadas}}{\text{año}} \times 0.34025 \frac{\text{Kg de aceite recuperados}}{\text{barcada}} = 849.3 \frac{\text{Kg de aceite}}{\text{año}}$$

También:

$$849.3 \frac{\text{Kg de aceite}}{\text{año}} \div \frac{8 \text{ meses}}{\text{año}} = 106.163 \frac{\text{Kg de aceite}}{\text{mes}}$$

COSTOS DE PRODUCCION

a) Mano de obra:

1 operador por turno a \$ 35.00 por día	1,050.00	\$/mes
más 35% de gastos sobre la mano de obra	367.50	\$/mes
	<hr/>	
TOTAL	1,417.50	\$/mes

$$1,417.50 \text{ \$/mes/turno} \times 2 \text{ turnos} = 2,835.00 \text{ \$/mes}$$

$$\frac{2,835.00 \text{ \$/mes}}{106.163 \text{ Kg de aceite/mes}} = 26.70 \text{ \$/Kg de aceite}$$

b) Servicios:

	<u>Consumo/Kg aceite</u>	<u>\$/Servicios</u>	<u>\$/Kg aceite</u>
Vapor	0.4317 Ton	50.00 Ton	21.590
Agua de enfriamiento	2.9173 m ³	0.42 m ³	1.225
Electricidad	2.5 Kw-H	0.30 Kw-H	0.750
		<hr/>	
	TOTAL		23.565

Vapor:

Para obtener 340.25 gramos de aceite se necesitan 146.875

Kg de vapor

Para obtener 1 Kg de aceite se necesitará:

$$\frac{146.875 \text{ Kg de vapor}}{0.34025 \text{ Kg de aceite}} = 431.7 \frac{\text{Kg de vapor}}{\text{Kg de aceite}}$$

Agua de enfriamiento:

Para obtener 340.25 g de aceite se necesitan 992.62 l de agua

Para obtener 1 Kg de aceite se necesitará:

$$\frac{992.62 \text{ litros de agua}}{0.34025 \text{ Kg de aceite}} = 2,917.3 \frac{\text{litros de agua}}{\text{Kg de aceite}}$$

Electricidad:

$$80 \text{ \$/mes} \div 106.163 \frac{\text{Kg de aceite}}{\text{mes}} = 0.75 \text{ \$/Kg de aceite}$$

1 Kw-H cuesta \$ 0.30 a la planta, por lo que:

$$\frac{0.75 \text{ \$/Kg de aceite}}{0.30 \text{ \$/Kw-H}} = 2.5 \frac{\text{Kw-H}}{\text{Kg de aceite}}$$

c) Almacenaje y envase:

Almacen a razón de: 0.15 \\$/Kg de aceite

Envase a razón de: 0.94 \\$/Kg de aceite

T O T A L 1.09 \\$/Kg de aceite

COSTO DE LO VENDIDO

	<u>\$/Kg de aceite</u>
Materias primas	0.000
Mano de obra	26.700
Servicios	23.565
Almacenaje y envase	<u>1.090</u>
T O T A L	51.355

GASTOS DE OPERACION

a) Variables

Laboratorio de control de calidad	4.71	\$/Kg de aceite
Mantenimiento y refacciones	4.71	\$/Kg de aceite
Supervisión	<u>5.65</u>	\$/Kg de aceite
T O T A L	15.07	\$/Kg de aceite

Laboratorio de control de calidad:

$$500.00 \text{ \$/mes} \div 106.163 \text{ Kg aceite/mes} = 4.71 \text{ \$/Kg aceite}$$

Mantenimiento y refacciones:

$$500.00 \text{ \$/mes} \div 106.163 \text{ Kg aceite/mes} = 4.71 \text{ \$/Kg aceite}$$

Supervisión:

$$600.00 \text{ \$/mes} \div 106.163 \text{ Kg aceite/mes} = 5.65 \text{ \$/Kg aceite}$$

b) Fijos

$$\text{Depreciación} = 774.00 \text{ \$/año}$$

$$\text{Costo del equipo} = \$ 8,600.00 \text{ al } 9\% \text{ anual:}$$

$$\$ 8,600.00 \times 0.09 / \text{año} = 774.00 \text{ \$/año}$$

PRECIO DE VENTA

El precio al que se venderá el aceite esencial de telimón es de:
\$ 120.00 por Kg tomando en cuenta que el aceite tiene un alto contenido de citral, arriba de lo normal.

IMPUESTO SOBRE LA RENTA

AETSA tiene exento el 20 % del impuesto sobre la renta.

ESTADO DE RESULTADOS (1 año)

Kg de aceite vendidos	849.30 Kg
Precio de venta	120.00 \$/Kg
Venta bruta	\$ 101,916.00
Venta neta (97% V.B.)	\$ 98,858.52
Costo de venta	\$ <u>43,615.80</u>
Utilidad bruta	\$ 55,242.72
Gastos de operación	\$ 13,542.95
Gastos de venta: Fletes	\$ 237.80
ISIM (1.8% V.N.)	\$ <u>1,779.45</u>
Utilidad de operación	\$ 39,682.52
Impuesto sobre la renta	\$ 3,350.28
Reparto de utilidades (8% U.OP.)	\$ <u>3,174.60</u>
UTILIDAD NETA	\$ 33,157.64

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

1. Los cálculos económicos muestran un beneficio de: \$ 33,157.64 en un año de operación, lo cual resulta súmamente atractivo, ya que la inversión realizada en la planta se recupera en 3 meses de trabajo con este equipo.
2. El aprovechamiento de un desperdicio (aceite esencial en las aguas de condensados) es conveniente en esta época de despilfarro de recursos y de escasez de materias primas.
3. El pasto residual se puede aprovechar de diversas maneras, en vez de quemarse, tales como:
 - a) Alimento para ganado vacuno,
 - b) Como abono orgánico,
 - c) Como energético para generar vapor,
 - d) Etc.Eliminando con esto problemas de contaminación, que aunque no son muy graves en la región, conviene hacer conciencia de ello.
4. La operación integral de la planta se mejora notablemente con esta recuperación, pues cuando el contenido de citral del aceite obtenido en el proceso es bajo, se puede enriquecer con el aceite recuperado, por su alto contenido de citral.

5. El equipo en general trabajó bien, indicando con esto que los cálculos previos fueron correctos.
6. La realización de este proyecto es conveniente también desde el punto de vista social, ya que genera ocupación de mano de obra, lo cual es un problema crítico debido a que en esta región hay muy pocas industrias y la gente vive de la agricultura y la ganadería.
7. Debido a que no se pudo disponer de pasto de citronela en las fechas en que se hicieron estas experiencias, no se corrieron pruebas con recuperación de aceite de citronela.
8. Solo se logró aprovechar un 50% del aceite recuperable por destilación con arrastre de vapor, por lo que se piensa que se puede aumentar la eficiencia del proceso con una mayor experimentación.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

1. Asociación de productores de aceites esenciales
"Experimentos e investigaciones, resultados analíticos"
Número 1, de 1965
Número 2, de 1966
Número 3, de 1967
Guatemala, Centro-América.
2. Corte, B. R.
"A destilação dos oleos essenciais"
Secretaría de Agricultura. Centro de investigación agrícola.
Brasil, Sud-América. 1967 .
3. "Encyclopedia Britannica Inc."
William Benton Publisher
Chicago, Estados Unidos de Norte-América. 1969 .
4. Foust, A., Wenzel, L. A., Clump, C., Maus, L. y
Andersen, L. B.
"Principios de operaciones unitarias"
Compañía Editora Continental, S. A.
México, D. F. 1964 .

5. Gregg, L. J. F.

"Extracción por arrastre de vapor de aceite de citronela
y aceite de té limón"

Facultad de Química, U.N.A.M. Tesis Profesional. 1971 .

6. Kern, D. Q.

"Procesos de transferencia de calor"

Compañía Editora Continental, S. A.

México, D. F. 1965 .

7. Perry, J. H.

"Chemical engineering handbook"

McGraw-Hill Book Company Inc. Kogakusha Company Limited.

Tokio, Japón. 1963 .

8. Rautenstrauch, W. y Villers, R.

"Economía de las empresas industriales"

Fondo de Cultura Económica.

México, D. F. 1965 .