

2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

## "INGENIERIA BASICA PARA LA PRODUCCION DE TEQUILA"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
PRESENTAN  
JONNATHAN ANDRADE PUGA  
ALEJANDRO VAZQUEZ FRIAS



MEXICO, D. F.

266807

1998

IMPRESION  
FABRICA DE COPIAS



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

## Jurado Asignado

- PRESIDENTE: PROF. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA
- VOCAL: PROF. JORGE TRINIDAD MARTINEZ MONTES
- SECRETARIO: PROF. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ
- 1º SUPLENTE: PROF. RAMON ARNAUD HUERTA
- 2º SUPLENTE: PROF. FERNANDO DE JESUS RODRIGUEZ RIVERA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA.


FACULTAD DE QUIMICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

ASESOR DEL TEMA:

  
I.Q. JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMIREZ

SUSTENTANTES:

  
JONNATHAN ANDRADE PUGA

  
ALEJANDRO VAZQUEZ FRIAS

---

**Agradecimientos:**

**JONNATHAN ANDRADE PUGA**

**A mi madre:** Gracias por apoyarme en todas mis decisiones, ser el sustento y la fuerza de mi familia y por haberme dado la herencia más preciada, mi educación.

**A mi abuelita:** Gracias a su apoyo, cariño y comprensión he logrado concluir una de mis metas, mi carrera profesional.

**A mis tíos y primos:** Gracias por estar conmigo en todo momento y confiar en mí para poder alcanzar mis metas.

**A Gaby:** Gracias por estar conmigo y por ayudarme a no dejarme vencer cuando me sentí derrotado y por todos aquellos detalles que me diste durante mi vida de estudiante.

**A mi amigo Alejandro:** Por que durante la carrera me otorgaste tu amistad y que ahora me permites compartir el fruto de nuestro esfuerzo.

**A mis amigos Luis y Rafa Carrera:** Por su apoyo desinteresado que demostraron en todo momento para poder concluir este trabajo.

**A mis amigos:** Rafa Corona, Lalo, Rulo, Carlos, Javier y Beto, por ser como son, por criticarme, apoyarme, aconsejarme y confiar en mi, y sobre todo por darme su amistad.

A todas las personas (maestros, ingenieros, compañeros y familia) que con fraternidad, me impulsaron a seguir cumpliendo mis sueños y que me apoyaron en la terminación de mi carrera profesional.

## INDICE

I.	Antecedentes	1
II.	Introducción.	3
III.	Generalidades.	6
	III.1. Proceso de elaboración.	6
	III.2. Clasificación taxonómica del agave tequilero.	8
IV.	Estudio de mercado.	11
	IV.1. Segmentación del mercado.	12
V.	Evaluación tecnológica.	26
	V.1. Tecnología tradicional.	26
	V.2. Tecnología moderna	27
	V.3. Tecnología de punta.	29
VI.	Estudio de localización.	34
	VI.1. Macrolocalización y aspectos generales.	34
	VI.2. Microlocalización.	42
VII.	Bases de diseño.	46
	VII.1. Generalidades.	46
	VII.1.1. Función de la planta.	46
	VII 1.2 Tipo de proceso.	46
	VII.2. Capacidad, rendimiento y flexibilidad.	47
	VII.2.1 Factor de servicio.	47
	VII.2.2 Capacidad.	47
	VII.2 3 Flexibilidad de operación	47

VII.2.4. Flexibilidad de operación con diferentes cargas	48
VII.2.5. Previsiones para ampliaciones futuras.	48
VII.3. Especificación de las alimentaciones.	48
VII.4. Alimentaciones a la planta.	49
VII.4.1. Condiciones en límite de batería.	49
VII.5. Especificaciones de productos y subproductos.	50
VII.5.1. Especificación de diseño de producto.	50
VII.5.2. Especificación de diseño para subproductos.	50
VII.6. Condiciones de producto en límites de batería.	51
VII.7. Agentes químicos.	51
VII.8. Efluentes.	52
VII.8.1. Efluente líquido dentro de límite de batería.	52
VII.8.2. Emisiones al aire.	53
VII.8.3. Efluente sólido.	53
VII.8.4. Normas o códigos	53
VII.8.1. Requerimiento de calidad del efluente líquido.	54
VII.9. Instalaciones requeridas de almacenamiento.	54
VII.9.1. Alimentaciones.	54
VII.9.2. Productos	55
VII.10. Servicios auxiliares	55
VII 10.1 Vapor	56
VII.10.2 Agua de enfriamiento.	56
VII.10.3. Agua para servicios y usos sanitarios.	56
VII.10.4. Agua potable (para dilución).	56
VII.10.5. Agua contra incendio.	57
VII.10.6. Agua para caldera.	57
VII.10 7 Agua para proceso.	57
VII 10.8 Análisis del agua.	58
VII 10 9 Aire de instrumentos.	59
VII 10 10 Combustible líquido	59

VII 10 11 Alimentación de energía eléctrica.	60
VII 10 12 Teléfonos	60
VII.11 Sistema de seguridad	61
VII.11.1. Sistema contra incendio.	61
VII.11.2. Protección personal	61
VII.12. Condiciones climatológicas	62
VII.12 1 Temperatura	62
VII.12.2. Estadística pluvial.	63
VII.12.3 Estadística de tormentas eléctricas	63
VII.12.4. Viento	63
VII.12.5. Humedad	63
VII.12.6. Atmósfera	63
VII.13. Localización de la planta	64
VII.14. Base de diseño eléctrico.	64
VII.14.1. Código de clasificación de áreas.	64
VII.14.2. Características de alimentación a motores.	64
VII.14.3. Corriente para alumbrado.	65
VII.14.3.1. Alumbrado de emergencia.	65
VII.14.4. Distribución de corriente dentro de L.B.	65
VII.15. Base de diseño para tuberías.	65
VII.15.1. Soporte de tuberías.	66
VII.15.2. Tipos de drenaje.	66
VII.15.3. Dibujos.	66
VII.16. Base de diseño civil.	66
VII.16.1. Solicitaciones por viento y sismo.	66
VII.16.2. Información general sobre el tipo de suelo.	67
VII.17 Base de diseño para instrumentos.	67
VII.18. Bases para diseño de equipo.	67
VII 19 Normas, códigos y especificaciones	68

---

VIII.	Criterios de diseño.	69
	VIII.1. Criterios generales de diseño.	69
	VIII.2. Criterios de diseño térmico.	69
	VIII.3. Criterios de diseño de equipo.	70
IX.	Manifiesto ambiental.	72
X.	Descripción del proceso.	74
XI.	Balance de materia y energía.	81
XII.	Diagrama de flujo de proceso.	91
XIII.	Diagrama de servicios auxiliares.	97
XIV.	Lista de equipo.	99
XV.	Hojas de datos de equipos.	101
XVI.	Filosofías básicas de operación.	134
XVII.	Conclusiones.	145
XVIII.	Anexos.	147
XIX.	Bibliografía.	164

---



---

**CAPITULO I**  
**ANTECEDENTES**

---

## I. Antecedentes.

El objetivo de este trabajo consiste en llevar a cabo el paquete de Ingeniería Básica, ejemplificándolo a través del proceso de obtención de Tequila, mostrando en éste algunas de las actividades que puede desarrollar el Ingeniero Químico.

La creación de plantas de proceso involucra una secuencia de actividades para la realización del proyecto, las cuales son enumeradas a continuación:

- Investigación y Tecnología
- Planeación Industrial
- Ingeniería Básica
- Ingeniería de Detalle
- Adquisición de Equipo y Materiales
- Construcción
- Arranque

El paquete de Ingeniería Básica es la integración de todos los documentos emitidos durante el desarrollo del proyecto, que permiten en una fase posterior desarrollar la Ingeniería de Detalle y llevar a cabo una evaluación económica detallada.

Uno de los puntos más importantes en el desarrollo de un proyecto es el de evaluar el tipo de tecnologías que existen para la elaboración de un determinado producto, es por eso que se debe de utilizar la tecnología adecuada para el desarrollo de la Ingeniería Básica.

La Ingeniería Básica es el documento principal sobre el cual gira el proyecto y en el que se basan todas las diferentes disciplinas que intervienen en el mismo.

---

El manual de Ingeniería Básica es el principal libro de consulta para todo el personal involucrado en el proyecto, por tal razón cualquier error en el mismo; puede multiplicarse por el número de disciplinas que intervengan en la realización del proyecto.

Los puntos principales que debe contener el paquete de la ingeniería básica son:

- a) Bases de diseño
- b) Diagrama de flujo de proceso
- c) Descripción del proceso
- d) Balance de materia y energía
- e) Lista de equipo
- f) Filosofía de operación
- g) Diagrama de servicios auxiliares
- h) Balance de servicios auxiliares

---

**CAPITULO II**  
**INTRODUCCION**

---

---

## II. Introducción.

Tequila bebida que es conocida en grandes partes del mundo y representativa de México.

Desde tiempos antiguos esta bebida es descubierta, cuando sobre un plantío de agaves cayo un rayo, la energía y fuerza de este lograron desgajar un corazón de la planta y hacerlo arder por un lapso de algunos segundos. Asombrados los indígenas de esta región se percataron que de la planta brotaba un aromático néctar el cual bebieron. A partir de este momento tal líquido fue considerado como un regalo de los dioses, el cual por su sabor era incomparable a ninguna otra bebida conocida en aquel tiempo.

Sin duda el Tequila es él mas mexicano de los licores. Su uso es ya mencionado desde los códices prehispánicos, este licor que lograba que los sacerdotes, guerreros y sabios crearan estados de euforia.

Al parecer en la época prehispánica la tribu de los Tequila o Ticuilos asentados en Amatitan, aprendieron a cocer el cogollo (corazón) del agave y a fermentar el jugo que obtenían, logrando así un licor fuerte.

Motolinia (Fray Toribio de Benavente) en su "Historia de las Indias de la Nueva España" relata que ciertas pencas de maguey son comestibles asadas en barbacoa, mas si las cabezas son cocinadas por un buen maestro, tiene tan buenos jugos que los españoles los toman como una buena sidra confitada.

Para el año de 1636 la producción de "vigarroti, tepache y tejuino " era prohibida por la Coronà, debido a que se consideraba dañino para la salud de las personas. Mas esto en realidad nunca freno su consumo, por lo cual a partir de 1671 en Real Cédula ratificada por Carlos II se autorizó nuevamente que este licor se vendiera,

---

bajo dos condiciones principales, que eran las de calidad controlada y el cobro de un impuesto real.

La primera concesión para producir Tequila la recibió Don José María Guadalupe Cuervo en 1765, del rey de España. Y para el año de 1873 Don Cenobio Sauza se convierte en el segundo productor autorizado por la Corona Real el cual comienza con la exportación de su producto, vino mezcal "La antigua Cruz" al enviar seis botijas y tres barriles a los Estados Unidos.

Los albores del siglo XIX y la historia de nuestro México independiente marcan el punto de partida de varias casas tequileras, algunas en las cuales hasta la fecha perduran, llevando nombre o apellido de sus fundadores y cuyas destilerías aún conservan la denominación con que inicialmente fueron bautizadas. Aquellas primeras y tradicionales Tabernas y hoy convertidas en grandes industrias. Procede de esta tierra Tequilana y con el cual ha adquirido su denominación de origen y prestigio, significado que este producto tiene su origen ahí y que al área geográfica que comprende, incluyendo los factores de suelo, clima, precipitación pluvial, altitud, agua y a los factores humanos, técnicas de cultivo, proceso de elaboración, tecnología, comercialización, debe su calidad y características peculiares e inconfundibles.

El primer ensayo técnico sobre el cultivo del mezcal tequilera y fabricación del agave se escribió, en el año de 1887 y se debe a Lázaro Pérez. En el mismo se menciona que este aguardiente se denomina vino-mezcal, vino tequila o simplemente tequila.

Ya en el año de 1899 la fabricación de tequila en el estado de Jalisco había llegado a ser una de las principales industrias, y la guía general descriptiva de la república, editada en ese mismo año registraba 39 fabricas, de las cuales 18 estaban localizadas en la villa de Tequila y sus alrededores.

En su fabricación se integran desde las técnicas indígenas hasta las tecnologías más modernas. La materia prima utilizada en la elaboración del tequila es el agave tequilana Weber variedad azul. Este es la fuente de carbohidratos que mediante el proceso de fermentación serán convertidos en alcohol etílico.

---

**CAPITULO III**  
**GENERALIDADES**

---



---

### **III. Generalidades.**

#### **III.1. Proceso de elaboración**

##### **Recepción y corte de agave**

El agave es recibido después de 8-10 años de estar plantados y ser jimados, para ser despojados de sus pencas.

##### **Cocimiento y molienda de agave**

Una vez cortado, el agave es introducido a los hornos, en donde se lleva acabo la hidrólisis de los azúcares mediante el cocimiento del corazón con vapor. El agave cocido pasa través del molino, en donde se extrae el jugo de mezcal

Una vez extraído el jugo de agave, la fibra residual es cocida con el nombre de bagazo, el cual no representa ninguna utilidad en la elaboración del tequila, sin embargo este se utiliza como fertilizante en los cultivos cercanos

##### **Preparación de mostos y fermentación**

El jugo es colectado en las tinas de preparación de mostos, aquí junto con la levadura propia del agave (microorganismo responsable del proceso de fermentación) y agua, comienza la fermentación. Aquí se lleva a cabo la reacción química en donde los azúcares serán convertidos en alcohol etílico.

## Destilación

Una vez que se termina la reacción de fermentación, el mosto es introducido a un alambique para su destrozamiento o primera destilación. Como producto de esta primera destilación se obtiene el "ordinario" que se recolecta en un tanque especial.

El ordinario obtenido en la primera destilación es introducido en un alambique para su rectificación o segunda destilación, en donde se obtiene como producto el tequila, con graduación alcohólica de 55% en volumen, este es colectado en el tanque de recepción de Tequila

## Almacén, reposo y dilución del tequila

El tequila obtenido es almacenado en cualquiera de los tanques destinados para este propósito. De estos tanques el Tequila es pasado a diferentes tipos de barricas, dependiendo del Tequila que se quiera obtener. Así del tiempo de reposo, el tipo de barrica y el volumen de la barrica dependen las características del Tequila y el tipo con el que se comercialice.

Una vez concluido el tiempo de reposo, el tequila es filtrado y dirigido hacia un tanque receptor de la línea de envasado, donde será diluido. Dicha dilución se realiza con agua destilada, quedando el producto a una graduación alcohólica de 38% en volumen, graduación con la que las normas mexicanas indican.

### III.2. Clasificación taxonómica del agave tequilero

Botánica del agave:

Nombre común	Mezcal
Planta :	Xerófila
Tipo	Fanerógama
Clase	Monocotiledónea
Subclase	Inferrovariáceas
Familia .	Amarilidáceas
Género	Agave
Especie	Agave Azul Tequilana Weber

Descripción: Planta perenne

Raíz : Fibrosa, llega a medir 2 metros. Se encuentra a una profundidad de 20-30 cm, y es de consistencia leñosa pero frágil.

Tallo Forma cilíndrica, grueso de tamaño corto. (De esta parte es de donde se extrae la mayor parte de las sustancias químicas que conforman el Tequila).

Inflorescencia · Se inicia en la parte superior del tallo (en el ovario) Madurece y florece solo una vez en la vida.

Hojas Se conocen como pencas, hojas dispuestas en torno al tallo formando una roseta de forma alargada y acanalada, terminando en una punta muy consistente, sus bordes son muy cerrados y duros. Son de color verde-azuloso

---

En Jalisco además de esta especie de agave se cultivan el Agave Subtilis (Chato o sahuayo), Agave Cantala (Siguin o criollo), Agave Longisepale, (Mezcal grande) y el Agave palmaris (Mano larga o Chino vermejo)

No obstante que el agave tiene diferentes tipos de desarrollo en diversos climas y suelos, el clima cálido y seco y los suelos semiáridos y arenosos son los más propicios para el cultivo del agave azul. Tal como se presenta en la región de Tequila.

Así se dice que en Tequila el agave desarrolla las mieles más ricas de las cuales se extrae el licor. Esto es similar a lo que sucede en regiones óptimas para la producción de uva y otras materias primas para los licores.

Hay muchas regiones donde se producen diferentes tipos de mezcal, bebida casi hermana al Tequila.

Mezcal de Olla de Oaxaca

El Bocanora de Sonora

El sotol de Chihuahua y Coahuila

El mezcal de San Luis Potosí

El Tuxca en la región de Tanayá, Jalisco

El Raicilla de Puerto Vallarta

El Barranca de Tapalpa.

El consumo de estas bebidas es mas que nada regional.

---

### Composición del vino mezcal

Un litro de licor contiene

500 cm <sup>3</sup>	Alcohol absoluto
500 cm <sup>3</sup>	Agua
.04 gr.	Acido acético puro, ácido valérico y material extractivo de color moreno
10 gr.	Aceite volátil de olor grato

\* El material extractivo proviene de la madera de los barriles en que es transportado y almacenado el Tequila.

---

**CAPITULO IV**

**ESTUDIO DE MERCADO**

---

---

#### IV. Estudio de mercado

La experiencia nos indica que en México la industria tequilera ha ido aumentando su producción de manera significativa, esto equiparado con el aumento en la demanda que hay, ya no sólo nacionalmente si no mundialmente. Es muy común ahora que la gente (al menos en México) comienza a tomar el tequila no sólo como una bebida popular, en algunos casos ya se toma como una bebida fina, gracias a la gran calidad con la que se produce por las grandes empresas.

Todo esto produce una entrada de divisas al país y en la mayoría de los casos como utilidades para los productores.

En base a todo esto se pretende diseñar e instalar una planta productora de tequila, la cual cuente con equipos y servicios de alta tecnología para poder competir con las grandes casas productoras que ya se conocen.

La investigación del mercado es aquella que permite a las compañías tanto nuevas como ya establecidas, a conocer como es el mercado que tienen o que piensan atacar, todo esto por tres razones principales penetrarlo, desarrollarlo y diversificar sus productos

La selección del mercado al que se quiere atacar dependerá de acuerdo con las edades, sexos, ingresos, clases sociales, etc. En sí la relación de mercados (la meta) es la segmentación del mercado y la definición de los sectores

La investigación de mercados contiene: diseño, obtención, análisis y comunicación sistemática de los datos y hallazgos relacionados con problemas específicos de comercialización que afrontan las empresas.

## IV.1. Segmentación del mercado

El realizar este tipo de estudios nos trae varias ventajas.

- 1) Analizar los recursos económicos hacia donde sea más redituable nuestro producto.
- 2) Mejorar nuestra estrategia de medios
- 3) Facilitar el diseño de productos de acuerdo a las tendencias del mercado

### Características demográficas

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1) Educación    | 5) Raza         |
| 2) Sexo         | 6) Ocupación    |
| 3) Edad         | 7) Estado civil |
| 4) Localización | 8) Religión     |

Así de acuerdo con todo esto se obtuvieron los siguientes datos en el INEGI.

Para el año de 1995 la distribución de las clases sociales en la República Mexicana es de (gráfica No.1).

- CLASE ALTA	7 %
- CLASE MEDIA	30 %
- CLASE BAJA	63 %

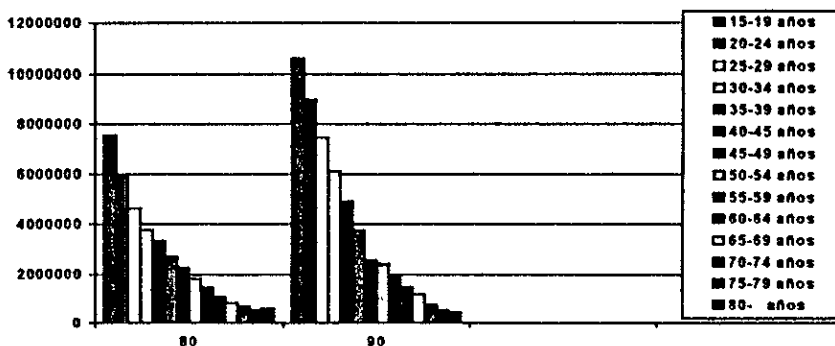


GRAFICA No 1



A continuación se presentan datos del censo de población ya que la edad y la localización nos permitirán hacer estimaciones acerca del mercado potencial (gráfica No.2)

## CENSO DE POBLACION EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



GRAFICA No.2

Nuestro mercado se enfoca a todas las personas mayores a los 15 años que representaban en 1990 a 52,908,676 personas.

Se consideran a los menores de edad de 15-17 años ya que son los futuros consumidores.

Estos datos son de 1990 sin embargo se estima que esta cantidad para el año de 1997 aumente en un 30 % lo que implica un crecimiento en la población hasta los 68,781,278 personas

Así como podemos ver nuestro mercado va aumentando conforme el paso de los años a nivel nacional e internacional

De acuerdo con un estudio hecho por Gallup de México en 35 ciudades del país en 1995, se entrevistaron 9,032 personas mayores a los 18 años y se encontró la predilección de la población por distintas bebidas:

CERVEZA	32 %
BRANDY	16 %
VINO	9 %
TEQUILA	8 %
RON	7 %
WHISKY	6 %
VODKA	5 %
OTRAS	<u>17 %</u>
	100 %

En base a esto vemos que el tequila ocupa el cuarto lugar, sin embargo tomando los datos de población y este porcentaje vemos que el consumo nacional aparente debería ser de: 68,781,278 personas mayores a 15 años (0.08) = 5,502,502 personas que consumen tequila.

Se estima que se consumen 5 litros de Tequila por persona al año, por lo tanto se consumen 27,512,510 litros al año de Tequila.

Sin embargo en base a los datos obtenidos para 1996 en la Cámara Regional de Tequileros el consumo nacional aparente es de: 59.8 millones de litros que implica mas del doble de lo estimado en 1995.

Por lo que podemos concluir que el porcentaje de predilección entre la gente va en un considerable aumento.

- Los consumidores nacionales serán personas mayores a los 18 años
- Personas que tienen preferencia al tequila de primera calidad.
- Personas que componen la clase media y baja.

A continuación se presentan los fabricantes de tequila localizados en el estado de Jalisco y cuyo producto cuenta con características similares a lo que se desea producir.

TEQUILA CUERVO S.A	TEQUILA VIRREYES S.A
TEQUILA 3 MAGUEYES S.A	TEQUILEÑA S.A
TEQUILA SAUZA S.A	SATISFACTORES S.A.
TEQUILA EUCARIO GONZALES S.A	TEQUILA DEL VIEJITO S.A.
TEQUILA ORENDAIN DE JALISCO S.A	SEAGRAMS DE MEXICO S.A.
TEQUILA S. MATIAS DE JALISCO S.A	DESTILADORES DE OCC. S.A.
TEQUILA LA MADRILEÑA S.A	TEQUILA HERRADURA S.A.
RIO DE PLATA S.A	TEQUILA VIUDA DE ROMERO S.A
TEQUILA SALVADOR S.A	

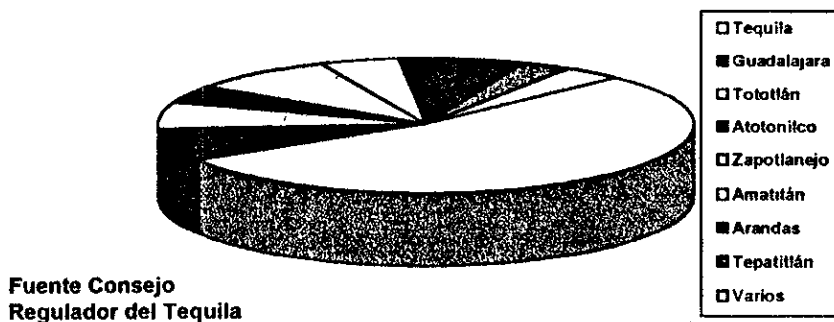
A continuación se presentan los lugares en los que esta bebida puede ser producida según la Denominación de Origen que apareció el 9 de Dic. de 1974 y en Mayo de 1997 respaldada en forma internacional.

Para los efectos de esta declaratoria de protección se establece como territorio de origen el comprendido por el estado de Jalisco; los municipios de Abasolo, Ciudad Manuel Doblado, Cueramaro, Huanimaro, Penjamo y Purisima del Rincón del Estado de Guanajuato; los municipio de Briseña de Matamoros, Chavinda, Chilchota, Churintzio, Cotija, Ecuandureo, Jacona, Jiquilpan, Marabatío, Nuevo Parangaricutiro, Numarán, Pajaracuarán, Peribán, La Piedad, Regules, Los

Reyes, Sahuayo, Tantzitaro, Tangamandapio, Tangancicuaro, Tanhuato, Tingüindín, Tocumbo, Venustiano Carranza, Villamar, Vistahermosa, Yurécuaro, Zamora y Zináparo, del estado de Michoacán; Los municipios de Ahuacatlan, Amatlán de Cañas, Ixtlán, Jala, Jalisco, San Pedro de Lagunillas, Santa María del Oro y Tepic, del Estado de Nayarit; Y los municipios de Aldama, Altamira, Antiguo Morelos, Gomez Farias, Gonzales, Llera, Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tuia y Xicotencatl, del Estado de Tamaulipas. En la gráfica No.3 se presenta la producción de tequila por municipios en año de 1996.

La dependencia que tiene a su cargo el uso de la denominación de origen es el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)

**Producción acumulada por Municipios**  
**1996**



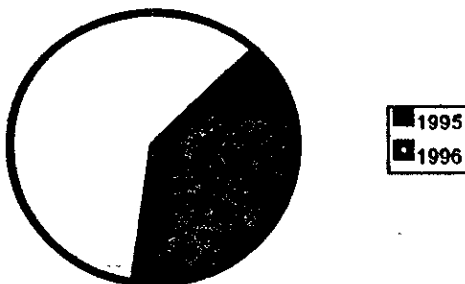
GRAFICA No.3

La materia prima para la producción de Tequila es el Agave Tequilana Weber variedad azul. De acuerdo a datos obtenidos en la Cámara Regional de la Industria Tequilera en Jalisco se presenta en la gráfica No 4 el consumo de agave.

## CONSUMO DE AGAVE EN KILOGRAMOS

ENERO A DICIEMBRE DE 1995 **283,617,306**

ENERO A DICIEMBRE DE 1996 **429,621,455** 51 48% más que en 1995



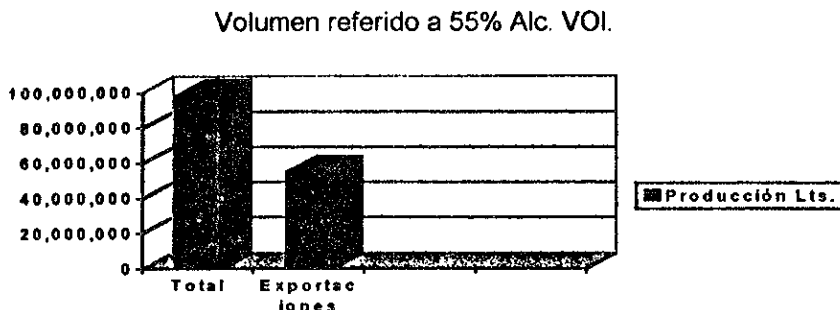
GRÁFICA No.4

## CONSEJO REGULADOR DEL TEQUILA A.C.

### DATOS GENERALES 1996

Kgs. de Agave consumido para la producción de tequila -----	429,621,455
Litros totales producidos de Tequila -----	98,011,419
Exportaciones / Litros -----	54,713,379
Exportación vs. Prod. total -----	55%

En la gráfica No 5 se presenta la exportación de la producción total de tequila a 55°G.L



GRÁFICA No.5

En base a esto podemos ver como nuestro producto encontraría una gran proyección hacia el exterior del país

En la gráfica No.6 se presenta la exportación de tequila por tipo en 1991 y en la gráfica No.7 la de 1996

#### Exportación por tipo de Tequila - 1991

Litros a 40% Alc.Vol.

Tequila Joven	27,867,430	49.17 %
Tequila Blanco	26,450,170	46.67 %
Tequila añejo	1,589,517	2.80 %
Tequila Reposado	771,750	1.36 %



GRAFICA No.6

## Exportación por tipo de Tequila - 1996

Litros a 40% Al.Vol.

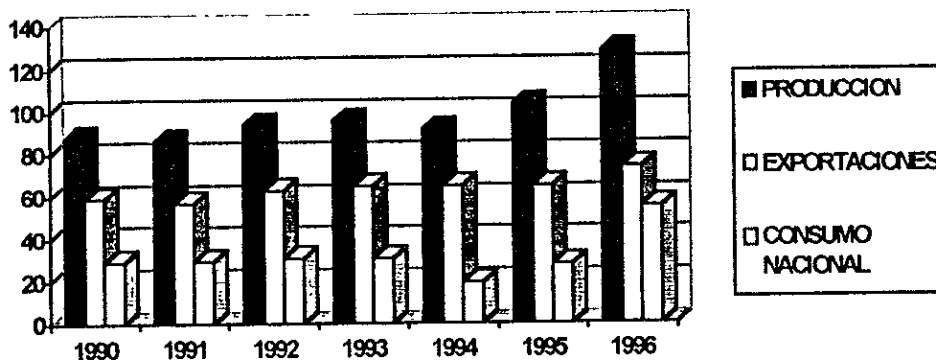
Tequila Joven	40,451,535	55.09 %
Tequila Blanco	27,227,503	37.08 %
Tequila Añejo	3,091,363	4.21 %
Tequila Reposado	2,663,469	3.63 %



GRAFICA No.7

En base a todo esto podemos ver en la gráfica No.8 el crecimiento que esta industria ha tenido en los últimos seis años. En base a datos obtenidos por la Cámara Regional de la Industria Tequilera.

Millones de Litros



GRAFICA No.8

De acuerdo con los datos anteriores podemos ver como tanto las exportaciones y la producción aumentan año con año.

A continuacion se muestra la lista de los principales países consumidores de Tequila :

Principales países que importan Tequila:

PAIS	LITROS
1) Estados Unidos .	61,146,454
2) Dinamarca	1,701,710
3) Alemania	1,723,645



---

PAIS	LITROS
5) Bélgica	793,180
6) Varios	1,033,524
7) Brasil	658,947
8) Chile	529,264
9) Escocia	629,483
10) Japón	398,129
11) Italia	350,745
12) Australia	456,526
13) España	301,364
14) Filipinas	229,108
15) Gran Bretaña	205,708
16) Paraguay	194,876
17) Colombia	177,040
18) Holanda	172,131
19) Panamá	163,658
20) Venezuela	136,940
21) Aruba	131,164
22) Austria	113,300
23) Canadá	99,114
24) Argentina	93,214
25) Taiwan	92,857
26) Suecia	61,905
27) Costa Rica	58,013
28) Guatemala	53,362
29) Países Bajos	48,396
30) Ecuador	41,726

En total el número de litros exportados a Diciembre de 1996 es de. **73,433,869**

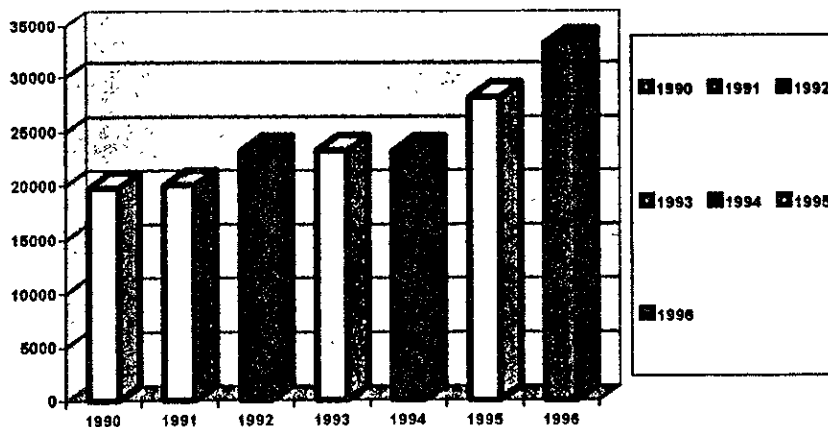
L.

En la tabla No 1 y en la gráfica No.9 se muestra la fuerza de trabajo empleada por la industria Tequilera.

**TABLA No.1**  
Fuerza de Trabajo empleada por la Industria Tequilera

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Campesinos</b>	16,900	17,200	20,000	20,000	20,000	25,000	30,000
<b>Obreros</b>	1,595	1,564	1,800	1,816	1,810	1,719	1,900
<b>Empleados</b>	1,202	1,152	1,300	1,320	1,300	1,315	1,350
<b>Técnicos</b>	82	82	94	94	92	98	102

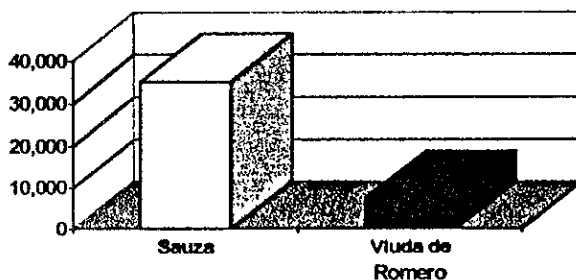
Empleados totales



**GRAFICA No.9**

En la gráfica No 10 se presenta la producción aproximada de dos de las principales compañías de tequila.

Producción diaria de Sauza y Viuda de Romero



GRAFICA No.10

\* Fuente Cámara Regional de la Industria Tequilera.

El tamaño de un proyecto de este tipo está determinado por varios factores como es la situación de la demanda, disponibilidad de insumos, recursos y capital.

Una vez evaluada la oferta y demanda del Tequila a nivel nacional e internacional, a la producción que tienen dos de las más importantes tequileras, tomando en consideración que existen exclusivamente 42 tequileras en todo el mundo (Debido a la Denominación de Origen con la que cuenta esta bebida, recientemente aceptada a nivel internacional), y a la cantidad de materia prima disponible, podemos concluir que:

De acuerdo con el comportamiento que ha tenido la producción total de Tequila en los últimos 6 años calculamos que el consumo de dicha bebida ira aumentando gradualmente un 5% al menos dentro de los próximos 5 años más (1997-2001)

De acuerdo con esto vemos que para 1997 calculamos que el consumo total será de unos 6,650,000 litros

Año	Aumento (litros)	Consumo total (litros)
1997	6,650,000	139,650,000
1998	6,982,500	146,632,500
1999	7,331,625	153,964,125
2000	7,698,206	161,662,331
2001	<u>8,083,116</u>	169,145,447
Total	36,745,447 litros en 5 años	

Esto se traduce en 20,134.49 litros al día necesarios para cubrir el incremento en la demanda.

Sin embargo al comparar las producciones que tienen tanto Viuda de Romero y Sauza vemos que no sería muy lógico el tratar de competir una empresa recién creada con varias que se encuentran ya establecidas y con renombre (Sauza, Cuervo, Herradura) por lo que este valor se decide reducir a la mitad, claro que con opción a aumentar la producción si es que el negocio prospera.

Así que se planean producir 10,000 litros al día, de esta producción se considera un 60% de exportaciones y un 40% para consumo nacional.

Evaluando en base con los posibles consumidores de acuerdo con los datos del INEGI, tenemos a 68,871,278 personas mayores a los 15 años, considerando que un 15% de estas tomen tequila, tenemos 10,330,669 de posibles consumidores nacionales de estos se calcula que consuman 6 litros anuales por persona así: 61,984,014 litros anuales igual a 169,819.21 litros diarios.

De este dato se considera que año con año aumente en relación de un 5% con lo que 8,490 litros son los que se deben cubrir por aumento en la demanda. Y si consideramos que vamos a cubrir la mitad de este aumento 4,245.48 litros diarios de producción para consumo nacional que es muy parecido a los 4,000.00 litros que se plantearon en base al aumento en la producción total. Podemos ver que los valores se encuentran dentro de un rango que suena congruente. Además nos indica que la demanda puede ser mayor a nuestra producción lo cual es mejor a que nuestra producción sea mayor a la demanda.

---

**CAPITULO V**

**EVALUACION TECNOLOGICA**

---

---

## V. Evaluación tecnológica

Hemos podido observar que cada fabrica productora de tequila, tiene diferentes técnicas en la elaboración del producto, que van desde métodos artesanales, hasta la más alta tecnología posible en una bebida que cuenta con una denominación de origen y por lo cual hay que seguir un método determinado para su elaboración.

A continuación describiremos tres tecnologías diferentes en cuanto al equipo utilizado para la elaboración del producto

### V.1. Tecnología tradicional:

#### a) Recepción de Materia prima

La materia prima (piña o cabeza del agave) se recibe en el patio de la fábrica, donde se inspecciona su calidad y peso así como su procedencia, descargando el agave en el mismo patio de recepción.

#### b) Cocimiento.

La piña que contiene un jugo ácido y áspero rico en almidones, el cual mediante el cocimiento por un proceso de hidrólisis se transforma a los almidones en azúcares fermentables. La piñas se depositan enteras dentro de los hornos. La cocción se lleva a cabo en dos hornos con dos puertas cada uno, estas para ser llenado por una de ellas y descargado por la otra. Esta cocción se logra a base de vapor de agua a presión por un termino de 24 horas y dejándolo reposar por otras 24 horas antes de que los hornos se abran

**c) Molienda:**

El jugo del mezcal cocido se extrae mediante el desgarramiento de la pulpa y es prensado en molinos, a este jugo se le denomina mieles de agave, las cuales son llevadas a las tinajas de fermentación.

**d) Fermentación:**

La fermentación se lleva a cabo sólo con la levadura propia del agave y para que el proceso sea más eficiente la temperatura debe de estar cerca de los 30 grados centígrados los grados Brix deben de tener un rango de 9-14, el tiempo de residencia en el tanque de fermentación es de 72 horas.

**e) Destilación:**

Se realizan dos destilaciones cada una en un alambique, en la primera se obtiene un alcohol con un grado de 72, y en la segunda se obtiene un alcohol con un grado de 55, que es el denominado tequila. Los alambiques son de cobre.

**V.2. Tecnología moderna:****a) Recepción de materia prima:**

La recepción de la materia prima se lleva a cabo en un patio donde es pesada para comprobar su madurez y calidad



---

## b) Cocimiento

El cocimiento de las piñas se lleva a cabo en autoclaves, depositando las piñas completas y el tiempo aproximado de residencia es de 6 horas. El vapor empleado en las autoclaves debe tener una presión de  $0.9 \text{ Kg/cm}^2$ , los condensados se mezclan con las mieles

## c) Extracción de mieles.

Se separan las mieles de los sólidos y se depositan en un tanque para su enfriamiento, los sólidos pasan a la siguiente operación

Las mieles obtenidas son relativamente pocas comparadas con las obtenidas después de la molienda de los sólidos.

## d) Molienda:

La molienda de las piñas cocidas se logra mediante unos molinos los cuales aplastan al agave cocido para extraer las mieles que posteriormente serán fermentadas.

## e) Enfriamiento:

Se realiza un enfriamiento de las mieles por medio de un intercambiador de calor, el cual es de acero inoxidable.

#### f) Fermentación

En la fermentación se debe tener una temperatura aproximada de 30 grados centígrados y un rango de 9 - 14 grados Brix, no agregan levaduras ajenas a la propia del agave, pero para acelerar la operación ocupan sales como catalizadores, teniendo un tiempo de residencia de aproximadamente de 42 horas.

#### g) Destilación:

También se realizan dos destilaciones, como lo indica la norma, en la primera destilación se obtiene un grado alcohólico de 72 y se realiza en un alambique de acero inoxidable. En la segunda destilación se obtiene un grado alcohólico de 55 el cual es propiamente el tequila, este alambique también es de acero inoxidable o de cobre.

### V.3. Tecnología de punta

#### a) Recepción de materia prima:

La recepción se realiza en el patio de la fábrica, verificando su procedencia, calidad, peso y madurez. Las piñas son descargadas en el patio de la fábrica.

---

**b) Desgarramiento**

Este proceso se emplea para obtener un mayor rendimiento en la hidrólisis, y reducir costos en la molienda. Se pasa las cabezas del agave a través de unas cuchillas las cuales destrozan la piña antes de pasar a la siguiente operación.

**c) Cocimiento:**

El cocimiento se lleva a cabo en autoclaves, donde se deposita el agave desgarrado y teniendo un tiempo de residencia de 6 horas. El vapor de la autoclave se inyecta a una presión de  $0.9 \text{ kg/cm}^2$  y los condensados son recirculados a la caldera.

**d) Extracción de mieles.**

Se separan las mieles por medio de gravedad hasta un tanque, y los sólidos cocidos se llevan a la siguiente operación (molienda).

**e) Molienda:**

Esta operación consiste en exprimir los sólidos cocidos, los cuales pasan a través de unos molinos que tienen aspersores de agua para lograr un mayor arrastre de las mieles.

#### f) Enfriamiento:

Se juntan las mieles obtenidas de las autoclaves con las obtenidas en la molienda en un tanque, de aquí se pasan a un cambiador de calor para lograr bajar la temperatura de las mieles y así poder comenzar de inmediato la preparación de los mostos de fermentación.

#### g) Fermentación:

La fermentación se realiza agregando una levadura que es igual al 3% del volumen total del mosto, la temperatura debe mantenerse a 30°C y en un rango de 9 - 14 grados Brix. Teniendo un tiempo de retención de 36 horas.

#### h) Destilación:

La primera destilación se logra mediante una torre de destilación en la cual el vapor entra en contacto directo con las mieles de fermentación, obteniéndose por los domos 40% de alcoholes y 60% de agua, los cuales son llevados a la segunda destilación; por los fondos se obtienen vinazas de las cuales una parte se desecha por el drenaje y la otra parte sirve como agua de riego en los cultivos de la región.

La segunda destilación se realiza en alambiques de acero inoxidable lo de cobre según sea el sabor deseado en la destilación (según información brindada el material del alambique no afecta en nada la calidad del producto final); La temperatura en el alambique es de 80 grados centígrados, y solo se toma el corazón, es decir, las cabezas y colas son desechadas, logrando así obtener un alcohol con un grado alcohólico de 55, este destilado es el denominado tequila.

---

**e) Filtrado:**

El tequila obtenido de la segunda destilación se pasa a través de unos filtros de celulosa y carbón activado para eliminar cualquier impureza que se hubiera filtrado durante el proceso.

Las operaciones que a continuación se describirán son comunes para las tres tecnologías y son las que marca la norma oficial.

**Calidad del producto:**

Se siguen las especificaciones marcadas en la norma para realizar tequila blanco, joven o abocado, reposado y añejo.

**Dilución :**

Es la operación realizada antes de que el tequila sea embotellado para su venta comercial, y se realiza con agua desmineralizada.

La normatividad es mencionada en el anexo I.

La tabla No.2 que se muestra a continuación contiene un resumen de las diferentes tecnologías existentes.

Tabla No. 2

Tabla comparativa de tecnologías para la elaboración de tequila.

TECNOLOGIA	TRADICIONAL (ARTESANAL)	MODERNA	PUNTA
OPERACION RECEPCION DE MATERIA PRIMA	Patio de la fábrica.	Patio de la fábrica.	Patio de la fábrica
DESGARRAMIENTO	No existe.	No existe.	Molinos con cuchillas.
COCIMIENTO	Horno de ladrillo.	Autoclaves.	Autoclave.
EXTRACCION DE MIELES	Proviene de la molienda.	Se separa en un tanque.	Se separan en un tanque.
MOLIENDA	Molinos movidos por animales.	Molinos para obtener más mieles.	Molinos para exprimir el bagazo.
ENFRIAMIENTO	Al aire libre.	Cambiador de calor.	Cambiador de calor
FERMENTACION	Tanques de concreto recubiertos de azulejo, solo con la levadura propia del agave.	Tanques de acero inoxidable, solo con levadura propia del agave.	Tanques de acero inoxidable, se agrega levadura en un 3% del volumen total de mieles.
PRIMERA DESTILACION	Alambique de cobre.	Alambique de acero inoxidable o de cobre.	Torre de destilación de acero inoxidable.
SEGUNDA DESTILACION	Alambique de cobre.	Alambique de acero inoxidable o de cobre.	Alambique de acero inoxidable o de cobre.
FILTRADO	No existe.	Filtro de celulosa.	Filtro de celulosa y carbón activado.
DILUCION	Con agua potable.	Con agua potable.	Con agua potable
CALIDAD FINAL DEL PRODUCTO	Excelente.	Muy buena.	Muy buena.
EQUIPO DE CONTROL	Ninguno.	Escaso e instalado en campo.	Completo y con tablero de control.
TIEMPO APROXIMADO DEL PROCESO	127 hr.	55 hr.	45 hr.

---

**CAPITULO VI**

**ESTUDIO DE LOCALIZACION**

---

---

## **VI. Estudio de localización.**

### **VI.1. Macrolocalización y aspectos generales.**

La ciudad de Tequila está situada al Norte de la serranía de su nombre, al occidente de Guadalajara y a 18 leguas de distancia de dicha capital; a los 20° 41' 48" de longitud Occidental del Meridiano de México, y a 1,300 metros sobre el nivel del mar.

Este municipio es el más extenso y el de mayor población de la subregión. La superficie total del municipio es de 1,156 Km., su población estimándose para 1997 en 46,575 habitantes.

El municipio de Tequila presenta una topografía irregular caracterizada por un extenso valle que ocupa la mayor parte de su territorio, con altitudes que varían entre 600 y 1,500 metros sobre el nivel del mar; rodeando éste valle se localizan elevadas serranías, sobresaliendo en el extremo Sur el volcán de Tequila con una altitud de 2,888 metros y en las partes Norte y Noroeste, las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, con altitudes entre 1,500 y 2,700 metros sobre el nivel del mar.

Para la clasificación del clima que prevalece en el municipio se tomaron como representativos los reportes de la estación climatológica de Tequila, que lo considera como semi-seco en otoño, invierno y primavera, secos y semicálidos sin cambio térmico invernal bien definido. Su temperatura media anual alcanza los 23.2 grados centígrados en promedio, teniéndose registrado como temperatura máxima extrema 45°C y como mínima 18°C



La mayor parte de su comprensión municipal se localiza dentro de un área con régimen pluviométrico superior a los 800 milímetros anuales, en promedio se registran 1,073.1mm de precipitación pluvial.

Tequila existe como municipio desde 1824, según supone en Decreto del Congreso del 27 de marzo de ese año. Asimismo, se le dio Ayuntamiento por Decreto el 8 de Abril de 1884.

### **Aspectos socioeconómicos y culturales.**

La población total del municipio de Tequila, según el censo de 1990 fue de 46,575 habitantes.

La población rural sumó 19,562 habitantes en tanto que la urbana registró a 27,013 urbana. La tasa de crecimiento anual de éste municipio fue de 3.16%.

La población económicamente activa fue de 12,296 personas y la económicamente inactiva de 34,279 personas las que representan el 26.4% y el 35.5% respectivamente, en relación total del municipio.

De la población económicamente activa 7,538 personas se agruparon en el Sector Agropecuario, representando el 61.3%, el Industrial agrupó a 1,930 personas que representaron el 15.7% en tanto que el grupo de personas con actividades insuficientemente especificadas agrupó 651 personas que representan el 5.3%.

---

Este municipio de tradición Industrial muy antigua, especialmente en la producción de bebidas alcohólicas (Tequila) ha permanecido en constante desarrollo a causa de una expansión acelerada del mercado nacional y la colocación de sus productos en el extranjero.

Existen aproximadamente 80 establecimientos industriales, de lo que 12 son fábricas de tequila y las demás se dedican a la producción de hielo, masa, pan, tortilla, cerámica de barro, ladrillo de mosaico, algunos talleres de reparación automotriz, de artículos eléctricos y de relojes, un taller de confección de ropa, 9 fábricas de toneles y barrilitos de madera.

Los productos que se obtienen son consumidos totalmente en el municipio, con excepción del tequila, que es enviado su mayoría a Guadalajara para su distribución y venta.

La organización ganadera de éste municipio, se representa por una asociación ganadera local que agrupa a los productores agropecuarios que explotan la especie bovina.

La asistencia técnica que reciben los ganaderos, es de la Secretaría de Agricultura y Ganadería en el Estado y de la Asociación Ganadera Local , a través de visitas periódicas que hacen los técnicos.

---

## **Financiamiento.**

El banco de Comercio, S.A., El Nacional de México, Banca Promex S.A., y Banrural son las instituciones de crédito que prestan el financiamiento al municipio de Tequila.

La poca atención que prestan a los sectores agrícolas, ganaderos y a la industria, hacen que el desarrollo de éste municipio sea lento, pues solo existen plantas elaboradoras de Tequila.

Hablando ahora de salarios, el municipio de Tequila corresponde a la Zona Económica No. 46 (Bolaños Los Altos) correspondiéndole para 1997 un salario mínimo de \$26.44.

En cuanto al sector salud se refiere el municipio cuenta con una Clínica del IMSS, Cruz Roja, un centro de salud independiente de la SSA, un centro dependiente del ISSSTE y once consultorios particulares.

En cuanto al promedio de hospitales y camas por habitante es bastante bajo, y mas si se toma en consideración a la ciudad, ocurren a recibir asistencia médica habitantes de ranchos del mismo municipio.

Por otro lado en cuanto a la educación, existen alrededor de 4 escuelas federales y 3 estatales, la educación secundaria se imparte mediante dos dependencias oficiales: El Departamento de Educación Pública del Estado con 2 escuelas. Dos preparatorias: Una incorporada a la Universidad de Guadalajara y un Centro de

---

Bachillerato Técnico Agropecuario Federal además de 3 escuelas comerciales de la S.E.P..

En cuanto a la vivienda, el 63% de las viviendas son habitadas por sus propietarios y el resto es alquilado.

Los materiales predominantes son el adobe y el ladrillo, en los techos predomina la teja, el ladrillo o tabique, el concreto o similares.

Tiene servicio de agua potable el 92% y con drenaje el 94%.

En resumen, es pues la ciudad de Tequila un importantísimo centro de desarrollo económico, principalmente en el plano Industrial y Agrícola.

Debido a su acelerado crecimiento, los servicios anteriormente mencionados a veces resultan insuficientes, pero existen planes prioritarios para aumentarlos en la medida requerida de manera que satisfagan las necesidades crecientes de una población en constante aumento.

### **Centros recreativos.**

La ciudad cuenta con parques, jardines y una Unidad deportiva además de clubes particulares, balnearios en sus cercanías, cine, etc., distribuidos en el municipio, proporcionando así distracción a los pobladores y belleza a la Ciudad.

## **Agua y alcantarillado.**

Dicho servicio es proporcionado por la Junta Federal de Agua Potable que es la coordinadora de los programas de abastecimiento de agua, así como de la realización de las obras de infraestructura para agua y drenaje. La Ciudad cuenta con 3 pozos artesanos de excelente calidad, no así los aljibes, tinacos y tuberías que contaminan ésta, convirtiéndose en algunos casos en un peligro para la salud. Se estima que el 90% de la población es beneficiado por éste servicio.

## **Infraestructura urbana.**

### **ELECTRICIDAD**

La cabecera Municipal y 6 localidades más gozan de éste servicio y se asegura un 92% en su totalidad.

La comisión Federal de Electricidad por conducto de la División Jalisco suministra el fluido eléctrico a ésta cabecera municipal y a 6 localidades del municipio, a través de una línea de 69 Kv, que sale de la subestación de Tesistán y llega a la subestación de Tequila, cuya relación de transformación es de 69/4.16 Kv.

## **VIAS DE COMUNICACIÓN.**

**Carreteras:** Las vías de comunicación de éste municipio están representadas por 50.2 kilómetros de camino; de ellas 20.0 Km están pavimentados y 30.2 en revestimiento provisional; todos ellos satisfactorios. Tiene comunicación con Guadalajara, Tepic, Pto Vallarta y

---

Nogales por la carretera Internacional: Guadalajara - Nogales.

**Ferrocarril:** La ciudad cuenta con una estación ferroviaria llamado antes Ferrocarril del Pacífico S.A. de C.V., ahora Ferrocarriles Nacionales de México ruta Región del Pacífico.

**Transporte urbano:** La mayor parte de los 1,199 vehículos de motor que circulan en el municipio son camionetas y camiones de carga, éstos realizan el tráfico de los productos agropecuarios del lugar hasta los lugares de consumo final. También existen de alquiler para servicio del pueblo.

**Telecomunicaciones:** Con servicio de correos dispone ésta cabecera municipal junto con tres localidades más del mismo municipio, servicio de telégrafo, teléfono, microondas y televisión. Dándole a la ciudad y su municipio capacidad de comunicación eficiente y rápida con el resto de la república y el mundo.

**Inversión pública:** En total de la inversión pública para el mejoramiento del municipio, de acuerdo al porcentaje por sector se ha distribuido de la siguiente manera:

- Sector Agropecuario 61.3%
- Sector Industrial 17.7%
- Sector Servicios 15.7%

---

Las inversiones atribuibles a ningún renglón en particular con un 5.3%

### **Disponibilidad de insumos, mano de obra, agua y combustible.**

Las cantidades obtenidas sobre la plantación del mezcal se obtuvieron en la oficina de campo de Tequila Cuervo S.A., donde obtuvimos cifras cultivadas en la región.

Que cada hectárea de terreno en ceboruco se llegan a cultivar 3,500 plantas de agave tequilana weber. También se ha establecido que en terreno plano se cultivan hasta 2,500 plantas por hectárea de este tipo.

Existen actualmente 2,500,000 plantas cultivadas en promedio de 3 meses en 1,000 hectáreas.

También se adquiere tanto de los pequeños propietarios como de los ejidatarios, el 40% de éste agave se obtiene del municipio, 20% de la región y 40% de los altos de Jalisco piloncillo que se obtiene de otros estados en un 60%, principalmente de Nayarit y San Luis Potosí y el 40% del Estado. En cuanto a la mano de obra, se buscará contratar y capacitar a personas egresadas ya sea de carreras técnicas o profesionales, provenientes de los centros educativos de Tequila y de Guadalajara.

La mayoría del equipo se importará a través de las empresas especializadas del ramo Tequilero como: SELMEC, Equipos Industriales S.A de C V , México D.F como también Squared de México S.A de México D.F y Allis Chalmers S.A. de C V de México D.F

---

Se ha preestablecido que la fábrica se proyectará en una sola planta, en vista de las ventajas que ofrece éste tipo de construcción de las cuales se citan a continuación las más importantes:

- Menor costo de manejo de materiales.
- Mayor facilidad de operación.
- Mayor aprovechamiento de iluminación natural.
- Mayores espacios libres.
- Cargas de pisos no restringidos.
- Mayor área neta utilizable.
- Costos de construcción menores.
- Mayor flexibilidad para modificar la distribución original.

## **VI.2. Microlocalización.**

Después de haber comparado las distintas alternativas para encontrar una ubicación definitiva de la planta se ha concluido que ésta deberá ser ubicada al Sureste de la ciudad de Tequila.

Esta decisión obedece a las ventajas de toda índole que ofrece éste distrito Industrial, ya que ofrece oportunidad de adquirir terreno y localizarse exclusivamente para el desarrollo de lugares fabriles. Los servicios públicos necesarios para el proyecto ya existente como por ejemplo: se encuentra el arrollo llamado La tuba, donde se arrojan todos los desechos industriales y del pueblo, también se localizan el arrollo de nombre atizcua de gran caudal de agua para la obtención de éste tan requerido líquido, así como de pozos profundos de agua.

Debido a su ubicación, no existen problemas de rutas de transporte para la entrada de pipas o camiones y existe un rápido acceso a importantes vías de

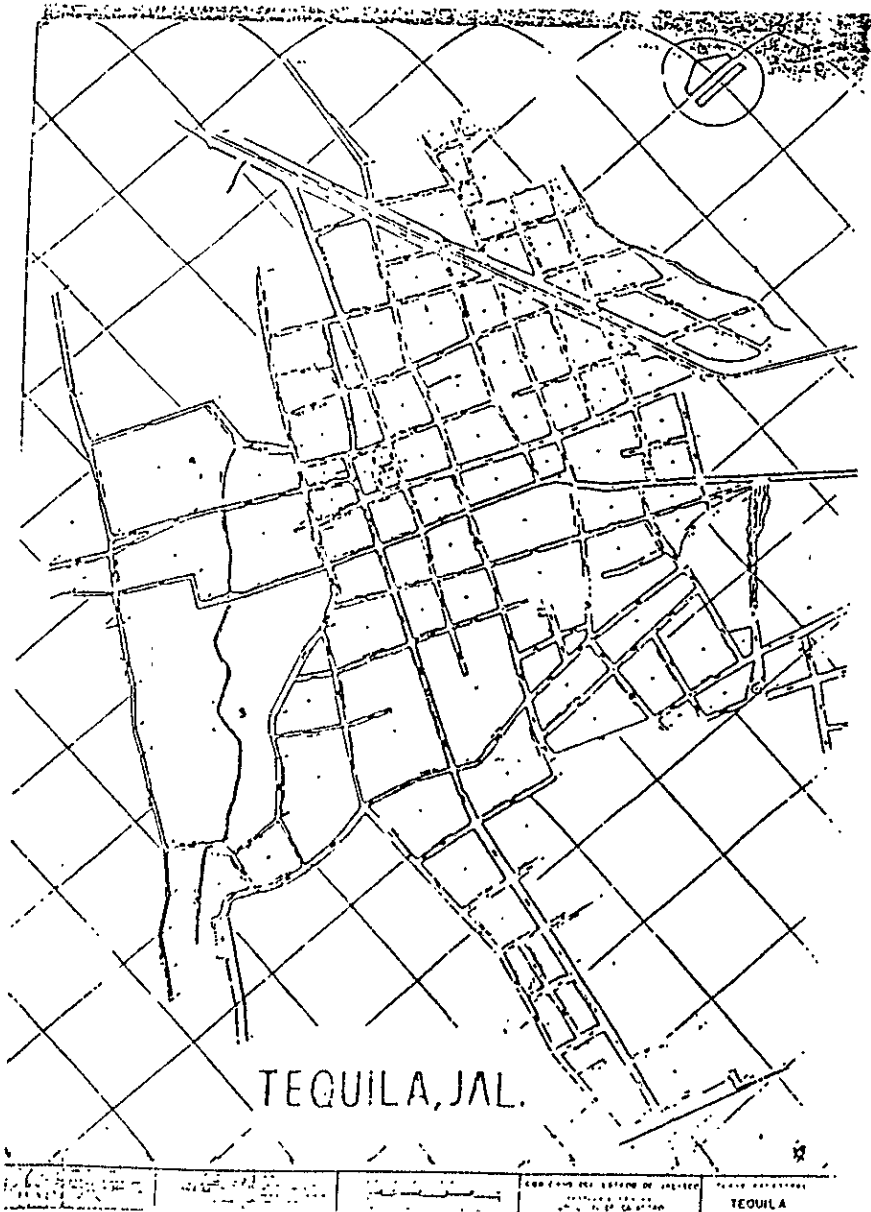


---

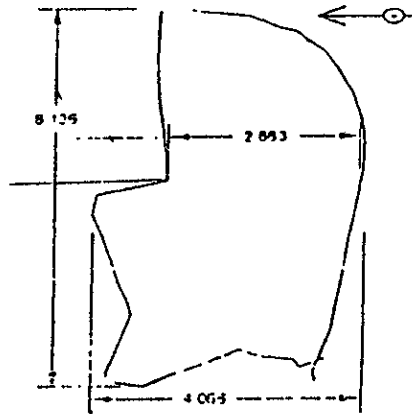
comunicación, con lo que se facilitará la operación de distribución y transporte de insumos y producto

A continuación se muestra un plano de la ciudad de tequila esquema No.1, así como del terreno esquema No.2 en donde estará localizada la planta

ESQUEMA No 1



## ESQUEMA No.2



Escala 1:100 metros  
Area: 211.200 metros cuadrados planim.  
Tolerancia: 2% error  
Area real: 279.840 metros cuadrados  
Perimetro: 2.268 metros

---

**CAPITULO VII**  
**BASES DE DISEÑO**

---

---

## **VII. Bases de diseño.**

PLANTA: Tequila

LOCALIZACION: Tequila, Jalisco

### **VII.1. Generalidades**

#### **VII.1.1. Función de la planta**

La función de la planta es la de elaborar la bebida alcohólica nacional denominada tequila, partiendo del agave tequilana weber variedad azul

Debido a la actual denominación de origen otorgada a México es necesario responder con calidad a dicha denominación, por ello hay que cubrir con cantidad y calidad la demanda de tequila 100% agave.

#### **VII.1.2. Tipo de proceso**

El proceso consiste en la cocción del agave, la fermentación, destilación y rectificación, la diferencia que existe entre las plantas actuales radica en los pasos intermedios que se tienen que elaborar entre cada uno de estos procesos. tomando en cuenta la evaluación tecnológica del capítulo V se requiere que el proceso siga las operaciones de la tecnología de punta.

---

## **VII.2. Capacidad, rendimiento y flexibilidad.**

### **VII.2.1. Factor de servicio**

La planta operará 350 días al año, por lo tanto se tiene un factor de servicio de 0.95.

### **VII.2.2. Capacidad**

La capacidad de diseño es igual a 3'724,000 litros al año.

La capacidad normal es igual a 3'500,000 litros al año.

La capacidad mínima es igual a 1'862,000 litros al año.

### **VII.2.3. Flexibilidad de operación**

La planta contará con las facilidades para operar a falla de energía eléctrica. Para ello se deberán prever sistemas de respaldo en los puntos críticos (torre de destilación, enfriador, molienda, alambique), por lo que se recomienda instalar una planta eléctrica de emergencia.

En caso de falla de vapor será posible trabajar en el área de fermentación.

En caso de falla de agua de enfriamiento, es posible trabajar en el área de cocción y en los reactores de fermentación, ya que el agua contra incendio y control de temperatura de estos equipos es aparte del agua de enfriamiento. (ver Filosofía de operación capítulo XIV)

#### **VII.2.4. Flexibilidad de operación con diferentes cargas**

La alimentación de agave al autoclave debe ser muy próxima a la de 17 toneladas, que es la capacidad del autoclave. Teniendo como máximo en la operación 3 cargas a autoclaves y como mínima una.

La cantidad de agua de proceso está en función de la cantidad y la concentración de azúcares de la miel extraída.

El agua de dilución deberá ser de 450 ml por cada litro de tequila a 55° G L.

#### **VII.2.5. Previsiones para ampliaciones futuras**

Existe el espacio suficiente para posibles ampliaciones, ya sea para implementar una nueva planta o instalar equipos adicionales en la existente.

#### **VII.3. Especificaciones de las alimentaciones**

Referido a tequila a 55°G.L

AGAVE	6.500 Kg /L de tequila
AGUA	0.910 Kg/L de tequila
VAPOR	0.147 Kg/L de tequila
LEVADURA	0.300% del total de las mieles alimentadas al fermentador

## VII.4. Alimentaciones a la planta

### VII.4.1. Condiciones en límite de batería

#### ALIMENTACION

##### AGAVE

Variedad: Tequilana weber azul.

Temperatura: 20 a 30 °C.

Edad: 8 a 10 años (maduro).

Procedencia: Agricultores de la región de Tequila y alrededores, así como cultivo propio.

Estado: Sólido (piña completa)

Peso por agave (piña): 45 a 55 Kg

Número de agaves (piñas) por lote: 650 aprox.

Especificaciones particulares: perfectamente jimado y descogollamiento perfecto.

##### AGUA

Procedencia: Pozo profundo.

Temperatura: 10 a 20 °C.

Características organolépticas: inodora, incolora e insípida

Turbiedad: 19 NTU.

pH. 6.0

Presión: 3 psi.

CO<sub>2</sub> disuelto: 200 ppm.

Sílice: 110 ppm.

Suma catiónica: 136 ppm.

Suma aniónica 136 ppm

Sólidos disueltos totales. 120 ppm.



## VII.5. Especificaciones de productos y subproductos

### VII.5.1. Especificación de diseño de producto

PRODUCTO:

TEQUILA

Volumen de etanol en volumen total	38% mínimo 55% máximo
Metanol anhidro	0.0 mg/100 ml mínimo 300 mg/100 ml máximo
Alcoholes superiores anhidros	0.0 mg/100 ml mínimo 400 mg/100 ml máximo
Extracto seco	0.2 g/l para blanco y joven 5.0 g/l para añejo y reposado

### VII.5.2. Especificación de diseño para subproductos

SUBPRODUCTO

Bagazo:	fibra con alto contenido de humedad.
Vinazas:	residuo de la torre de destilación.
Metanol:	cabeza del alambique.
Alcoholes superiores:	cola del alambique.

## VII.6. Condiciones de producto en límites de batería

### TEQUILA

Por ciento de alcohol...55 ° G.L.

Estado físico. ....líquido

Acondicionamiento ...botellas de 750mL ó 960mL

Tipo . . . . . Blanco: obtenido en la rectificación

ajustado con agua de dilución a 38°G.L.

Reposado: permanece por lo menos dos meses en recipientes de madera de roble, y posteriormente es ajustado con agua de dilución a 38°G.L.

Añejo: permanece por lo menos un año en recipientes de madera de roble, y posteriormente es ajustado con agua de dilución a 38°G.L.

Presentación... .....Caja con capacidad para 12 botellas

Se cargan del almacén al camión.

## VII.7. Agentes químicos.

Los agentes químicos utilizados se presentan en la tabla No.3.

**TABLA No.3**  
**Agentes Químicos.**

<b>AREA</b>	<b>AGENTE QUIMICO</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	<b>FORMA DE RECIBO</b>
Tratamiento de vinazas	Acido sulfúrico	Líquido	Tambor
Fermentación	Sales de nitrato	Sólido	Botes

## **VII.8. Efluentes**

### **VII.8.1. Efluente líquido dentro de límite de batería**

En la tabla No.4 se presentan los efluentes líquidos obtenidos en la planta

**TABLA No.4**  
**Efluentes líquidos**

<b>TIPO</b>	<b>EFLUENTE A</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Vinazas	Tratamiento	Número de cargas por día
Agua de lluvia	Drenaje	Esporádica
Aguas negras	Drenaje	Diaria
Purgas de equipos	Tratamiento	Cuando se requiera
Efluente del tratamiento	Drenaje	Diario

---

## VII.8.2. Emisiones al aire

### EFLUENTE:

Gas de combustión de la caldera : se pasa por una chimenea, se filtra (trampa de hollín) y se envía a la atmósfera.

CO<sub>2</sub> de los fermentadores: se manda a la atmósfera.

## VII.8.3. Efluente sólido

### EFLUENTE:

Bagazo húmedo : Se deja a un lado del patio de recepción para que se seque, se vende como fibra para producción de papel o para abono.

## VII.8.4. Normas o Códigos

Efluente líquido : NOM-064-ECOL-1995. Especificación para aguas residuales de la industria de destilerías de alcohol.

Efluente gaseoso: NOM-05-ECOL-1988. Emisión máxima por combustibles fósiles.

En su caso las normas que apliquen durante el período en que la planta funcione

### VII.8.5. Requerimiento de calidad del efluente líquido

En la tabla No.5 se presenta los requerimientos de las vinazas.

TABLA No.5

Vinazas

PARAMETRO	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
PH	6 – 9	6-9
DBO	200	240
DQO	260	360
GRASAS Y ACEITES	10	20
SOL. SEDIMENTABLES	1.0	2.0
SOL. SUSP. TOTALES	200	240
FOSFORO TOTAL	5.0	6.0
NITROGENO TOTAL	10	2.0

NOTA: Las cantidades están reportadas como mg/L, excepto el pH.

### VII.9. Instalaciones requeridas de almacenamiento.

#### VII.9.1. Alimentaciones

**AGAVE:**

En el patio de recepción de agave siempre se debe tener la próxima carga a alimentarse al autoclave. Se debe realizar bajo especificaciones anteriormente descritas.

**AGUA :**

Se extrae del pozo profundo, se almacena momentáneamente en la cisterna con capacidad de 100,000 L

**VII.9.2. Productos**

Se obtienen 10,000 L de tequila al día a 55°G.L.. Estos se distribuyen de la siguiente manera:

Blanco.....	5,000 L
Reposado.....	3,000 L
Añejo.....	2,000 L

Bajo especificaciones de la norma (ver anexo 1), la capacidad de las barricas de almacenamiento deben de tener una capacidad máxima de 600 L.

**VII.10. Servicios auxiliares**

**VII.10.1. Vapor**

TIPO..... Vapor de baja  
PRESION..... 5 Kg/cm<sup>2</sup>  
TEMPERATURA..... 152 °C

**VII.10.2. Agua de enfriamiento**

Procedencia:	Tratamiento y de proceso
Sistema de enfriamiento:	Torre de enfriamiento de flujo cruzado
Presión de suministro en L.B	5 psi
Temperatura de suministro:	25 °C
Disponibilidad:	5 GPM
Presión de retorno en L.B..	2 psi
Temperatura de retorno:	40-50°C

**VII.10.3. Agua para servicios y usos sanitarios**

Fuente: Pozo profundo  
Presión de suministro: 3psi  
Temperatura: 10-20°C

**VII.10.4. Agua potable (para dilución)**

Análisis químico: (ver VII.10.8)  
Análisis bacteriológico 0 microorganismos  
Fuente: Pozo profundo

\* El agua para vapor, enfriamiento, servicios y usos sanitarios están tratadas con un desionizador de intercambio iónico.

\* El agua potable (dilución) también se trató con el desionizador de intercambio iónico y después se hace pasar por un aparato de rayos ultravioleta.

#### **VII.10.5. Agua contra incendio**

Disponibilidad: 400,000 L

Presión: 10.5 psi

#### **VII.10.6. Agua para caldera**

El agua para caldera estará acondicionada, puesto que se trató utilizando el desionizador de intercambio iónico. El análisis se puede ver en el punto VII.10.8. El requerimiento de agua para calderas es de 5,000 l/ lote

#### **VII.10.7. Agua para proceso**

Fuente de suministro: tratamiento

Presión en L.B.: 5 psi

Temperatura: 20-25 °C

Disponibilidad: 5,000 L/lote



## VII.10.8. Análisis del agua

Muestra de: Pozo profundo

Lugar de toma: Tequila, Jalisco

Es importante acondicionar el agua para su uso y clasificarlas adecuadamente, por lo tanto debemos seleccionar un tipo de tratamiento que se usará dependiendo de ciertos factores, entre los cuales los más importantes son la composición del agua dura y la calidad del efluente requerido. A continuación (tabla No.6 ) se muestra el análisis del agua.

TABLA No.6  
Análisis de agua potable.

PROPIEDAD DE LA MUESTRA	ANTES DE PASAR POR EL DESIONIZADOR	DESPUES DE PASAR POR EL DESIONIZADOR
Turbiedad (NTU)	19	0.00
Color	Incolora	incolora
Olor	Inodora	inodora
CO <sub>2</sub> disuelto	200	0.45
pH	6.0	6.50
Sílice	110	0.00
Calcio	60	0.00
Magnesio	16	0.00
Sodio	30	0.00
Potasio	30	0.00
Total cationes	136	0.00
Cloruros	30	0 00
Sulfatos	6 0	0.00

Nitratos	0.0	0.00
Hidróxidos	0.0	0.00
Carbonatos	0.0	0.00
Bicarbonatos	0.0	0.00
Total aniones	136	0.00
Sol. Tot. Disueltos	120	0.00

NOTA: Los valores se encuentran reportados como ppm.

#### VII.10.9. Aire de instrumentos

Se realizará la instalación de un sistema de aire comprimido para los instrumentos. Las condiciones del aire son las siguientes:

Presión: 2.5 psi

Temperatura: rocío

Para este tipo de aire se habilitará un sistema de compresores y receptores de aire y una unidad regeneradora y deshidratadora. Como una precaución especial contra la humedad, se colocará una pierna de goteo antes del reductor de presión.

#### VII.10.10. Combustible líquido

En la tabla No.7 se presentan las características del combustible empleado para la generación de vapor.

**TABLA No.7**  
Diesel combustible.

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>ESPECIFICACION</b>
Fuente de suministro	Tambores
Densidad relativa	0.85
Poder calorífico	10,810 kcal/kg

### **VII.10.11. Alimentación de energía eléctrica**

Fuente de suministro:	C.F E
Tensión Kvolts:	34.5
Número de fases:	3
Frecuencia ciclos:	60
Factor de potencia:	0.85
Material del conductor:	ACSR 477 MCM
Acometida:	Aérea

### **VII.10.12. Teléfonos**

La red telefónica interna, proveniente de Teléfonos de México será diseñada a prueba de explosión con acometida subterránea.

## **VII.11. Sistemas de seguridad**

Para garantizar las condiciones completas de seguridad en la planta, se diseñarán tanto sistemas como planes y programas de seguridad, los cuales tendrán que regirse por las diferentes normas y códigos para cada tipo de situación.

### **VII.11.1. Sistema contra incendio**

Los criterios empleados para definir las áreas de riesgos y contra incendio, así como para el diseño de la red contra incendio y del equipo móvil y portátil de la planta, estarán basados en las normas del código NFPA.

Habrà un sistema de rociadores y protección por monitoreo e hidrantes y cámaras de espuma de acuerdo al NFC.

### **VII.11.2. Protección personal**

La planta contará con duchas y tomas de aire de acuerdo al número de trabajadores.

También se llevará a cabo un programa de registro e investigación de accidentes de acuerdo a la NOM-0221-STPS-1993 y al reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo.

Para garantizar las buenas condiciones laborales, existirán programas de protección personal y se aplicarán las siguientes normas.

---

a) Calidad del aire en áreas laborales

NOM-009-STPS-1993 y NOM-010-STPS-1993

b) Identificación de sustancias químicas

NOM-009-STPS-1993

c) Control de ruido y vibraciones

NOM-011-STPS-1993 y NOM-080-STPS-1994

Reglamento para la protección al ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.

En su caso las normas y reglamentos que apliquen durante el periodo en que la planta funcione.

## VII.12. Condiciones climatológicas

### VII.12.1. Temperatura

Máxima extrema: 45 °C

Mínima extrema: 18 °C

Media anual: 23.2 °C

---

### **VII.12.2. Estadística pluvial**

Régimen pluviómetro: 800 mm/anuales

Promedio: 1,073.1 mm de precipitación pluvial

Máxima en un mes: 10 días

Máxima anual: 120 días

Promedio anual: 90 días

### **VII.12.3. Estadística de tormentas eléctricas**

Máxima en un mes: 10

Anual media: 35

### **VII.12.4. Viento**

Dirección de los vientos dominantes: Sureste a Noroeste

Dirección de los vientos reinantes: Este a Noroeste

### **VII.12.5. Humedad**

Promedio: 23% con un punto de rocío de 5°C

### **VII.12.6. Atmósfera**

Presión atmosférica: 1 atm

Atmósfera corrosiva: No

### VII.13. Localización de la planta

El plano de localización de la planta en la ciudad de Tequila, Jal., se presenta en el inciso VI de este documento esquema No.1 y 2.

### VII.14. Base de diseño eléctrico

#### VII.14.1. Código de clasificación de áreas

La clasificación de las áreas se da por los códigos NEMA y NEC, aunque cabe mencionar que en nuestra planta no existen polvos químicos explosivos

#### VII.14.2. Características de la alimentación a motores

En la tabla No.7 se muestran las características de diseño que deberán cumplir las alimentaciones de voltaje en los motores eléctricos.

TABLA No.7  
Alimentación a motores

POTENCIA HP	VOLTS	FASES	F.P.
Menor de 1HP	127	Monofásico	0.95
De 1 a 20 HP	220/440	Trifásico	0.95

### VII.14.3. Corriente para alumbrado

En la tabla No.8 se muestran las características de diseño que deberán cumplir las alimentaciones de voltaje en el alumbrado de la planta.

TABLA No.8  
Corriente de alumbrado

USO	VOLTS	FASES	CICLOS
Interior	127	1	60
Exterior	220	1	60

#### VII.14.3.1. Alumbrado de emergencia

Consistirá de reflectores incandescentes energizados con baterías de níquel-cadmio o de otro sistema que opere instantáneamente al producirse una pérdida del suministro total.

### VII.14.4. Distribución de corriente dentro de L.B.

La distribución de corriente es subterránea.

### VII.15. Base de diseño para tuberías



---

### **VII.15.1. Soporte de tuberías**

Según sea la necesidad o la especificación, las tuberías podrán estar soportadas en concreto, ya sea a ras del suelo o enterradas, o bien sobre estructuras metálicas (rack de tuberías).

### **VII.15.2. Tipos de drenaje**

Los tipos de drenaje con los que se contará son. el drenaje pluvial, el sanitario y el de proceso, los cuales tendrán que unirse en un canal común antes de abandonar los límites de la planta.

### **VII.15.3. Dibujos**

No se hará maqueta de la planta, pero sí se tendrán los isométricos de tuberías, plano de localización, planos de tuberías e instrumentos, de flujo de proceso y balance de servicios auxiliares, indicando en cada caso la escala empleada, la estrella de los vientos, el nombre del plano, el nombre de las líneas y equipos, notas, fecha, autorización del plano y nombre de la planta.

## **VII.16. Bases de diseño civil**

### **VII.16.1. Solicitaciones por viento y sismo**

Se acepta el manual de diseño de obras civiles de la comisión federal de electricidad por sismo y viento.

## VII.16.2. Información general sobre el tipo de suelo

El terreno en la región de tequila es arcilloso.

## VII.17. Base de diseños para instrumentos

Cuarto de control, los equipos y líneas que lo requieran deberán llevar un control proporcional con reajuste y acción anticipada. Aunque debemos de considerar lo que deba requerir el equipo y la línea, ya que si se considera suficiente con un control de dos pasos podemos instalar este tipo de control.

La calibración de la instrumentación será en las siguientes unidades:

Presión	kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	°C
Flujo volumétrico	l/min
Flujo másico	kg/min
Concentración	° Bx. o ° G.L.

## VII.18. Bases para diseño de equipo

Compresoras: (las compresoras se localizan junto a las calderas)

Tipo de accionador . . . . . motor eléctrico

Requerimiento..... 10-20 lb/in<sup>2</sup> para instrumentación

Bombas:

Tipo de accionador.. . . . motor eléctrico

Sobre diseño deseado. . . 6 7 %

## VII.19. Normas, códigos y especificaciones

Tomar en consideración, las normas nacionales e internacionales, que se muestran en la tabla No.9.

TABLA No.9.  
Normas y códigos

<b>APLICA A</b>	<b>NORMA, CODIGO O ESPECIFICACION</b>
Recipientes a presión	ASME VIII
Tubería	ASME/ANSI
Edificios	ANSI
Electricidad	NEC/NEMA
Calentadores	API-RP
Ruido	OSHA
Contaminación	EPA
Seguridad	OSHA/NFPA
Cambiadores	TEMA/ASME/API

---

**CAPITULO VIII**  
**CRITERIOS DE DISEÑO**

---

---

## **VIII. Criterios de diseño**

La unidad productora de Tequila ubicada en Tequila, Jalisco se diseñará de acuerdo a los siguientes criterios de diseño fundamentales, derivados de los requerimientos que se establecen en las bases de diseño, siendo estos emitidos en los siguientes documentos:

- a) Criterios generales de diseño.
- b) Criterios de diseño de equipo.

### **VIII.1 Criterios generales de diseño.**

Capacidad máxima y mínima

La capacidad normal será de 3,500,000 litros por año de Tequila a 55°G.L.

La capacidad máxima y mínima de operación de la planta serán:

- Capacidad máxima 3,724,000 litros por año
- Capacidad mínima 1,862,000 litros por año.

### **VIII.2 Criterios de diseño térmico.**

La condensación de los productos que provienen de la torre de destilación y de los alambiques utilizarán agua de enfriamiento proveniente de la torre de enfriamiento.

Las autoclaves, la torre de destilación y los alambiques utilizarán vapor de baja presión proveniente de las calderas.

### **VIII.3 Criterios de diseño de equipo.**

**Cambiadores de calor :**

Los intercambiadores utilizan agua como medio de enfriamiento por lo que tendrán un factor de incrustación total de 0.0023 Btu hr ft<sup>2</sup>/°F.

La caída de presión permisible en los condensadores y enfriadores es de 10 psia (0.7 Kg/cm<sup>2</sup>).

Los criterios de selección de materiales de equipo están regidos por el código TEMA clasificación R y el código ASME sección VIII.

EL sobredimensionamiento de los intercambiadores no debe rebasar el 10%, esto para evitar un mayor requerimiento de servicios auxiliares.

**Torre de destilación :**

La torre de destilación utilizará platos perforados como unidades de contacto. Los platos serán de Ac. Inox. 410 con un porcentaje de inundación igual a 1 in.

El material de construcción estará regida en base al código ASME.

## Bombas

Las bombas que se utilizarán serán bombas centrífugas , el material estará regido de acuerdo al código API-610.

## Recipientes :

El tiempo de residencia se selecciona en base a valores recomendados según el servicio, o por condiciones particulares así como del tipo de instrumentación con la que cuenta.

Los criterios de selección del material estarán regidos de acuerdo al código ASME.

La corrosión permisible de los equipos construidos con acero al carbón será de 1/8 in. (3mm) y a los construidos de una aleación es de 1/16 in (1.5mm).

---

**CAPITULO IX**

**MANIFIESTO AMBIENTAL**

---



## IX. Manifiesto ambiental

El principal subproducto en la industria de destilados, es el que se conoce bajo el nombre de vinazas., por sus características se requiere de un tratamiento previo a su envío al drenaje, se sugiere para tal fin el siguiente tratamiento:

La vinaza se obtiene de la torre a 90°C, se recibe en el tanque sedimentador-enfriador (existe un serpentín en el tanque para enfriar), la temperatura llega a 50°C. Una vez enfriados y sedimentados, los sólidos son decantados. Las vinazas van al tanque de alimentación con una concentración de 10% en volumen, se neutralizan con NaOH hasta un pH=7 y se adiciona 1g de fierro por cada litro de vinaza.

Una vez acondicionadas se alimentan a un reactor anaerobio de lecho de lodos de flujo ascendente (RALLFA), las vinazas se alimentan por abajo y entra en contacto con el lecho de lodos que por sus características granulares no es arrastrado por el flujo ascendente. Aquí ocurre la degradación de la materia orgánica con producción de biogas. En la parte de arriba llega al separador, el cual favorece la separación sólido-líquido-gas, los lodos que llegan a ser arrastrados son detenidos. Se separa el gas que se acumula en la campana y se quema o se almacena.

El agua sale por arriba y pasa al reactor biológico rotatorio, el agua ingresa al reactor biológico rotatorio por la parte inferior, en este tipo de reactores los microorganismos se encuentran en los discos, aquí se remueve la materia orgánica soluble, las bacterias anaerobias están presentes como biomasa aerobia y  $\text{CO}_2$ . El líquido se detiene en un sedimentador secundario y la biomasa arrastrada se separa por gravedad y se sustrae. La vinaza tratada es evacuada y se dirige al drenaje principal.

Este tipo de tratamiento se sigue en algunas destilerías y en la tabla No.10 daremos los valores de un análisis químico realizado a las vinazas, antes y después de haberse alimentado al RALLFA:

**TABLA No.10**  
Análisis químico de vinazas.

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AFLUENTE</b>	<b>EFLUENTE</b>
<b>pH</b>	Escala 0-14	7.0	6.9
<b>alcalinidad</b>	mg CaCO <sub>3</sub> /L	3000	2136
<b>DQO total</b>	Mg/L	9886	3917
<b>DQO sol</b>	Mg/L	8994	3457
<b>sulfatos</b>	Mg/L	513	333
<b>cloruros</b>	Mg/L	358	403
<b>STT</b>	Mg/L	11 124	7 508
<b>SST</b>	Mg/L	861	346

---

## X. Descripción del proceso

### a) Recepción del agave:

Para la producción de Tequila, la materia prima (agave) se recibe en el patio de recepción de agave, en donde se verifica que cumpla con las especificaciones de madurez, peso, porcentaje de azúcares reductores y jima, si no cumple con dichas especificaciones, se regresa el agave al proveedor, puesto que la calidad del Tequila depende del agave.

### b) Desgarramiento de agave:

Una vez que el agave es verificado se alimenta a la desgarradora DES-01A/B. Se corta la piña para que en la siguiente etapa del proceso, la hidrólisis, se alcance una eficiencia cercana al 100%. El peso de cada piña está en un rango de 40 a 50 kilogramos. Las cargas a cada autoclave son aproximadamente de 360 piñas, y el flujo al cual las 33.85 toneladas de agave en forma de piña son cortadas es de 45138.88 Kg/hr ó 108768.407 L/hr

### c) Hidrólisis:

Una vez desgarradas las piñas se alimentan por medio de un transportador de banda BNT-001 por la parte superior de la autoclave ATC-01A/B/C, donde caen por gravedad. El calentamiento de la autoclave se realiza con vapor a una presión de entrada de 1.18 atm. La temperatura de operación en dichos equipos es de 100 °C y el tiempo de residencia es de 6hrs. La razón por la cual, el agave se

---

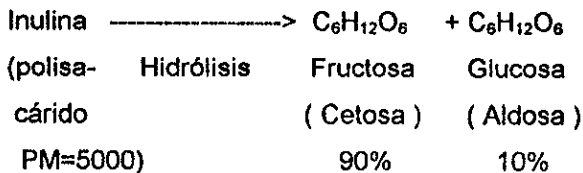
**CAPITULO X**

**DESCRIPCION DEL PROCESO**

---

somete a calentamiento es para romper los enlaces glucosídicos de la inulina, para obtener monosacáridos, principalmente fructosa y glucosa.

**Reacción:**



Los azúcares esenciales se presentan en forma de mieles.

Cabe resaltar que los condensados en ésta parte del proceso, sé recirculan a la caldera.

**d) Molienda:**

Una vez realizada la cocción, se tienen dos corrientes de salida, una corriente es miel rica en azúcares, la cual se alimenta por gravedad al tanque colector de mieles TQ-001, la otra corriente que contiene bagazo rico en azúcar y que son los sólidos provenientes de las autoclaves, se alimentan por medio de una banda BNT-002 al molino ML-001, donde se agrega agua de la planta potabilizadora y se exprime para aprovechar la materia prima al máximo. Una vez exprimido el bagazo, las mieles extraídas se alimentan por gravedad al tanque colector de mieles TQ-001, donde se mezclan con las mieles extraídas de la autoclave. Del molino también se obtiene un residuo que es conocido como bagazo seco, el cual se envía a límite de batería

---

e) Enfriamiento:

Las mieles provenientes de la molienda tienen una temperatura menor a aquellas que fluyeron directamente de las autoclaves, al mezclar ambas corrientes, la cantidad de agua de enfriamiento requerida es menor, para ajustar las mieles a una temperatura apta para la fermentación se bombean por medio de la bomba BS-001A/R al intercambiador de calor CON-001. La temperatura aproximada a la cual entran las mieles es de 60 °C, saliendo a 30°C. Las temperaturas de entrada y salida del agua de enfriamiento son de 25 °C y 31 °C, respectivamente. Una vez enfriadas las mieles se introducen al tanque de paso TQ-002, el cual tiene como función detectar la concentración de azúcares contenidos en las mieles (°Bx).

f) Formulación:

Una vez detectada la concentración de azúcares (°Bx) en las mieles, se bombean por medio de la bomba BS-002 al tanque de formulación TQFO-001. La función de esta parte del proceso es preparar las mieles con las especificaciones necesarias para la fermentación (14 °Bx), mediante la adición de agua de planta potabilizadora.

°Bx ( Grados Brix ): Es la cantidad de azúcar en gramos por cada 100 de solución.

A 14 °Bx la fermentación se realiza a la máxima eficiencia.

### g) Fermentación.

La formulación se bombea por medio de la bomba BS-003 a los reactores de fermentación FER-001A/B/C/D. Este paso es una de las partes primordiales del proceso, donde se mantienen las especificaciones indicadas y además se agrega un volumen de levadura proveniente del tanque TL-01 el cual es bombeado mediante la bomba BS-007, equivalente al 0.3% del volumen del reactor de fermentación. La levadura, generalmente *Saccaromyces cerevisiae*, se trata previamente para que la fermentación se lleve a cabo en un menor tiempo, 36 horas, controlando la temperatura de operación a 30°C y presión atmosférica.

La fermentación es un fenómeno en el cual, los azúcares se transforman en alcoholes. En éste proceso, la fermentación es aerobia, es decir, se lleva a cabo al aire libre. Debido a la falta de información, sobre la levadura, en cuestión del número de levaduras iniciales, la capacidad de reproducción y el tiempo en que la realizan, en este balance consideramos a la levadura como un catalizador no biológico, que a los 15 °G.L. (Gay Lussac) se inhibe y que la misma cantidad alimentada al reactor es desechada. La densidad de la levadura también se supuso ( densidad = 1 Kg/ L).

**Los grados Gay Lussac son el porcentaje de alcohol en 100 ml. de solución.**

### h) Destilación Ordinaria:

Una vez transcurrido el tiempo de fermentación, las mieles se alimentan por gravedad al tanque de balance TB-02 donde son bombeadas mediante la bomba BS-004A/R a la torre de destilación DEST-01. La primera de dos destilaciones. En ésta, lo que se persigue es eliminar la mayoría de los componentes mas pesados

(vinazas) los cuales son eliminados de los fondos por gravedad a límite de batería y por los domos obtener el destilado ordinario.

A la torre se alimenta vapor que se pone en contacto con las mieles fermentadas, el cual se suministra a una presión de 1.18 atm. y la temperatura a la cual se opera la torre es de 100 °C. La torre consta de 17 platos, con 2.5 m de diámetro cada uno, la alimentación se realiza en el plato 4, la distancia entre cada plato es de 0.75 m y la inundación en todos los platos es de 1 pulgada. De esta separación se obtienen por los fondos productos semipesados que en conjunto se llaman vinazas, las cuales van a la planta de tratamiento. Por los domos obtenemos una solución con 40% de agua y el 60% restante contiene una gran cantidad de compuestos, entre los cuales se pueden identificar alcohol isoamílico, etanol y metanol, por mencionar algunos. Este destilado se pasará por el condensador CON-002 para disminuir su temperatura a 55°C y lograr el cambio de fase.

Los grados Gay Lussac en esta etapa del proceso son de 35°G.L.. Esta solución llega por gravedad al tanque de recepción de destilados TQ-003 para ser bombeada mediante la bomba BS-005 a la sección de rectificación.

#### **i) Rectificación:**

Este proceso se conoce como rectificación o segunda destilación, en donde propiamente obtenemos el Tequila. Los alambiques de rectificación ALM-01A/B/C, operan con las siguientes condiciones a una temperatura de 80 °C y una presión de 3 atm y con un tiempo de residencia de 2.5 horas. A dicho equipo, se le suministra vapor con una presión de 0.5 atm. Iniciada la destilación hasta un tiempo de 10 minutos, se obtienen aproximadamente 60 litros de un compuesto cuya ingestión no es recomendable, metanol Este metanol se



condensa en el cambiador de calor CON-004 y es enviado por gravedad al tanque receptor de metanol y flemazas TQ-005.

Una vez transcurrido este tiempo se obtendrán por los domos de los alambiques gradualmente 5,000 litros de Tequila. La destilación del Tequila comienza con un 92% de volumen de alcohol en el volumen total (**Grados Gay Lussac**) y paulatinamente disminuye su concentración, para que al término de la extracción del Tequila, éste tenga 55 °G. L.

El tequila se condensa en el cambiador de calor CON-003. Las temperaturas de entrada y salida del agua en el condensador son de 25 y 37 grados centígrados respectivamente, la temperatura de salida del Tequila es de 31°C.

Por los fondos se obtienen flemazas que se alimentan por gravedad al tanque receptor de metanol y flemazas TQ-005, el cual cuenta con una división interna para evitar la mezcla de metanol y flemazas.

**Las flemazas son aquellos compuestos que caracterizan la mayoría de las cualidades esenciales de los Tequilas Reposado y Añejo, y la totalidad del Tequila Blanco.**

**Es importante señalar que el metanol y las flemazas se incluirán en el tratamiento de efluentes.**

El tequila a 55 °G. L. ya condensado llega por gravedad al tanque TQ-004A/B de donde es bombeado mediante la bomba BS-006 hacia el filtro FCT-001 con el fin de eliminar posibles impurezas. Una vez filtrado el tequila se introduce en los tanques de almacenamiento TQ-006A/B/C/D donde posteriormente se determinará la cantidad de las diferentes calidades de Tequila a comercializar.

---

La etapa de dilución es la última del proceso. El orden para disminuir el porcentaje de alcohol es el siguiente: Blanco, Reposado y Añejo. Se les agregará el agua al finalizar el tiempo de residencia, ya sea en pipones o en barricas.

Por cada litro de Tequila a 55% se agregan 450 ml de agua aproximadamente, para obtener el producto a 38 °G. L., el cual se envasará, etiquetará y embalará en pasos subsecuentes, que éste balance no incluye.

La capacidad de los envases de los Tequilas Reposado y Añejo será de 750 ml y para el Tequila Blanco de 1 L.

Cada tequila después de ser envasado, se etiquetará con las especificaciones correspondientes y finalmente será embalado para su distribución.

3

---

**CAPITULO XI**

**BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA**

---

## **XI. Balance de Materia y Energía.**

### **a) Balance de materia y energía de las corrientes de proceso.**

La materia prima principal en la producción de tequila es el agave tequilana weber variedad azul. La "piña" contiene infinidad de compuestos químicos que intervienen en la producción del Tequila, por lo que realizar el balance de materia por componente, es imposible; sin embargo, agrupamos en grupos funcionales y sólidos secos los 175 componentes identificados en el producto, tales como aldehídos, ésteres y alcoholes superiores, principalmente. Esta consideración se realizó para que el Balance de Materia por componentes fuera significativo.

Por norma se manejan sólo cuatro aspectos en el producto final, en cuestiones fisicoquímicas:

- a) El porcentaje de volumen de etanol en el volumen total: 38% como mínimo y 55% como máximo, para los 3 tipos de Tequila.
- b) La cantidad en mg/100ml referidos a metanol anhidro: 0.0 como mínimo y 300 como máximo, para los 3 tipos de Tequila.
- c) La cantidad en mg/100ml referidos a alcoholes superiores anhidros: 0.0 como mínimo y 400 como máximo, para los 3 tipos de Tequila.
- d) El extracto seco en g/l : 0.2 para el Tequila Blanco y 5 para los 2 tipos restantes.

El balance que se presenta, es por lote ( se realizarán 2 lotes/día ) y se basará en siete componentes generales: agave, mieles, vinazas, flemazas, metanol, agua y tequila.

El balance de materia y energía que se presenta es a condiciones normales de operación como se muestra en las tablas No 11, 12 y 13, basados en el estudio de mercado realizado y a la bibliografía consultada.

**TABLA No.11**  
Corrientes de entrada y salida de equipos

CLAVE DEL EQUIPO	CORRIENTE(S)	CORRIENTE(S)
	DE ENTRADA	DE SALIDA
DES-01A/B	1	2
BNT-001	2	2
ATC-01A/B/C	2	3, 4
ML-001	3, 5	6,7
TQ-001	6, 4	8
BS-001A/R	8	9
CON-001	9	10
TQ-002	10	11
BS-002	11	12
TQFO-001	12, 13	14
BS-003	14	15
FER-001A/B/C/D	15, 17	18
TL-01	L.B.	16
BS-007	16	17
TB-02	18	19
BS-004A/R	19	20
DEST-01	20, 21	22, 23
CON-002	22	24
TQ-003	24	25

BS-005	25	26
ALM-01A/B/C	26	27, 28, 29
CON-003	27	30
CON-004	28	31
TQ-004A/B	30	32
TQ-005	29, 31	L.B.
BS-006	32	33
FCT-001	33	34
TQ-006A/B/C/D	34	L.B.

Los nombres de las corrientes corresponden a los descritos en el diagrama de flujo del proceso que se encuentran en el capítulo XII y a los valores presentados en la tabla del balance y de componentes (tablas 12 y 13).

**TABLA No.12**  
Componentes de las corrientes

<b>CORRIENTE</b>	<b>COMPONENTE PRINCIPAL</b>
1, 2	AGAVE
3	BAGAZO CON MIELES
4	MIELES EXTRAIDAS EN LAS AUTOCLAVES
5	AGUA DE PLANTA POTABILIZADORA PARA EXPRIMIR
6	MIELES EXTRAIDAS DEL BAGAZO
7	BAGAZO EXPRIMIDO
8, 9, 10, 11, 12	MIELES TOTALES CONCENTRADAS
13	AGUA DE PLANTA POTABILIZADORA PARA FORMULACION
14, 15	MIELES TOTALES DILUIDAS
16, 17	LEVADURA

18, 19, 20	MOSTO ORDINARIO (MIELES FERMENTADAS)
21	VAPOR SATURADO PARA DESTILACION
22, 24, 25, 26	DESTILADO ORDINARIO
23	VINAZAS (COLAS) Y AGUA CONDENSADA
27, 30, 32, 33, 34	TEQUILA A 55°G.L. (CORAZON)
28, 31	METANOL (CABEZAS)
29	FLEMAZAS (COLAS)

TABLA No.13  
Balance de Materia y Energia

PROPIEDAD/CORRIENTE	1	2	3	4
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	108,768.4	108,768.4	161,164	183.4586
FLUJO MASICO (KG/HR)	45,138.886	45,138.886	65,352	214.21
MASA (KG)	33,854	33,854	32,676	1,178
DENSIDAD (KG/L)	0.415	0.415	0.4055	1.16762
TEMPERATURA (°C)	22	22	96	96
PRESION (ATM)	1	1	1	1
FASE (S, L, V)	S	S	S	L
PROPIEDAD/CORRIENTE	5	6	7	8
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	100	7,174.673	153,694.923	27,835
FLUJO MASICO (KG/HR)	100	8,377.292	56,974.708	32,500.703
MASA (KG)	50	4,238.646	28,487.354	5,416.8
DENSIDAD (KG/L)	1	1.16762	0.3707	1.16762
TEMPERATURA (°C)	22	50	50	60
PRESION (ATM)	2.9	1	1	1
FASE (S, L, V)	L	L	S	L

## CONTINUACION TABLA No. 13.

## Balance de Materia y Energia

<b>PROPIEDAD/CORRIENTE</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)</b>	27, 835	27, 835	27, 835	27, 835
<b>FLUJO MASICO (KG/HR)</b>	32, 500.703	32, 500.703	32, 500.703	32, 500.703
<b>MASA (KG)</b>	5, 416.8	5, 416.8	5, 416.8	5, 416.8
<b>DENSIDAD (KG/L)</b>	1.16762	1.16762	1.16762	1.16762
<b>TEMPERATURA (°C)</b>	60	30	30	30
<b>PRESION (ATM)</b>	2.9	2.7	1	2.9
<b>FASE ( S, L, V )</b>	L	L	L	L
<b>PROPIEDAD/CORRIENTE</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)</b>	54, 318.07	13, 693.808	13, 693.808	41.0766
<b>FLUJO MASICO (KG/HR)</b>	54, 318.07	14, 469.837	14, 469.837	41.0766
<b>MASA (KG)</b>	9, 053.038	14, 469.837	14, 469.837	41.0766
<b>DENSIDAD (KG/L)</b>	1	1.05667	1.05667	1
<b>TEMPERATURA (°C)</b>	25	30	30	25
<b>PRESION (ATM)</b>	2	1	2.9	1
<b>FASE ( S, L, V )</b>	L	L	L	L, S
<b>PROPIEDAD/CORRIENTE</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)</b>	41.0766	3, 991.9824	3, 991.9824	3, 991.9824
<b>FLUJO MASICO (KG/HR)</b>	41.0766	3872.223	3872.223	3, 872.223
<b>MASA (KG)</b>	41.0766	14, 509.2326	14, 509.2326	14, 509.2326
<b>DENSIDAD (KG/L)</b>	1	0.97	0.97	0.97
<b>TEMPERATURA (°C)</b>	25	30	30	30
<b>PRESION (ATM)</b>	1.9	1		4.4
<b>FASE ( S, L, V )</b>	L, S	L	L	L
<b>PROPIEDAD/CORRIENTE</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
<b>FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)</b>	350, 238.1429	1' 393, 342.602	2, 381.00	1, 857.1428
<b>FLUJO MASICO (KG/HR)</b>	245.16667	1, 732.3428	2, 385.0467	1, 732.3428
<b>MASA (KG)</b>	1, 471	6, 063.2	9, 917.03	6, 063.2
<b>DENSIDAD (KG/L)</b>	$7 \times 10^{-4}$	$1.2433 \times 10^{-3}$	1.0017	0.9328
<b>TEMPERATURA (°C)</b>	104.8	100	100	50xxx
<b>PRESION (ATM)</b>	1.18	1.5	1.5	1.3
<b>FASE ( S, L, V )</b>	V	V	L	L



## CONTINUACION TABLA No. 13.

## Balance de Materia y Energia

PROPIEDAD/CORRIENTE	25	26	27	28
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	3, 208.484	3, 208.484	328, 099.78	82, 183.9
FLUJO MASICO (KG/HR)	2, 992.8738	2, 992.8738	1, 788.8	276.438
MASA (KG)	6, 063.2	6, 063.2	4, 472	46.5724
DENSIDAD (KG/L)	0.9328	0.9328	$5.452 \times 10^{-3}$	$1.2528 \times 10^{-3}$
TEMPERATURA (°C)	55	55	80	80
PRESION (ATM)	1	2.9	1.5	1.5
FASE ( S, L, V )	L	L	V	V
PROPIEDAD/CORRIENTE	29	30	31	32
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	863.504	2, 000	344.98	2, 000
FLUJO MASICO (KG/HR)	924.64	1, 788.8	279.4338	1, 788.8
MASA (KG)	1, 544.6276	4, 472	46.5724	4,472
DENSIDAD (KG/L)	1.0708	0.8944	0.81	0.8944
TEMPERATURA (°C)	80	30	30	30
PRESION (ATM)	1	1.3	1.3	1
FASE ( S, L, V )	L	L	L	L
PROPIEDAD/CORRIENTE	33	34		
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	2, 000	2, 000		
FLUJO MASICO (KG/HR)	1, 788.8	1, 788.8		
MASA (KG)	4,472	4,472		
DENSIDAD (KG/L)	0.8944	0.8944		
TEMPERATURA (°C)	30	25		
PRESION (ATM)	4.4	4.2		
FASE ( S, L, V )	L	L		

CLAVE DE EQUIPO	CARGA TÉRMICA TRANSFERIDA Kcal/h	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (h).
ATC-001A/B/C	1109438.158	6
ML-001	---	0.5
TQ-001	---	0.33
CON-001	1507786.21	---
TQFO-001	---	1
FER-01A/B/C/D	---	36
DEST-001	550163.55	---
CON-002	2401045.75	---
TQ-003	---	3.5
ALM-01A/B/C	358343.89	2.5
CON-003	2666104.78	---
CON-004	296295.59	---

**a) Balance de materia y energía de las corrientes de servicios auxiliares.**

El balance se considera sólo dentro de los límites de batería de la planta y por secciones de proceso.

El balance de materia y energía que se presenta es a condiciones normales de operación como se muestra en las tablas No.14,15 y 16, basados en el balance de las corrientes de proceso.

TABLA No.14

Corrientes de entrada y salida de vapor y condensado

<b>CLAVE DEL EQUIPO</b>	<b>CORRIENTE(S) DE ENTRADA</b>	<b>CORRIENTE(S) DE SALIDA</b>
Entrada a límites de batería	1	7
Sección de cocción	2	6
Sección de destilación ordinaria	3	---
Sección de rectificación	4	5

Corrientes de entrada y salida de agua de enfriamiento

<b>CLAVE DEL EQUIPO</b>	<b>CORRIENTE(S) DE ENTRADA</b>	<b>CORRIENTE(S) DE SALIDA</b>
Entrada a límites de batería	1	8
Sección de enfriamiento	2	7
Sección de destilación ordinaria	3	6
Sección de rectificación	4	5

Los nombres de las corrientes corresponden a los descritos en el diagrama de balance de general de servicios auxiliares, que se encuentran en el capítulo XIII y a los valores presentados en la tabla del balance y de componentes (tablas 15 y 16).

**TABLA No. 15**  
Componentes de las corrientes de vapor y condensado

<b>CORRIENTE</b>	<b>COMPONENTE PRINCIPAL</b>
1, 2, 3 y 4	Vapor saturado
5, 6 y 7	Condensado de baja presión

**TABLA No. 15**  
Componentes de las corrientes de agua de enfriamiento

<b>CORRIENTE</b>	<b>COMPONENTE PRINCIPAL</b>
1, 2, 3 y 4	Agua fría de la torre de enfriamiento
5, 6, 7 y 8	Agua caliente a la torre de enfriamiento

**TABLA No. 16.**  
Balance de Materia y Energía de agua de enfriamiento

<b>PROPIEDAD/CORRIENTE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)</b>	171952	60125	52225	59602
<b>FLUJO MASICO (KG/HR)</b>	171952	60125	52225	59602
<b>DENSIDAD (KG/L)</b>	1	1	1	1
<b>TEMPERATURA (°C)</b>	25	25	25	25
<b>PRESION (ATM)</b>	2.96	2.46	2.17	1.97
<b>FASE ( S, L, V )</b>	L	L	L	L

PROPIEDAD/CORRIENTE	5	6	7	8
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	59602	52225	60125	171952
FLUJO MASICO (KG/HR)	59602	52225	60125	171952
DENSIDAD (KG/L)	1	1	1	1
TEMPERATURA (°C)	37	36	31	34.6
PRESION (ATM)	1.66	1.51	2.24	1.48
FASE ( S, L, V )	L	L	L	L

TABLA No. 16.

Balance de Materia y Energía de vapor y condensados

PROPIEDAD/CORRIENTE	1	2	3	4
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	337718.045	944, 273.9	245.1667	10'334, 973.3937
FLUJO MASICO (KG/HR)	898.33	494.3842	245.1667	158.7793
MASA (KG)	4834.2536	2, 966.30544	1, 471	396.94824
DENSIDAD (KG/L)	$2.66 \times 10^{-3}$	$7 \times 10^{-4}$	$7 \times 10^{-4}$	$5.97 \times 10^{-4}$
TEMPERATURA (°C)	151.8	104.8	104.8	100
PRESION (ATM)	4.93	1.18	1.18	1
FASE ( S, L, V )	V	V	V	V

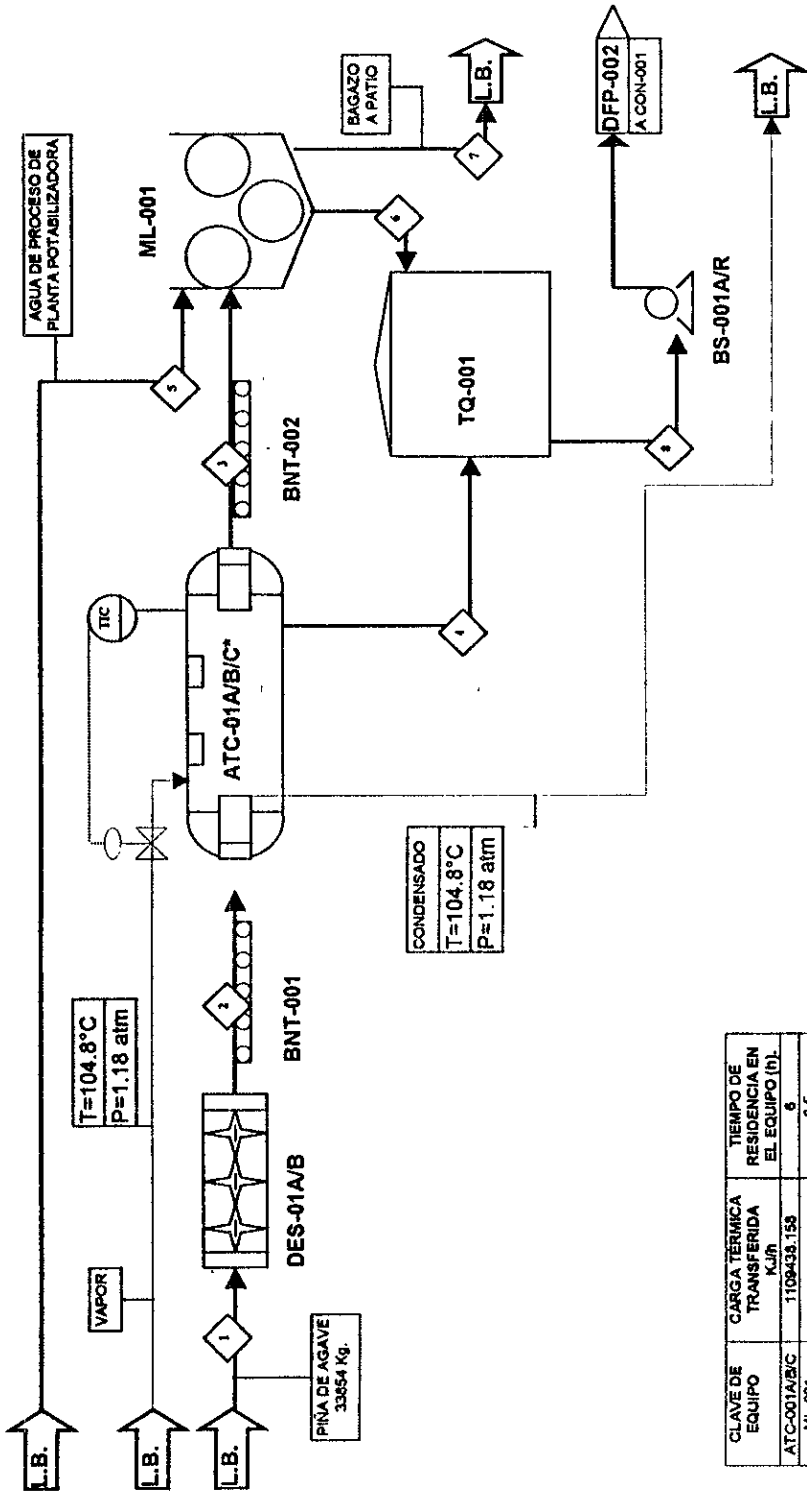
PROPIEDAD/CORRIENTE	5	6	7
FLUJO VOLUMETRICO (L/HR)	10'334, 973.3937	245.1667	687.5263
FLUJO MASICO (KG/HR)	158.7793	245.1667	653 15
MASA (KG)	396.94824	1, 471	1867.9482
DENSIDAD (KG/L)	0.95	0.95	0 95
TEMPERATURA (°C)	100	104.8	102
PRESION (ATM)	1	1.18	1
FASE ( S, L, V )	L	L	L

---

**CAPITULO XII**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

---



CONDENSADO  
T=104.8°C  
P=1.18 atm

CLAVE DE EQUIPO	CARGA TÉRMICA TRANSFERIDA Kcal/h	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (h)
ATC-001A/B/C	1109438.158	6
ML-001	---	0.5
TQ-001	---	0.33

PROPIEDAD	CORRIENTE							
	1	2	3	4	6	7	8	
FLUJO MASICO (Kg/h)	46,140	46,140	66,352	214	100	8,377	56,975	32,500
DENSIDAD (Kg/L)	0.415	0.415	0.4055	1.1676	1	1.1676	0.3707	1.1676
TEMPERATURA (°C)	22	22	96	96	22	50	50	60
PRESION (ATM)	1	1	1	1	1	2.9	1	1
FASE (S, L, V)	S	S	S	L	L	L	S	L

AGUA DE PROCESO DE PLANTA ROTABILIZADORA

ML-001

BAGAZO A PATIO

L.B.

TQ-001

BS-001A/R

DFP-002 A CON-001

L.B.

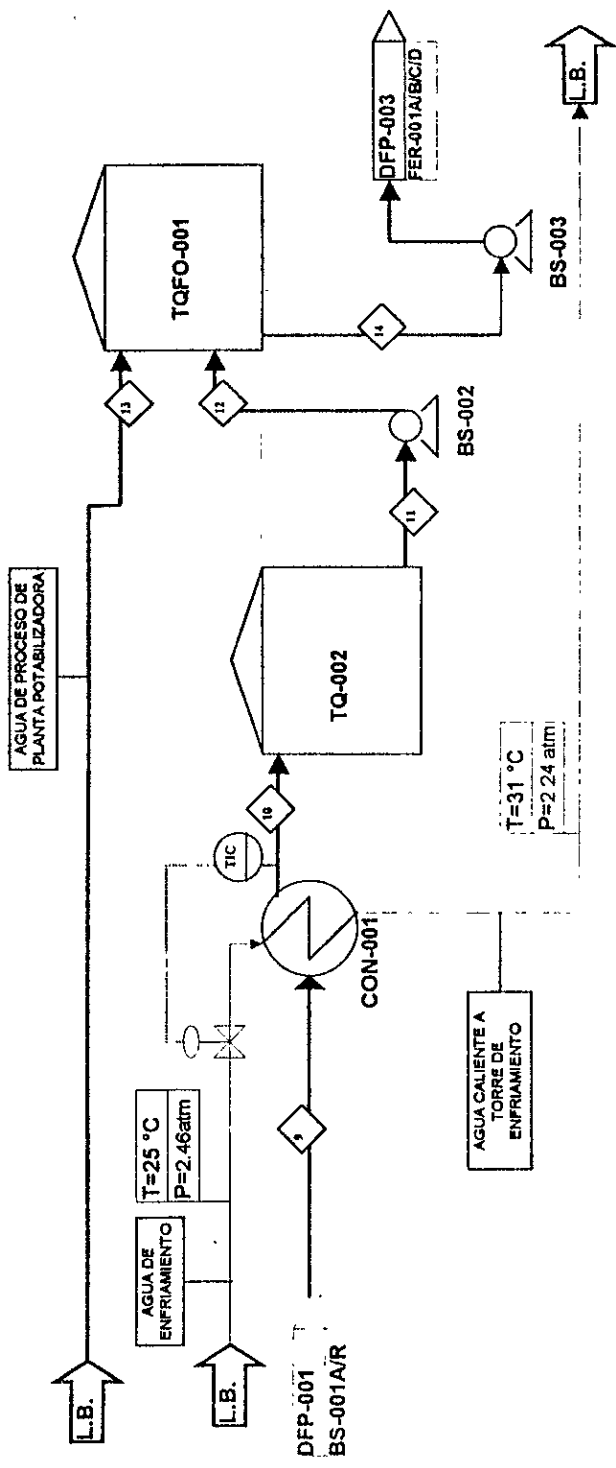
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

REVISIÓN A DIBUJO 001 DE 006 20-MARZO-1998

PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA

TEQUILA, JALISCO, MEXICO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



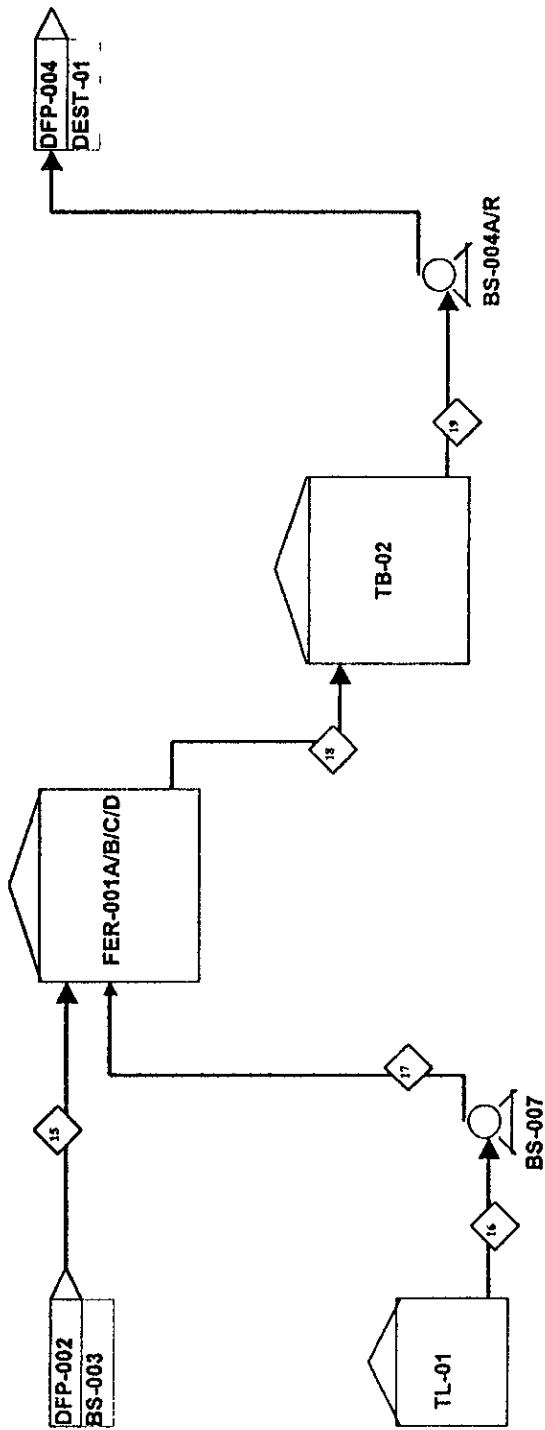
CLAVE DE EQUIPO	CARGA TÉRMICA TRANSFERIDA KJ/h	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (h)
CON-001	1507786.21	---
TQFO-001	---	1

PROPIEDAD	9	10	11	12	13	14
FLUJO MASICO (KG/HR)	32,500	32,500	32,500	32,500	54,318	14,470
DENSIDAD (KG/L)	1.16782	1.1678	1.1678	1.1678	1	1.0568
TEMPERATURA (°C)	60	30	30	30	25	30
PRESION (ATM)	2.9	2.7	1	2.9	2	1
FASE (S, L, V)	L	L	L	L	L	L

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		
REVISIÓN A	DIBUJO 002 DE 006	20-MARZO -1998
PLANTA PRODUCTORA DE	CLAVE DEL DIBUJO	DFP-002
TEQUILA	TEQUILA, JALISCO, MEXICO	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



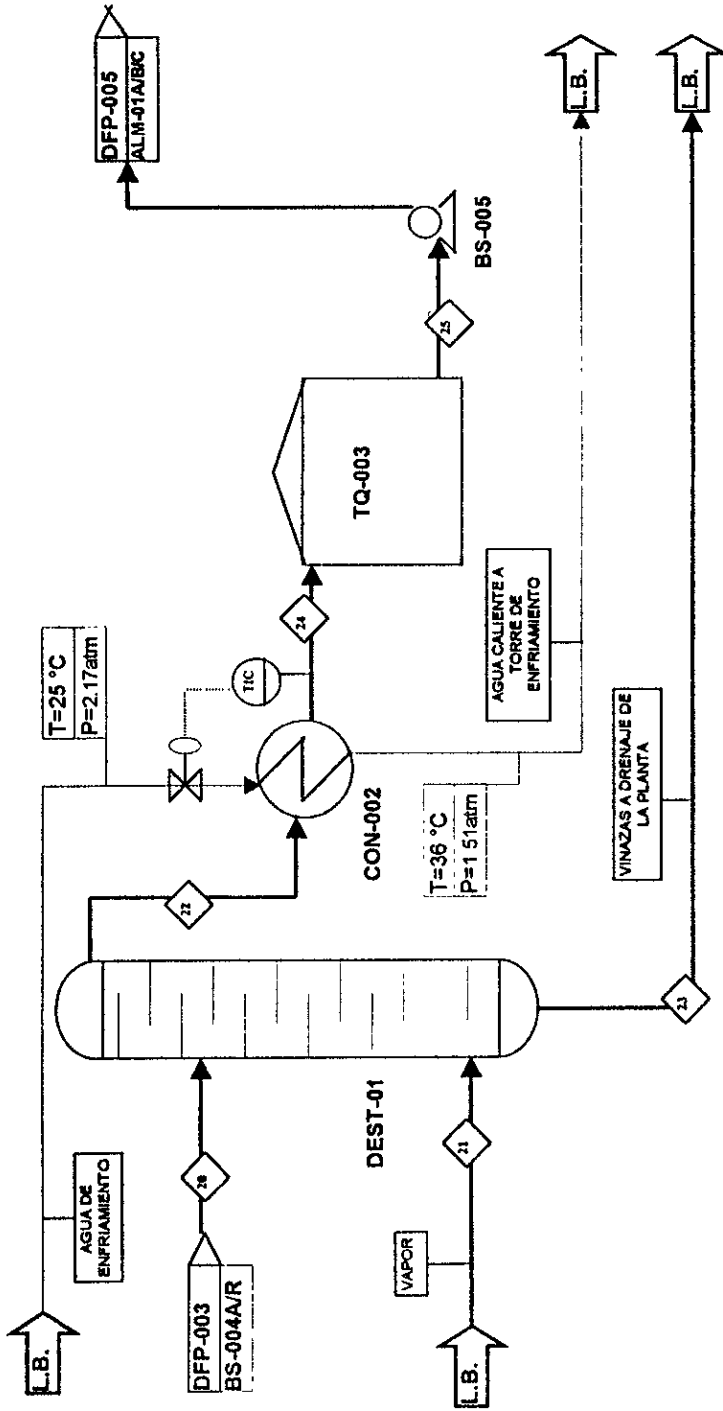


CLAVE DE EQUIPO	CARGA TÉRMICA TRANSFERIDA Kcal/h	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (h)
FER-01A/B/C/D		36

PROPIEDAD	15	16	17	18	19
FLUJO MASICO (KG/HR)	14.470	41	41	3.872	3.872
DENSIDAD (KG/L)	1.0566	1	1	0.97	0.97
TEMPERATURA (°C)	30	25	25	30	30
PRESION (ATM)	2.9	1	1.9	1	1
FASE (s, L, V)	L	L, S	L, S	L	L

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		
REVISION A	DIBUJO 003 DE 006	20-MARZO-1998
PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA	CLAVE DEL DIBUJO	DFP-003
TEQUILA, JALISCO, MEXICO		

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

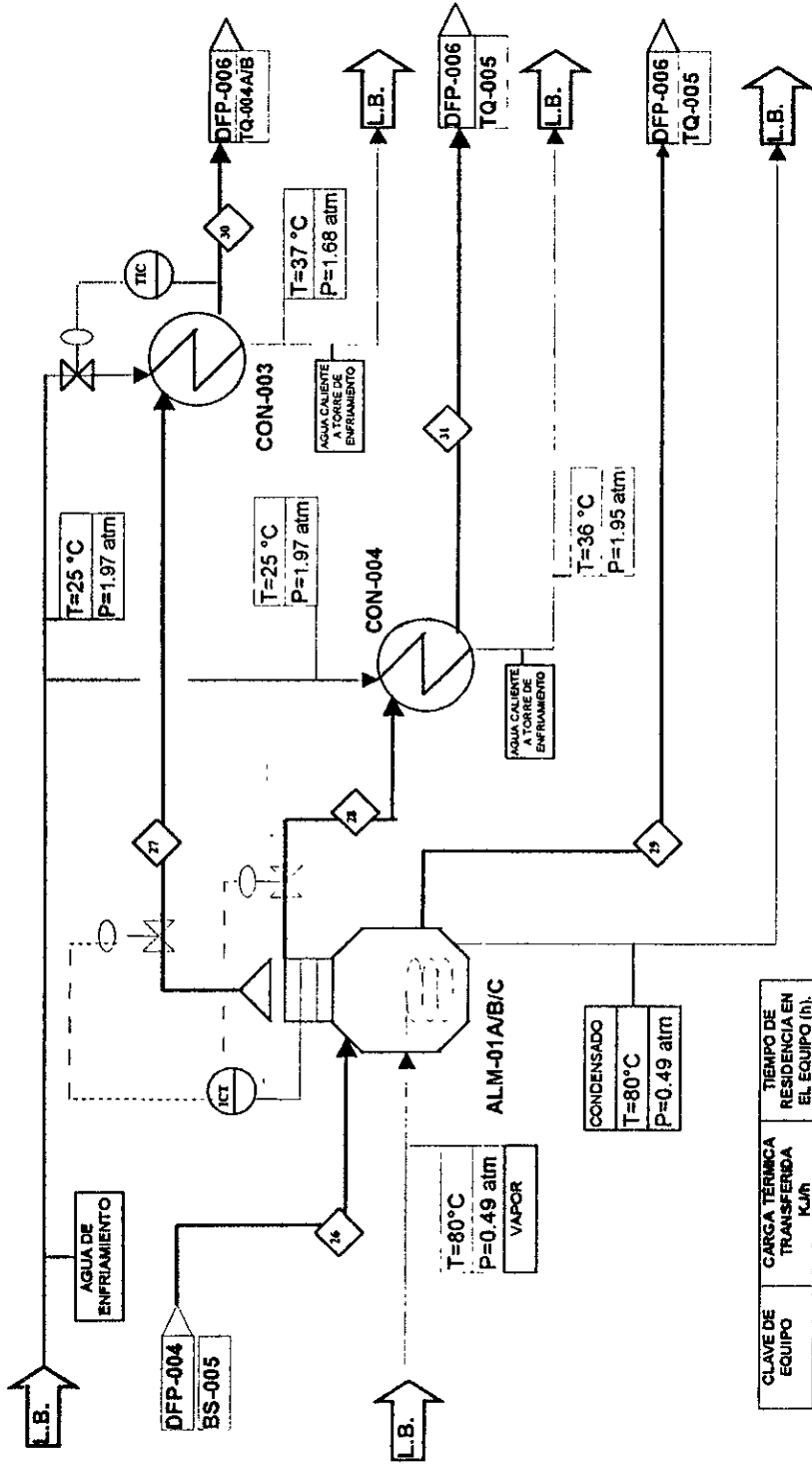


CLAVE DE EQUIPO	CARGA TERMICA TRANSFERIDA KJ/hr	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (hr)
DEST-001	560163.55	---
CON-002	2401045.75	---
TQ-003	---	3.5

PROPIEDAD	CORRIENTE	20	21	22	23	24	25
FLUJO MASICO (KG/HR)		3.872	245	1.732	2.365	1.732	2.963
DENSIDAD (KG/L)		0.97	$7 \times 10^{-4}$	$1.2433 \times 10^{-4}$	1.0017	0.9328	0.9328
TEMPERATURA (°C)		30	104.8	100	100	55	55
PRESION (ATM)		4.4	1.18	1.5	1.5	1.3	1
FASE (S, L, V)		L	V	V	L	L	L

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
REVISION A	DIBUJO 004 DE 006
PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA	CLAVE DEL DIBUJO DFP-004
TEQUILA, JALISCO, MÉXICO	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



CLAVE DE EQUIPO	CARGA TÉRMICA TRANSFERIDA KJ/H	TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL EQUIPO (D)
ALM-01A/B/C	358343.89	2.5
CON-003	2666104.78	—
CON-004	296236.59	—

PROPIEDAD	26	27	28	29	30	31
FLUJO MASICO (KG/HR)	2993	1,790	276	925	1,790	276
DENSIDAD (KG/L)	0.9328	$5.452 \times 10^{-3}$	$1.2528 \times 10^{-3}$	1.0708	0.8944	0.81
TEMPERATURA (°C)	56	80	80	80	31	56
PRESION (ATM)	29	15	15	15	13	13
FASE (S, L, V)	L	V	V	L	L	L

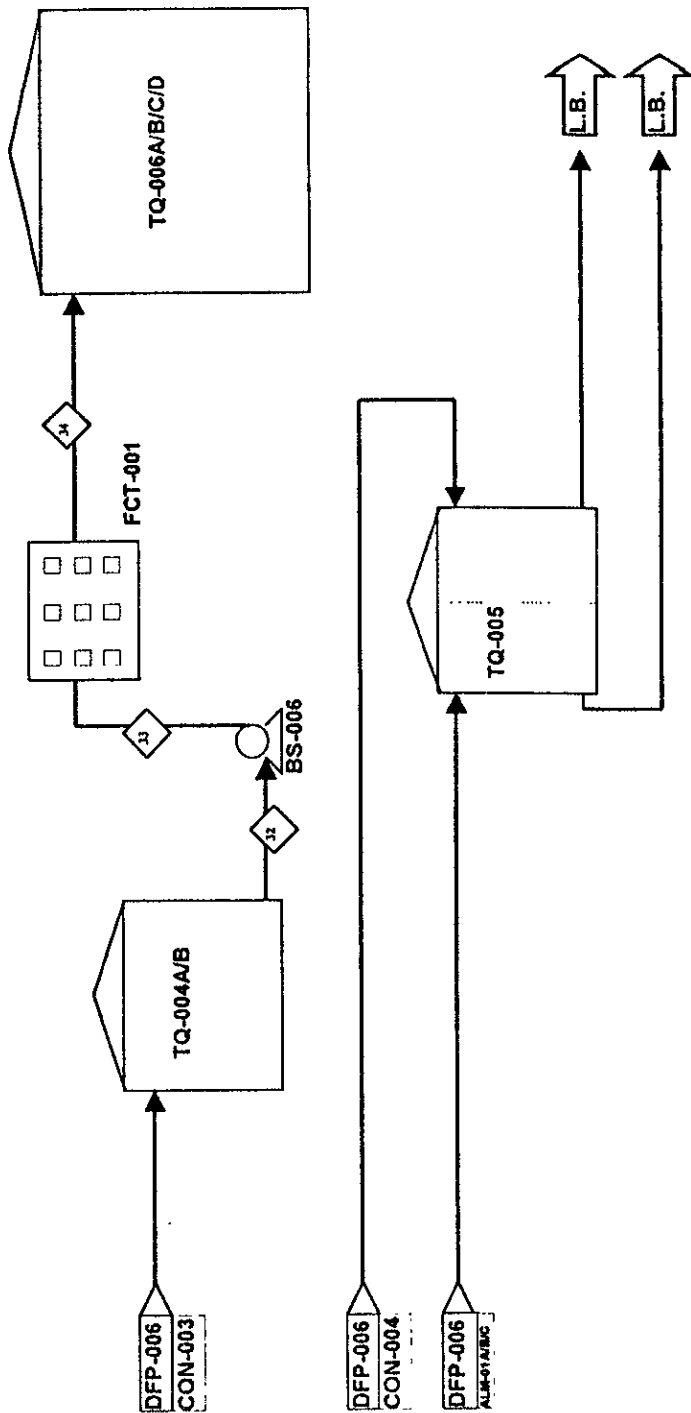
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

REVISION A DIBUJO IMS DE 006 20-MARZO-1998

PLANTA PRODUCTORA DE CLAVE DEL DIBUJO DFP-005

TEQUILA, JALISCO, MÉXICO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



PROPIEDAD	CORRIENTE	32	33	34
FLUJO MASICO (KG/HR)		1,790	1,790	1,790
DENSIDAD (KG/L)		0.8944	0.8944	0.8944
TEMPERATURA (°C)		30	30	25
PRESION (ATM)		1	4.4	4.2
FASE (g, L, V)		L	L	L

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		
REVISION A	DIBUJO 006 DE 006	20-MARZO-1998
PLANTA PRODUCTORA DE	CLAYE DEL DIBUJO	DFP-006
TEQUILA		TEQUILA, JALISCO, MEXICO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

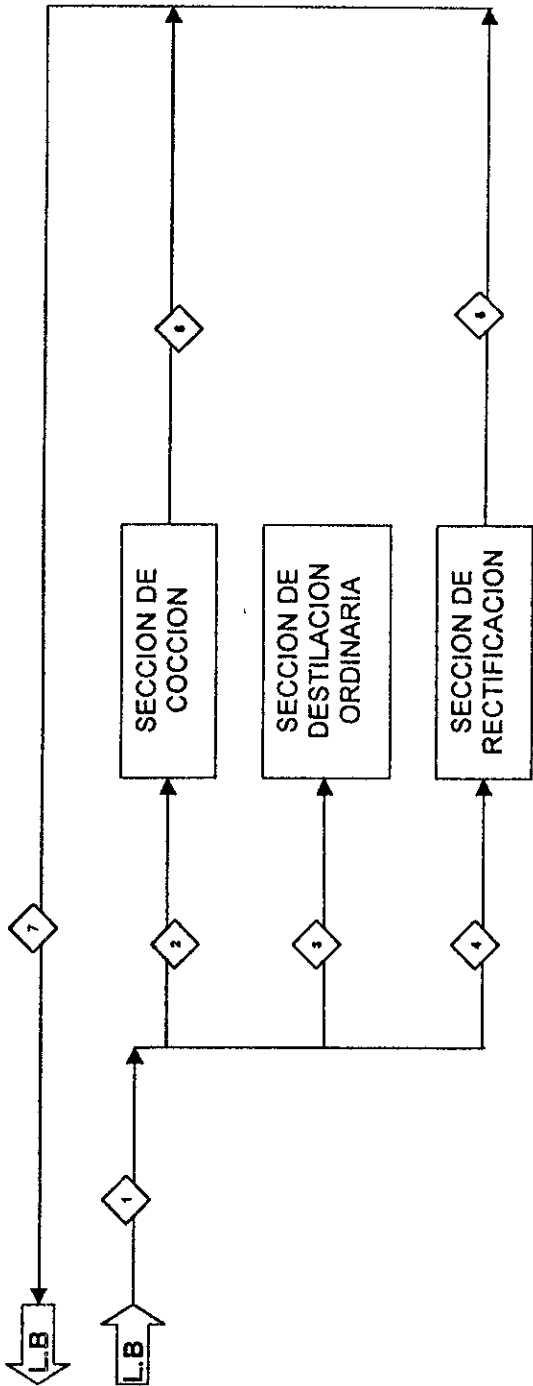
---

**CAPITULO XIII**

**DIAGRAMA DE SERVICIOS**

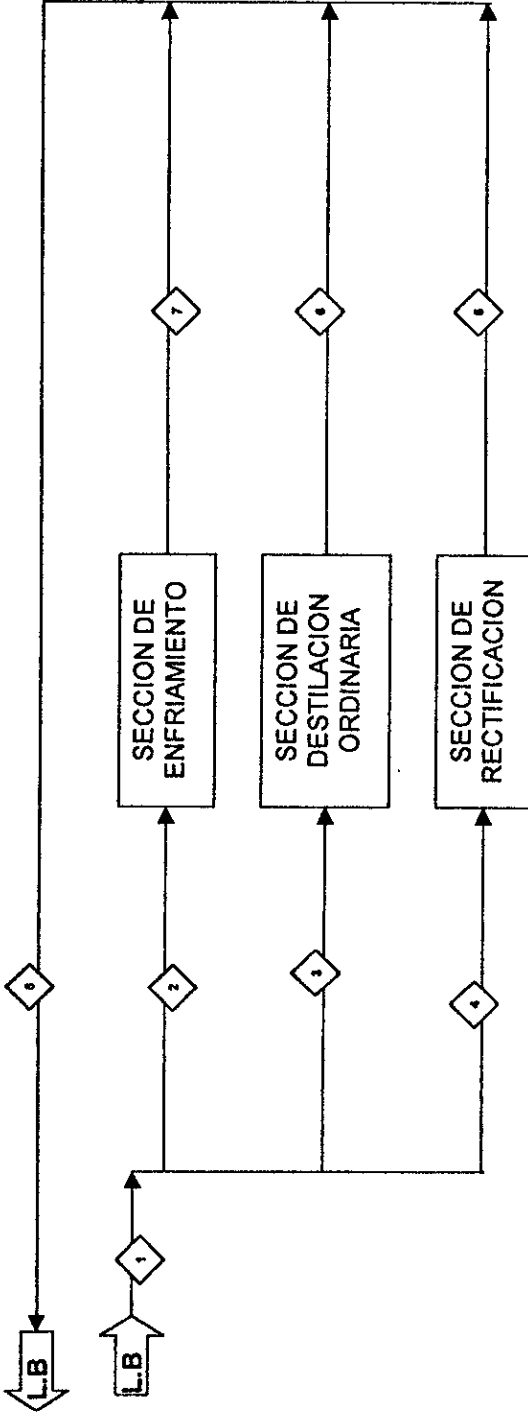
**AUXILIARES**

---



PROPIEDAD	1	2	3	4	5	6	7
FLUJO MASICO (Kg/h)	858.33	494.38	245.16	158.77	158.77	494.38	853.15
DENSIDAD (Kg/L)	$2.68 \times 10^{-2}$	$7 \times 10^{-2}$	$5.97 \times 10^{-2}$	$5.97 \times 10^{-2}$	0.95	0.95	0.95
TEMPERATURA (°C)	151.8	104.8	104.8	100	100	104.8	102
PRESION (ATM)	4.93	1.18	1.18	1	1	1.18	1
FASE (S. L. V)	V	V	V	V	L	L	L

BALANCE GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES  
 REVISION A DIBUJO 001 DE 002 3-ENERO -1988  
 PLANTA PRODUCTORA DE BALANCE GENERAL DE VAPOR  
 TEQUILA  
 TEQUILA, JALISCO, MEXICO



PROPIEDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
FLUJO MASICO (Kg/h)	171962	60125	52225	59602	59602	52225	60125	171962
DENSIDAD (Kg/L)	1	1	1	1	1	1	1	1
TEMPERATURA (°C)	25	25	25	25	37	36	31	34.6
PRESION (ATM)	2.96	2.46	2.17	1.97	1.66	1.51	2.24	1.48
FASE (S, L, V)	L	L	L	L	L	L	L	L

BALANCE GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES	
REVISION A	DIBUJO 002 DE 002
PLANTA PRODUCTORA DE	
BALANCE GENERAL DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	
TEQUILA, JALISCO, MEXICO	

---

**CAPITULO XIV**

**LISTA DE EQUIPO**

---



---

**XIV. Lista de equipo**

<b>CLAVE</b>	<b>DESCRIPCION.</b>
DES - 01A/B	DESGARRADORA DE AGAVE.
BNT-001	BANDA TRANSPORTADORA DE AGAVE DESGARRADO.
ATC - 01A/B/C	AUTOCLAVE DE AGAVE.
BNT-002	BANDA TRANSPORTADORA DE BAGAZO COCIDO.
ML - 001	MOLEDORA DE BAGAZO.
TQ - 001	TANQUE COLECTOR DE MIELES PROVENIENTES DE MOLIENDA Y AUTOCLAVES.
BS-001A/R	BOMBA DE MIELES A ENFRIAMIENTO.
CON - 001	ENFRIADOR DE MIELES.
TQ -002	TANQUE DE PASO DE MIELES FRIAS.
BS-002	BOMBA DE MIELES A FORMULACION.
TQFO - 001	TANQUE DE FORMULACIÓN DE MIELES.
BS-003	BOMBA DE MIELES A FERMENTACION.
FER - 001A/B/C/D	REACTOR DE FERMENTACION DE MIELES.
TL - 01	TANQUE DE LEVADURA.

---

BS-007	BOMBA DE LEVADURA A FERMENTACION.
TB - 02	TANQUE DE BALANCE DE MOSTO.
BS-004A/R	BOMBA DE MOSTO A DESTILACION.
DEST - 01	TORRE DE DESTILACION ORDINARIA.
CON - 002	CONDENSADOR DE DESTILADO ORDINARIO.
TQ - 003	TANQUE DE RECEPCION DE DESTILADOS.
BS-005	BOMBA DE DESTILADO ORDINARIO A ALAMBIQUE.
ALM - 01A/B/C	ALAMBIQUE DE RECTIFICACION.
CON - 003	CONDENSADOR DE TEQUILA
CON - 004	CONDENSADOR DE METANOL.
TQ - 004A/B	TANQUE RECEPTOR DE TEQUILA.
TQ - 005	TANQUE RECEPTOR DE METANOL Y FLEMAZAS.
BS - 006	BOMBA CENTRIFUGA DE TEQUILA AL FILTRO Y ALMACEN.
FCT - 001	FILTRO DE CELULOSA PARA EL TEQUILA.
TQ - 006A/B/C/D	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE TEQUILA.

---

**CAPITULO XV**

**HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS**

---

## HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO DESGARRADOR.

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: DES-01A/B	CANTIDAD: DOS

1.	SERVICIO:	DESGARRADORA DE AGAVE CON BANDA
2.	TIPO:	CORTADORA ROTATORIA
3.	ANCHO DE LA BANDA:	1m
4.	AREA TRANSVERSAL DE CARGA:	0.01 m <sup>2</sup> (0.11ft <sup>2</sup> )
5.	MATERIAL A DESGARRAR:	PIÑAS DE AGAVE
6.	DENSIDAD:	0.415 Kg/l
7.	PESO POR PIÑA:	
8.	MAXIMO:	70 Kg
	NORMAL:	50 Kg
9.	CAPACIDAD:	452 Piñas/h
10.	OPERACION:	POR LOTES
11.	VELOCIDAD DE BANDA:	
12.	NORMAL:	61 m/min
	MAXIMO:	91 m/min
13.	PESO DEL ENBALAJE:	17000 Kg
14.	RELACION DE REDUCCION:	3 a 1
15.	TAMANO DE EMBALAJE:	
16.	ENTRADA:	0.6 m
	SALIDA:	0.2 m
17.	LONGITUD DE CUCHILLAS:	0.76 m
18.	No DE CUCHILLAS:	
19.	FIJAS:	5
	MOVILES:	5
20.	MOTOR:	30 HP
21.	VELOCIDAD:	500 rpm
	No. DE MOTORES:	2
22.	MATERIALES PARA CONSTRUCCION:	
23.	CUCHILLAS:	ACERO INOXIDABLE
24.	FLECHA DE TRANSMISION DE POTENCIA:	ACERO AL CARBON
25.	BANDA TRANSPORTADORA:	HULE SINTETICO
26.	CUBRE ASPAS:	ACERO

## HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO TRANSPORTADOR.

<b>PLANTA:</b> PRODUCTORA DE TEQUILA	<b>FECHA:</b> 19-MARZO-1998
<b>LOCALIZACION:</b> TEQUILA, JAL.	<b>HOJA:</b> 1 DE 1
<b>CLAVE:</b> BNT-001	<b>CANTIDAD:</b> UNO

1.	<b>SERVICIO:</b>	BANDA TRANSPORTADORA DE AGAVE DESGARADO
2.	<b>TIPO:</b>	BANDA CON RODILLOS LOCOS ANTIFRICCION
3.	<b>ANCHO DE LA BANDA:</b>	0.35 m (14")
4.	<b>AREA TRANSVERSAL DE CARGA:</b>	0.01 m2 (0.11ft2)
5.	<b>VELOCIDAD DE BANDA:</b>	
6.	<b>MAXIMO:</b> 91 m/min	<b>NORMAL:</b> 61 m/min
7.	<b>CAPAS DE LA BANDA:</b>	
8.	<b>MINIMO:</b> 3	<b>MAXIMO:</b> 5
9.	<b>TAMAÑO DE PARTÍCULA:</b>	
10.	<b>MAXIMO:</b> 0.3 m	<b>NORMAL:</b> 0.2 m
11.	<b>MATERIAL A TRANSPORTAR:</b>	AGAVE DESGARRADO
12.	<b>DENSIDAD:</b>	0.415 Kg/l
13.	<b>OPERACION:</b>	POR LOTES
14.	<b>CAPACIDAD:</b>	45.15 T/h
15.	<b>LONGITUD TOTAL:</b>	15 m
16.	<b>ELEVACION:</b> 5 m	<b>PENDIENTE:</b> 18° a 20°
17.	<b>POTENCIA REQUERIDA:</b>	
18.	<b>HP/10 ft DE ELEVACION:</b> 1 02 HP	<b>HP/CENTROS DE 100 ft:</b> 0.68
19.	<b>HP DESCARGADOR:</b> 2 HP	
20.	<b>ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION:</b>	
21.	<b>ANCHO DE LA ARTESA:</b>	0.23 m
22.	<b>PROFUNDIDAD DEL DELANTAL:</b>	
23.	<b>MÍNIMO:</b> 6 "	<b>MAXIMO:</b> 12 "
24.	<b>LONGITUD DEL DELANTAL:</b>	
25.	<b>MINIMO:</b> 1.8 m	<b>MAXIMO:</b> 2.4 m
26.	<b>SELLO DEL DELANTAL:</b>	0.051 m
27.	<b>MATERIAL DEL CINTURON:</b>	HULE SINTETICO
28.	<b>MATERIAL DEL DELANTAL:</b>	ACERO INOXIDABLE

## HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO TRANSPORTADOR.

<b>PLANTA:</b> PRODUCTORA DE TEQUILA	<b>FECHA:</b> 19-MARZO-1998
<b>LOCALIZACION:</b> TEQUILA, JAL.	<b>HOJA:</b> 1 DE 1
<b>CLAVE:</b> BNT-002	<b>CANTIDAD:</b> UNO

1	<b>SERVICIO:</b>	BANDA TRANSPORTADORA DE AGAVE COCIDO
2	<b>TIPO:</b>	BANDA CON RODILLOS LOCOS ANTIFRICCION
3	<b>ANCHO DE LA BANDA:</b>	0.35 m (14")
4	<b>AREA TRANSVERSAL DE CARGA:</b>	0.01 m <sup>2</sup> (0.11ft <sup>2</sup> )
5	<b>VELOCIDAD DE BANDA:</b>	
6	<b>MAXIMO:</b> 91 m/min	<b>NORMAL:</b> 61 m/min
7	<b>CAPAS DE LA BANDA:</b>	
8	<b>MINIMO:</b> 3	<b>MAXIMO:</b> 5
9	<b>TAMAÑO DE PARTÍCULA:</b>	
10	<b>MAXIMO:</b> 0.32 m	<b>NORMAL:</b> 0.25 m
11	<b>MATERIAL A TRANSPORTAR:</b>	AGAVE COCIDO
12	<b>DENSIDAD:</b>	0.4055 Kg/l
13	<b>OPERACION:</b>	POR LOTES
14	<b>CAPACIDAD:</b>	65.35 T/h
15	<b>LONGITUD TOTAL:</b>	15 m
16	<b>POTENCIA REQUERIDA:</b>	
17	<b>HP DESCARGADOR:</b> 2 HP	<b>HP/CENTROS DE 100 ft:</b> 0.68
18	<b>ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION:</b>	
19	<b>ANCHO DE LA ARTESA:</b>	0.23 m
20	<b>PROFUNDIDAD DEL DELANTAL:</b>	
21	<b>MINIMO:</b> 6 "	<b>MAXIMO:</b> 12 "
22	<b>LONGITUD DEL DELANTAL:</b>	
23	<b>MINIMO:</b> 1.8 m	<b>MAXIMO:</b> 2.4 m
24	<b>SELLO DEL DELANTAL:</b> 0.051 m	
25	<b>MATERIAL DEL CINTURON:</b>	HULE SINTETICO
26	<b>MATERIAL DEL DELANTAL:</b>	ACERO INOXIDABLE

## HOJA DE ESPECIFICACION DE TORRE DE DESTILACION.

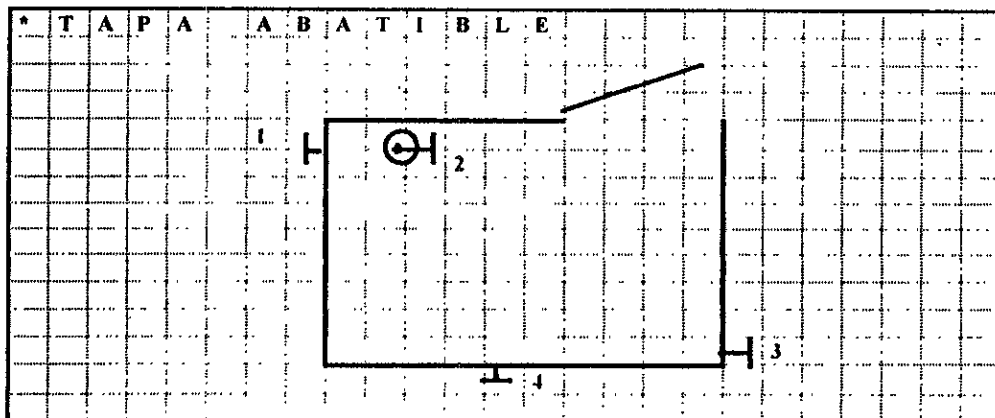
<b>PLANTA:</b> PRODUCTORA DE TEQUILA	<b>FECHA:</b> 19-MARZO-1998
<b>LOCALIZACION:</b> TEQUILA, JAL.	<b>HOJA:</b> 1 DE 1
<b>CLAVE:</b> DEST-01	<b>CANTIDAD:</b> UNA

1.	<b>CODIGO:</b>	ASME Sec. VIII Dir. I
2.	<b>SERVICIO:</b>	TORRE DE DESTILACION ORDINARIO
3.	<b>POSICIÓN:</b>	VERTICAL      X      HORIZONTAL
4.	<b>TIPO DE TORRE:</b>	DE PLATOS POR ARRESTRE DE VAPOR
5.	<b>ENTRADA:</b> mosto del fermentador	<b>DENSIDAD:</b> 0.97Kg/l
6.	<b>TEMPERATURA:</b> 30 °C	<b>FLUJO:</b> 3872 Kg/h
7.	<b>PRESION:</b> 4,5 Kg/cm <sup>2</sup> .	<b>FASE:</b> Liquida
8.	<b>SALIDA POR DOMOS:</b> destilado ordinario, 85% de agua y 15% de etanol	
9.	<b>TEMPERATURA:</b> 100 °C	<b>FLUJO:</b> 1732 Kg/h
10.	<b>PRESION:</b> 1.5 Kg/cm <sup>2</sup> .	<b>FASE:</b> vapor
11.	<b>DENSIDAD:</b> 1.24 x 10 <sup>-3</sup> kg/l	
12.	<b>SALIDA POR FONDOS:</b> Vinazas	<b>DENSIDAD:</b> 1 Kg/l
13.	<b>TEMPERATURA:</b> 100 °C	<b>FLUJO:</b> 2385 Kg/h
14.	<b>PRESION:</b> 1.5 Kg/cm <sup>2</sup> .	<b>FASE:</b> liquida
15.	<b>MEDIO DE CALENTAMIENTO:</b>	Vapor saturado
16.	<b>TEMPERATURA:</b> 105 °C	<b>FLUJO:</b> 245 Kg/h
17.	<b>PRESION:</b> 1.2 Kg/cm <sup>2</sup> .	<b>FASE:</b> vapor
18.	<b>DATOS GENERALES:</b>	
19.	<b>DIAMETRO INTERNO:</b>	2.5 m (maximo)
20.	<b>NUMERO DE PLATOS:</b>	17
21.	<b>NUMERACION DE PLATOS:</b>	De arriba hacia abajo
22.	<b>PLATO DE ALIMENTACION:</b>	4 (A CARGA TOTAL)
23.	<b>DISTANCIA ENTRE PLATOS:</b>	0.75 m (máxima)
24.	<b>INUNDACION DE PLATO:</b>	5 %
25.	<b>ALTURA DE TORRE:</b>	13 m (máximo)
26.	<b>TIPO DE PLATOS:</b>	Perforados
27.	<b>MATERIAL:</b>	Acero inoxidable SS-04

## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-001	CANTIDAD: UNO

1.	CÓDIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	RECEPTOR DE MIELES DE MOLIENDA Y COCCION		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (MIELES)	DENSIDAD:	1.16762 Kg/l
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: 80 °C	DISEÑO:	110 °C
6.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO:	24 atm..
7.	CAPACIDAD:	6.96 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	5417 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 4.35 m	DIAMETRO:	1.45 m
9.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AISLAMIENTO:	SI	X	NO
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	2"	ENTRADA DE MIELES COCCION	
15.	2	2 ½"	ENTRADA MIELES MOLIENDA	
16.	3	5"	SALIDA DE MIELES	
17.	4	1"	PURGAS	
18.				
19.				

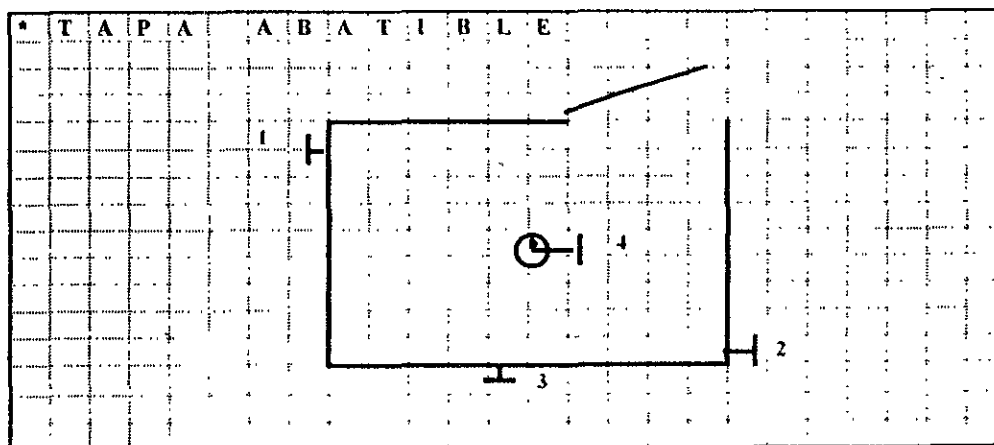




## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-002	CANTIDAD: UNO

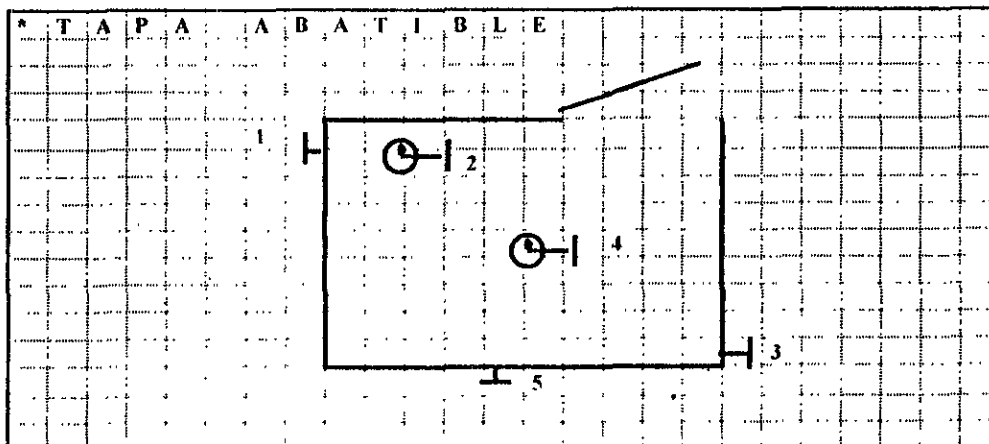
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	PASO DE MIELES FRIAS		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (MIELES)	DENSIDAD:	1 16762 Kg/l
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: 30 °C	DISEÑO:	60 °C
6.	PRESION:	OPERACION: ATM	DISEÑO:	24 atm..
7.	CAPACIDAD:	6.96 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	5417 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 4.35 m	DIAMETRO:	1.45 m
9.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AISLAMIENTO:	SI	NO	X
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	4"	ENTRADA DE MIELES	
15.	2	5"	SALIDA DE MIELES	
16.	3	1"	MUESTREO	
17.	4	1"	PURGAS	
18.				
19.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQFO-001	CANTIDAD: UNO

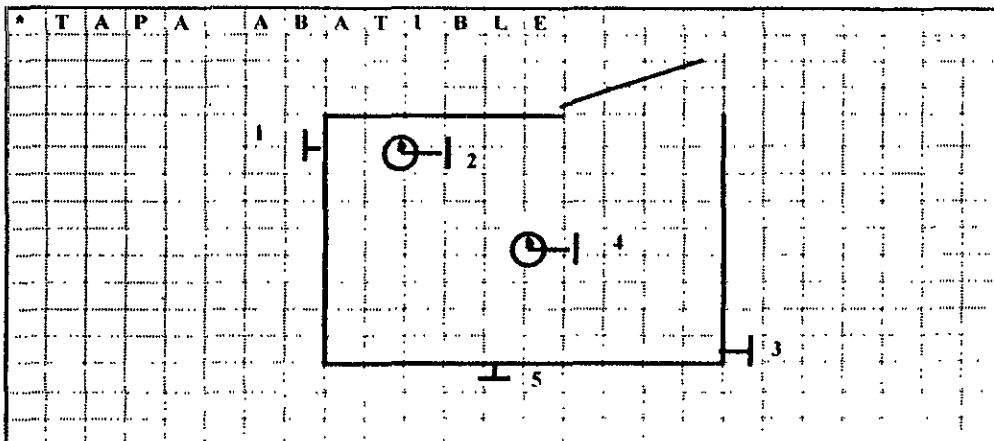
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE DE FORMULACION		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (AGUA)	DENSIDAD:	1 Kg/l
5.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (MIELES)	DENSIDAD:	1.16762 Kg/l
6.	TEMPERATURA:	OPERACION: 25 °C	DISENO:	55 °C
7.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISENO:	24 atm..
8.	CAPACIDAD:	20.5 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	14 470 Kg
9.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 6 m	DIAMETRO:	2 m
10.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
11.	MATERIAL:	SS-304		
12.	ASLAMIENTO:	SI	NO	X
13.	BOQUILLAS:			
14.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
15.	1	4"	ENTRADA DE MIELES	
16.	2	5"	ENTRADA DE AGUA	
17.	3	4"	SALIDA DE MIELES	
18.	4	1"	MUESTREO	
19.	5	1"	PURGAS	
20.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: FER-001 A/B/C/D	CANTIDAD: CUATRO

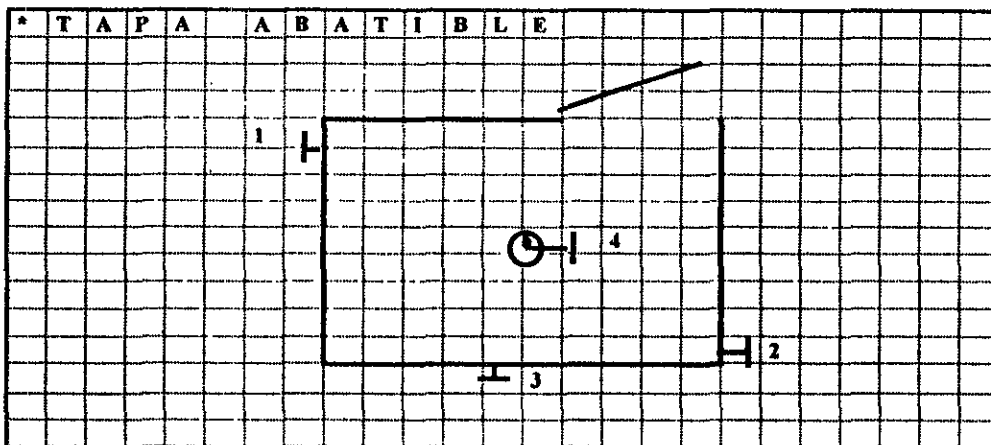
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE REACTOR DE FERMENTACION		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO (LEVADURA)	DENSIDAD:	1 Kg/l	
5.	TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO (MIELES)	DENSIDAD:	1.16762 Kg/l	
6.	TEMPERATURA:	OPERACION: 27- 30 °C	DISEÑO: 60 °C	
7.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO: 24 atm..	
8.	CAPACIDAD:	23 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	14 510 Kg
9.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 6.4 m	DIAMETRO:	2.15 m
10.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
11.	MATERIAL:	SS-304		
12.	AISLAMIENTO:	SI	NO	X
13.	BOQUILLAS:			
14.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
15.	1	3"	ENTRADA DE MIELES	
16.	2	¼"	ENTRADA DE LEVADURA	
17.	3	2 ½"	SALIDA DE MOSTO	
18.	4	1"	MUESTREO	
19.	5	1"	PURGAS	
20.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TL-01	CANTIDAD: UNO

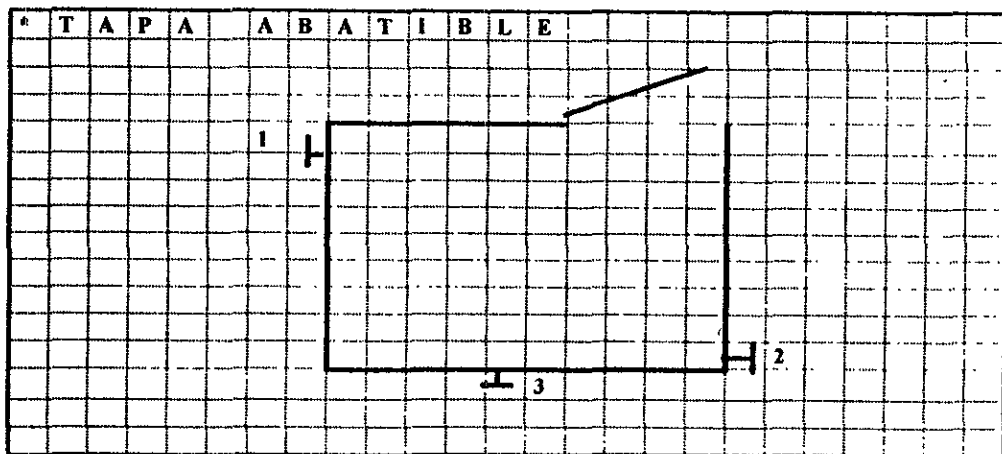
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE CONTENEDOR DE LEVADURA		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (LEVADURA)	DENSIDAD:	1 Kg/l
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: AMBIENTE	DISEÑO:	55 °C
6.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO:	24 atm..
7.	CAPACIDAD:	0.24 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	170 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 1.3 m	DIAMETRO:	0.15 m
9.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AISLAMIENTO:	SI	NO	X
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	1"	ENTRADA DE LEVADURA	
15.	2	½ "	SALIDA DE LEVADURA	
16.	3	½ "	PURGAS	
17.	4	½ "	MUESTREO	
18.				
19.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TB-02	CANTIDAD: UNO

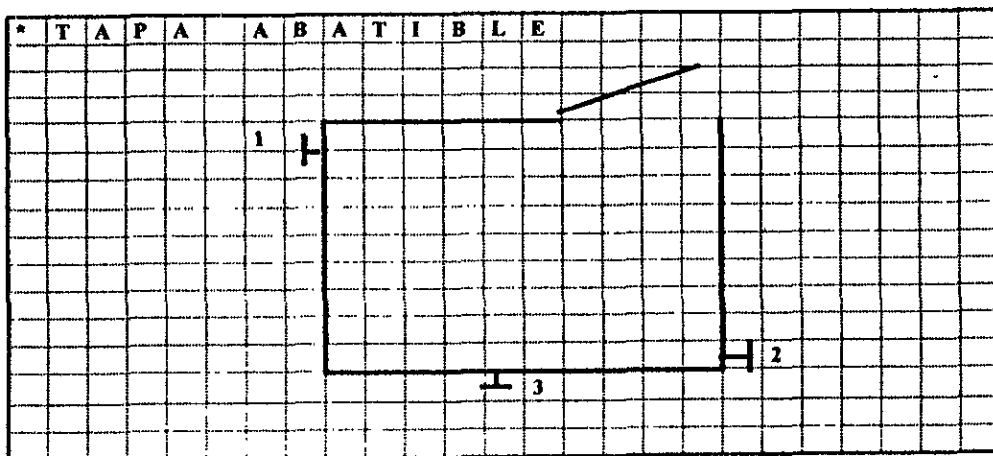
1.	CÓDIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE DE BLANCE DE MOSTO		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (MOSTO)	DENSIDAD:	0.97 Kg/l
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: 30 °C	DISEÑO:	60 °C
6.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO:	24 atm.
7.	CAPACIDAD:	25 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	15 770 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 6.6 m	DIAMETRO:	2.2 m
9.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AISLAMIENTO:	SI	NO	X
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	2"	ENTRADA DE MOSTO	
15.	2	2"	SALIDA DE MOSTO	
16.	3	1"	PURGAS	
17.				
18.				
19.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-003	CANTIDAD: UNO

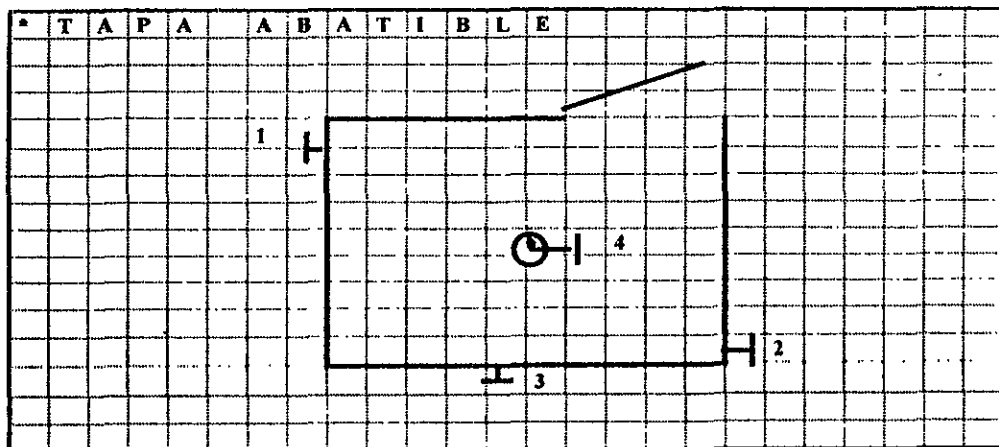
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE DE RECEPCIÓN DE DESTILADOS		
3.	POSICIÓN:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (DESTILADO)	DENSIDAD:	0.9328 Kg/l
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: 70 °C	DISÑO:	100 °C
6.	PRESIÓN:	OPERACION: ATM.	DISÑO:	24 atm..
7.	CAPACIDAD:	7.8 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	6 063.2 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 4.5 m	DIAMETRO:	1.5 m
9.	NIVEL:	OPERACIÓN: 80%	MAXIMO:	95%
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AISLAMIENTO:	SI	X	NO
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	1 ¼ "	ENTRADA DE DESTILADOS	
15.	2	2 "	SALIDA DE DESTILADOS	
16.	3	1 "	PURGAS	
17.				
18.				
19.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-004A/B	CANTIDAD: DOS

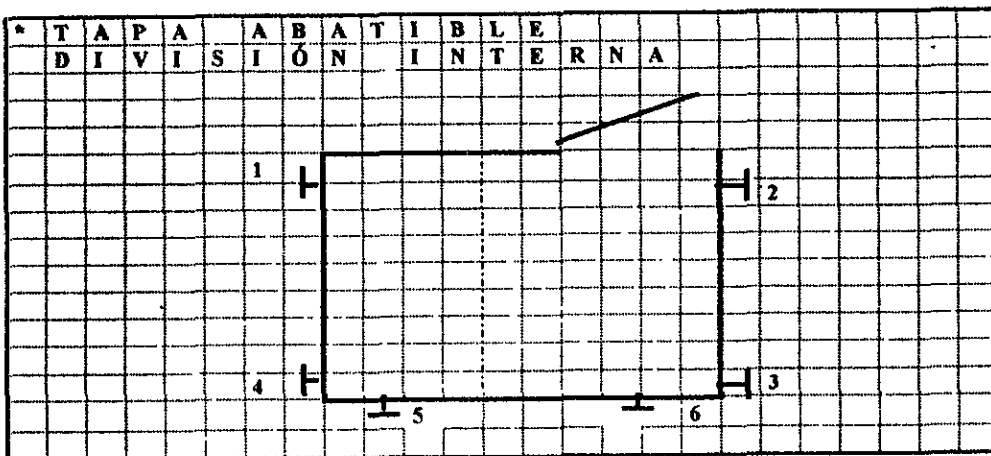
1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	RECEPTOR DE TEQUILA		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (TEQUILA 55 ° G.L.)	DENSIDAD: 0.8944 Kg/l	
5.	TEMPERATURA:	OPERACION: 30 °C	DISEÑO: 60 °C	
6.	PRESSION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO: 24 atm..	
7.	CAPACIDAD:	6 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	4 472 Kg
8.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 4 m	DIAMETRO: 1.35 m	
9.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO: 95%	
10.	MATERIAL:	SS-304		
11.	AI SLAM IENTO:	SI	NO	X
12.	BOQUILLAS:			
13.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
14.	1	1 ¼ "	ENTRADA DE TEQUILA	
15.	2	2 "	SALIDA DE TEQUILA	
16.	3	1 "	PURGAS	
17.	4	1 "	MUESTREO	
18.				
19.				



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-005	CANTIDAD: UNO

1.	CODIGO:	API - 12F		
2.	SERVICIO:	TANQUE RECEPTOR DE METANOL Y FLEMAZAS		
3.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (METANOL)	DENSIDAD: 0.8 Kg/l	
5.	TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (FLEMAZAS)	DENSIDAD: 1.0708 Kg/l	
6.	TEMPERATURA:	OPERACION: 30 °C	DISEÑO: 60 °C	
7.	PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO: 24 atm..	
8.	CAPACIDAD:	1.5 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	1592 Kg
9.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 1.6 m	DIAMETRO: 1.2 m	
10.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO: 95%	
11.	MATERIAL:	SS-304		
12.	AISLAMIENTO:	SI	NO	X
13.	BOQUILLAS:			
14.	No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
15.	1	¾"	ENTRADA DE METANOL	
16.	2	1"	ENTRADA DE FLEMAZAS	
17.	3	1 ½"	SALIDA DE FLEMAZAS	
18.	4	1 ½"	SALIDA DE METANOL	
19.	5	1"	PURGAS	
20.	6	1"	PURGAS	

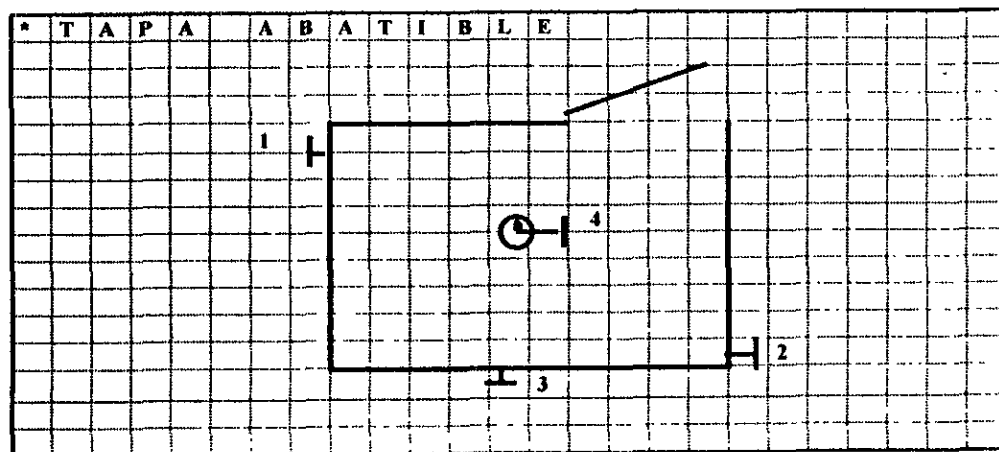




## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 1
CLAVE: TQ-006A/B/C/D	CANTIDAD: CUATRO

20. CODIGO:	API - 12F		
21. SERVICIO:	TANQUE CONTENEDOR DE TEQUILA A 55 °G.L.		
22. POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
23. TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO (TEQUILA)	DENSIDAD:	0.8944 Kg/l
24. TEMPERATURA:	OPERACION: AMBIENTE	DISEÑO:	55 °C
25. PRESION:	OPERACION: ATM.	DISEÑO:	24 atm..
26. CAPACIDAD:	32 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	26 832 Kg
27. DIMENSIONES:	LONGITUD: 4.5 m	DIAMETRO:	3 m
28. NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
29. MATERIAL:	SS-304		
30. AISLAMIENTO:	SI	NO	X
31. BOQUILLAS:			
32. No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
33. 1	1 ½ "	ENTRADA DE TEQUILA	
34. 2	4 "	SALIDA DE TEQUILA	
35. 3	1 "	PURGAS	
36. 4	1 "	MUESTREO	
37.			
38.			



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

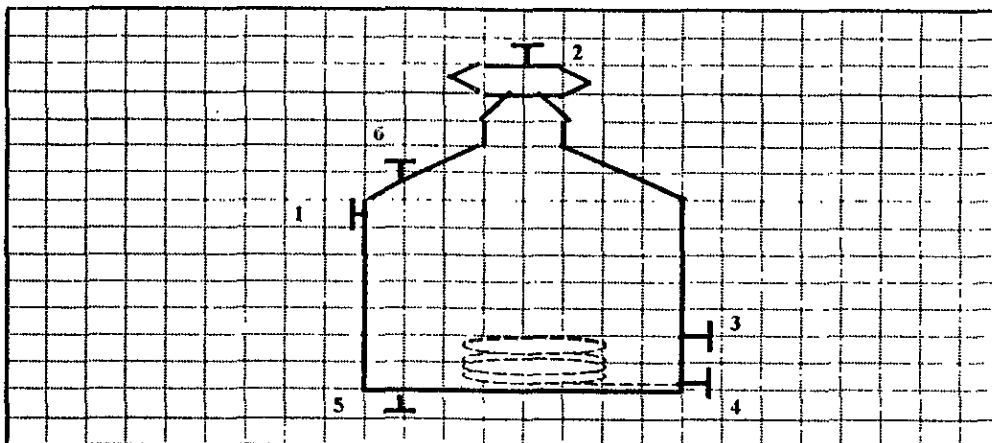
PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 1 DE 2
CLAVE: ALM-01A/B/C	CANTIDAD: TRES

28.	CODIGO:	ASME Sec. VIII Div. I		
29.	SERVICIO:	ALAMBIQUE DE RECTIFICACION		
30.	POSICION:	VERTICAL	X	HORIZONTAL
31.	TIPO DE FLUIDO:	LÍQUIDO (destilado ordinario)	DENSIDAD:	0.9328 Kg/l
32.	TEMPERATURA:	OPERACION: 80 °C	DISENO:	110 °C
33.	PRESION:	OPERACION: 3 Kg/cm <sup>2</sup> .	DISENO:	27 Kg/cm <sup>2</sup>
34.	PRESION:	HIDROSTÁTICA: 163 Kg/cm <sup>2</sup> .		
35.	CAPACIDAD:	6.5 m <sup>3</sup>	CARGA TOTAL:	6 063.2 Kg
36.	EFICIENCIA DE SOLDADURA:			
37.	CUERPO:	85 %	TAPAS:	100%
38.	CORROSION PERMISIBLE:	1.58 mm	TIEMPO DE RESIDENCIA:	2.5 h
39.	MEDIO DE CALENTAMIENTO:	VAPOR SATURADO (0.6 Kg/cm <sup>2</sup> )		
40.	EFICIENCIA DE OPERACION:	96 %		
41.	AISLAMIENTO:	SI	X	NO
42.	MATERIALES DE CONSTRUCCION:			
43.	CUERPO:	SA-515 Gr.70		
44.	CABEZAS:	SA-515 Gr.70		
45.	BRIDAS:	SA-105		
46.	CUELLOS:	SA-106-8/SA-240 TP 316 L		
47.	RECUBRIEMIENTOS INTERNOS:	SA-316 L (SS-304)		
48.	ESPARRAGOS:	A-193-B7		
49.	TUERCAS:	A-194-2H		
50.	REFUERZOS:	SA-515 Gr.70		
51.	SOPORTES:	A-283 Gr.C		
52.	EMPAQUES:	FLEXITALIC (Teflón / SS-316L)		
53.	SERPENTIN:	COBRE ó SS-304		
54.	DIMENSIONES:	LONGITUD: 2.7 m	DIAMETRO:	1.75 m
55.	SERPENTIN:	DIAMETRO: 2"		
56.	VUELTAS: 5	SEPARACION: 0.2m	DIAMETRO DE VUELTA:	0.8 m
57.	PLATO SUPERIOR:	DIAMETRO: 0.6 m		
58.	# DE ORIFICIOS: 15	SEPARACION: 0.15m	DIAMETRO DE ORIFICIO:	0.1m
59.	NIVEL:	OPERACION: 80%	MAXIMO:	95%
60.	AISLAMIENTO:	SI	X	NO

## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 2 DE 2
CLAVE: ALM-01A/B/C	CANTIDAD: TRES

61. BOQUILLAS:			
62. No. de boquilla	Diámetro nominal	Servicio	
63. 1	1 1/2"	Entrada de destilado ordinario	
64. 2	1"	Salida de tequila	
65. 3	3/4"	Entrada vapor	
66. 4	1"	Salida condensado	
67. 5	1"	Purgas	
68. 6	2"	Valvula de seguridad	



## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

<b>PLANTA:</b> PRODUCTORA DE TEQUILA	<b>FECHA:</b> 19-MARZO-1998
<b>LOCALIZACION:</b> TEQUILA, JAL.	<b>HOJA:</b> 1 DE 6
<b>CLAVE:</b> ATC-01A/B/C	<b>CANTIDAD:</b> TRES

1.	<b>CODIGO:</b>	ASME Secc. VIII Dir. I		
2.	<b>SERVICIO:</b>	HIDRÓLISIS DE AGAVE.		
3.	<b>POSICION:</b>	VERTICAL	X	HORIZONTAL
4.	<b>TIPO DE CARGA:</b>	SOLIDO (AGAVE)	<b>DENSIDAD:</b> 0.405 Kg/l	
5.	<b>TEMPERATURA:</b>	<b>OPERACION:</b> 100°C	<b>DISEÑO:</b> 140 °C	
6.	<b>PRESION:</b>	<b>OPERACION:</b> 90.71 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>DISEÑO:</b> 115 Kg/cm <sup>2</sup>	
7.	<b>PRESION:</b>	<b>HIDROSTATICA:</b> 250.8 Kg/cm <sup>2</sup> .		
8.	<b>CAPACIDAD:</b>	82 m <sup>3</sup>	<b>CARGA TOTAL:</b>	33900 Kg
9.	<b>EFICIENCIA DE SOLDADURA:</b>			
10.	<b>CUERPO:</b> 85 %	<b>TAPAS:</b> 100%		
11.	<b>CORROSION PERMISIBLE:</b> 1.58 mm	<b>TIEMPO DE RESIDENCIA:</b> 6 h		
12.	<b>MEDIO DE CALENTAMIENTO:</b>	VAPOR SATURADO (1.2 Kg/cm <sup>2</sup> )		
13.	<b>EFICIENCIA DE OPERACION:</b>	96 %		
14.	<b> AISLAMIENTO:</b>	SI	X	NO
15.	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION:</b>			
16.	<b>CUERPO:</b>	SA-515 Gr.70		
17.	<b>CABEZAS:</b>	SA-515 Gr.70		
18.	<b>BRIDAS:</b>	SA-105		
19.	<b>CUELLOS:</b>	SA-106-8/SA-240 TP 316 L		
20.	<b>RECUBRIEMEINTOS INTERNOS:</b>	SA-316 L		
21.	<b>ESPARRAGOS:</b>	A-193-B7		
22.	<b>TUERCAS:</b>	A-194-2H		
23.	<b>REFUERZOS:</b>	SA-515 Gr.70		
24.	<b>SOPORTES:</b>	A-283 Gr.C		
25.	<b>EMPAQUES:</b>	FLEXITALIC (Teflón / SS-316L)		
26.	<b>DIMENSIONES DIAGRAMA 1:</b>			
27.	<b>Espesor (em):</b>	0.381 m	<b>Ancho de soporte (b):</b>	0.75 m
28.	<b>Separación de tapa (pm):</b>	0.5 m	<b>Longitud (L):</b>	4.5 m
29.	<b>Separación tapa soporte (A):</b>	0.75 m	<b>Diámetro (D):</b>	2 m

## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

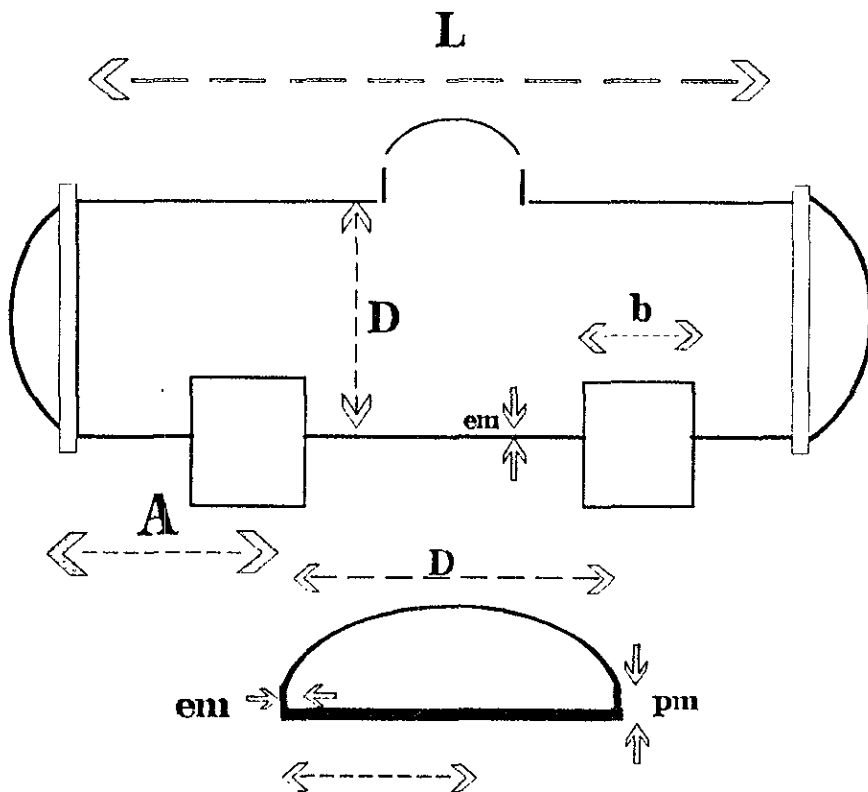
<b>PLANTA:</b> PRODUCTORA DE TEQUILA	<b>FECHA:</b> 19-MARZO-1998
<b>LOCALIZACION:</b> TEQUILA, JAL.	<b>HOJA:</b> 2 DE 6
<b>CLAVE:</b> ATC-01A/B/C	<b>CANTIDAD:</b> TRES

30	<b>DETALLE GENERAL DE AUTOCLAVE DIAGRAMA 2:</b>	
31.	<b>DESCRIPCION</b>	<b>IDENTIFICACION</b>
32.	Soporte con perno	1
33.	Cople de 2" de fe STD para medidor de presión	2
34.	Cople de 2" de fe STD para medidor de temperatura	3
35.	Soporte con perno (ver detalles específicos)	4
36.	Tapa elíptica de norma 50.8 cm de diámetro (reguladora)	5
37.	Registro macho	6
38.	Registro hembra	7
39.	Cople de 2" de fe STD para válvula de seguridad	8
40.	Cople de 2" de fe STD para entrada de vapor	9
41.	Canal de 6" de Fe. STD.	10
42.	Guía de mango (placa 1/2")	11
43.	Chumacera SKF STD de 2"	12
44.	Mango de tapa de Fe STD	13
45.	Agarre de tapa (placa 1/2")	14
46.	Soporte canal A (placa 5/16)	15
47.	Soporte canal B (placa 5/16)	16
48.	Cople de 2" de fe STD para salida de condensados	17
49.	Pie de soporte de Fe. STD lateral sin cubierta	18
50.	Cople de 2" de fe STD para salida de mieles	19
51.	<b>DETALLE ESPECIFICO DE AUTOCLAVE DIAGRAMA 3:</b>	
52.	Tornillo rebatible 1" diámetro 5" largo	20
53.	Tuerca hexagonal STD 1" diámetro	21
54.	Rondana de presión STD 2" diámetro	22
55.	Tapa elíptica de norma Fe. STD	23
56.	Barra macho de la tapa elíptica	24
57.	Barra hembra de la tapa elíptica	25
58.	Casco de placa de 1 1/2" de espesor de Fe STD	26
59.	Brida macho de la tapa	27
60.	Brida hembra de la tapa	28
61.	Soporte de perno de placa 3/8"	29

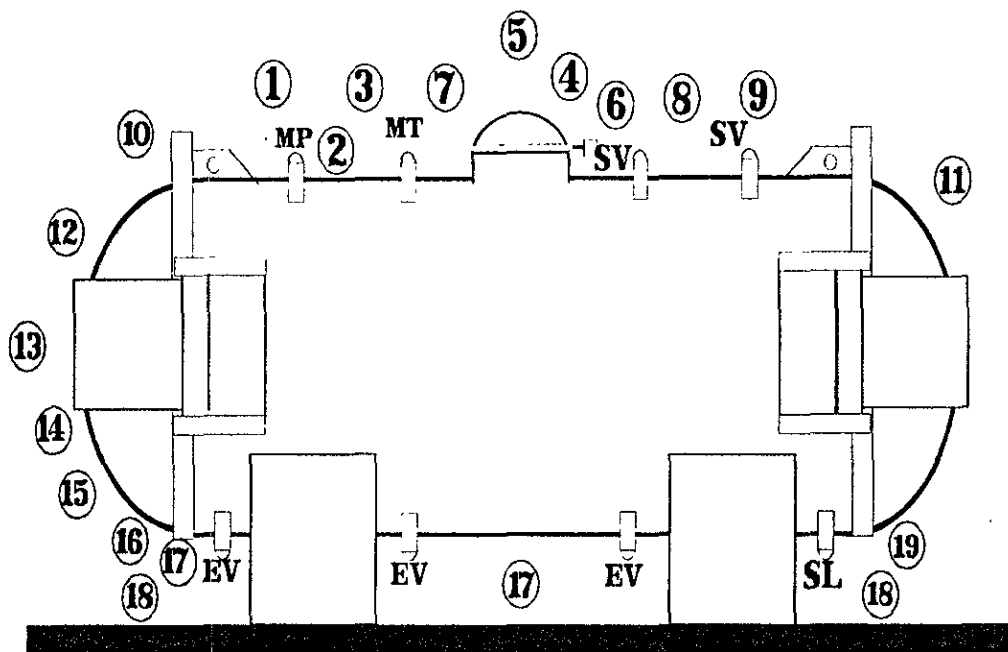
## HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

PLANTA: PRODUCTORA DE TEQUILA	FECHA: 19-MARZO-1998
LOCALIZACION: TEQUILA, JAL.	HOJA: 3 DE 6
CLAVE: ATC-01A/B/C	CANTIDAD: TRES

62.	DESCRIPCION	IDENTIFICACION
63.	Perno de acero de 1" HEX	30
64.	Asa de Fe STD de ½" HEX de la tapa 23 (1.94 m)	31
65.	Agarre de tapa Fe STD PL ½"	32
66.	Tuerca y contratuerca HEX de Fe STD PL ½"	33
67.	Tornillo fijador de AC ¾" HEX	34
68.	Fijador de mango de tapa Fe STD barreno de ¾" diámetro	35
69.	Mango de tapa de Fe STD	36
70.	Soporte canal B Fe STD PL 5/16"	37
71.	Soporte canal A Fe STD PL 5/16"	38
72.	Canal de 6" Fe STD soldado con NOS. 15, 16, 17	39
73.	Soporte con perno de tapas 5 y 23	40

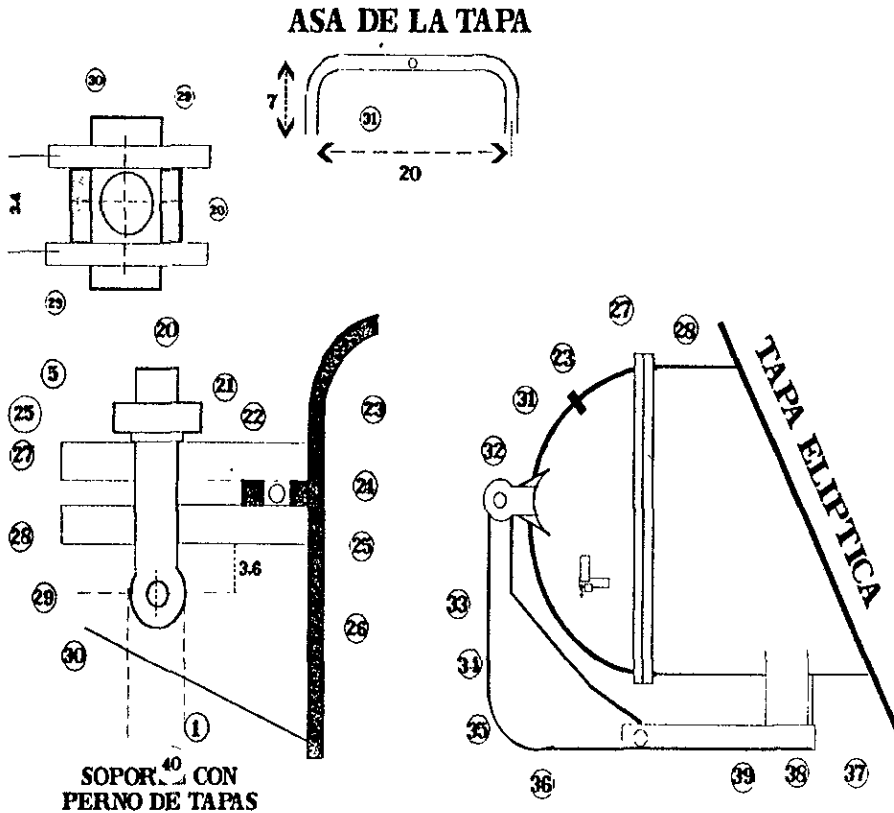


<b>PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA</b>	<b>Dimensiones de autoclave</b>
HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES A PRESIÓN ATC-01A/B/C HOJA 4 DE 8	<b>Diagrama 1</b>



PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA	Detalles generales
HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES A PRESIÓN ATC-01A/B/C HOJA 5 DE 6	<b>Diagrama 2</b>





<b>PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA</b>	<b>Detalles específicos de autoclave</b>
HOJA DE DATOS DE RECIPIENTES A PRESIÓN ATC-01A/BC HOJA 6 DE 6	<b>DIAGRAMA 3</b>

## HOJA DE DATOS DE CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA		No. Equipo: ENF-001	
Area: Cocción		Localización: Cocción	
Servicio: Enfriador de Mieles			
Tamaño: 17.25" x 12'		Posición: Horizontal	
Superficie de la unidad: 43 m <sup>2</sup>		# Corazas: 1	
Condiciones de Operación.			
	Lado tubos		Lado coraza
Nombre del Fluido:	Agua de Enfriamiento		Mieles
Flujo total kg/hr	60,125		32,500
Temperatura ent./sal. °C	25.00	31.00	60.00 30
Densidad kg/l	1.0		1.2
Viscosidad cp	0.82		1.56
Calor específico liq. Kcal/kg °C	1		0.37
Conduc. térmica liq. Kcal/m hr °C	0.55		0.49
Calor latente kcal/kg			
Número de pasos	2		1
ΔP kg/cm <sup>2</sup>	0.22		0.44
Resistencia al ensuciamiento	0.00116		0.00116
Calor intercambiado kcal/hr	360,432	LMTD	11.5 °C 20.64 °F
Coefficiente global kcal/hr m <sup>2</sup> °C	limpio	1410	de servicio 733
No. de Tubos:	196	Diámetro Externo (pulg):	3/4
		Espesor (pulg):	0.065
		Arreglo:	Triangular
		Longitud (ft):	12
		Pitch (pulg):	1
Diámetro interno de coraza (pulg):	17.25		
Espaciamiento entre deflectores (pulg.)	4.3125		
% de corte	25		
Codigos : TEMA, ASME VIII	Placa : NO		
	TUBOS		CORAZA
P <sub>diseño</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3.85		11.33
T <sub>diseño</sub> (°C) :	41		70
Corrosión Permisible :	Por código		Por código
Material :	Acero al carbón		Acero al carbón

## HOJA DE DATOS DE CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA		No. Equipo:	ENF-002
Area: Destilación		Localización: Destilación	
Servicio: Condensador de Torre		Posición: Horizontal	
Tamaño: 12" x 10'		# Corazas: 1	
Superficie de la unidad: 15 m <sup>2</sup>			
Condiciones de Operación.			
	Lado tubos		Lado coraza
Nombre del Fluido:	Agua de Enfriamiento		Destilado Ordinario
Flujo total kg/hr	52,225		1,732
Temperatura ent./sal. °C	25.00	36.00	100.00 55
Densidad kg/l	1.0		0.9
Viscosidad cp	0.82		0.62
Calor específico liq. Kcal/kg °C	1		0.81366
Conduc. térmica liq. Kcal/m hr °C	0.51		0.30
Calor latente kcal/kg			295
Número de pasos	2		1
ΔP kg/cm <sup>2</sup>	0.69		0.00
Resistencia al ensuciamiento	0.00116		0.00116
Calor intercambiado kcal/hr	573,963	LMTD	65.8 °C 118.39 °F
Coefficiente global kcal/hr m <sup>2</sup> °C	limpio	1021	de servicio 584
No. de Tubos:	82	Diámetro Externo (pulg.):	3/4
		Espesor (pulg.):	0.065
		Arreglo:	Triangular
		Longitud (ft):	10
		Pitch (pulg.):	1
Diámetro interno de coraza (pulg.)	12		
Espaciamiento entre deflectores (pulg.)	12		
% de corte	25		
Codigos : TEMA, ASME VIII	Placa : NO		
	TUBOS	CORAZA	
P <sub>diseño</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3.85	11.33	
T <sub>diseño</sub> (°C) :	46	110	
Corrosión Permisible :	Por código		Por código
Material :	Acero al carbón		Acero al carbón

## HOJA DE DATOS DE CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA		No. Equipo: ENF-003	
Area: Rectificación		Localización: Rectificación	
Servicio: Condensador de Alambique			
Tamaño: 10"x4'		Posición: Horizontal	
Superficie de la unidad: 4 m <sup>2</sup>		# Corazas: 1	
Condiciones de Operación.			
	Lado tubos		Lado coraza
Nombre del Fluido:	Agua de Enfriamiento		Metanol
Flujo total kg/hr	6,444		276
Temperatura ent./sal. °C	25.00	36.00	65.00 55
Densidad kg/l	1.0		0.8
Viscosidad cp	0.82		0.30
Calor específico liq. Kcal/kg °C	1		0.64
Conduc. térmica liq. Kcal/m hr °C	0.51		0.30
Calor latente kcal/kg			250
Número de pasos	2		1
ΔP kg/cm <sup>2</sup>	0.02		0.00
Resistencia al ensuciamiento	0.00116		0.00116
Calor intercambiado kcal/hr	70,829	LMTD	34.1 °C 61.37 °F
Coefficiente global kcal/hr m <sup>2</sup> °C	limpio	820	de servicio 548
No. de Tubos:	52	Diámetro Externo (pulg):	3/4
		Espesor (pulg):	0.065
		Arreglo:	Triangular
		Longitud (ft):	4
		Pitch (pulg):	1
Diámetro interno de coraza (pulg.):	10		
Espaciamiento entre deflectores (pulg.)	10		
% de corte	25		
Códigos: TEMA, ASME VIII	Placa: NO		
	TUBOS		CORAZA
P <sub>diseño</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ):	3.85		11.33
T <sub>diseño</sub> (°C):	46		75
Corrosión Permisible:	Por código		Por código
Material:	Acero al carbón		Acero al carbón

## HOJA DE DATOS DE CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA PRODUCTORA DE TEQUILA		No Equipo: ENF-004	
Area: Rectificación		Localización: Rectificación	
Servicio: Condensador de Alambique			
Tamaño:	15 25" x 12'	Posición: Horizontal	
Superficie de la unidad:	30 m <sup>2</sup>	# Corazas: 1	
Condiciones de Operación.			
	Lado tubos		Lado coraza
Nombre del Fluido:	Agua de Enfriamiento		Etanol-Agua
Flujo total kg/hr	53,158		1,789
Temperatura ent./sal. °C	25.00	37.00	80.00 31
Densidad kg/l	1.0		0.9
Viscosidad cp	0.82		0.55
Calor específico liq. Kcal/kg °C	1		0.64
Conduc. térmica liq. Kcal/m hr °C	0.51		0.32
Calor latente kcal/kg			325
Número de pasos	2		1
ΔP kg/cm <sup>2</sup>	0.30		0.00
Resistencia al ensuciamiento	0.00116		0.00116
Calor intercambiado kcal/hr	637,325	LMTD	43.6 °C 78.52 °F
Coefficiente global kcal/hr m <sup>2</sup> °C	limpio	854	de servicio 484
No. de Tubos:	138	Diámetro Externo (pulg):	3/4
		Espesor (pulg):	0.065
		Arreglo:	Triangular
		Longitud (ft):	12
		Pitch (pulg):	1
Diámetro interno de coraza (pulg.)	15.25		
Espaciamiento entre deflectores (pulg )	15.25		
% de corte	25		
Codigos : TEMA, ASME VIII	Placa : NO		
	TUBOS	CORAZA	
P <sub>diseño</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) :	3.85	11.33	
T <sub>diseño</sub> (°C) :	47	90	
Corrosión Permissible :	Por código	Por código	
Material :	Acero al carbón	Acero al carbón	

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	BS-001A/R
Area:	ENFRIAMIENTO		Cantidad:	DOS
Servicio:	BOMBA DE MELES A ENFRIAMIENTO		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación:		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Meles		Pruebas de taller	
Flujo total Vhr a T.P.	27,835		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	2.9		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T,P			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo(°C):	60		Inspección de taller:	SI
Densidad a T,P (kg/l):	1.17		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	200		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	50		Inspecc. para soldaduras:	Liquido Penetrante
HP (hidráulico):	25			
pH				
BHP (Hp)	29.73			
Corr/Erosión (mm):	3			
	Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz	
Montaje carcaza:	Por el vendedor		Mótor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	No
	Boquillas:		Clave:	
	Díámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	5	304	Kv:	
Descarga (in):	4	304	RPM	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	ES-002
Area:	Formulación		Cantidad:	Una
Servicio:	Bomba de mieles a formulación		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación.		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Mieles		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	32,500		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH:	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	2.9		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo(°C):	30		Inspección de taller:	SI
Densidad a T,P (kg/l):	1.17		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	150		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	37.5		Inspecc. para soldaduras:	Liquido Penetrante
HP (hidráulico):	20			
pH:				
BHP (Hp)	26			
Corr/Erosión (mm):	3			
Materiales y construcción:			Datos de unidad motriz:	
Montaje carcaza:	Por el vendedor		Motor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	No
Boquillas:			Clave:	
	Diámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	5	304	Kv:	
Descarga (in):	4	304	RPM:	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	ES-003
Area:	Fermentación		Cantidad:	Una
Servicio:	Bomba de mieles a fermentación		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación.		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Mieles		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	13,694		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH:	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	2.9		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14,5
Temperatura de bombeo (°C):	30		Inspección de taller:	SI
Densidad a T.P (kg/l):	1.06		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	100		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	25		Inspecc. para soldaduras:	Líquido Penetrante
HP (hidráulico):	5			
ph				
BHP (Hp)	7.28			
Corr/Erosión (mm):	3			
	Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz:	
Montaje carcasa:	Por el vendedor		Motor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	No
	Boquillas:		Clave:	
	Diámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	4	304	Kv.	
Descarga (in):	3	304	RPM	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/360
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Copie:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			



## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	ES-004 A/R
Area:	Destilación Ordinaria		Cantidad:	Dos
Servicio:	Bomba de mosto a destilación		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
		Condiciones de Operación.	Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Mosto		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	3,992		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH:	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	4.4		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo (°C):	30		Inspección de taller:	SI
Densidad a T,P (kg/l):	0.97		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	250		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	100		Inspecc. para soldaduras:	Líquido Penetrante
HP (hidráulico):	5			
ϕt				
BHP (Hp)	4.7			
Cor/Erosión (mm):	3			
Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz:		
Montaje carcaza:	Por el vendedor		Mótor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	SI
Boquillas:		Clave:		
	Diámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	2	304	Kv:	
Descarga (in):	2	304	RPM:	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	ES-005
Area:	Destilación Ordinaria		Cantidad:	Una
Servicio:	Bomba de destilado ord. A alambique		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación.		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Destilado Ordinario		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	2,993		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	2.9		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo (°C):	55		Inspección de taller:	SI
Densidad a T,P (kg/l):	0.93		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	200		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	50		Inspecc. para soldaduras:	Líquido Penetrante
HP (hidráulico):	3			
g-h				
BHP (Hp)	2.74			
Corr/Erosión (mm):	3			
	Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz:	
Montaje carcaza:	Por el vendedor		Mótor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	Nb
	Boquillas:		Clave:	
	Díámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	2	304	Kv.	
Descarga (in):	1.5	304	RPM	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Area:	Rectificación		Cantidad:	Una
Servicio:	Bomba de Tequila al filtro y almacen		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTORELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación.		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Tequila		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	2,000		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	4.4		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo (°C):	30		Inspección de taller:	SI
Densidad a T,P (kg/l):	0.89		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	500		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	125		Inspecc. para soldaduras:	Líquido Penetrante
HP (hidráulico):	5			
pH				
BHP (Hp)	4.56			
Corr/Erosión (mm):	3			
	Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz	
Montaje carcasa:	Por el vendedor		Mótor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	No
	Boquillas:		Clave:	
	Diámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	2	304	Kv.	
Descarga (in):	1.5	304	RPM	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

## HOJA DE ESPECIFICACION DE BOMBAS

Planta:	Tequila		Clave:	ES-007
Area:	Fermentación		Cantidad:	Una
Servicio:	Bomba de levadura a fermentación		Tamaño y tipo:	CENTRIFUGA
Unidad Motriz:	MOTOR ELECTRICO		Estandar a seguir:	API-610
	Condiciones de Operación.		Inspección y Pruebas:	
Nombre del Fluido:	Levadura		Pruebas de taller	
Flujo total l/hr a T.P.:	41		Funcionamiento:	Requerido
Pres. Succ. (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1		NPSH	Requerido
Pres. Descarga (Kg/cm <sup>2</sup> ) abs.:	1.9		Hidrostática:	Requerido
Presión de vapor (Kg/cm <sup>2</sup> ) T.P.:			P. hidrost. (Kg/cm <sup>2</sup> ):	14.5
Temperatura de bombeo (°C):	25		Inspección de taller:	SI
Densidad a T.P (kg/l):	1.00		Certif. de materiales:	SI
Cabeza (m):	100		Inspecc. para fundiciones:	Radiográfica
NPSH disponible (m):	25		Inspecc. para soldaduras:	Líquido Penetrante
HP (hidráulico):	0.5			
pH				
BHP (Hp)	0.02			
Corr/Erosión (mm):	3			
	Materiales y construcción:		Datos de unidad motriz:	
Montaje carcaza:	Por el vendedor		Motor:	SI
Partición:	Por el vendedor		Turbina:	No
	Boquillas:		Clave:	
	Diámetro:	Clase ANSI:	Montado por:	Fabricante
Succión (in):	0.5	304	Kv:	
Descarga (in):	0.25	304	RPM	
			Volts/Fases/Ciclos:	440/3/60
Empaque:	Por el vendedor			
Sello mecánico:	Por el vendedor			
Cople:	Por el vendedor			
Materiales:	Código API-610			

---

**CAPITULO XVI**

**FILOSOFIAS BASICAS DE  
OPERACION**

---

---

## **XVI. Filosofías básicas de operación.**

En este documento se cubren los siguientes puntos.

1. Generalidades.
2. Variables de operación y control de proceso.
3. Operaciones anormales.

### **1. Generalidades.**

El propósito del proceso de hidrólisis, fermentación, destilación y dilución del agave tequilana weber variedad azul, es la obtención como producto final de la bebida mexicana **Tequila**. Como beneficio adicional es la obtención de bagazo el cual sirve como fertilizante o para la producción de papel.

El proceso se lleva a cabo por lotes, la primera parte del proceso es la hidrólisis la cual se lleva a cabo en autoclaves, en donde se alimenta la carga y las cuales utilizan vapor como medio de calentamiento, el tiempo de residencia de la carga en las autoclaves es de 6 horas aproximadamente.

La siguiente parte del proceso consiste en la fermentación, la cual se realiza en los reactores, donde la carga se alimenta después de haber pasado por un enfriador de coraza y tubos para que se encuentre en las condiciones necesarias para la fermentación en este reactor también se alimenta levadura para acelerar el proceso y se tienen un estricto control en cuanto a la cantidad de azúcar de la carga ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), el tiempo de residencia de la carga en el reactor es de aproximadamente de 36 horas.

La siguiente parte del proceso consiste de dos secciones, en la primera se realiza una destilación ordinaria y la segunda una rectificación.

La destilación ordinaria se lleva a cabo en una torre de platos, la cual consta de 17 platos y un rehervidor, esta operación es en forma continua, la carga se alimenta en el plato 4 de la torre y el vapor se pone en contacto con la misma, para poder obtener por los domos un destilado de 40% agua y 60% de compuesto como alcohol isoamílico, pentanol y metanol, por mencionar algunos, el por ciento de alcohol de éste destilado es de 35 % (35°G.L.). Por los fondos se obtienen productos semipesados que en conjunto se les denomina vinazas, el tiempo promedio de esta operación es de 3.5 horas.

La rectificación se realiza en un alambique de cobre o acero inoxidable, donde se alimenta la carga y vapor como medio de calentamiento (el vapor no se pone en contacto directo con la carga), el tiempo de residencia es de aproximadamente 2.5 horas, el primer destilado es conocido como cabeza tiene un tiempo de duración de 10 minutos, este producto es desechado debido a su alto contenido de alcoholes superiores, después de éste destilado se obtiene un segundo destilado conocido como corazón (tequila) de la destilación el cual en promedio éste destilado tiene 55° G.L., por los fondos se obtienen las flemezazas. Es conveniente decir que tanto las cabezas y colas de esta destilación recibirán el tratamiento correspondiente como efluentes que son.

La etapa de dilución es la última del proceso, aquí se realiza una mezcla de la carga a 55° G.L. con agua destilada para poder disminuir su concentración de alcohol hasta los 38° G.L. que es lo indicado por las normas mexicanas.

---

## 2. Variables de operación y control de proceso.

### 2.1. Sección de recepción de materia prima.

Esta parte del proceso es donde se recibe el agave tequilana weber variedad azul, el cual tiene que tener un peso de cada piña entre 40 y 50 kg.

### 2.2. Sección de desgarramiento.

Se lleva mediante unos molinos con cuchillas, las cuales cortan las piñas de agave y lo desgarran el flujo de la carga en este punto deberá de ser de 45140 kg/hr  $\pm$  0.5%, para que el desgarramiento sea el adecuado.

### 2.3. Sección de hidrólisis.

En esta parte las variables principales que se deben tomar en cuenta son las siguientes.

La carga por autoclave debe de ser de 33.85 toneladas  $\pm$  0.5%, el tiempo de residencia es de 6 horas, el vapor requerido para calentamiento debe estar a una presión de 0.9 kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura en la que debe de operar es de 100 °C.

### 2.4. Sección de molienda.

Esta parte del proceso solo se encarga de aprovechar al máximo las mieles que quedan en el agave, lográndose lo anterior con unos molinos y agua destilada



---

para que por arrastre y molienda se logre recuperar una parte de las mieles que no se obtuvieron por escurrimiento en las autoclaves.

### 2.5. Sección de enfriamiento.

Para poder enfriar las mieles provenientes de la hidrólisis se emplea un cambiador de coraza y tubos, la carga se alimenta a una temperatura de 60 a 70 °C y tiene que salir a una temperatura no mayor de 30 °C, el enfriamiento se realiza con agua proveniente de una torre de enfriamiento con un flujo aproximado de 30,000 L/hr.

### 2.6. Sección de formulación.

La función de la formulación es comprobar que la carga se encuentre en las condiciones óptimas para la fermentación, cuidando que la carga no contenga más de 14 °Bx, en caso de que tenga mayor cantidad se le agregará agua y cuidando también que la temperatura sea la correcta, de no ser la carga se recirculará por el cambiador de calor.

### 2.7. Sección de fermentación.

En la fermentación las variables que tienen mayor importancia son la temperatura no mayor a 30 °C, no mayor de 14 °Bx y la cantidad de levadura la cual debe ser 0.3 % del volumen del reactor. El tiempo de residencia debe de ser de 36 horas tiempo en el cual la carga llega a los 15 °G.L. y la reacción se inhibe.

## 2.8. Sección de destilación ordinaria.

El flujo de la carga debe de ser de 4000 L/hr  $\pm$  0.1 %, el vapor debe de entrar en contacto con la carga a una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura de operación debe de ser de 100 °C, la alimentación debe de ser en el plato 4, debe contarse con la capacidad suficiente para poder operar en forma continua durante 3.5 horas, el flujo de salida por los domos debe de ser de 1860 L/hr  $\pm$  0.1% y debe ser condensado con agua de enfriamiento con un flujo de 1620 L/hr.

## 2.9. Sección de rectificación.

Esta se realiza en un alambique que trabaja a una temperatura de 80 °C durante 2.5 horas. A dicho equipo, se le suministra vapor con una presión de 0.5 kg/ cm<sup>2</sup> sin mezclarse con la carga. Iniciada la destilación hasta un tiempo de 10 minutos, se obtienen aproximadamente 60 litros de metanol. La destilación del Tequila comienza con un 92% de volumen de alcohol en el volumen total (**Grados Gay Lussac**) y paulatinamente disminuye su concentración hasta los 55 °G. L.

Las temperaturas de entrada y salida del agua en el condensador son de 25 y 50 grados respectivamente, la de salida del Tequila es de 30 °C. Por los fondos se obtienen aproximadamente 970 litros de flemazas.

## 2.10. Sección de filtrado.

El tequila a 55 °G. L. se trasladará a un segundo tanque a 48° C como máximo, para ser filtrado, con el fin de eliminar posibles impurezas.

### 2.11. Sección de almacenamiento.

De los 5,000 L de Tequila obtenidos, 50% serán utilizados para el Tequila Blanco o joven, 30% para el Tequila Reposado y 20% para el Tequila Añejo. El almacenamiento será el indicado en la norma oficial mexicana vigente.

### 2.12. Sección de dilución.

Por cada litro de Tequila a 55% se agregan 450 ml de agua aproximadamente, para obtener el producto a 38 °G. L.

### 2.13. Sección de envasado.

La capacidad de los envases de los Tequilas Reposado y Añejo será de 750 ml y para el Tequila Blanco y joven de 1 L.

Cada tequila después de ser envasado, se etiquetará con las especificaciones correspondientes y finalmente será embalado para su distribución.

## 3. Operaciones anormales.

### 3.1. Sección de desgarramiento.

En caso de que las piñas no sean desgarradas correctamente, no se alimentarán a la autoclave y se tendrá que volver a repetir la operación.

### 3.2. Sección de hidrólisis.

Las autoclaves deberán tener válvulas de seguridad en caso de que exista un exceso en la presión.

Si la temperatura se eleva por encima de 100 °C se deberá cortar el suministro de vapor.

Existirá una alarma de tiempo, no se deberá exceder en más de 6 horas el tiempo de residencia, en caso de que se exceda el tiempo en 6.5 horas, se abrirá automáticamente la válvula de las mieles y se cortará el suministro de vapor.

En caso de que exista una falla en el suministro de vapor principal, se tendrá una caldera de relevo para dotar de vapor al equipo.

En caso de que la autoclave no tenga la carga completa no se iniciará la operación.

### 3.3. Sección de molienda.

En caso de que no exista agua destilada, se hará pasar al bagazo dos veces por los molinos.

En caso de falla eléctrica, se tendrá una planta de electricidad para que funcione como relevo.

En caso de falla de los motores de los molinos, se tendrán motores de relevo.

En caso de derrame por obstrucción de los canales, se parará la operación.

### 3.4. Sección de enfriamiento.

En caso de que no exista agua de enfriamiento, se utilizará el agua proveniente del tratamiento, con un aumento en el flujo de la misma.

En caso de que las mieles tengan una mayor temperatura a la salida de la especificada, se recircularán por el enfriador y/o se aumentará el flujo de agua de enfriamiento.

En caso de ruptura o taponamiento de la línea de agua de enfriamiento, se recirculará el agua al tanque receptor de mieles o se depositarán en el tanque receptor de mieles frías.

En caso de falla eléctrica, se tendrá una planta de emergencia.

En caso de falla de la bomba, se tendrá una bomba de relevo.

### 3.5. Sección de formulación.

En caso de que se diluya de más, se tendrá que esperar la siguiente carga de mieles para obtener la concentración correcta, ocupando para realizar la mezcla el tanque receptor de mieles frías.

En caso de que no exista agua destilada, se podrá poner agua de dilución.

Se deberá comprobar que la concentración de azúcares sea la correcta (14°Bx) con un rango de mínimo de 12 °Bx y 14.5 °Bx como máximo.

En caso de que exceda la temperatura de 30 °C se recirculará al enfriador.

---

En caso de que la temperatura sea menor se proseguirá con la operación.

### 3.6. Sección de fermentación.

En caso de que el volumen exceda el indicado, se retirará parte de la carga hasta tener el volumen correcto.

En caso de exceder el volumen de levadura se proseguirá normalmente.

En caso de que el tiempo se exceda se seguirá con la operación normalmente.

En caso de que la temperatura se eleve por arriba de los 30 °C, existirá un control indicador de temperatura, el cual abrirá las válvulas de agua contra incendio, La cual esperará agua por afuera del reactor para bajar la temperatura hasta los 28 °C.

### 3.7. Sección de destilación ordinaria.

En caso de que se exceda la presión de operación, se contará con válvulas de seguridad y disco de ruptura.

En caso de que la temperatura se exceda, se disminuirá el flujo de vapor.

En caso de que el flujo de mosto se exceda, se tendrá una válvula de control de flujo de vapor y se recirculará el mosto.

En caso de que el vapor exceda el flujo, se tendrá una válvula de control de relevo.

En caso de que el flujo de vapor disminuya o se interrumpa, se contará con un refluo de mosto y uná caldera de relevo.

En caso de que el flujo de mosto se interrumpa, se cortará el suministro de vapor.

### 3.8. Sección de rectificación.

En caso de que el tiempo de separación de la cabeza de la destilación se reduzca, se desviaré el producto a un segundo tanque receptor de tequila y se contará con una alarma de tiempo.

En caso de aumento de la presión, se tendrán válvulas de seguridad y disco de ruptura.

En caso de que la temperatura aumente, se reducirá el flujo de vapor con una válvula de control.

En caso de que se exceda el tiempo de destilación, se deberá volver a realizar la operación.

En caso de que el flujo de vapor aumente, se tendrá una válvula de control de flujo de relevo.

En caso de falla en el suministro de vapor, se tendrá una caldera de relevo y se seguirá con la operación normalmente.

---

#### **4.- En caso de siniestro.**

Todos los equipos de la sección de fermentación a la sección de rectificación tendrán desfogue al tanque de desfogue ubicado en la zona de cultivo.

En la sección de cocción, se detendrá la operación.

En la sección de enfriamiento, se mandaràn las mieles a los tanques de mieles.

En caso de que sea un incendio se prenderàn automáticamente los aspersores de agua, en cuanto la temperatura llegue a 45 °C en la sección de almacén, a 32 °C en la sección de fermentación y a 130 °C en las demás secciones.



---

**CAPITULO XVII**

**CONCLUSIONES**

---

## **XVII. Conclusiones.**

En el desarrollo de la Ingeniería Básica de la planta productora de Tequila se muestran todos los documentos que la integran, así como también algunos que consideramos de importancia para el desarrollo de este proyecto, a fin de integrar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Química.

El éxito en la elaboración de la Ingeniería Básica radica en tener los conocimientos de la termodinámica (relaciones de cálculo), así como conocer las propiedades físicas y químicas de los componentes involucrados en el proceso, ya que son el fundamento del cálculo para el diseño del proceso (líneas y equipos).

La Ingeniería Básica es principalmente desarrollada por un Ingeniero de Proceso, el cual por lo general es un Ingeniero Químico.

Debido a la denominación de origen otorgada a México por la Comunidad Europea en el año de 1997, los productores de tequila deben de responder con calidad y cantidad para satisfacer la demanda en todo el mundo, es por eso que el Consejo Regulador de Tequila estudia la posibilidad de que todo el Tequila que se produzca sea 100% Agave Tequilana Weber variedad azul, lo que ocasionaría que se tuviera que incrementar la capacidad de las plantas existentes u optimizar el proceso, así como la creación de nuevas plantas con tecnología mas moderna, notándose que la tesis realizada es de gran utilidad tanto para el empresario como para los ingenieros que se dispongan a implementar este tipo de plantas.

En el transcurso de elaboración de la presente tesis se obtuvo información de una empresa asesora en alimentos donde nos informa que la tendencia del consumo de Tequila en el mundo va en ascenso a diferencia de otras bebidas como el whisky y el brandy que se mantiene estable y ligeramente a la baja respectivamente, lo que, aunado a lo mencionado anteriormente, comprueba que habrá una gran demanda de este producto en los siguientes años.

Por medio de la tesis realizada se puede ver que el proceso de elaboración de Tequila es un proceso químico donde se realizan operaciones unitarias en las que un Ingeniero Químico está capacitado, por lo tanto, es éste quien puede optimizar este tipo de plantas, así como desarrollar la ingeniería en la creación de nuevas plantas ahorrando energía, tiempo de proceso y dinero, manteniendo la calidad del producto.

Basándose en la tecnología aquí desarrollada vemos que realmente tiene muchas ventajas en comparación a la tecnología tradicional, es por eso que algunas de las principales casas tequileras ya emplean este tipo de tecnología y se ha comprobado que la calidad de un Tequila elaborado 100% Agave Tequilana Weber variedad azul no se ve afectada por el tipo de tecnología empleada ya que éste mantiene sus propiedades organolépticas.

En estudios interdisciplinarios como el aquí presentado se debería de lograr el apoyo de empresas privadas y gubernamentales para realizar mejoras y desarrollo de nuevos procesos, fomentando así una mayor relación Universidad-Industria y mejorando también la calidad de alumnos egresados de la carrera de Ingeniería Química en el campo de diseño, evaluación de plantas y procesos químicos, consideramos que dicho apoyo es fundamental a fin de tener un proyecto totalmente integrado en todas las áreas que este implica.

---

## **XVIII. Anexos.**

### **1. NORMATIVIDAD A SEGUIR EN LA ELABORACION DEL TEQUILA**

NOM - 006 - SCFI -1993 es la bebida alcohólica llamada TEQUILA.

#### ***Objetivo de la Norma.***

La norma oficial mexicana establece las características y especificaciones que debe cumplir la bebida alcohólica denominada tequila.

#### ***El Campo de aplicación.***

La norma se aplica a la bebida alcohólica elaborada con agaves de la especie tequila weber variedad azul cultivados en las entidades federativas y municipios señalados en la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen del TEQUILA en vigor.

#### ***Referencias.***

Para la comprobación de las especificaciones físico - químicas establecidas en la norma del tequila, se deben aplicar las siguientes normas mexicanas en vigor.

NMX-V-17

Método de prueba para la determinación de extracto seco y cenizas en bebidas alcohólicas destiladas.

**NMX-V-13**

Bebidas alcohólicas - determinación del porcentaje de alcohol en volumen (% Vol.) a 20 grados Celsius.

**NMX-V-14**

Método de prueba para la determinación de alcoholes superiores (aceite de fusel) en bebidas alcohólicas destiladas.

**NMX-V-21**

Método de prueba para la determinación de Metanol en bebidas alcohólicas.

**Especificaciones físico-químicas**

<b>Tequila:</b>	<b>Blanco</b>	<b>Joven</b>	<b>Reposado</b>	<b>Añejo</b>
	<b>min / max</b>	<b>min / max</b>	<b>min / max</b>	<b>min / max</b>
Porcentaje de alcohol en vol. a 20°C	38/55	38/55	38/55	38/55
Extracto seco (g/l)	0.2	5.0	5.0	5.0
Valores expresados en mg/100ml referidos a alcohol anhidro				
Alcoholes superiores	0-400	0- 400	0-400	0- 400
Metanol (en alcohol metílico)	0-300	0- 300	0-300	0-300

---

**Definiciones:**

Para los efectos de la norma se establecen las siguientes definiciones.

**Abocado.**

Procedimiento para suavizar el sabor del tequila, mediante la adición de uno o mas saborizantes y colorantes inocuos, permitidos por la Secretaría de Salud.

**Maduración.**

Transformación lenta que le permite adquirir al producto las características organolépticas deseadas por el proceso físico - químico que en forma natural tiene lugar durante su permanencia en las barricas.

**Tequila.**

Bebida alcohólica regional obtenida por destilación y rectificación de mostos preparados y rectificación de mostos preparados, con los azucares extraídos de las cabezas de agave Tequilana weber variedad azul sometidos previamente a fermentación alcohólica con levaduras. Permittedose adicionar hasta un 49% de otros azucares en la preparación de dichos mostos.

El Tequila es un liquido de olor y sabor suigeneris y de acuerdo al tipo de tequila es incoloro o ligeramente amarillento cuando es madurado en recipientes de madera de roble o encino. También puede tener coloración el tequila, cuando se aboque sin madurarlo.

**Tequila blanco**

Producto obtenido en la rectificación y ajustado con agua de dilución a su graduación comercial.

### Tequila joven

Tequila blanco susceptible de ser abocado.

### Tequila reposado

Producto que se deja por lo menos 2 meses en recipientes de madera de roble o encino, susceptible de ser abocado y ajustado con agua de dilución a su graduación comercial.

### Tequila añejo

Tequila blanco sujeto a un proceso de maduración por lo menos 1 año y susceptible de ser abocado, estableciéndose que en mezclas de añejos, la edad para el tequila resultante será el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes.

## **Clasificación**

De acuerdo a su elaboración, el tequila, objeto de la NOM se clasifica en:

### Tequila 100% agave

Es aquel que se obtiene de los mostos que única y exclusivamente contienen azúcares, provenientes de los agaves tequilana weber, variedad azul.

### Tequila

Es aquel que se obtiene de los mostos a los que se le han adicionado hasta 49% de otros azúcares ajenos al agave Tequilana weber variedad azul.

De acuerdo con sus características el tequila se clasifica en:

- 1) Tequila Blanco
- 1) Tequila Joven
- 1) Tequila Reposado
- 1) Tequila Añejo

### ***Especificaciones***

El tequila objeto de la Norma Oficial Mexicana para el Tequila debe cumplir con las especificaciones anotadas en la tabla de referencias.

### ***Requisitos generales***

La maduración del tequila añejo debe efectuarse en recipientes de roble o encino cuya capacidad máxima sea de 600 litros.

De ser necesario, para obtener la graduación comercial requerida se debe utilizar agua potable destilada o desmineralizada.

### ***Muestreo***

La aplicación del plan de muestreo descrito en la NOM esta condicionado a que los fabricantes y envasadores lleven un control de calidad permanente y debidamente aprobados y supervisados por la dirección General de Normas.



La producción a granel contenida en los carros tanque, pipas o pipones, se tomará de cada uno de estos depósitos una muestra constituida por porciones aproximadamente iguales, extraídas de los niveles inferior, medio y superior y el volumen extraído no debe ser menor de 3 litros.

En el caso del producto contenido en barriles, se debe tomar una muestra constituida con porciones aproximadamente iguales extraídas del número de barriles que se especifica en la tabla siguiente, de tal manera que se obtenga un volumen total no menor de 3 litros.

### ***Muestreo de barriles***

No. de barriles con tequila	No. de un mismo tipo de barriles a muestrear
hasta 50	2
de 51 a 500	3
501 a 3500	5

Cada muestra extraída previamente homogeneizada, debe dividirse en 3 porciones de aproximadamente 1 litro cada una, de las cuales debe envasarse en un recipiente debidamente presentado, firmado en el las partes interesadas. Estas porciones se repartirán en la forma siguiente:

Dos para la D.G.M. o en su caso para el organismo de certificación acreditado y una para la empresa visitada. De las 2 muestras para la D.G.N. una se analiza y la otra debe quedar para caso de tercera.

Para producto en recipientes menores cada muestra debe integrarse con el conjunto de las porciones aproximadamente iguales tomadas del número de envases que se especifica en la siguiente tabla de tal manera que se obtenga un volumen no menor de 3 litros.

#### Muestreo de recipientes menores

	No. de envases con tequila	No. de envases de un mismo tipo muestrear
Hasta	150	3
De	151 a 1200	5
	1201 a 25000	8
Mas de	25000	13

Para casos de exportación si el volumen del lote es de hasta 60 litros sin rebasar un máximo de 5 cajas, no requerirá de muestreo simple y cuando las operaciones de este tipo no se repitan en un plazo no mayor de tres meses destinados a un mismo cliente.

La selección de los barriles o envases menores para extraer las porciones de muestra deben efectuarse al azar.

Nota: cuando el número de envases muestreados resulte insuficiente para reunir los 3 litros requeridos como mínimo, se muestrearán tantos envases como sean necesarios hasta completar dicho volumen. Con las muestras se debe proceder a la distribución anteriormente señalada.

### ***Muestreo de prueba***

La genuinidad del tequila con respecto a las materias primas utilizadas en su elaboración habrá de verificarse mediante registros de plantaciones previos a la comercialización del agave, de inventarios y procesos que demuestren fehacientemente un balance de materiales transparente y confiable durante todo el proceso de elaboración hasta obtener el producto embotellado.

Lo anterior se hará aplicando los principios de contabilidad generalmente aceptados.

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta norma deben seguirse las normas Mexicanas de Métodos de pruebas en vigor.

### ***Marcado etiquetado y envalaje***

#### **Marcado o etiquetado**

Cada envase debe llevar una etiqueta o impresión permanente en la que se monten en forma destacada y legible las siguientes indicaciones: Nombre del producto, tipo a que pertenece conforme a la clasificación de la Norma, contenido neto expresado en litros o mililitros, porcentaje de alcohol en volumen a 20 grados Celsius (% Alcohol Vol.), domicilio y nombre o razón social del fabricante, bajo cuyas marcas se expende el producto, marca registrada y la leyenda "Hecho en México".

En el caso de que el producto se embarque a granel los datos anteriores figurarán en los documentos de la transacción comercial.

## **Envase**

El tequila objeto de la Norma del tequila, se debe envasar en recipientes nuevos aceptados por las autoridades sanitarias que garanticen su conservación y no alteren su calidad. La capacidad de cada envase no debe ser mayor de 5 litros y en ningún caso se debe usar envases con marcas que pertenezcan a otro fabricante.

Es de destacarse que los productores de tequila autorizados por la SECOFI deberán cubrir los REQUISITOS FORMALES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA.

Los fabricantes que deseen ostentar la leyenda de "Tequila elaborado 100% de agave" deben cumplir los siguientes requisitos:

Solicitar autorización por escrito a la Dirección General de Normas para producir TEQUILA 100% DE AGAVE.

Embotellar de origen en la planta de envasamiento del propio fabricante dentro de la región productora.

La comprobación del establecimiento será realizada mediante inspección permanente conforme a la cual la D.G.M. otorgará, si procede la autorización respectiva, otorgada dicha autorización, continuará la inspección permanente por la D.G.N. o en su caso por el Organismo de Certificación Acreditado.

Cubrir los derechos de inspección necesarios para la comprobación de la producción.

Una vez que se conceda la autorización el fabricante podrá hacer uso de la Leyenda: elaborado 100% de agave en envases, etiquetas, envolturas, facturas y publicidad. En las etiquetas de envase del tequila elaborado 100% de agave puede incluirse la leyenda elaborado y envasado bajo vigilancia del gobierno mexicano.

Los fabricantes del tequila deben cumplir con los siguientes requisitos:

Solicitar por escrito a la D.G.N. la autorización para producir TEQUILA, manifestando el porcentaje de azúcares de agave tequilero y el porcentaje de azúcares de otra procedencia que utilizarán en el mosto que da origen al tequila, debiendo presentar el estudio que permite verificar a satisfacción de la D.G.N. en cualquier momento la veracidad de los datos contenidos en la solicitud.

Abstenerse de hacer uso de la Leyenda ELABORADO 100% DE AGAVE o cualquier otra semejante que induzca al público consumidor a considerar que el producto ha sido elaborado exclusivamente a partir del agave Tequilana weber variedad azul, en sus envases, etiquetas, envolturas, facturas o cualquier otro medio de publicidad.

Los fabricantes y envasadores de tequila deben comprobar a satisfacción de la D.G.N. el tiempo de maduración de los productos que se denominan en añejo y reposado.

### ***Concordancia con normas internacionales***

No puede establecerse concordancia por no existir referencia al momento de elaborar la NORMA del tequila.

---

***Declaratoria general de protección de la denominación de origen tequila.***

La cual se incluyó para su divulgación, en el Diario Oficial del 10 de mayo de 1973.

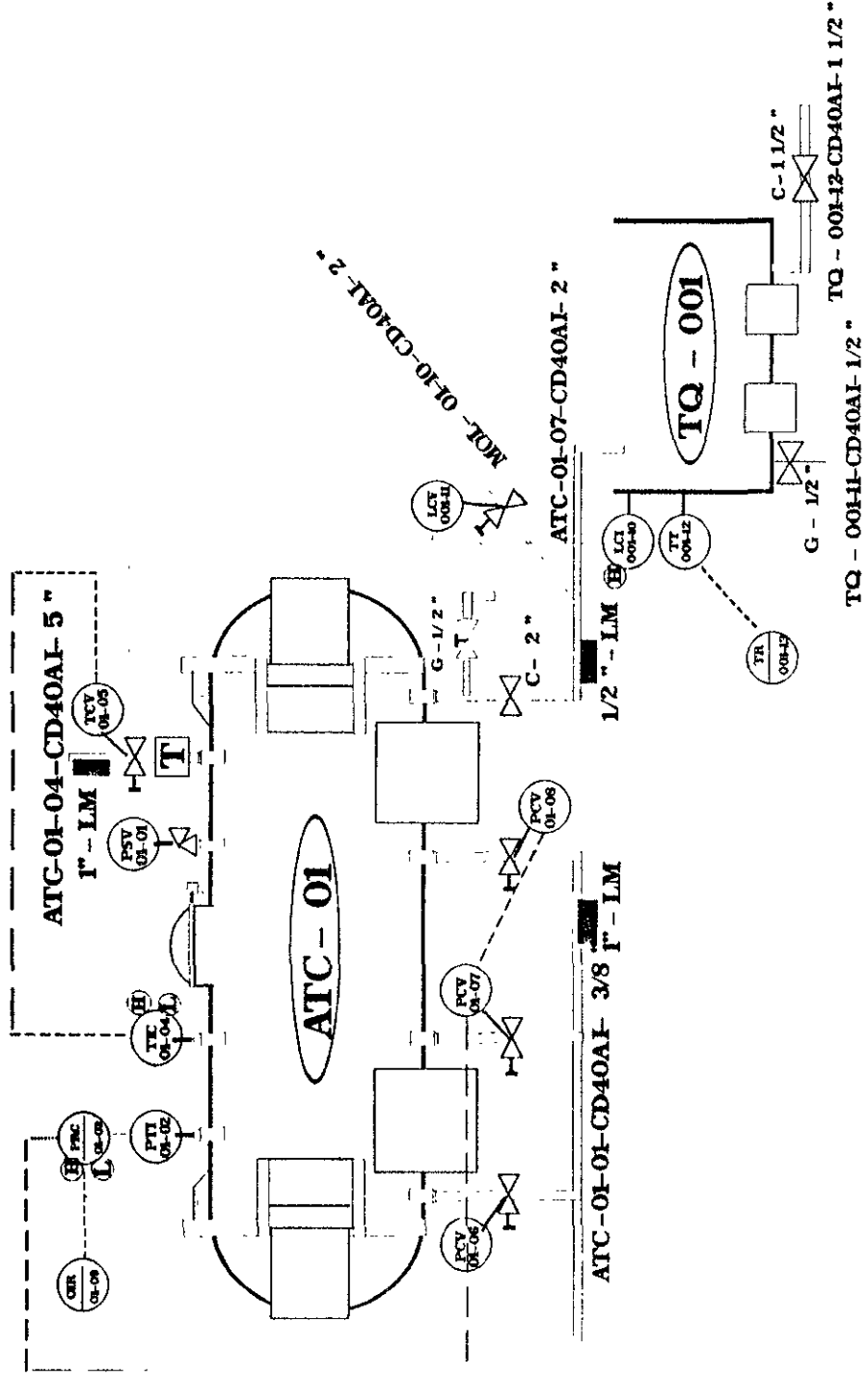
Todavía habría de pasar diecinueve meses mas antes de que la "denominación de origen" del tequila fuese aceptada, autorizada e implantada formalmente: fue el 9 de diciembre de 1974, cuando en el mismo Diario Oficial se pudo leer la resolución de que se declaraba "territorio de origen" para la fabricación del tequila a los siguientes lugares:

Los 124 municipios del estado de Jalisco; los municipios de Purísima del Rincón, Ciudad Manuel Doblado, Abasolo, Cueramero, Pénjamo y Hanimaro, del estado de Guanajuato; los municipios de Regules, Jiquilpan, Sahuayo, Venustiano Carranza, Pajacuaran, Vista Hermosa, Tanhuato, Ixtlan, Chavinda, Villamar, Cotija, Tocumbo, Los Reyes, Tinguindín, Tangamandapio, Jacona, Zamora, Ecuandureo, Yurecuaro, La Piedad, Zinaparo, Numaran, Churintzio, Tangacicuaro, Chilchota, Periban, Nuevo Parangaricutiro, Tancitaro y Briseñas de Matamoros del estado de Michoacán; y los municipios de Tepic, Jalisco, San Pedro Lagunillas, Santa Maria del Oro, Jala, Ixtlán, Ahuacatlán y Amatlan de Cañas, del estado de Nayarit.

La dependencia que tiene a su cargo el otorgar el uso de la Denominación de Origen es el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

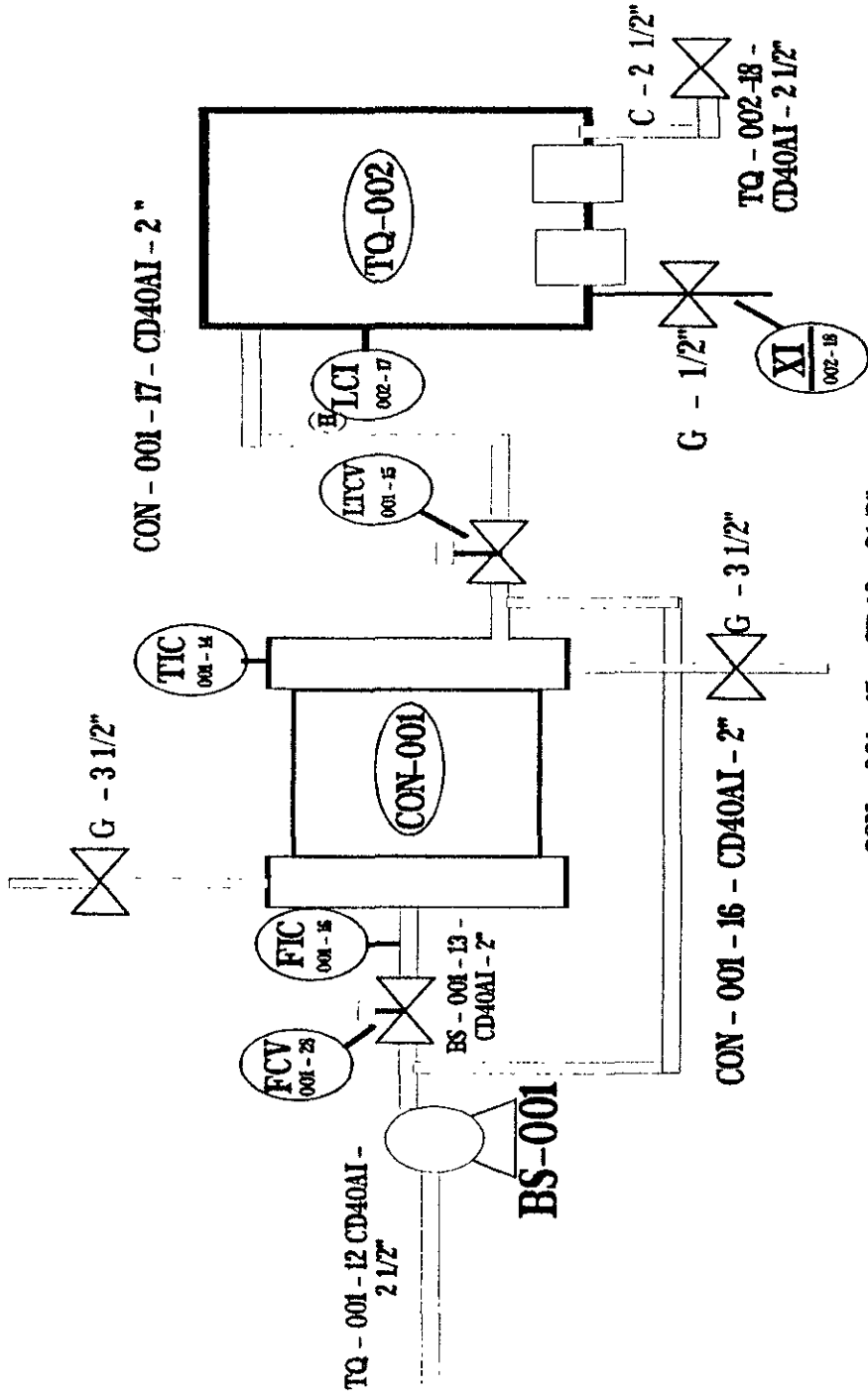


3. DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTOS PRELIMINAR.





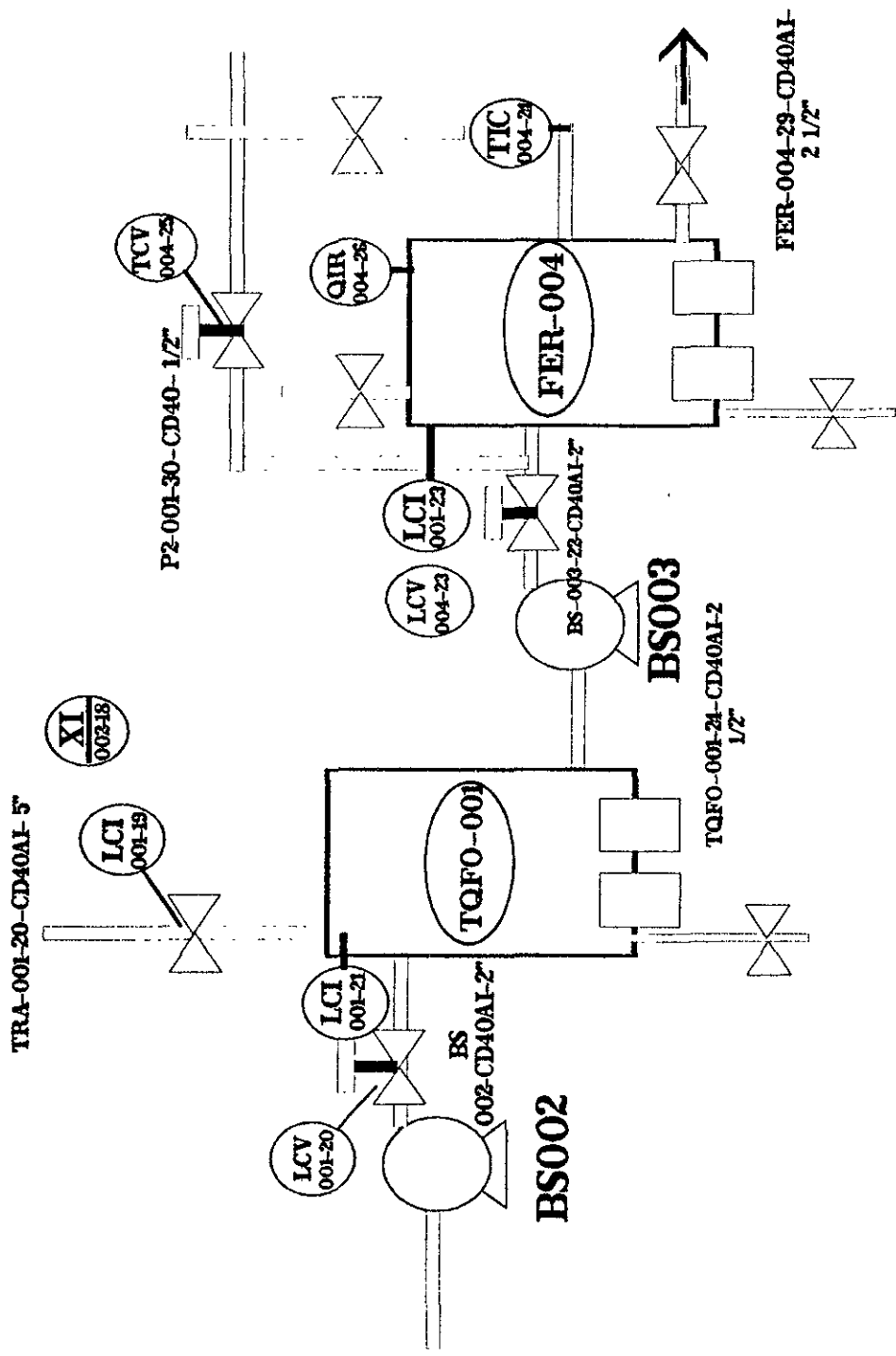
TEF - 001 - 14 - CD40 - 3 1/2"

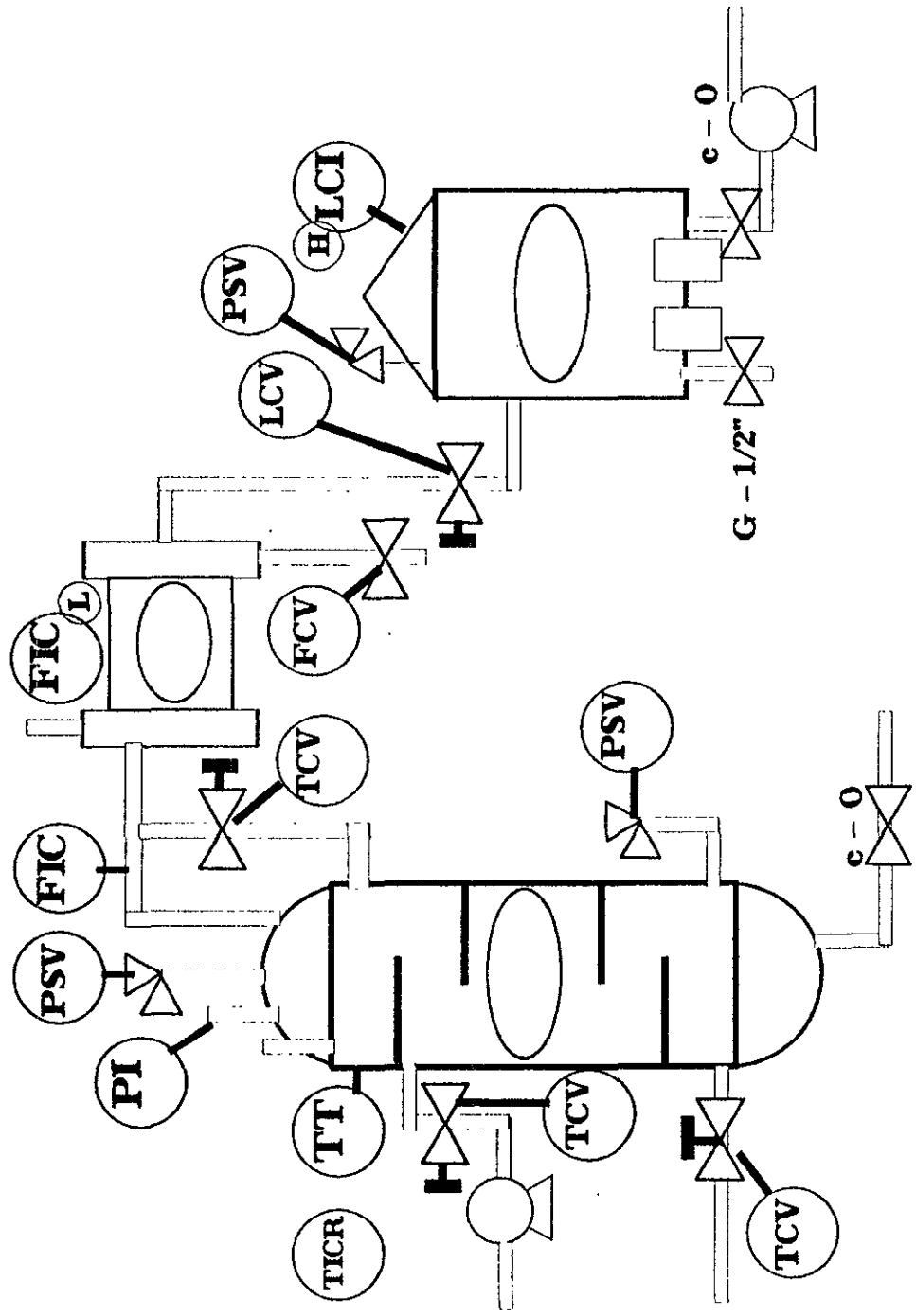


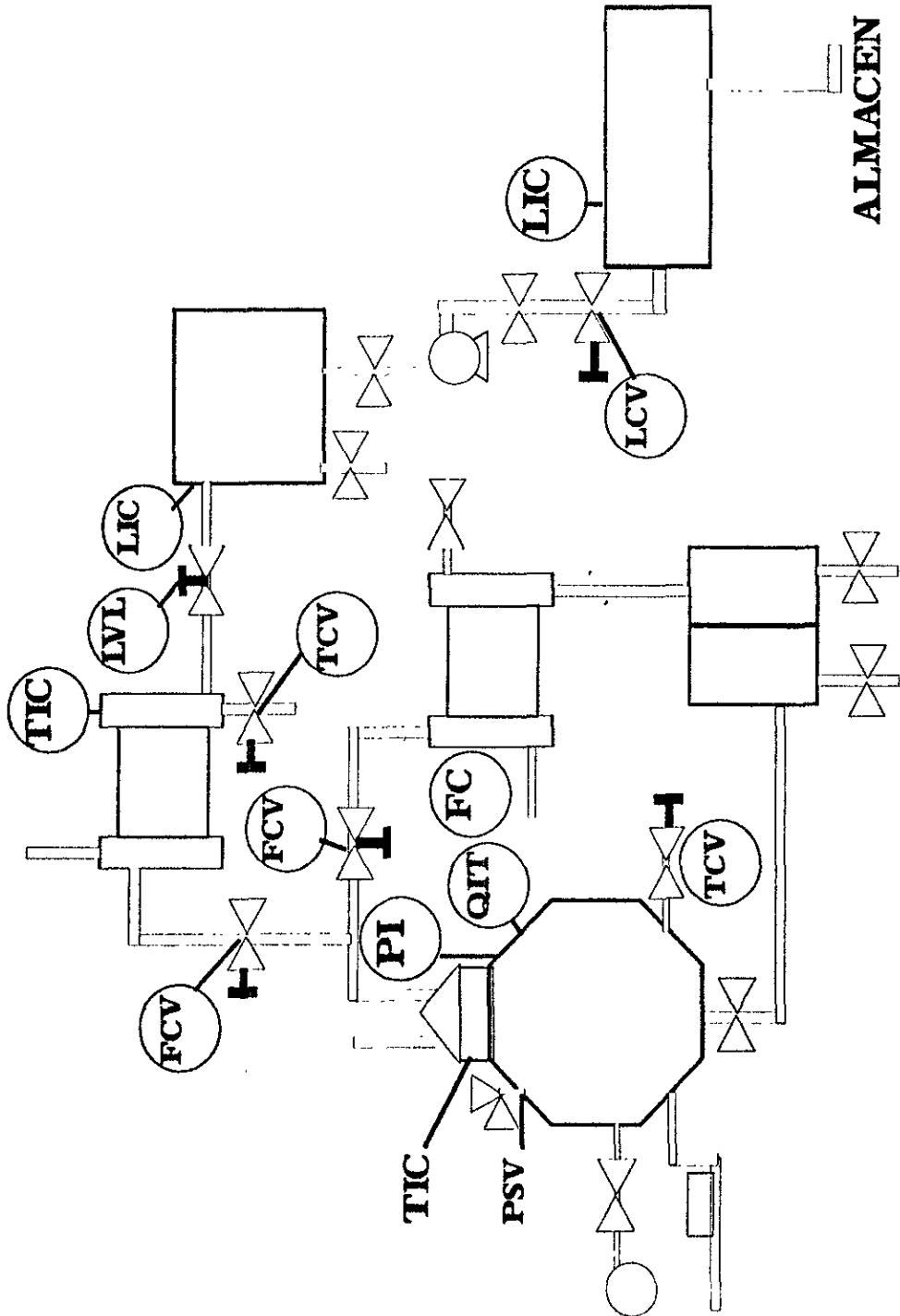
CON - 001 - 15 - CD40 - 3 1/2"

CON - 001 - 16 - CD40AI - 2"

CON - 001 - 17 - CD40AI - 2"







---

**CAPITULO XIX**  
**BIBLIOGRAFIA**

---

---

**XIX. BIBLIOGRAFIA.**

1. Perry H. Robert.  
Perry's Chemical Engineers' Handbook.  
Sexta edición.  
Editorial McGraw-Hill.
  
2. John J. Bertin.  
Mecanica de Fluidos para Ingenieros.  
Editorial Pentice-Hall- Hispanoamericana.
  
3. Richard M. Felder and Ronal W. Rousseau.  
Principios Básicos de los Procesos Químicos.  
Editorial Manual Moderno.
  
4. Robert E. Treybal.  
Operaciones de Transferencia de Masa.  
Editorial McGraw-Hill.
  
5. Crane.  
Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tuberfa.  
Editorial McGraw-Hill.
  
6. Kern Q. Donald.  
Procesos de Transferencia de Calor.  
Editorial C.E.C.S.A.
  
7. McCabe, Smith and Harriot.  
Operaciones Básicas de Ingeniería Química.  
Editorial McGraw-Hill.

- 
8. Antonio Valiente y Rudi Primo S.  
Problemas de Balances de Energía.  
Editorial Alhambra.
  
  9. Rase And Barrow.  
Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso.  
Editorial C.E.C.S.A.
  
  10. Christie J. Geankoplis.  
Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.  
Editorial C.E.C.S.A.
  
  11. Marco A. Jauregui Huerta.  
Tesis "Análisis de la factibilidad en la reinversión en capacidad de planta de una empresa de producción de tequila mediante técnicas de ingeniería industrial".  
Universidad de Guadalajara 1988.
  
  12. Jaime Gonzales Aguirre.  
Tesis "Anteproyecto para la instalación de una fábrica de tequila".  
Universidad de Guadalajara 1988.
  
  13. Hector G. Levario, Jose E. Casillas, Oscar G. Casillas y German Marroquín  
Tesis "Proyecto e instalación de una planta tequilera en la población de Tequila, Jal."  
Universidad de Guadalajara 1993.
  
  14. Enrique Legorreta y Jose L. Rodríguez.  
Tesis "Anteproyecto para optimización de cocción en la elaboración de tequila"  
Universidad Nacional Autónoma de México 1975.

---

15. Elva Couret Espinoza y Juan M. Arjona Granados.

Tesis "Anteproyecto de actualización en la elaboración de tequila y modificaciones en sus aparatos de destilación y control químico de distintas muestras".

Universidad Nacional Autónoma de México 1975.

16. Memorias del curso de Bebidas Alcohólicas.

Atam y Facultad de Química.

Agosto de 1994.

17. Norma Oficial Mexicana.

Diario Oficial de la Federación de 1992.

18. Estudio de mercado.

Consejo Regulador del Tequila A.C. 1996.