



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**DISEÑO DE UNA PLANTA PRODUCTORA Y
COMERCIALIZADORA DE CAFÉ TOSTADO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

MARTHA EUGENIA CHALÉ MENDOZA

ASESOR DE TESIS:

I.Q. MARÍA ELENA QUIROZ MACÍAS

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: M. EN A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Diseño de una planta productora y comercializadora de café tostado.

Que presenta la pasante: Martha Eugenia Chalé Mendoza
Con número de cuenta: 410073472 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 06 de Abril de 2015.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>I.Q. Margarita Castillo Agreda</u>	
VOCAL	<u>I.Q. Carlos Orozco Hernández</u>	
SECRETARIO	<u>I.Q. María Elena Quiroz Macías</u>	
1er. SUPLENTE	<u>M. en E. María Teresa Ylizaliturri Gómez Palacio</u>	
2do. SUPLENTE	<u>I.A. Dulce María Oliver Hernández</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

*“UN EXPERTO ES AQUEL QUE HA COMETIDO TODOS
LOS ERRORES QUE SE PUEDEN HACER DENTRO
DE UN PEQUEÑO CAMPO”*

- NIELS BOHR

CAPÍTULO 1: Introducción

1.1 Breve Reseña Histórica.....	6
1.2 Objetivos.....	7

CAPÍTULO 2: Bases de Diseño

2.1 Generalidades.....	8
2.2 Capacidad y rendimiento.....	8
2.3 Especificaciones de la materia prima.....	10
2.4 Especificaciones del producto terminado.....	11
2.5 Servicios Auxiliares.....	12
2.6 Restricciones por contaminación.....	12
2.7 Diagrama de bloques.....	14
2.8 Balances de Materia y Energía.....	16
2.9 Diagrama de flujo.....	22

CAPÍTULO 3: Distribución de la planta

3.1 Localización de la Planta Productora.....	24
3.2 Justificación de Áreas.....	24
3.3 Distribución de Áreas	30

CAPÍTULO 4: Equipo necesario para la recepción,
producción y distribución.

4.1 Hojas de especificación de equipo.....	32
4.1.1 Vistas de los equipos.....	33
4.2 Distribución de equipo.....	45

CAPÍTULO 5: Diagrama de distribución de líneas de servicio

5.1 Listado de tuberías.....	47
5.2 Hojas de especificación de las líneas.....	48
5.3 Ejemplo de cálculo de tubería.....	53
5.4 Distribución de Tuberías.....	57

CAPÍTULO 6: Instalación eléctrica

6.1 Listado de Motores.....	64
6.2 Selección y cálculo de transformador.....	64
6.3 Tuberías conduit.....	68
6.3.1 Cálculo de tuberías conduit.....	69
6.4 Selección de subestación.....	74
6.5 Diagrama unifilar y distribución de cargas	79

CAPÍTULO 7: Impactos ambientales significativos

7.1 Identificación de impactos ambientales significativos.....	83
--	----

CAPÍTULO 8: Estudio de mercado en México y en el mundo..... 90

CAPÍTULO 9: Conclusiones..... 101

CAPÍTULO 10: Bibliografía y Referencias..... 103



BREVE RESEÑA HISTÓRICA

¿Beber o no beber café? Esa es la cuestión... Algo ha sido dicho a favor de ambas posturas. Y como dijera la investigadora Ivon Flament “el café ha sido, alternativamente, el infierno y el cielo, fuente de todas las enfermedades o la panacea universal”.

El café está conformado por cerca de 850 compuestos, los cuales se han dividido en dos categorías: volátiles, aquellos que influyen en el olor, y no volátiles, aquellos que influyen en el sabor¹.

Se ha manejado que la palabra café proviene de la palabra *Kaffa*, donde la planta crece salvaje, o de la palabra *Kawah*, fuerza y nombre poético del vino. A pesar de que no se ha llegado a una resolución sobre su proveniencia, se sabe que todo empezó en Yemen cuando un pastor observó un extraño comportamiento en sus cabras: las cabras masticaban durante el día unos frutos rojos y por la noche no dormían. A pesar de que este fue el primer reconocimiento del fruto, más tarde llamado café, fue Etiopía la primera que lo cultivó y lo bebió, su exportación empezó hacia el S. XV y con ello su fama creció, a pesar de que el Corán la prohibía por ser una “bebida tóxica”.

Para el S. XVI se fundaron las primeras casas del café en Constantinopla, esto provocaría la ira en las diferentes órdenes religiosas, por lo que el sultán impuso un impuesto a las casas para evitar su difusión. Sin éxito.

Para el S. XVII en Londres se abre una casa de café, donde también tiene un rechazo por parte de las órdenes religiosas y los altos mandos por considerarlas un lugar sedicioso, por lo que también se resuelve imponiéndoles altos impuestos. Más tarde en Francia se tiene miedo de que compita con el vino por lo que se toma la misma medida.

A pesar de los intentos el café se establece con éxito en Europa.

Por dos siglos la única fuente de café fue Yemen (Arabia), y para mantener el monopolio se ordenó que las semillas fueran tostadas o cocinadas al vapor antes de exportarlos a otras partes del mundo. Eso fue hasta que los holandeses encontraron la forma de cultivarlo.

Para inicio del S. XIII ya encontramos cultivos también en Indonesia, Indias del Oeste, etc., por lo que el precio del café sufre una baja.

El primer café cultivado fue el *coffea arabica* que crece bien en colinas húmedas. Hoy en día el café “robusta”, *Coffea canephora*, que requiere menos requerimientos para su crecimiento y es producido en mayoría.



Se requiere gran cuidado y atención en el proceso que lleva de la planta hasta la taza: recolección, despulpado, secado, remoción de cascarilla, almacenaje, tostado, etc. Ya que cualquier fallo en algún paso del proceso puede provocar un daño irremediable en el producto final, por ejemplo, un mal almacenaje o mal secado de las frutillas puede originar granos verdes “apestosos”.

La historia del café no para ahí ya que respondiendo a las demandas sociales, más tarde, se innovaría el café soluble y el café descafeinado. Y cuando hacemos el análisis histórico del café no debemos dejar de notar el importante papel que siempre ha jugado, juega y jugará el aspecto económico.

La cafeína es el más conocido componente de esta bebida. El efecto estimulante de esta ha sido estudiado desde inicios del S XIX, y sigue siendo estudiada.

El café aún resulta un misterio científico ya que es considerada una extraña mezcla de oxidantes y anti-oxidantes, se ha descubierto que tiene efectos anti-cancerígenos⁴⁹ e incluso se cree que podría contener la respuesta para prevenir el cáncer de colón y el cáncer de mama.



OBJETIVOS

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la licenciatura para realizar una propuesta del diseño de una planta productora y comercializadora de café, tomando en cuenta los lineamientos de la Ingeniería Básica (planeación, cálculos y planos que el proyecto involucra).
- Aplicación de un proceso ecológico para la producción de café tostado con el fin de disminuir el consumo de agua y el consumo de combustibles en el proceso.



2.1 Generalidades:

- 2.1.1 Nombre: Café Vardenos
- 2.1.2 Función: Fabricación de café tostado (molido y en grano) para vender a menudeo a nivel nacional.
- 2.1.3 Tipo: Secado y tostado^{23, 51}

2.2 Capacidad, rendimiento:

2.2.1 Factor de servicio:

- *Turnos²*: La planta necesitará 2 turnos de operación, Matutino y Vespertino, debido a que el proceso se divide en varias etapas en las que se necesita personal presente, especialmente el proceso referente al secado solar del café, es decir, a la recepción de las cerezas del café, colocación de las cerezas en el área indicada para el secado al aire libre, vigilarlo y voltear el café cada media hora hasta completar un tiempo 24 horas, sin embargo al anochecer se juntará y cubrirá para evitar que vuelva a absorber humedad y perder el avance obtenido durante las horas de secado.

2.2.2 *Capacidad (sin considerar expansión):*

Mínima: 1.05 toneladas cada 4 días
 Normal: 1.24 toneladas cada 4 días
 Diseño: 1.42 toneladas cada 4 días

Por cada 7 toneladas de café saldrán 1.24 toneladas de café tostado. La producción se manejará por lotes.

Tiempos de la línea de producción

En la tabla 1 se presentan los tiempos de producción que se manejarán dentro de la línea de producción, siendo que se han retomado parte de los procesos tradicionales y no se ha querido ejercer ningún tipo de aceleración química.

Actividad	Tiempo
Recepción de Materia Prima: Pesado	1 hora
Módulo Ecológico	0.7 horas
Secado Solar	24 horas
Calidad	3 horas
Secado Mecánico	18 horas
Tostado	0.9 horas

Empacado de grano entero	Molido	3 horas
	Empacado de molienda	
Tiempo total		50.08 horas

Tabla 1. Tiempos de producción establecidos para el Café Vardenos.

Nos da un total de tiempo de operación de 50.08 horas de operación⁵¹.

Módulo ecológico: Este equipo realiza 3 operaciones unitarias del proceso tradicional del café, este módulo conjunta el despulpado, desmucilaginado y la fermentación. Cada equipo procesará 7 toneladas por hora.

Secado solar: En esta etapa las cerezas procedentes del módulo ecológico, serán expuestas a la intemperie para lograr retirar 1/3 de la humedad. Deberán ser colocadas sobre bandejas acondicionadas especialmente para un conveniente flujo de aire además de estar protegidas por una estructura tipo invernadero para evitar la contaminación de los granos, este proceso requiere de 24 horas de secado por lo que las 2.38 toneladas estarán sobre un pedazo de terreno vientos arriba.

Calidad: Esta operación se realiza artesanalmente; una vez que se han recolectado los granos de café se pasarán por bandas transportadoras que conducen a un cuarto oscuro donde hay obreros con lámparas UV, los granos que no tengan las condiciones adecuadas para seguir el proceso se retirarán ya que estos granos emitirán un brillo fluorescente específico ante este tipo de radiación. Este proceso tiene un tiempo estimado de 3 horas.⁴⁸

Secado mecánico: Se requiere para retirar la humedad restante en los granos de café debido a que el secado solar total podría tardar en promedio 6 días. El secado del grano de café en un secador “Guardiola” en el que se retirará el resto de la humedad hasta obtener un 12% de agua restante en el grano. El tiempo estimado de esta operación resulta de 18 horas, tiempo que se estableció tomando en cuenta el artículo “Diseño y simulación de la automatización de un secador electromecánico de café”, en el cual se establece la situación empírica de un secado de 250 gramos a una temperatura de entrada del aire de 50 °C, en este artículo se establece que para un secado de esta magnitud y con una potencia de ventilador de 688 m³/h se llevaría un tiempo de 18 horas, así que teniendo una carga aproximadamente 10 veces más grande y un ventilador 10 veces más potente se considera que el tiempo podría resultar similar.

Tostado: Esta operación dará las características de producto final, el tostado será uno medio-alto suficiente para que tome ese color marrón oscuro y tenga las propiedades adecuadas para su comercialización. La capacidad de tostado es de 1.5 ton/h por lo que el tiempo aproximado de operación: 0.9 horas.

$$t = \frac{1.36 \text{ ton}}{1.5 \frac{\text{ton}}{h}} = 0.90 \text{ h}$$

Molido: Sólo 374 kg de café serán molidos por lo que en esta operación se tardará en promedio 1.24 horas.

Empacado: Finalmente el producto terminado se empacará. El tiempo estimado para el café en grano entero (874 kg) será de 3 horas. Mientras que el empacado del grano molido llevará 1.24 horas.

Se considera que el molido y el empacado del grano molido toman el mismo tiempo que el empacado del grano entero (3 horas), razón por la cual en la tabla presentada con anterioridad estas actividades aparecen como operaciones simultáneas.

2.3 Especificación de la materia prima: Café cereza cultivado en Chiapas.

2.3.1 Propiedades físicas:

- Aspecto: Fruto color rojo carmesí, redondo, pequeño, de pulpa dulce que contiene (en promedio) dos semillas.
- Olor: A vegetal, intenso, no se detecta olor desagradable.
- Sabor: amargo-ácido con aroma intenso y particular.
- Densidad: 645 a 750 g/L

2.3.2 Propiedades químicas: Componente de sabor

La composición química de acuerdo a la NOM-169-SCFI-2007³ debe ser la siguiente (Café arábica):

Componente	% (composición en c/100 g de café verde)
Humedad	10-15
Ceniza	3.5-4
Grasas	12-13
CHOS	24-25
Materia nitrogenada	12-13
Cafeína	1-2
Celulosa	35-37

Tabla 2. Composición química del café arábica verde.

Los compuestos que el café tiene son

- Aceites volátiles: caffeol, octanol y guiacol.

- Aminoácidos: asparagina y metionina.
- Minerales: Hierro y fosforo.
- Vitaminas: tiamina, niacina, colina y riboflavina.
- Entre otros...⁵⁰

2.3.3 *Propiedades fisicoquímicas:*

- Punto de fusión: 238°C

2.4 **Especificación del producto terminado:** Granos de café enteros/ molidos tostados

Todas las propiedades aquí presentadas son de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-169-SCFI-2007, Café Chiapas- Especificaciones y métodos de prueba. La cual se complementa con la: NOM-030-SCFI-2006⁴ (Sobre las etiquetas), NMX-EE-120-1981⁵ (envase-papel-bolsa para envasar café), NMX-F-013-SCFI-2000⁶ (café puro tostado, en grano o molido sin descafeinar o descafeinado. Especificaciones y métodos de prueba).

2.4.1 *Propiedades físicas:*

- **Aspecto:** El color de grano dependerá del nivel de tueste que sufra el grano y dependiendo de esto dependerán otras propiedades. El nivel de tueste medio-alto es en donde el café adquiere esa tonalidad café oscura y resaltan características como el aroma, sabor y el cuerpo del café ya una vez hecha la infusión. Este café se clasifica de acuerdo a la NOM-169-SCFI-2007³ como tostado medio (grado de tueste), de altura (calidad), molido medio (partícula de .72 a 1.70 mm, cuando aplique).
- **Envasado:** Bolsas metálicas de ¼, ½ y 1 kg para la conservación en su estado óptimo cuentan con una válvula de oxigenación. En el embalaje se utilizarán cajas cuya capacidad máxima es de 100 kg para su protección y fácil transportación además de evitará que la humedad ataque los lotes ya finalizados.

Los envases deberán de demostrar que en todo momento el producto no ha sido adulterado desde su cosecha hasta el envasado, por medio de un sellado de garantía.

Además de que se mantendrá un estricto control de trayectoria desde su origen, verificable en todo momento. (De acuerdo a la NMX-EE-120-1981).

- **Etiquetado:** contendrá la frase “Café de Chiapas”, junto con sus especificaciones de calidad y tipo, contenido neto en kilogramos o gramos (conforme a la NOM-030-SCFI-2006), nombre o razón social del productor con denominación de origen, domicilio del productor, marca comercial del producto, la leyenda “Hecho en México” o “producto de México” o “elaborado en México” u otra similar.

2.4.2 Propiedades químicas: pH entre 4.9 y 5.4 al prepararse en infusión (taza de café). Cuando el café molido entra en contacto con agua caliente, el calor del agua cambia parte del material orgánico del café de líquido a gas. Estos gases recién liberados, muchos de los cuales son ésteres de mayor tamaño, aldehídos y cetonas.

De acuerdo a la norma previamente mencionada deberá de cumplir con las siguientes propiedades físicas y químicas:

Parámetro	Especificación	Método de Prueba
Humedad, máximo	6,0%	Inciso 11.6 de la NMX-F-013-SCFI-2000
Cenizas, máximo	5,0% base seca	Inciso 11.7 de la NMX-F-13-SCFI-2000
Grasa como extracto etéreo	8,0% base seca-18,0% base seca	Inciso 11.8 de la NMX-F-013-SCFI-2000
Almidones (prueba de lugol)	Negativo	Inciso 11.10 de la NMX-F-013-SCFI-2000
Azúcares reductores totales, máximo	5,5 %	Inciso 11.9 de la NMX-F-013

Tabla 3. Características del Café Chiapas de acuerdo con la NOM-169-SCFI-2007.

2.5 Servicios auxiliares:

2.5.1 Agua:

- *De proceso:* Este servicio se requiere para el proceso de módulo ecológico a temperatura ambiente (25°C aproximadamente).
- *De servicio:* Se requiere para el lavado de equipos y sanitarios /regaderas.

2.5.2 Energía Eléctrica:

- Tiene como propósito brindar energía a la planta (bandas transportadoras, módulo ecológico, secador, tostador, molienda y empacadora), oficinas administrativas, casetas de vigilancia, almacén.

2.5.3 Combustible:

- Bagazo y gas natural que serán utilizados únicamente por el secador tipo Guardiola.

2.6 Restricciones por contaminación:

2.6.1 Residuos Peligrosos: De acuerdo con la SEMARNAT⁷ aquellos que posean una característica como puede ser corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contenga agentes infecciosos que les confieran peligrosidad⁴⁶. En este caso sólo se considera dentro de esta categoría el agua (agua miel⁴⁷) que proviene del módulo ecológico que contiene residuos de pulpa y mucílago.

Se les considerará peligrosos para la gran cantidad de materia orgánica, y debido a la presencia de ácidos orgánicos (acético, butírico, propiónico, etcl) resultantes de la degradación de la materia orgánica, además de que el pH que presentan es cerca de 2.5. Por lo tanto, las aguas mieles serán dispuestas a un área de confinamiento (almacén temporal) que contiene unos tinacos donde serán almacenados hasta que sean recolectados por un proveedor de Gestión de Residuos apropiados.

Un Gestor de Residuos Peligrosos es aquel que cuente con los registros apropiados ante las Secretarías apropiadas como son la STPS y la SEMARNAT, además debe de contar con un Plan de Manejo de Residuos de acuerdo a lo establecido el NOM-161-SEMARNAT-2011⁸ y la LGPGIR⁹ (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), por medio del cual debe de contar con alguna actividad de reutilización o recuperación de residuos. Siendo algo de esto: el tratamiento de las aguas contaminadas y su uso en riego de plantaciones o parques.

2.6.2 Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (Basura): De acuerdo con la SEMARNAT⁷ son aquellos que son resultados de las actividades domésticas o procesos productivos pero no poseen características para ser considerados como peligrosos. En este caso consideraremos las cáscaras que no se usen para alimentar al secador y aquellos empaques defectuosos (cartón, papel, plástico), y por último los granos de café defectuosos.

El café maduro presenta una composición en la cual el grano, que es la parte aprovechable para el proceso, representa 20% del volumen total de la fruta, de manera tal que, el procesamiento general un 80% del volumen procesado en calidad de desechos; cada uno en un grado diferente constituye un riesgo para el medio ambiente si no se reutiliza de una manera inteligente para otros propósitos utilizando los principios de producción más limpia.

En la siguiente tabla se muestra una relación de cuanto residuo sólido son producidos por 1 kg de café.

Proceso	Pérdida (kg)	Residuo obtenido
Módulo ecológico	0.66	Pulpa y Desmucilago
Secado	0.2744	Agua
Calidad (rayos UV)	0.1	Cerezas en mal estado

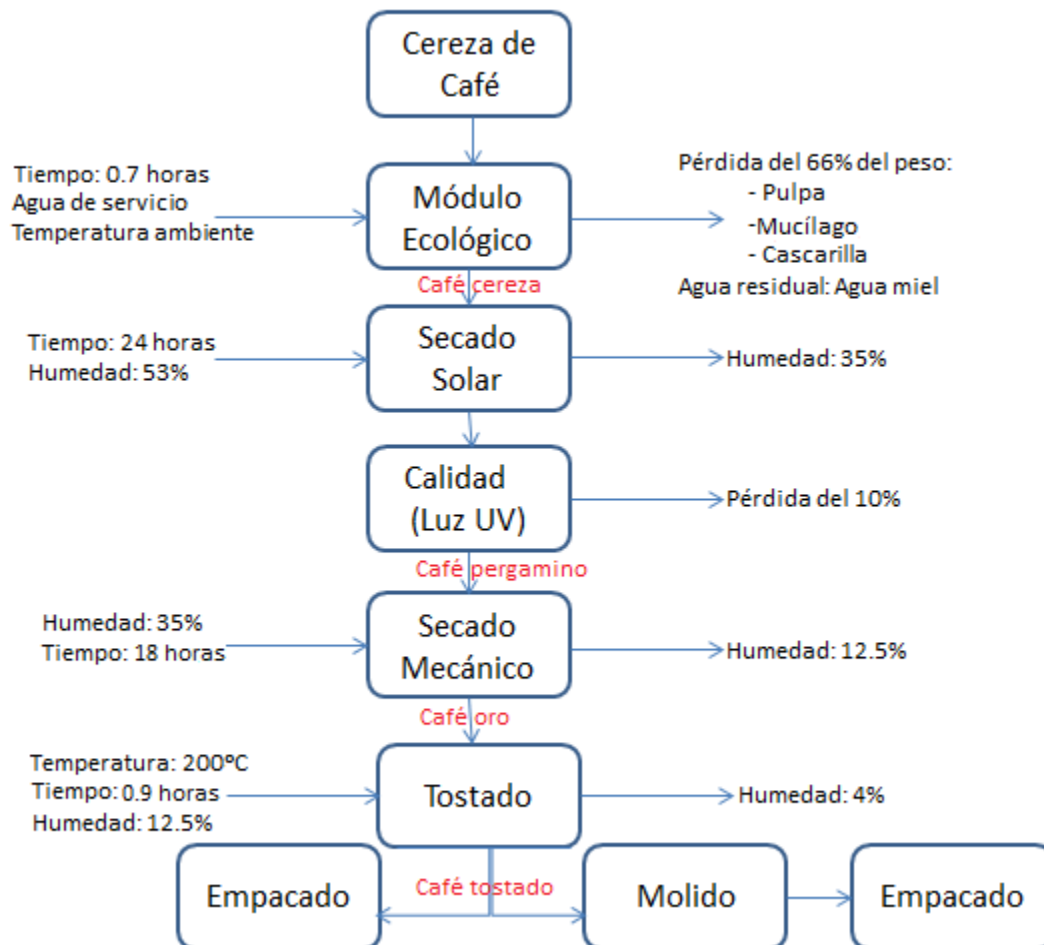
Tabla 4. Cantidad de Residuos sólidos de manejo especial obtenidos de la producción de 1 kg de café tostado.

Las cáscaras y granos defectuosos (residuos orgánicos) serán almacenados en el área destinada a residuos en un contenedor señalizado para eso y posteriormente vendidos a agricultores para que sean aplicables como composta para nutrir las tierras de cultivo.

Lo que no resulte ser basura orgánica deberá de ser recolectado en el área destinada a residuos en un contenedor señalizado para eso, de donde serán recolectados por un gestor de Residuos

calificado, que cuente con el registro pertinente ante las autoridades correspondientes, como puede ser la SEMARNAT, además de contar con su apropiado Plan de Manejo.

2.7 Diagrama de bloques:



Descripción del diagrama de bloques

- **Módulo ecológico:**

En este proceso se realizan 3 operaciones en un solo equipo (despulpado, desmucilaginado y la fermentación). Este proceso retira la pulpa, cascarilla y mucílago junto con la miel de café resultante del proceso de fermentación instantánea del módulo ecológico.

La capacidad del módulo ecológico¹⁰ elegido para el proceso es de 10 toneladas por hora, por lo que se utilizarán 16000 litros de agua y el tiempo de operación de este equipo es de 1 hora.

- **Secado solar:**

En esta operación se esparcirá el café sobre bandejas con dimensiones de 5m x 2m, todas las bandejas se encuentran cubiertas por una ligera red, para evitar que cualquier corriente de aire vuele los granos, el secado uniforme y rápido se logra por acción de la exposición indirecta al sol y el calor almacenado en el “invernadero”, además de que esta estructura protege a los granos de la contaminación externa ya que los granos de café son muy delicados y cualquier olor desagradable que esté cerca los granos lo pueden absorber afectando el producto final así como la calidad de este.

En el secado solar se retira 1/3 de la humedad a retirar en el café y el tiempo estimado de esta operación es de 24 horas.

- **Calidad:**

Una vez que los granos se han secado a la intemperie, se procederá al proceso de calidad, ya que en los procesos anteriores puede que varios granos “aptos” para el proceso se hayan estrellado o infectado por lo que es peligroso que se continúe la operación con este foco de infección que pueden contaminar el lote y afectar el café ya terminado. Por lo que en este proceso de calidad los granos de café se pasan por una banda transportadora a través de un cuarto oscuro, en el que hay personal con lámparas UV; los granos que brillan fluorescentemente son retirados debido a que están contaminados (“granos apestosos” o “stinky beans¹¹”).

- **Secado mecánico:**

Después del secado solar y del proceso de calidad se procede a retirar el resto de la humedad en un secador Guardiola¹¹.

En esta operación se reducirá la humedad hasta un 12% a una temperatura de entrada del aire de 50°C y el tiempo de operación de este secador resultaría ser de 18 horas.

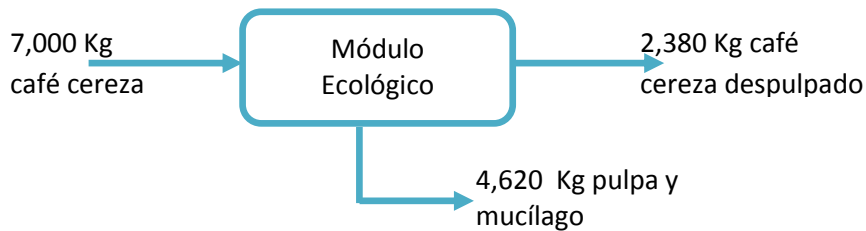
- **Tostado:**

En este proceso, después de sacar el café del secador mecánico se procede a tostarlo. Esta operación es la más importante debido a que de acuerdo al tostado el café adquiere las propiedades definitivas del producto que se comercializará. El tostado que se eligió para nuestro café es medio alto, en este nivel el grano adquiere un marrón oscuro, En esta operación se reduce aún más la humedad desde un 12% hasta un 4%. Al ingresar los granos verdes al secador el grano reventará y se escuchará un “pop” y dependiendo del tiempo de exposición al calor se determinará el aroma, el sabor y el cuerpo. El equipo¹² opera a una temperatura de 200°C a 0.9 horas (54 minutos) para lograr el tostado adecuado.

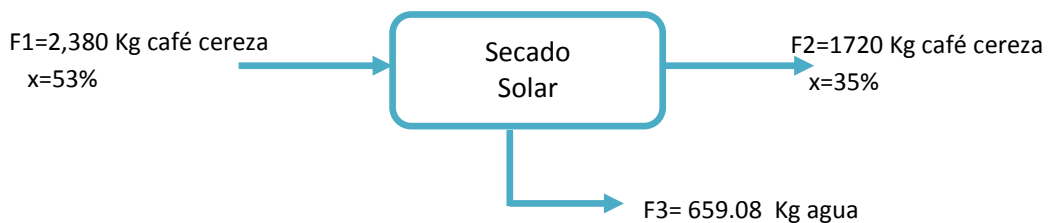
- Molienda:**
 De los 1248 kg de café solo se molerán 374 kg de café. Este saldrá con un molido medio que va dirigido para cafeteras comunes. El equipo usado tardará 1.24 horas para moler¹³ el café que posteriormente se empaquetará inmediatamente.
- Empacado (molido):**
 Para evitar el deterioro del café se procede a empacarlo, la máquina empacadora de café molido trabaja a una capacidad de 300 kg/h sin embargo se empaquetarán bolsas de 374 kg por lo que el tiempo estimado de operación¹⁴ será 1.24 horas.
- Empacado (grano):**
 Se empaquetarán 874 kg de café de grano para su conservación, la máquina que se utiliza será de capacidad de 300 kg/h por lo que el empaqueo¹⁴ de los granos de café tostado será 3 horas totales. El empaqueo es importante ya que debe ser totalmente hermético, se debe cuidar que el café no esté expuesto a humedad ya que perdería sus propiedades y se arruinaría el producto final.

2.8 Balances de Materia y Energía

➤ Módulo ecológico



➤ Secado Solar



El balance se realizó de la siguiente manera:

Tenemos que del módulo ecológico salen 2,380 kg de café cereza, el cual tiene una humedad del 53%, por tanto,

100%	2380 Kg de café cereza
53%	1261.4 Kg de agua
47%	1118.6 Kg de café

Se realiza un balance de café, es decir, una igualdad de sólidos:

$$0.47F_1 = 0.65F_2$$

$$1118.6 \text{ kg de café} = 0.65F_2$$

Despejando F2:

$$F_2 = \frac{1118.6 \text{ kg de café}}{0.65} = 1720.9 \text{ kg de café cereza}$$

Por tanto, la humedad que restaría en el café en F2 será:

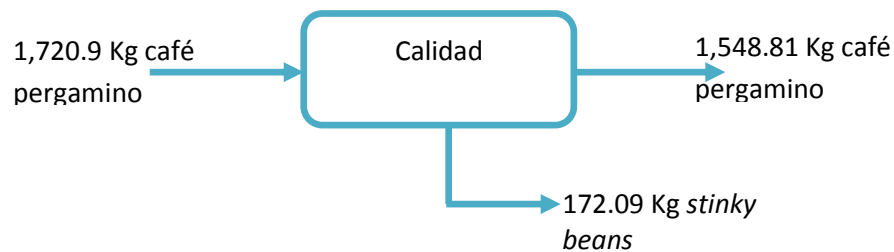
$$\text{kg de } H_2O = 0.35F_2 = 0.35(1720.9) = 602.3 \text{ Kg de } H_2O$$

Por lo que resulta que en la cantidad de agua eliminada fue de:

$$F_1 - F_2 = F_3$$

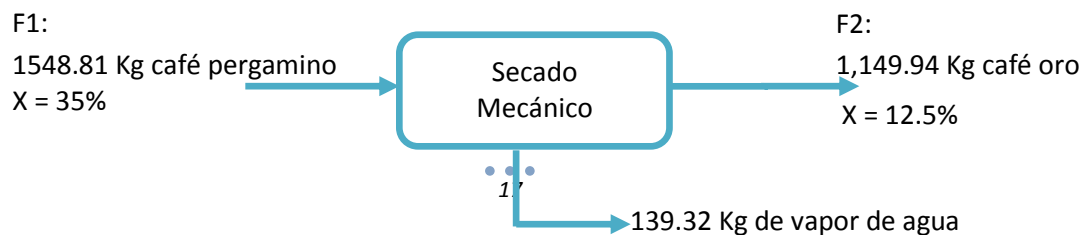
$$2380 - 1720.9 = 659.1 \text{ kg de } H_2O$$

➤ Análisis de calidad



En este proceso se eliminan los granos que no sirven, para evitar la contaminación del producto.

➤ Secado mecánico



Repetiremos el proceso de balance de materia del secado solar:

100%	1548.81 Kg de café cereza
35%	542 Kg de agua
65%	1006.72 Kg de café

Se realiza un balance de café, igualdad de sólidos:

$$0.65F_1 = 0.875F_2$$

$$1006.2 \text{ kg de café} = 0.875F_2$$

Despejando F2:

$$F_2 = \frac{1006.2 \text{ kg de café}}{0.875} = 1149.94 \text{ kg de café pergamino}$$

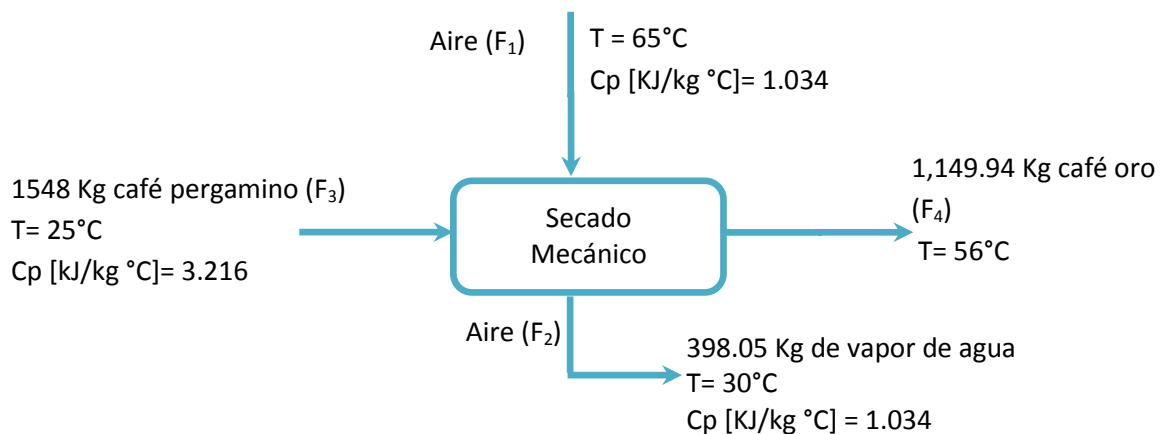
Por tanto, la humedad que restaría en el café en F2 será:

$$\text{kg de } H_2O = 0.125F_2 = 0.125(1149.94.92) = 143.74 \text{ Kg de } H_2O$$

Por lo que mediante un balance de agua en el proceso nos queda:

$$\begin{aligned} \text{Agua}F_1 - \text{Agua}F_2 &= \text{Agua}F_3 \\ (541.8 - 143.74) &= 398.05 \text{ kg de } H_2O \end{aligned}$$

Posteriormente, realizaremos el balance de energía de la siguiente manera:



Humedad de entrada del aire:

$$Y = \frac{18 P_{H_2O}^\circ}{29 (P_{atm} - P_{H_2O}^\circ)}$$

Para lo cual se requiere la Presión parcial de vapor y la presión atmosférica de Chiapas que corresponde a 758.3121 mmHg.

$$P_{H_2O}^{\circ} = 10^{\left(A - \frac{B}{C+T}\right)} = 10^{\left(8.07131 - \frac{1730.63}{233.426+50}\right)} = 92.2996$$

Por lo tanto,

$$Y = \frac{18 P_{H_2O}^{\circ}}{29 (P_{atm} - P_{H_2O}^{\circ})} = \frac{18 \cdot (92.2996)}{29 \cdot (758.3121 - 92.2996)} = 0.08$$

Balance de humedad:

$$M_{café}(x_3 - x_4) = M_{aire}(y_2 - y_1)$$

Tomando la masa del café como el peso "seco" de los granos, y considerando que entran 6000 kg de aire por hora y que el secador trabaja 18 horas podemos se obtendría una masa de 108000 kg de aire.

Por lo tanto nos es posible obtener la humedad de salida del aire:

$$1006.2(.35 - .12) = 108000(y_2 - 0.08)$$

$$\frac{226.395}{108000} + 0.08 = 0.08209$$

Por lo que se tomará una humedad de salida de 0.083

Para las entalpías de las corrientes sólidas (café):

$$H = Cp * T + X * Cp_{agua} * T$$

$$H_1 = 89.15 \text{ KJ/kg}$$

$$H_3 = 186.816 \text{ KJ/kg}$$

Para las entalpías de las corrientes de aire:

$$H = C_s * T + Y * \lambda_o$$

Donde,

$$C_s = 1.005 + (1.88)(Y)$$

$$\lambda_o = \text{calor latente} = 2501$$

$$H_2 = 277.78 \text{ KJ/kg}$$

$$H_4 = 242.4142 \text{ KJ/kg}$$

Balance de Calor:

Procederemos a plantear lo siguiente:

$$Q_{ent} - Q_{sal} = Q$$

Corriente 1:

$$Q_1 = m C_p \Delta T = (108000 \text{ Kg}) \left(1.034 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg K}} \right) (338.15 \text{ K}) = 37761886.8 \text{ KJ}$$

Corriente 3:

$$Q_3 = m C_p \Delta T = (1006.2 \text{ Kg}) \left(3.216 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg K}} \right) (298.15 \text{ K}) = 964795.272 \text{ KJ}$$

Corriente 2:

$$Q_2 = m C_p \Delta T = (108000 \text{ Kg}) \left(1.034 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg K}} \right) (303.15 \text{ K}) = 33853366.8 \text{ KJ}$$

Corriente 4:

$$Q_4 = m C_p \Delta T = (1006.2 \text{ Kg}) \left(3.216 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg K}} \right) (329.15 \text{ K}) = 1065109.39 \text{ KJ}$$

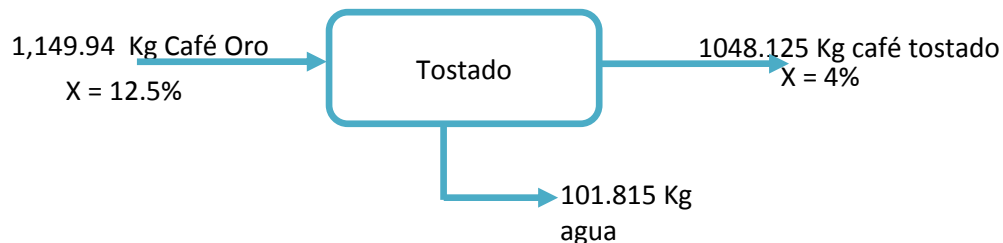
Por lo que,

$$Q_{ent} = Q_1 + Q_3 = 38,742,861 \text{ KJ}$$

$$Q_{sal} = Q_2 + Q_4 = 34,360,116 \text{ KJ}$$

$$Q = 4,382,745.58 \text{ KJ}$$

➤ Tostado:



Repetiremos el mismo proceso de balance de materia de los anteriores dos procesos de secado, por lo que se calcula de la siguiente manera:

Repetiremos el proceso de balance de materia del secado solar:

100%	1149.94 Kg de café cereza
12.5%	402.48 Kg de agua
87.5%	1006.2 Kg de café

Se realiza un balance de café para obtener cuánto saldrá en la corriente F2:

$$0.875F_1 = 0.96F_2$$

$$1006.2 \text{ kg de café} = 0.96F_2$$

Despejando F2:

$$F_2 = \frac{1006.2 \text{ kg de café}}{0.96} = 1048.125 \text{ kg de café pergamino}$$

Por tanto, la humedad que restaría en el café en F2 será:

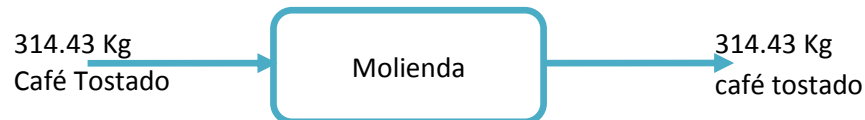
$$\text{kg de } H_2O = 0.04F_2 = 0.04(1048.125) = 41.925 \text{ Kg de } H_2O$$

Por lo que mediante un balance de agua en el proceso nos queda

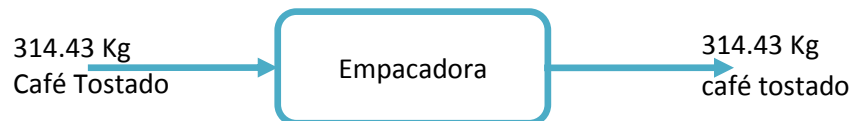
$$F_1 - F_2 = F_3$$

$$1149.94 - 1048.125 = 101.815 \text{ kg de } H_2O$$

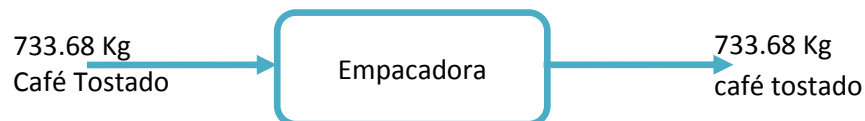
➤ Molienda



➤ Empacado (grano molido):



➤ Empacado (grano de café):



2.9 Diagrama de Flujo

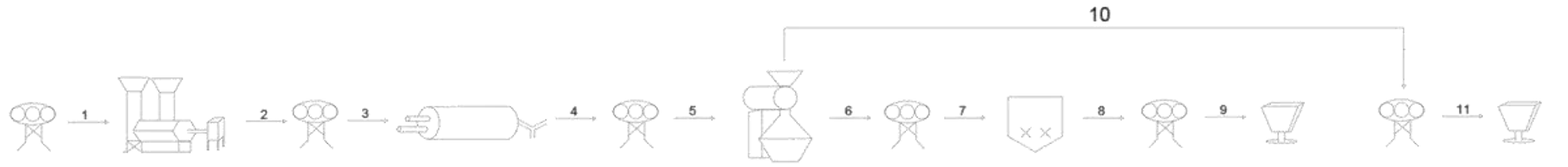
Se puede apreciar una representación gráfica lineal del proceso productivo que se ha planteado al final de este capítulo.

Esta representación podría ser considerada como una conclusión de este capítulo, porque nos permite ver no sólo los equipos que conforman el proceso productivo sino los servicios que cada parte del proceso requiere, así como las especificaciones de operación. Así mismo se puede observar el balance de materia y energía de cada una de las corrientes, establecidas en el mismo diagrama.



NOMENCLATURA USADA EN ESTE CAPÍTULO	
F_1	Corriente de Entrada (ya sea café, agua, etc.)
F_2	Corriente de Salida (ya sea café, agua, etc.)
x	Humedades de material sólido (café). Puede presentarse acompañadas de un numeral que indica si pertenecen a la corriente de entrada a o la de salida.
Y	Humedades de material líquido (agua). Puede presentarse acompañadas de un numeral que indica si pertenecen a la corriente de entrada a o la de salida.
T	Temperatura
ΔT	Delta de temperaturas (diferencia de temperaturas)
C_p	Calor específico
$P_{H_2O}^o$	Presión parcial de vapor
P_{ATM}	Presión atmosférica
A, B, C	Constantes de Antoine
M	Masa (ya sea café, agua, etc., lo cual puede ser indicado con una especificación subíndice)
H	Entalpía. Puede presentarse acompañadas de un numeral que indica la corriente a la que pertenece.
C_s	Calor húmedo
λ_o	Calor latente
Q	Calor total
Q_{ENT}	Calor de entrada
Q_{SAL}	Calor de salida
W	Trabajo

Tabla 5. Nomenclatura usada en el Capítulo 2.



BT-01
electricidad
v= 15 m/h

ME-01
electricidad
Agua Serv.
T= 20 °C
t = 1 h
Q = 7 Ton/h
Vol = 1000 L
Motor= 10 y 2 hp

BT-02
electricidad
v= 15 m/h

SM-01
electricidad
comb= gas y cascarilla
aire
T = 50 °C
Ventilador= 6000 m³/h
P = atm
X_e = 35%
X_r = 12%
t_{sec} = 18 h

BT-03
electricidad
v= 15 m/h

TO-01
electricidad
T = 200 °C
X_e = 12%
X_r = 4%
t = 1 h
Potencia= 22.85 KW

BT-04
electricidad
v= 15 m/h

MO-01
electricidad
motor = 5 hp
t = 1.24 h

BT-05
electricidad
v= 15 m/h

EM-01
electricidad
motor = 1.5 hp
t = 1.24 h
x = 4%

BT-06
electricidad
v= 15 m/h

EM-02
electricidad
motor = 1.8 hp
t = 3 h
x = 4%

SIMBOLOGÍA

BT-01	Banda Transportadora
BT-02	Banda Transportadora
BT-03	Banda Transportadora
BT-04	Banda Transportadora
BT-05	Banda Transportadora
BT-06	Banda Transportadora
SM-01	Secadora Cilíndrico Horizontal
TO-01	Tostadora Natural
MO-01	Molino para café industrial tostado
EM-01	Empacadora de granos de café tostados molidos
EM-02	Empacadora de granos de café tostados
ME-01	Módulo ecológico

NOTAS

Corriente	Corriente	Energía	
1	7,000 kg		
2	2,380 kg		
3	1,548 kg	H _{café} = 89.15 KJ/kg	Q= 4,382,745.58 KJ
4	1,149.94 kg	H _{café} = 186.816 KJ/kg	
5	1,149.94 kg		
6	313.43 kg		
7	313.43 kg		
8	313.43 kg		
9	313.43 kg		
10	733.68 kg		
11	733.68 kg		

Revisiones				Dibujo de Referencia
Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	

Proyecto de Tesis				
Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado				
DIAGRAMA DE FLUJO				
FESC - UNAM				
	Iniciales	Fecha		DF-01
Diseño:	MEChM	04-10-14	Equipo:	2014
Revisó:	MEChM	04-10-14	Escala:	s/n
Dibujó:	MEChM	04-10-14	Acotación:	MEChM



3.1 Localización de la planta:

El terreno contemplado está ubicado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas tiene una extensión de 5 hectáreas, plana y semi-plana, con vista al norte, se encuentra cerca del nuevo boulevard norte, fácil acceso para las líneas de luz, agua y drenaje. El terreno es propiedad de una inmobiliaria.¹⁵

Se contempla un terreno en Tuxtla Gutiérrez debido a que se encuentra cerca de los cultivadores y proveedores, lo que agiliza los tiempos de producción, además de que al estar cerca de vías de comunicación (carreteras y vías de transporte) facilita la recepción de materias primas y el envío de los productos terminados y empacados, al estar cerca de las ciudades importantes y así poder reenviar a todo el país.

A continuación se adjunta un plano de ubicación proporcionado por la inmobiliaria.



Fig. 1. Ubicación de la planta productora de café tostado

3.2 Justificación de Áreas:

Área #1: Almacén.

Se considera que cada caja ocupa un espacio de 0.58 m^2 , y el almacén debe tener un espacio mínimo para poder almacenar la producción entera de 2 días, aproximadamente 5 toneladas. Con esa aproximación y ayuda de los cálculos mediante iteraciones¹⁶ se sacó el tamaño apropiado, considerando movilidad y transporte. Por lo que el planteamiento resultante es de un área rectangular de $5 \times 8 \text{ m}$, que resulta en un área de 40 m^2 .

Área #2: Baños y vestidores.

Los baños del área administrativa están considerados dentro de las oficinas, tomando como base las reglas de construcción del D.F.¹⁷, para menos de 100 trabajadores se requieren 2 excusados y 2 lavabos por sexo.

Se manifiesta que para una planta de producción con menos de 50 personas se requieren 2 excusados, 2 lavabos, 2 mingitorios y 2 regaderas (se considera sólo un área de hombres),

resultando un área de 20 m². Las instalaciones contarán con agua corriente fría y caliente, iluminación, ventilación, muros y techos impermeabilizados, además de pisos antiderrapantes y casilleros que permitan guardar los uniformes de trabajo y la ropa de calle.¹⁸

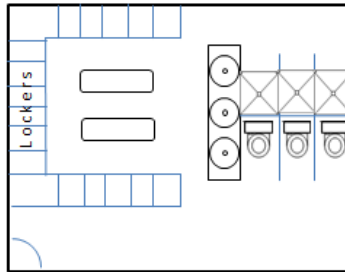


Fig. 2. Representación gráfica de los baños y vestidores del área de producción.

Área #3: Estacionamiento.

Para establecer la cantidad de cajones en el área de estacionamiento se considera 1 por cada trabajador administrativo, más algunos extras para visitas, que se resume en 20 cajones en batería que estarán inclinados en un ángulo de 60°, acomodados en dos filas de 10 cada una, que según las reglas de construcción del D.F.¹⁷ necesita un pasillo de tránsito entre ambas líneas de 4 metros. La medida de los cajones es de 5 metros de largo por 2.540 metros de ancho (ya que es la medida considerada necesaria para carros grandes). El área considerada resulta de unas medidas de 25.4 x 13.48 metros.

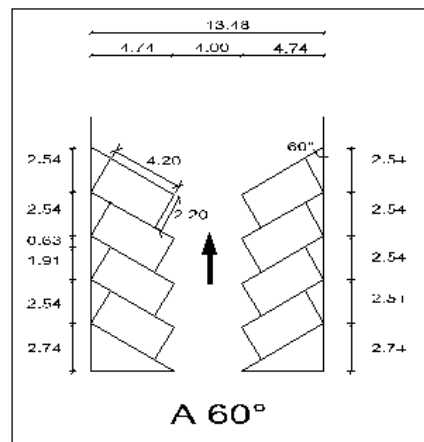


Fig. 3. Representación gráfica de 4 cajones en batería del estacionamiento

Área #4: Oficinas.

Se considera¹⁷ que en oficinas sean 5 m² por persona, así que considerando 18 trabajadores administrativos hay que cubrir 90 m² de oficina. Por lo que se considera un edificio de 105 m², considerando también el baño, el área de comedor (consistente en unas mesas y algunos aparatos electrodoméstico: microondas, refrigerador, parrilla, etc.) y escaleras; el edificio considerado es un rectángulo con lados de 5 x 7 lo que nos da un área de 35 m² por piso, por lo que por lo menos se consideraría 3 pisos. El ancho de las puertas en las oficinas serán de 0.90 metros de ancho, la altura entre pisos es de 2.50 m, los pasillos principales tienen un ancho de

1.20 m, mientras que los secundarios son de 0.90 m, mientras que el ancho de las escaleras también es de 0.90 metros.

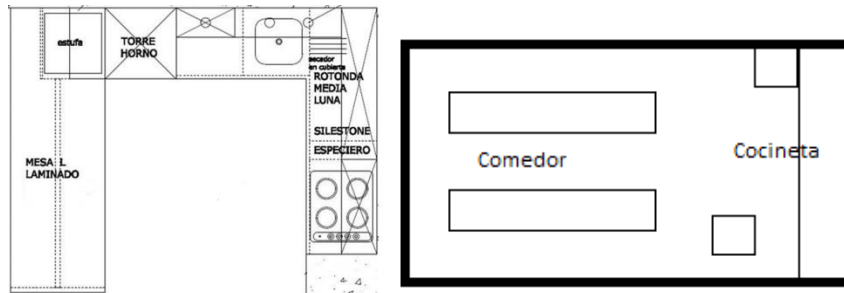
Área #5: Servicio Médico.

Se considera que el material requerido en los servicios médicos para menos de 100 trabajadores es 1 mesa de exploración, 1 excusado y 1 lavabo. La medida de la puerta de entrada es de 1.50 metros de ancho. Además se agregará un escritorio de 1.20 x 0.5 m para uso de la enfermera/doctor en turno, así como un gabinete 67x180x40 cm para guardar material médico. Por lo que el área considerada es de 4 x 4 metros.

Área #6: Comedor/Cocina.

Se establece que como medida mínima cada comensal debe de poseer 0.70 m². Para esta área se están considerando mesas de 3m x 1m, donde se calcula que cabrían 8 personas por mesa, además se maneja que los pasillos entre mesas es de 0.80 m. Por lo que se planea colocar 2 mesas, entre cada mesa hay 1 metro de distancia, así como entre las paredes; adjunto a estas tendrán el área de cocineta la cual constará de un área de 1.5 x 5, en la cual sólo se encontrará un refrigerador, un fregadero, 2 microondas, un bote de basura, una parrilla eléctrica, un despachador de agua.

El área de mesas y cocineta crea un área rectangular de 6.5 x 5 metros.



(Izq.) Fig. 4. Representación del área de cocineta.

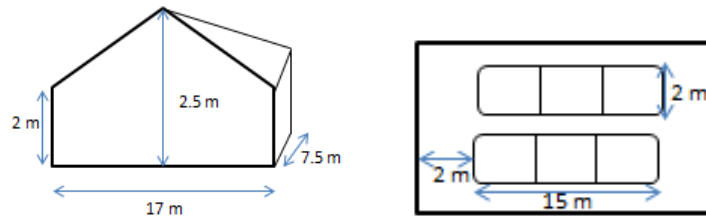
(Der.) Fig. 5. Representación del acomodo del comedor

Área #7: Subestación.

Considerando el tamaño de la subestación y considerando las medidas de seguridad pertinentes se considera un área de 25 m², que es un cuarto cuadrangular de 5 x 5 m.

Área #8: Área Verde / Secado Solar.

Se considera que la construcción, a la que denominaremos *invernadero*, contiene 6 charolas de 2 x 5 metros, con una separación de 1.5 metros entre ellos y separación de 2 metros con las paredes de la construcción. El invernadero tiene 17 metros de largo y 7.5 de ancho, así como 2.5 metros de altura en su punto más alto. La construcción ocupa 128 m² pero se decidió dar un margen de espacio para el invernadero, por lo que el área considerada es de 150 m², resultante de un rectángulo de 17 x 7.5 metros.



(Izq.) Fig. 6. Representación del "invernadero"

(Der.) Fig.7. La forma en que se encuentran las bandejas en el interior de este.

Área #9: Carga y descarga.

Se maneja un amplio espacio para facilitar la carga de los transportes así como sus maniobras para entrar y salir de la planta. Esta área se encuentra cerca de un acceso a la propiedad, del almacén y la báscula. Empíricamente se maneja 180 m², pero no siendo un área delimitada físicamente ofrece mayor oportunidad de maniobras a los diferentes tipos de transporte.

Área #10: Mantenimiento.

Se maneja que esta área sea como un almacén de refacciones de tamaño razonable, pero si alguno de los equipos presenta una gran avería se contactará al proveedor. Además el área contará con un escritorio para que el equipo encargado del mantenimiento mantenga un orden acerca de las revisiones periódicas, condiciones y funcionamiento de los equipos de la planta de proceso a través de bitácoras de operación. El área designada corresponde a un cuadrado con una medida de 4 metros de lado.

Área #11: Proceso.

Esta área presenta una edificación cuadrangular, cuyo tamaño se basa en las medidas de los equipos cotizados, así como pasillos de tránsito para personas y montacargas¹⁹. A pesar de que el módulo ecológico se ubica fuera de la planta se contempla el espacio que utiliza. La planta presentará líneas pintadas de amarillo indicando los pasillos por los que deben transitar los peatones, así como 2 entradas/salidas de la planta para montacargas, estas medirán 3 de largo y 3 m de alto, debido a las medidas de montacargas cotizados (1.04 m de ancho, 2.05 m de largo y 2.15 m de alto). Existirá una tercera entrada para peatones únicamente, ubicada en la pared frente al almacén, es de 1.20 m de ancho y 2 m de alto. Frente a las puertas, y teniendo como base las reglas de construcción y seguridad del D.F.¹⁷, debe haber 1.50 m libres, tanto dentro como fuera de la planta. Por la medida del montacargas frente a las puertas que se requiera la entrada de este se dejarán 4 metros libres. Todas estas consideraciones resultan en un área de producción cuadrada de 16 metros por lado. El alto del edificio de proceso es de 7 metros.

Área #12: Confinamiento de Agua Contaminada.

Se está manejando que el agua utilizado en el módulo ecológico se recolecte en unos tanques de confinamiento de donde será recolectado por una compañía especializada en recolección, tratamiento y confinamiento de residuos industriales, que cuente con los permisos

apropiados ante las secretarías pertinentes, y que cuente con el personal capacitado apropiadamente. Por seguridad no se permitiría que los tanques lleguen a su lleno total, y considerando que el módulo ecológico trabajaría dos veces al área se está considerando la existencia de 3 tinacos de 10,000, los cuales serán recolectados primera hora en la mañana al día siguiente por el proveedor seleccionado. Los tinacos²⁰ cuentan con 2.2 metros de diámetros y 3.18 metros de altura. Por lo que se le otorgan 27 m².

Además de los 3 tanques de confinamiento se considera un cuarto tanque de recepción temporal, que recibirá el agua y direccionará a los tanques de confinamiento, esto para evitar una drástica caída en la presión.

Como parte de un proceso a largo plazo de *expansión* se buscaría que esta área de confinamiento pase a ser parte de una planta tratadora de agua, lo que permitiría reducir el volumen de agua desechada, y darle a la empresa un giro más ecológico. Esta adaptación deberá de ser estudiada y analizada atentamente, ya que involucra nuevas infraestructuras, equipos e – incluso – personal. Y al final permitirá la reducción del dinero invertido en el gestor de residuos.

Área #13: Cisternas.

Se están manejando 3 cisternas²¹ de 10,000 litros con las siguientes medidas: diámetro de 2.20 metros, y una altura de 3.18 metros, totalmente equipadas. Por lo que se les ha asignado un área de 10x10 m.

Las cisternas cuentan con los siguientes accesorios: válvula de llenado, pichanca (para mantener el flujo sin interrupciones), flotador, válvula de esfera, electronivel, filtro jumbo y bomba centrífuga.

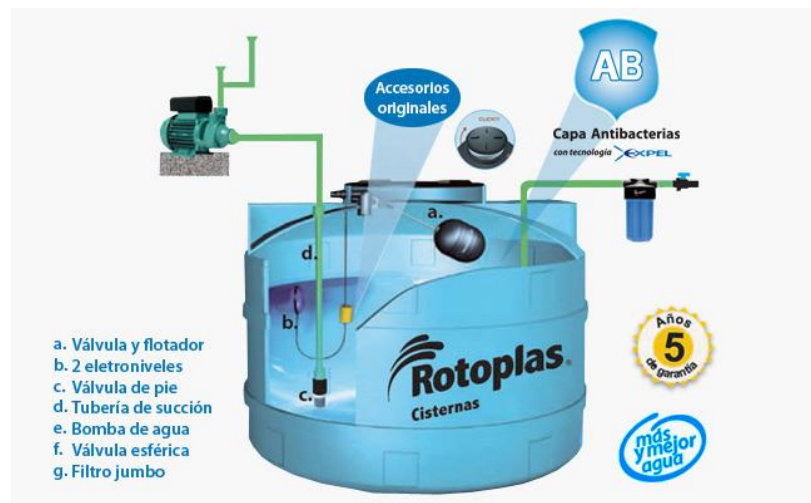


Fig. 8. Representación de la cisterna equipada seleccionada

Las cisternas abastecerán al módulo ecológico. El agua del módulo ecológico será confinada. Las cisternas se llenaran todos los días.

Área #14: Laboratorio / Cámara oscura.

Es una habitación de 2.5x4 metros donde se realiza la prueba de calidad, justo después del módulo ecológico y antes del secado mecánico, es un cuarto cerrado por el que entra y sale 1

banda transportadora²², en el interior del área se encuentran 4 obreros con lámparas de rayos UV a cuya exposición se someten los granos de café para distinguir aquellos “apestosos”. Que afectarían la mezcla de café a comerciar. El área designada resultante es de 10 m².

Área #15: Basura.

Se establece que el local debe de estar ventilado y tener protección a prueba de roedores. Se establece que debe tener una separación de residuos: residuos orgánicos, residuos reciclables (plástico, papel y cartón) y otros desechos, los contenedores deberán tener tapa (en especial los residuos orgánicos) y deberán ser de diferentes colores; material orgánico – verde, material reciclable – azul (plásticos) y amarillo (papel y cartón), y otros desechos – negro. Se consideró el tamaño considerando la cantidad de desechos orgánicos que se generan (60% del peso de materia prima recibido) y se decidió que todo sería confinado en una habitación de 10 x 5 metros para su posterior tratamiento.

Área #16: Caseta de Vigilancia.

Construcción rectangular de 3 x 4 metros. Se considera que dentro del establecimiento hay un medio baño (lavabo y excusado), abarcando un espacio de 1.40 x 2.90 metros, cumpliendo las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de construcciones del D.F.¹⁷, como espacio apropiado para un escritorio, una silla, contactos de luz y de teléfono. Con ventanas en 3 de los 4 lados de la construcción. Se considera que en este proyecto existen 2 casetas ubicadas en extremos del terreno.

Área #17: Báscula.

Se considera una báscula²⁴ de 10x3 metros, que soporta hasta 40 toneladas (considerando que la materia prima se procesará en lotes de 7 toneladas, la cual debe de tratarse a más tardar a las 36 horas si se almacena correctamente, por lo que se podría recibir 2 o 3 tandas al día. A este peso se le suma el peso del camión de carga que puede oscilar entre los 4 y 6 toneladas).

Área #18: Área de expansión.

Para este cálculo se considera que la construcción de la planta tal y como se ha planteado abarca 2100 m² por lo que se le otorga un área de 5000 m² por si resultarán necesarios, la diferencia entre áreas se considerará como área de expansión primaria, pero además se ha considerado un área de expansión secundaria corresponde a otros 5000 m² (que se tienen debido a que el área en venta por la inmobiliaria es de 10,000 m²)¹⁵.

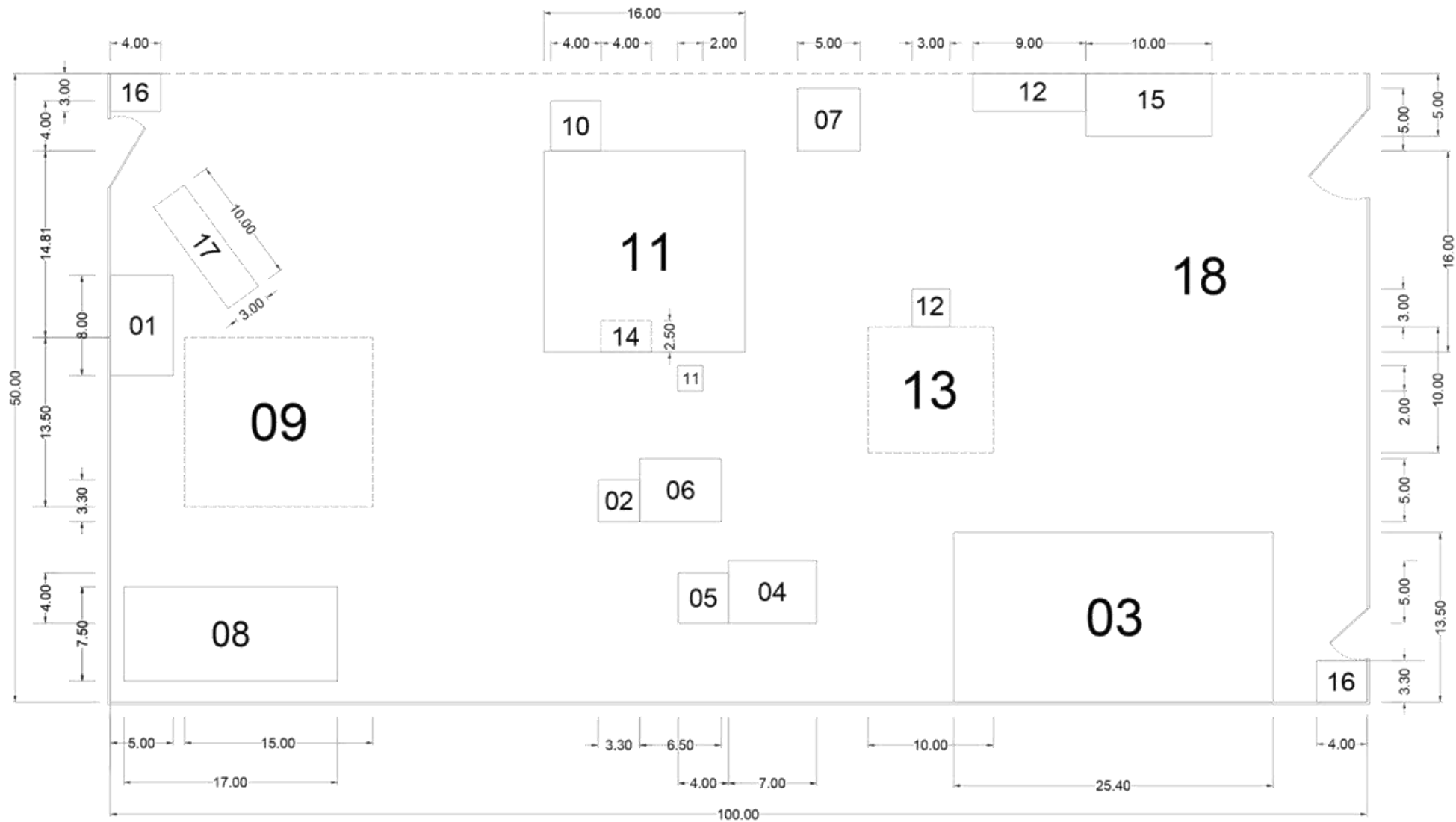
3.3 Distribución de Áreas:

A continuación se puede apreciar una representación gráfica de la distribución de las áreas anteriormente descritas en el terreno seleccionado.

El diagrama de distribución de áreas nos presentan las 18 áreas en una escala de 1:30. La distribución se ha realizado considerando que los vientos dominantes corren en dirección Noreste.

Se han considerado 3 entradas a la planta, 1 ubicada cerca del almacén y la báscula para aquellos transportes pesados que entren para carga de producto o descarga de materia prima. Otra entrada se ha ubicado cercana a las oficinas administrativas y el estacionamiento para facilitar la entrada y movilidad de los trabajadores. Estas dos entradas tendrán vigilancia constante por lo que se les ha colocado una caseta. La tercera entrada ha sido ubicada cercana al área de confinamiento de residuos lo que facilitará su recolección, esta entrada no cuenta con una caseta de vigilancia.

Todas las áreas en el diagrama vienen acompañadas de la acotación correspondiente.



SIMBOLOGÍA

01	Almacén
02	Baños y Vestidores
03	Estacionamiento
04	Oficinas
05	Servicio Médico
06	Comedor
07	Subestación
08	Secador Solar
09	Zona de Carga y Descarga
10	Mantenimiento
11	Producción
12	Confinamiento Agua contaminada
13	Cisterna
14	Cámara Oscura
15	Basura
16	Caseta de Vigilancia
17	Báscula
18	Expansión

Revisiones				Dibujo de Referencia
Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	

Proyecto de Tesis				
Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado				
DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS				
FESC - UNAM				
				DF-02
Diseñó:	MEChM	04-10-14	Equipo:	2014
Revisó:	MEChM	04-10-14	Escala:	1:30
Dibujó:	MEChM	05-10-14	Acotación:	metros
				A

CAPÍTULO 4: Equipo necesario para la recepción, producción y distribución



A continuación se presenta una lista de los equipos que se tienen contemplados para conformar el área de producción (sin cerrarnos a una futura expansión). Esta lista presenta una guía para las hojas de especificación que se presentan en este mismo capítulo.

Cantidad	Equipo
1	Módulo Ecológico ¹⁰
1	Secador cilíndrico horizontal Guardiola ¹¹
1	Tostador de Café Oro ¹²
1	Molienda de Café Tostado ¹³
1	Empacadora de Café Tostado Molido ¹⁴
1	Empacadora de Café Tostado en Grano ¹⁴
6	Banda Transportadora (diseños personalizados) ²²

Tabla 6. Equipo necesario para el proceso de producción planteado.

4.1 Hojas de Especificación de Equipos:

En las cuales encontraremos las medidas correspondientes a los equipos, así como sus características, servicios necesarios, sus vistas, entre otras cualidades:

Módulo Ecológico

Nombre: Módulo ecológico Ecoflex-4 para Arábica Clave: ME-01

Funcion: Lavar, despulpar y desmucilagar cereza de café.

Descripción:

Modulo ecológico o beneficio húmedo ecológico con separador de verdes y plataforma metálica propia.

Consta de 3 partes: despulpadora, desmucilaginadora y recipiente receptor de producto.

Provista por banda transportadora interna.

Su alimentación consta de agua y cerezas de café por la misma entrada.

Tiene una salida para café (recepción en recipiente incluido) y segunda salida para pulpa, cascara y mucilago con agua excedente.

Servicio s requeridos: Recolección de desechos, electricidad, agua.

Funcionamiento completamente eléctrico.

Altura: 3,8 m

Largo: 2,7 m

Ancho: 2 m

Capacidad de operación: 16.000 L/h (agua) con 10 ton/h (sólido)

Temperaturas de diseño y operación únicamente ambiente.

Presión de operación y de diseño únicamente atmosférica.

Potencias:

Despulpadora: 10 y 2 HP (2 motores)

Rosca transportadora: 0.5 HP

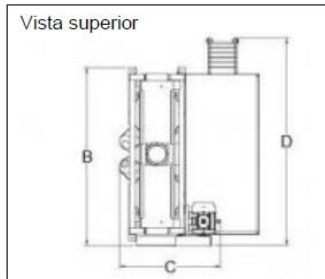
DMP: 10HP

Material de construcción: Acero inoxidable 304 304 L

Método de fabricación: Soldado

Número de ejemplares en línea de producción: 1

A	B	C	D	E	F	G	H	I
3,80 m	2,70 m	2,00 m	3,20 m	2,80 m	2,10 m	1,40 m	0,70 m	0,20 m



Datos de contacto:

Praça Rio Branco, 13 - Caixa Postal 83
13.990-000 - E. S. Pinhal - SP - Brazil
peamarketing@peamarketing.com.br
Phone 55 19 3651 3233
Fax 55 19 3651 2887

Vista superior



Secador Guardiola

Nombre: Secadora Cilíndrica Horizontal SG-60 Clave: SM-01

Función: Remover humedad restante del presecado natural del café pergamino

Descripción:

Secadora tipo Guardiola, secado máximo alcanzado: 12% de humedad.
Provista por base estructura metálica y bandeja de descarga propios.
Requerimientos de instalación: anclaje de pernos para fijar bases construidas para reducir la concentración de esfuerzos en loza del piso, evitando asentamientos diferenciales de una basa respecto de la otra.
Entradas: una de alimentación de café pergamino presecado y otra de combustible.
Salidas: Una para aire humedecido junto con gases de combustión, otra para café seco (café oro).
Horno de fuego indirecto y ventilador incluidos (calentamiento de aire por convección). El aire es provisto por un ventilador (ya incluido).
Servicios requeridos: combustible (gas y cascarilla de café cereza).
Funcionamiento eléctrico/intercambio de calor.
Altura: 3,6 m
Largo: 6,1 m
Ancho: 2,5 m
Capacidad de operación: 6,000 m³ aire/h para 60 qq en pergamino húmedo (2,720 kg en pergamino húmedo)
Temperatura máxima de operación: 65° C (por preservación del café). Aunque se maneja que el aire entre a 50 °C.
Temperatura de diseño: 75° C
Presión de operación y de diseño únicamente atmosférica.
Potencia: cilindro 2HP

Material de construcción: Acero inoxidable 304 304 L

Método de fabricación: Soldado/Rolado

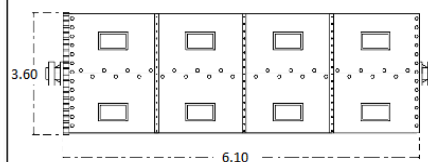
Número de ejemplares en línea de producción: 1



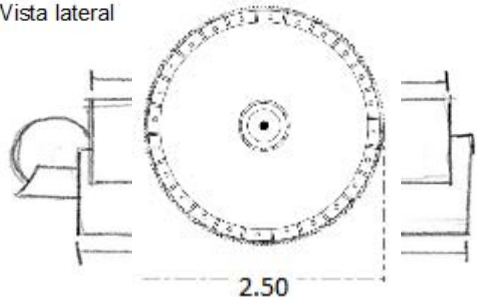
Datos de contacto:

<http://www.bendig.co.cr/detalle.php?id=SECADORA%20CILINDRICA>

Vista superior



Vista lateral



Tostador de Café Oro

Nombre: Tostadora natural TN-300 Clave: TO-01

Funcion: Tostar café oro a calidad de venta

Descripción:

Máquina para tostado natural de café automática que constituida por 2 partes: horno tostador y recipiente receptor de descarga neumática (tolva).
Dotada de control digital de temperatura y diez opciones de tueste.
El horno cuenta con mirilla y saca-muestras, cámara de combustión de acero refractario, control de intensidades de los quemadores.
Enfriamiento mediante ventilador interno de extracción y recirculación del aire caliente, antes de llegar a la tolva de descarga.
Extractor de películas y decantador (ciclón).
Entradas: una para granos de café.
Dos salidas de descarga, una manual y otra automática., otra salida para aire caliente.
Cuenta con anillo de seguridad automático programable.
Funcionamiento eléctrico.
Servicios requeridos: electricidad y gas natural.
Consumo: 20 m³/hora (gas)
Dimensiones:
Largo: 5,55 m
Ancho: 3,7 m
Alto: 4,5 m
Peso: 7500 kg
Capacidad de operación: 1,2-1,5 ton/h
Temperatura máxima de operación: 200° C (por preservación del café).
Temperatura de diseño: 230° C
Presión de operación y de diseño únicamente atmosférica
Potencia: 22.85 kW (30.64 HP)

Material de construcción: Acero inoxidable 304 304 L/Acero al carbon/Acero refractario AISI 310

Método de fabricación: Soldado/Rolado

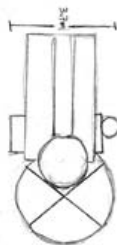
Número de ejemplares en línea de producción: 1



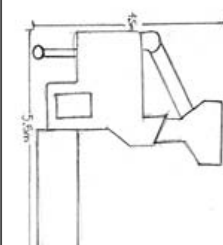
Datos de contacto:

Tel: (+34) 93 712 40 95.
Fax: (+34) 93 712 45 34.
C/ Abat Otó, Nº 20.
08203 Sabadell (Barcelona) España

Vista superior



Vista lateral



Molienda de Café Tostado

Nombre: Molino para café industrial tostado Clave: MO-01

Función: Moler café en grano tostado

Descripción

Molino para café con tolva de carga de 20Kg. 7 diferentes tipos de molienda. (Gruoso a delgado). Sistema interno de alimentación. Molido a base de discos dentados.

Acabado de esmalte acrílico.

Ancho: 1.5m

Largo: 1.5m

Altura: 2m

Funcionamiento eléctrico

Servicios: electricidad

Capacidad de operación: 300 kg/h

Temperatura de diseño y operación ambiente.

Presión de diseño y operación atmosférica

Potencia: 5 HP.

Motor trifásico.

Material de construcción: Acero inoxidable 304

Método de fabricación: Soldado/Rolado

Número de ejemplares en línea de producción: 1

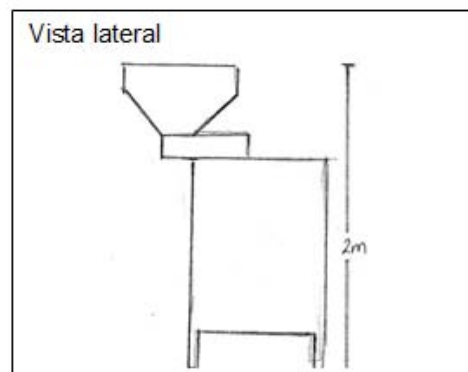
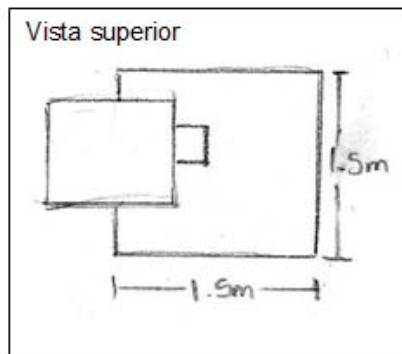


Datos de contacto:

Av. Avila Camacho No. 260 Zona Centro, Xalapa, V

Lunes a Viernes de 11 a 19 horas

http://www.cafeteriascafe.com/index/op/prod/id/molino_para_cafe_industrial.html



Empacadora de Café Tostado Molido

Nombre: Empacadora Granular Tamaño Pequeño Clave: EM-01
Funcion: Empaquetar café tostado molido por unidades

Descripción:

Máquina empacadora automática para fabricación de bolsas, dosificación, llenado, corte, e impresión de número de lote (cuenta con computadora e impresora internas), para polvos únicamente.

Materiales de embalaje adecuados: papel / polietileno, celofán / polietileno, poliéster / aluminio / polietileno, poliéster / polietileno, películas BOPP, papel filtro de té, y algunos otros herméticos y embalajes térmicos.

La velocidad de trabajo y medidas de empaqueo son dirigidas mediante su programación.

Entrada únicamente de producto a empaquetar (café tostado molido).

Salida única de producto empaquetado.

Funcionamiento eléctrico

Servicios requeridos: electricidad, embalajes.

Largo: 0,6 m
Ancho: 0,79 m
Alto: 1,8m
Peso: 350 kg
Capacidad de operación: 300 kg/h
Temperatura de operación y de diseño únicamente ambiente.
Presión de operación y de diseño únicamente atmosférica.
Potencia: 1.5 HP

Material de construcción: Aluminio

Método de fabricación: Soldado/Rolado

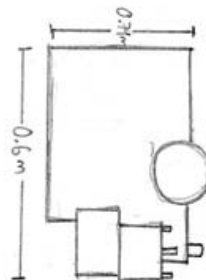
Número de ejemplares en línea de producción: 1



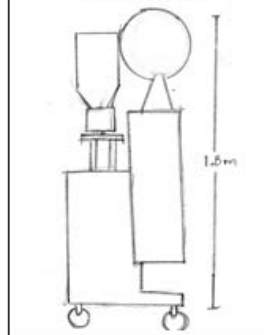
Datos de contacto:

Compañía: Shanghai Ouda Packing Machinery & Material Co., Ltd.
Dirección: Rm.3005, Block D, No.80 Caobao Rd, Xuhui, Shanghai, China
TEL: +86-21-6475 3648
+86-21-6475 2259
FAX: +86-21-6475 7456

Vista superior



Vista lateral



Empacadora de Café Tostado en grano

Nombre: Empacadora Granular Tamaño Mediano Clave: EM-02

Función: Empaquetar café tostado en grano por unidades

Descripción:

Máquina empacadora automática para fabricación de bolsas, dosificación, llenado, corte, e impresión de número de lote (cuenta con computadora e impresora internas), para semillas únicamente.

Materiales de embalaje adecuados: papel / polietileno, celofán / polietileno, poliéster / aluminio / polietileno, poliéster / polietileno, películas BOPP, papel filtro de té, y algunos otros herméticos y embalajes térmicos.

La velocidad de trabajo y medidas de empaque son dirigidas mediante su programación.

Entrada únicamente de producto a empaquetar (café tostado en grano).

Salida única de producto empaquetado.

Funcionamiento eléctrico

Servicios requeridos: electricidad, embalajes.

Largo: 1 m

Ancho: 0,8 m

Alto: 2 m

Peso: 300 kg

Capacidad de operación: 300 kg/h

Temperatura de operación y de diseño únicamente ambiente.

Presión de operación y de diseño únicamente atmosférica.

Potencia: 1.8HP

Material de construcción: Aluminio

Método de fabricación: Soldado/Rolado

Número de ejemplares en línea de producción: 1



Datos de contacto:

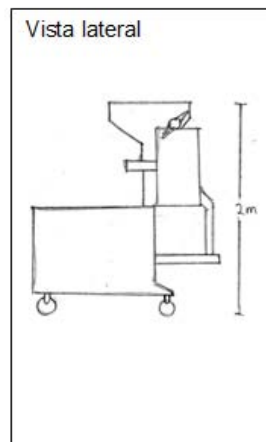
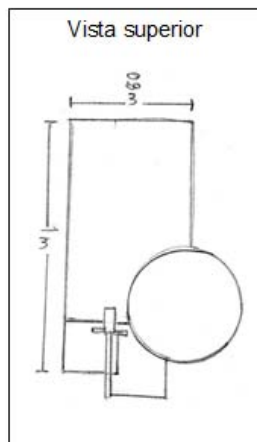
Compañía: Shanghai Ouda Packing Machinery & Material Co., Ltd.

Dirección: Rm.3005, Block D, No.80 Caobao Rd, Xuhui, Shanghai, China

TEL: +86-21-6475 3648

+86-21-6475 2259

FAX: +86-21-6475 7456



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-01
Funcion: Transportar la materia prima (café cereza) hacia el sistema del
módulo ecológico

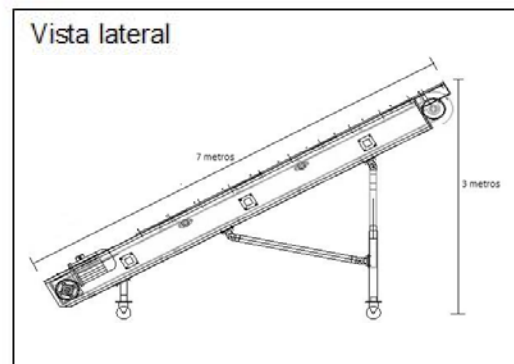
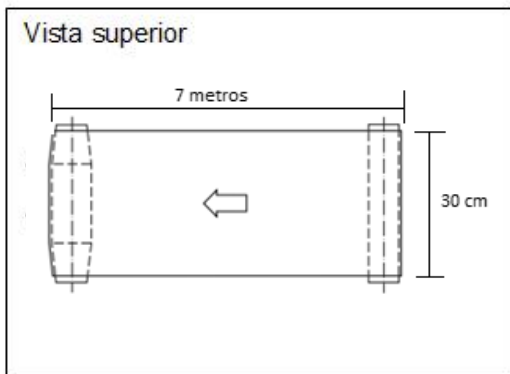
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 7 m
Grosor de 4.8 mm
Trabajará en un ángulo de 25°. Alcanzando 3 metros de altura.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-02
Funcion: Transportar el café pergamino hacia el sistema de
calidad a base de luz UV

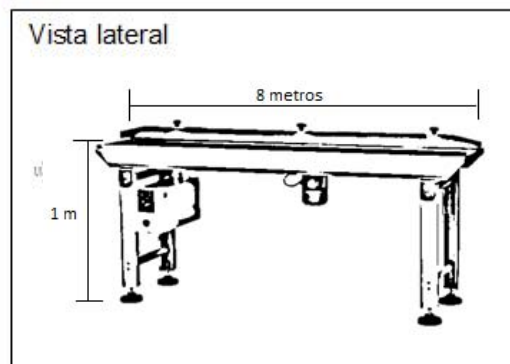
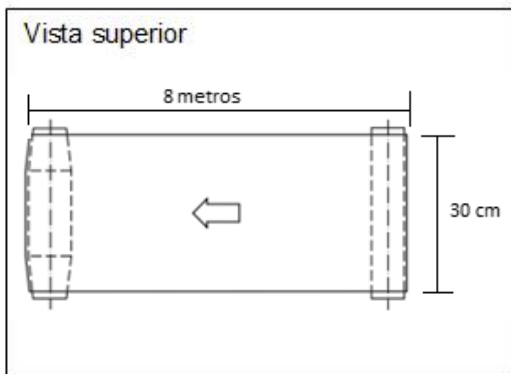
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 7 m
Grosor de 4.8 mm
Trabaja en un ángulo de 0°. Totalmente horizontal.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-03
Funcion: Transportar el café oro hacia el sistema de
tostado

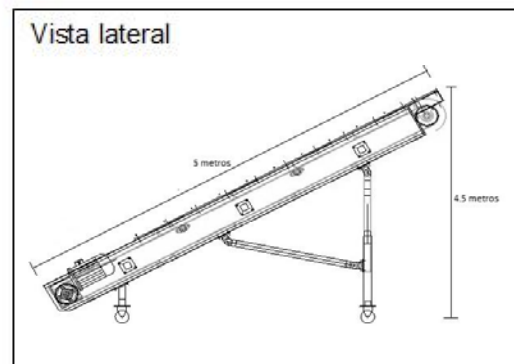
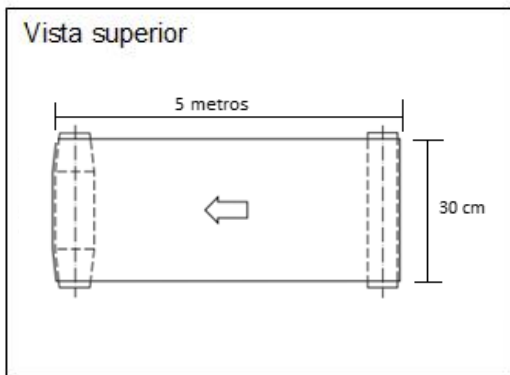
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 5 m
Grosor de 4.8 mm
Trabaja en un ángulo de 64°. Alcanzando una altura de 4.5 m.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-04
Funcion: Transportar el café pergamino hacia el sistema de
molienda de granos

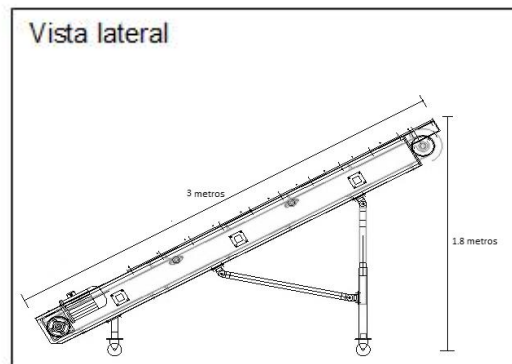
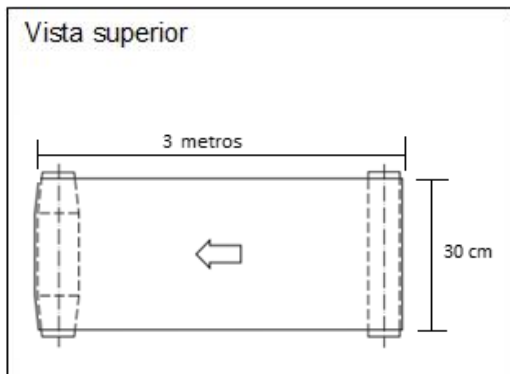
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 3 m
Grosor de 4.8 mm
Trabaja en un ángulo de 42°. Alcanzando una altura de 2 m.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-05
Funcion: Transportar el café pergamino hacia el sistema de
empacado de granos tostados molidos

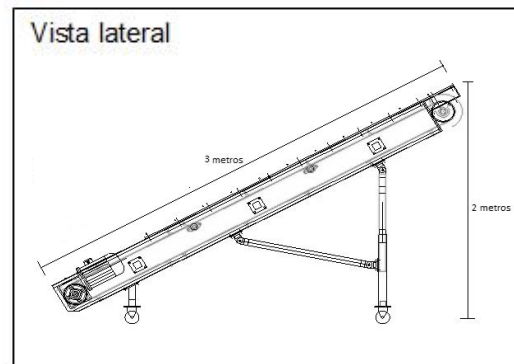
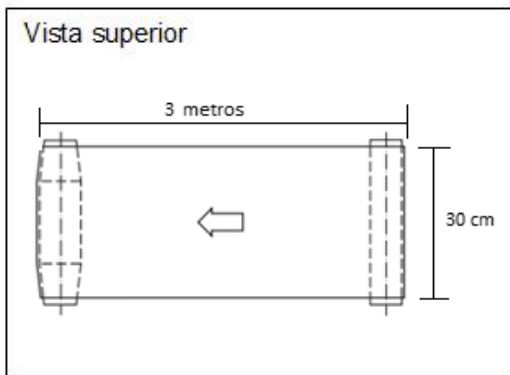
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 3 m
Grosor de 4.8 mm
Trabaja en un ángulo de 20°. Alcanzando una altura de 1 m.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



Nombre: Banda transportadora (diseño personalizado) Clave: BT-06
Funcion: Transportar el café pergamino hacia el sistema de
empacado de granos de café tostado

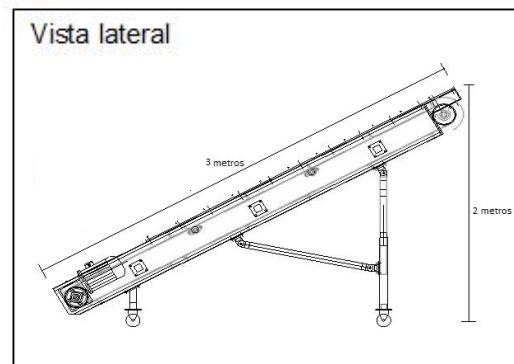
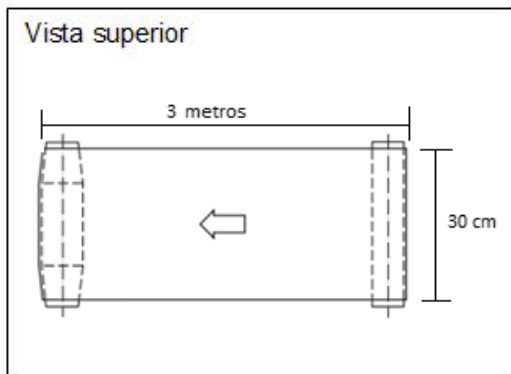
Descripción:

Banda con recubrimiento de PVC (Cloruro de polivinilo), con superficie ligeramente adhesiva, color azul, antiestático.
Con tres capas sobrepuestas para mejor transporte: PVC, PET y Tejido de PET.
Con rodillos de soporte.
Con la capacidad de trabajar en horizontal o vertical.
Ancho: 12 pulgadas (30 cm); con holgadura de banda de 0.7095 in.
Longitud: 3 m
Grosor de 4.8 mm
Trabaja en un ángulo de 36.8°. Alcanzando una altura de 2.4 m.
Motor eléctrico
Alimentación: 3 x 440V 50 Hz
Velocidad de transportación: 15 m/h
Potencia: 5HP
Protección IP 55 y aislamiento clase F.
Rotor de jaula de ardilla.
Temperaturas máximas de trabajo: -10 °C y 70 °C

Material de construcción: Acero inoxidable 304
Método de fabricación: Prensado en caliente



Datos de contacto: HABASIT
Tel: +1 800 458 6431
www.habasitusa.com
E-mail info@habasit.com



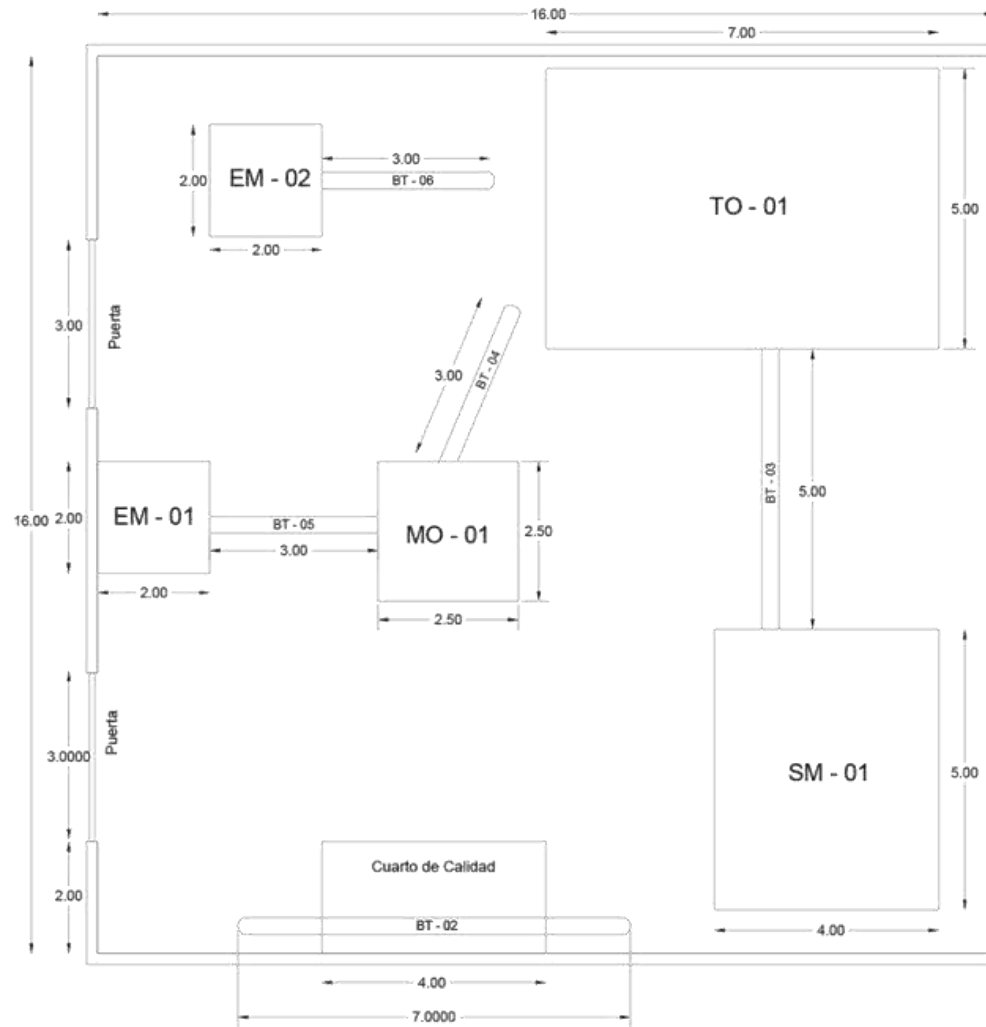
4.2 Distribución de Equipos:

A continuación se puede apreciar una representación gráfica de la distribución de los equipos, previamente presentados en las hojas de especificaciones, dentro del área de producción.

El diagrama de distribución de equipo nos presentan los 11 equipos en una escala de 1:100.

Se han considerado 2 entradas al área de producción, ambas ubicadas en la pared frente al almacén. Las puertas son suficientemente altas y anchas para permitir el paso del montacargas con carga.

Todos los equipos presentados en el diagrama vienen acompañados de la acotación correspondiente.



DIRECCIÓN DEL VIENTO



SIMBOLOGÍA

BT-02	Banda Transportadora
BT-03	Banda Transportadora
BT-04	Banda Transportadora
BT-05	Banda Transportadora
BT-06	Banda Transportadora
SM-01	Secador Cilíndrico Horizontal
TO-01	Tostadora Natural
MO-01	Molino para Café Industrial Tostado
EM-01	Empacadora de Granos de Café Tostados Molidos
EM-02	Empacadora de Granos de Café Tostados

Revisiones				Dibujo de Referencia
Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	
				DF-01

Proyecto de Tesis				
Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado				
DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS.				
FESC - UNAM				
				DF-03
Diseñó:	MEChM	04-10-14	Equipo:	2014
Revisó:	MEChM	04-10-14	Escala:	1:100
Dibujó:	MEChM	05-10-14	Acotación:	metros



5.1 Listado de Líneas

A continuación se presenta una lista de las líneas de tubería que se tienen contempladas para que se pueda llevar a cabo la producción (sin cerrarnos a una futura expansión), junto con la clave que las identifican. Esta lista presenta una guía para el plano correspondiente y las hojas de especificación²⁵ en este mismo capítulo

Línea	Clave
Módulo Ecológico	AS-1 ¼"-AC
Secado	GN-1/8-AC
Tostado	GN-1/8-AC
Agua Residual (parte 1)	AR1-1 ¼"-AC
Agua Residual (parte 2)	AR2-1 ¼"-AC

Tabla 7. Líneas necesarias para realizar la producción en el proyecto planteado.

A continuación, una rápida explicación de las líneas presentadas, información que se verá complementada por las hojas de especificación que se encontrarán más adelante:

- Línea de Módulo ecológico: se refiere a la tubería que transporta el agua (AS) de la cisterna al módulo ecológico. Esta línea está considerada como Acero inoxidable (AC) 40S, de espesor estándar, cédula 40, de 1 ¼". Que de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008⁵² deberá de estar de color verde por estar considerado como fluido de bajo riesgo.
- Línea de Secado: se refiere a la tubería que transporta gas natural (GN) para la combustión que se realiza dentro del secador mecánico, se considera que la tubería comienza fuera de la empresa por ser parte de un servicio brindado por un distribuidor. Está tubería extra reforzada es cedula 40, de acero inoxidable 80S (AC), de 1/8". Que de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008⁵² deberá de estar de color amarillo por estar considerado como fluido peligroso.
- Línea de Residuos (parte 1): se refiere a la tubería que transporta el agua contaminada que resulta de la operación del módulo ecológico a un tanque de confinamiento intermedio. Esta tubería es de acero inoxidable 40S, espesor estándar, cedula 40 y 1 ¼". Que de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008⁵² deberá de estar de color amarillo por estar considerado como fluido peligroso.
- Línea de Residuos (parte 2): se refiere a la tubería que transporta el agua contaminada del tanque de confinamiento intermedio hasta los tanques de confinamiento de donde serán recolectados por un proveedor autorizado. Esta tubería es de acero inoxidable 40S, espesor estándar, cedula 40 y 1 ¼". Que de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008⁵² deberá de estar de color amarillo por estar considerado como fluido peligroso.

5.2 Hojas de Especificación de las líneas

Línea _____ Módulo Ecológico _____ Clave _____ AS-1 ¼"-AC _____

Descripción Agua proveniente de la cisterna para lavado, despulpado y desmucilaginado de café en módulo ecológico ME-01

Fluido _____ Agua a temperatura ambiente _____

Fluido

Temperatura	25°C
Viscosidad	1 cP
Grados brix	92.226
Grados API	10
Gasto	4.44 L/s
Presión	1 atm
Presión de red de agua	0.6 bar
Densidad	1000 kg/m ³

Tubería

Material	Acero 40 S, STD
Diámetro estimado	1.12"
Accesorios	2 válvulas de globo
Cedula	40
Diámetro seleccionado	1 ¼"

Cálculos

Velocidad recomendada para servicios auxiliares	4-10 ft/s
Velocidad calculada	15.21 ft/s
ΔP_{acc}	17.67 lb/in ²
ΔP_{100}	126.22 lb/in ²
Reynolds	9746753.532
No. Fanning	0.292636

Línea Secado Clave GN-1/8"-AC
 Descripción Gas Natural para secador mecánico SM-01
 Fluido Gas Natural

Fluido

Temperatura	25°C
Viscosidad	0.012 cP
Grados API (líquido)	104.33
Gasto	0.05236 l/s
Presión de Suministro	21 mbar
Densidad (gas)	0.61 kg/m ³
Densidad (líquido)	0.554 kg/m ³
Poder Calorífico	9,200 Kcal/m ³

Tubería

Material	Acero al carbón
Diámetro estimado	0.1927 in
Accesorios	2 codos 90°, 2 válvula de globo
Cedula	Ced. 80, 80S
Diámetro seleccionado	1/8 " (0.215 in)

Cálculos

Velocidad recomendada	100 ft/s
Velocidad calculada	7.3467 ft/s
ΔP_{acc}	0.003632 lb/in ²
ΔP_{100}	3.392x10 ⁻⁵ lb/in ²
Reynolds	447.212
No. Fanning	0.00095

Línea Tostado Clave GN-1/8"-AC

Descripción Gas Natural para tostadora natural TO-01

Fluido Gas Natural

Fluido

Temperatura	25°C
Viscosidad	0.012 cP
Grados API (líquido)	104.33
Gasto	0.05236 l/s
Presión de Suministro	21 mbar
Densidad (gas)	0.61 kg/m ³
Densidad (líquido)	0.554 kg/m ³
Poder Calorífico	9,200 Kcal/m ³

Tubería

Material	Acero al carbón
Diámetro estimado	0.17108 in
Accesorios	2 codos 90°, 2 válvula de globo
Cedula	Ced. 80, 80S
Diámetro seleccionado	1/8 " (0.215 in)

Cálculos

Velocidad recomendada	100 ft/s
Velocidad calculada	7.3467 ft/s
ΔP_{acc}	0.003632 lb/in ²
ΔP_{100}	3.392x10 ⁻⁵ lb/in ²
Reynolds	447.212
No. Fanning	0.00186

Línea Residuos Parte 1 Clave AR1-1 ¼"-PVC

Descripción Agua sucia proveniente del módulo ecológico ME-01 destinada a confinamiento (contenedor intermedio)

Fluido Agua sucia a temperatura ambiente

Fluido

Temperatura	25°C
Viscosidad	≈1 cP
Grados brix	≈92.226
Grados API	≈10
Gasto	4.44 L/s
Presión	1 atm
Densidad	≈1000 kg/m ³

Tubería

Material	Acero 40 S, STD
Diámetro estimado	1.285 in
Accesorios	2 codos de 90°, 2 válvulas globo
Cedula	40
Diámetro seleccionado	1 ¼"
Densidad	1400 kg/m ³

Cálculos

Velocidad recomendada para servicios auxiliares	4-10 ft/s
Velocidad calculada	15.21 ft/s
ΔP_{acc}	20.116 lb/in ²
ΔP_{100}	258.02 lb/in ²
Reynolds	13645454.94
No. Fanning	0.58277

Línea Residuos Parte 2 Clave AR2-1 ¼"-AC

Descripción Agua sucia proveniente módulos ecologico ME-01 destinada a
confinamiento

Fluido Agua sucia a temperatura ambiente

Fluido

Temperatura	25°C
Viscosidad	≈1 cP
Grados brix	≈92.226
Grados API	≈10
Gasto	13.34 L/s
Presión	1 atm
Densidad	≈1000 kg/m ³

Tubería

Material	Acero 40 S, STD
Diámetro estimado	1.251"
Accesorios	1 codo 90°, 2 válvulas globo
Cedula	40
Diámetro seleccionado	1 ¼"
Densidad	1400 kg/m ³

Cálculos

Velocidad recomendada para servicios auxiliares	4-10 ft/s
Velocidad calculada	15.21 ft/s
ΔP_{acc}	18.43 lb/in ²
ΔP_{100}	258.02 lb/in ²
Reynolds	13645454.9
No. Fanning	0.58319

5.3 Ejemplo de cálculo de tubería

Se ejemplifica la línea del Módulo Ecológico "AS-1 ¼"-AC"

Los Datos que se tienen pre-establecidos son:

Datos:	
Gasto	4.44 L/s
P_{atm}	1.0132 bar
L	13.13 m
ρ	1000 kg/m ³
μ	1 cP
Q	70.83 GPM
C (coef)	100

Para el cálculo del diámetro se utilizó la fórmula de Hazen y Williams:

$$Q = 0.00059D^{2.63}c\left(\frac{p_1 - p_2}{L}\right)^{0.54}$$

Q = caudal [=] gal/min

D= diámetro de la tubería [=] mm

c= 100 para tuberías nuevas de acero

p= presión manométrica [=] bar

L= longitud [=] m

Sustituyendo los valores y despejando *d* nos quedaría:

$$70.83 \text{ GPM} = 0.00059D^{2.63}(100)\left(\frac{1.0132 \text{ bar} - .06 \text{ bar}}{10 \text{ m}}\right)^{0.54}$$

$$d = 28.5098 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

Este diámetro se acerca al diámetro interno reportado para una tubería de acero comercial de 1 ¼", que corresponde a 28.5098 pulgadas.

- **Reynolds:**

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu}$$

Dónde:

-La velocidad se determina mediante:

$$W = VA\rho$$

Transformando el flujo volumétrico a flujo másico:

$$W = (0.2668 \text{ m}^3/\text{min}) \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 268.122 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = 35,466.47 \frac{\text{lb}}{\text{h}}$$

Sustituyendo valor de W

$$268.122 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = V \left[\frac{\pi(0.08461 \text{ m})^2}{4} \right] 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Al despejar V, queda:

$$V = 278.276 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 54778.8 \frac{\text{ft}}{\text{hr}} = 15.21 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

Se procedió a comparar la velocidad obtenida, con las velocidades recomendadas en literatura, para ello se recurrió a dos fuentes: “Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías” Crane y “Manual de Ingeniería de Servicios”.

- a) En el Crane²⁵ se observa que el flujo que se utilizará es ligeramente superior a lo reportado, por consecuente se observa que la velocidad recomendada es inferior a la calculada.
- b) A su vez se ha encontrado reportado en el “Manual de Ingeniería de Servicios”²⁶, que el material recomendado para agua es acero, así como un intervalo denominado: “Usual/ máxima económica”, el cual a su vez queda por debajo de la velocidad calculada.

Tubería	Velocidad recomendada (pps)	Reportado en:
1 ¼", Ced 40. Acero.	Para 60 GPM: 12.89	Crane
Acero	Usual: 7-10	Manual de Ingeniería de Servicios

Tabla 8. Velocidades recomendadas para tuberías de vapor

Se considerará que la velocidad calculada es correcta a pesar de diferir con la literal esto debido a que la capacidad del equipo en cuestión es mucho mayor a cualquier equipo que se pueda considerar usual (Manual de Ingeniería de Servicios); y porque el aumento de flujo corresponde a un aumento relativamente proporcional con la velocidad, por lo que nos lleva a suponer que sigue la tendencia esperada (Crane).

Posteriormente, por medio de una sustitución obtenemos el Reynolds de:

$$Re = \frac{(0.03502 \text{ m})(278.276 \text{ m/min})(1000 \text{ kg/m}^3)}{0.001 \text{ Pa} \cdot \text{s}} = 9746753.532$$

- **Caídas de presión:**

La determinación de la caída de presión total se realizó a partir del ΔP_{100} , con la siguiente ecuación (ecuación de Darcy para fluidos compresibles acoplada al sistema de unidades inglés):

$$\Delta P_{100} = 336 \times 10^{-9} \frac{W^2 V f}{D^5}$$

*W=flujo másico [=] miles de libras/hora

Se tienen ya todos los datos, excepto f (factor de fricción), este dato se obtiene del Apéndice A, pag. A-42 "Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción en régimen de turbulencia total" del Crane²⁵.

$$f = 0.0163$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$\begin{aligned} \Delta P_{100} &= 336 \times 10^{-9} \frac{(35.46 \text{ mil lb/hr})^2 (54778.803 \text{ ft/hr})(0.0163)}{(0.1155 \text{ ft})^5} \\ &= 18293.27 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} = 8.583 \text{ atm} \end{aligned}$$

La caída de presión del sistema de tubería se determinaría por la sumatoria de la caída de presión causada por los accesorios y por la línea de tubería recta:

$$\Delta P_{Tot} = \Delta P_{Tuberia} + \Delta P_{accesorios}$$

Accesorios:

Accesorio	Cantidad	Material	Diámetro	L/D
Válvula de globo	2	Acero	1 ¼"	2(350)

Tomando como referencia la siguiente tabla con los valores de L/D^{27} se procedió a calcular la caída de presión en los accesorios:

Accesorio	L/D
Válvula de globo, totalmente abierta	350
Válvula de cuña, totalmente abierta	170
Válvula de compuerta; totalmente abierta	7
Válvula de compuerta; abierta 3/4	40
Válvula de compuerta; abierta 1/2	200
Válvula de compuerta; abierta 1/4	900
Codo a 90°, estándar	32
Codo a 90°, de radio corto	41
Codo a 90°, de radio largo	20
Codo a 45°, estándar	15
Tubo en T, conducto con salida lateral	67
Tubo en T, conducto recto	20

Tabla 9. Datos de L/D reportados para diferentes accesorios

$$K = \left(\frac{L}{D}\right) f = 700 * 0.0163 = 11.41$$

$$h_L = K \frac{v^2}{2gc} [=] ft$$

Donde g_c corresponde a la aceleración de la gravedad en unidades inglesas (32.2 ft/s²).

Siendo por último:

$$\Delta P_{accesorios} = h_L * \gamma$$

Dónde: $\gamma = \text{peso específico del agua}$

Resultando:

$$\Delta P_{accesorios} = 2561.19 \text{ lb}/ft^2 = 17.67 \text{ lb}/in^2$$

Y para calcular la caída de presión de la línea

$$\Delta P_{Tot} = \frac{\Delta P_{100}}{100} L + \Delta P_{accesorios}$$

Donde L es la longitud de la tubería considerado tramo recto.

$$\Delta P_{Tot} = \frac{126.2 \text{ lb}/in^2}{100} (13.13 \text{ m}) + [17.67 \text{ lb}/in^2] = 670.15 \text{ lb}/in^2 = 34.9 \text{ atm}$$

- **Número de Fanning**

Este fue calculado a partir de la siguiente ecuación, cuya sustitución y resultado se muestra a continuación:

$$f = \frac{\Delta P_{Tot} * D * g_c}{2 * L * v^2 * \rho} = \frac{97123 \text{ lb/ft}^2 * 0.1155 \text{ ft} * 32.2 \text{ ft/s}^2}{2 * 43.076 \text{ ft} * (15.217)^2 \text{ ft/s} * 62.42 \text{ lb/ft}^3} = 0.2902$$

5.4 Distribución de Tuberías:

Al final de este capítulo se puede apreciar una representación gráfica de la distribución de la localización de las 4 tuberías previamente calculadas e introducidas, dentro del terreno.

Se ha considerado la misma escala que aquella usada en el diagrama de distribución de áreas.

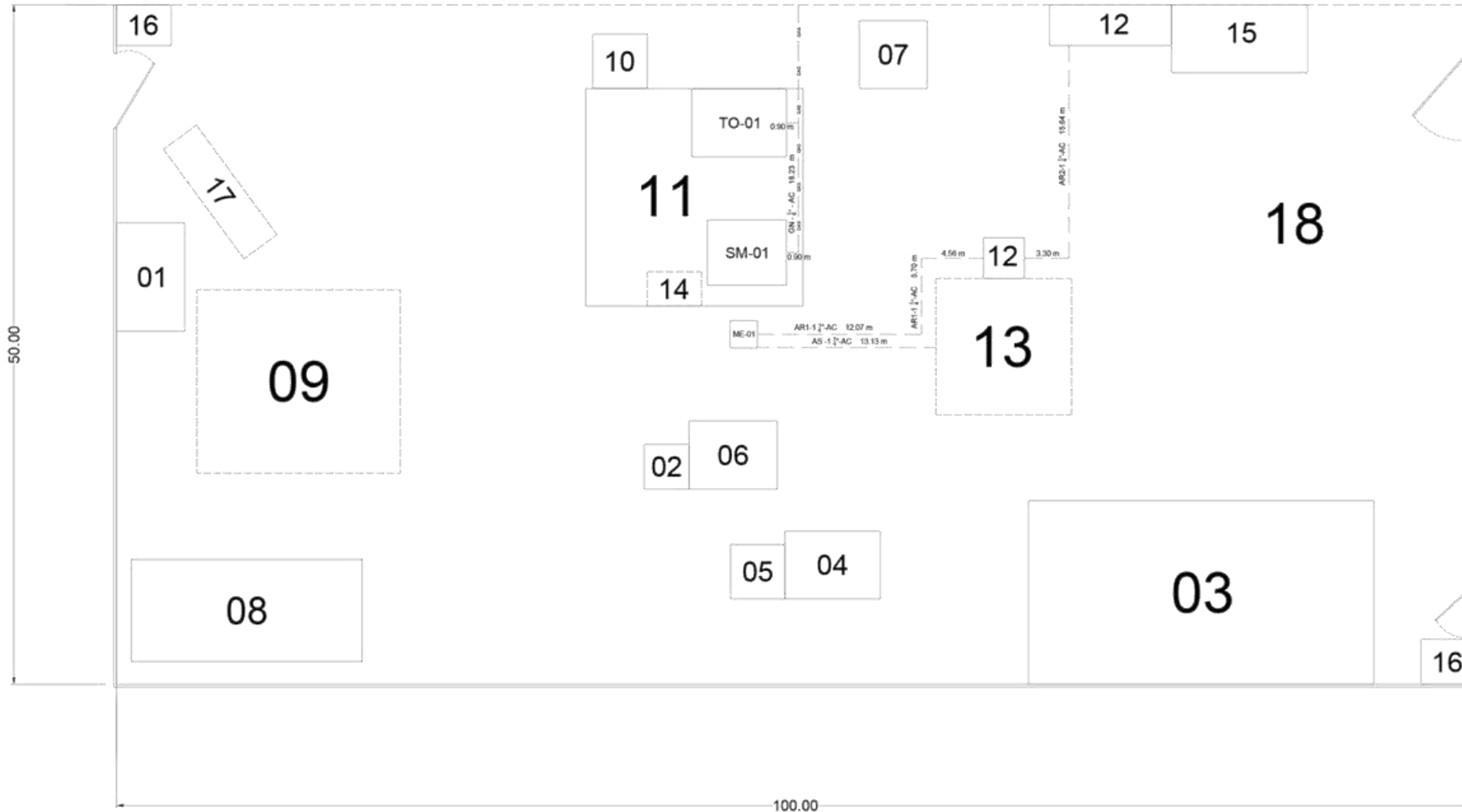
En cada línea se encuentra la especificación del fluido transportado, el material, diámetro de la tubería, así como, la longitud de extensión.

Se maneja que la tubería de gas natural se extiende por fuera del terreno de la planta, pero para este proyecto sólo se ha considerado la tubería dentro de nuestro terreno.



NOMENCLATURA USADA EN ESTE CAPÍTULO	
L	Longitud
ρ	Densidad
μ	Viscosidad
C	Coefficiente que depende del material de la tubería
D	Diámetro de la tubería
P	Presión manométrica
V	Velocidad
W	Flujo másico (exceptuando en ΔP_{100} donde corresponde a miles lb/h)
P_{ATM}	Presión atmosférica
ΔP_{100}	Caída de presión en 100 ft
f	Factor de fricción
ΔP_{TOT}	Caída de presión total.
g_c	Aceleración de la gravedad en unidades inglesas
h_L	Perdida de energía del sistema debido a la fricción
f	Número de Fanning
γ	Peso específico del agua
L/D	Longitud equivalente relativa
K	Coefficiente de Resistencia

Tabla 10. Nomenclatura usada en el Capítulo 5.



SIMBOLOGÍA

Fluidos:

AS	Agua de Servicio
AR1 y AR2	Agua Residual
GN	Gas Natural

Material:

AC	Acero al Carbón
----	-----------------

Diámetro de la Tubería:

1 1/4" Ø
1" Ø

CÓDIGOS

A - B - C

A	Fluido
B	Diámetro
C	Material

Revisiones				Dibujo de Referencia
Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	
				DF-01
				DF-02
				DF-03

Proyecto de Tesis				
Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado				
DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS				
FESC - UNAM				
	Iniciales	Fecha		DT-01
Diseño:	MEChM	04-10-14	Equipo:	2014
Revisó:	MEChM	04-10-14	Escala:	1:30
Dibujó:	MEChM	05-10-14	Acotación:	metros
				A



Las instalaciones eléctricas industriales son el conjunto de elementos, aparatos y equipos que se encargan de la recepción, conducción, transformación, control, medición, protección, distribución y utilización de la energía eléctrica. Entre los equipos de principal importancia de una instalación eléctrica industrial, podemos mencionar los siguientes:

- Subestación receptora – reductora (transformadores, interruptores, cuchillas seccionadoras, aisladores, apartarrayos, pararrayos, etc.)
- Líneas y cables de energía
- Subestaciones de distribución.
- Centros de carga (breakers).
- Centros de control de motores eléctricos (C.C.M., constituidos por los breakers, arrancadores magnéticos, arrancadores de estado sólido, drives, p.l.c., etc.)
- Bancos de capacitores de baja tensión y de alta tensión.
- Circuitos de alumbrado.
- Motores eléctricos tipo rotor jaula de ardilla, tipo rotor devanado, síncronos, etc.
- Planta (generadores) de emergencia.
- Sistemas y red de tierra.²⁸

Siguiendo la referencia establecida por la NOM-025-STPS-2008, encontramos que la iluminación laboral es un factor ambiental, que de ser el adecuado, facilita la visualización de los objetos en el espacio de trabajo, permitiendo que las actividades se realicen con un nivel alto de eficacia, comodidad y seguridad.³⁰

Las dos situaciones principales que pueden afectar de manera negativa a las condiciones de iluminación, generando fatiga visual, esfuerzo mental, accidentes, falta de adaptación y de bienestar, así como bajos rendimientos en la cantidad y calidad del trabajo, son:

1. *Deficiente iluminación*: la iluminación insuficiente incrementa las alteraciones visuales debidas a los vicios de refracción y la edad; sin embargo, a pesar, de no causar daño visual por sí misma, sí es un factor que incide directamente en la ocurrencia de accidentes al no distinguir claramente elementos del puesto de trabajo.
2. *Exceso de iluminación*: situación que es más conocida como deslumbramiento. El deslumbramiento está dado por las diferencias demasiado grandes de iluminación en el campo visual, siendo sus principales efectos:
 - a. El deslumbramiento directo (por la visión directa de una fuente luminosa).
 - b. El deslumbramiento reflejado (por reflexión en superficies brillantes).

La Norma Oficial Mexicana antes citada (NOM-025-STPS-2008) establece los **Niveles Mínimos de Iluminación** (en luxes), dependiendo de cada tipo de tarea visual o área de trabajo que se desarrolle²⁹.

Las cantidades de luxes indicadas son las mínimas establecidas, sin embargo, también se encontró una referencia en el Manual Técnico de Instalaciones Eléctricas²⁸ un nivel máximo, por lo que para este proyecto se trabajará con una iluminación media entre estos dos parámetros, los cuales son representados en la tabla 11.

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Categoría de iluminación	Niveles de iluminación (luxes)
En exteriores: distingue áreas de tránsito, desplazamiento caminando y movimiento de vehículos	Exteriores: patios, estacionamientos y pasillos abiertos. Áreas públicas en general.	A	20-50
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia y movimiento de vehículos. (lugares de estancia cortas)	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas, iluminación de emergencia.	B	50-100
En interiores.	Áreas de circulación abundante, salas de espera, salas de descanso, plataformas, cuartos de calderas.	C	100-200
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajos simples en bancos o máquinas.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción, despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores, comedores etc.	D	200-400
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en bancos, máquinas e inspecciones simples, tipos de empaque complejos y trabajo de oficina,	Talleres: áreas de empaque, ensamblaje, aulas y oficinas (sin trabajo demasiado exigente)	E	300-500
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble complejo, inspección moderadamente difícil.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	F	500-750
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamblaje e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumental de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabados superficiales, laboratorios de control de calidad.	G	750-1000
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble y proceso de inspección de piezas pequeñas y	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con	H	1000-2000

complejas, acabado con pulido fino.	pulido fino.	
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales de bajo contraste y tamaño pequeño, muy exactas y prolongadas, de extremadamente bajo contraste y tamaño.	I 2000-3000

Tabla 11. Niveles de iluminación reportados para diferentes actividades.

Para llevar a cabo el cálculo de la **iluminación por zonas** debemos de transformar los luxes en Watts, para lo cual se debe utilizar la formula a continuación citada:

$$P_{(W)} = \frac{Ev_{(lux)}A_{(m^2)}}{\eta_{(lux/Watt)}}$$

Dónde:

P = potencia [=] watts

Ev = luminosidad [=] lux

A = área [=] m²

η = eficiencia de la iluminación [=] lux/watt

Cabe mencionar que el término de la eficiencia cambia dependiendo del tipo de lámpara, es decir una lámpara de bulbo incandescente de tungsteno tiene 15 lux m²/W, una lámpara de halógeno tiene 20 lux m²/W, una lámpara fluorescente 60 lux m²/W, al igual que una lámpara LED, las lámparas de haluros metálicos tienen 87 lux m²/W, lámparas de alta presión de sodio 117 lux m²/W, lámparas de baja presión de sodio 150 lux m²/W. Para la selección de las lámparas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- *Lámpara incandescente.*- Luz cálida, amarillenta/rojiza especial para áreas de reunión, donde la luz intensa no es esencial. Es especial para iluminación general. La eficiencia luminosa es baja (flujo luminoso en lm/watt), generan menor iluminación (costo watt por lumen/\$). El tiempo promedio de vida de estos sistemas es de 1000 horas.
- *Sodio de alta presión o halogenuros metálicos.*- Se utiliza preferiblemente en exteriores tales como estacionamientos, áreas grandes, alumbrado público, etc.; ayudan a tener bajos consumos eléctricos, altos niveles de iluminación y una mayor vida útil de las luminarias, además de bajos costos de mantenimiento.
- *Lámpara halógena.*- En los sistemas actuales, destaca lo objetos y colores. Es especial para destacar un sector del ambiente. Se vende en dos modelos; con y sin transformador. El tiempo de vida promedio de estos sistemas es de 2000 horas.
- *Lámpara fluorescente.*- Produce una luz intensa, uniforme y eficiente, ideal cuando se necesita buen nivel de iluminación durante mucho tiempo ya que es de los tipos de

iluminación más económica. Necesita balasto y arrancador o balasto electrónico. El tiempo de vida de estos sistemas es de 7,500 horas.³¹

Ejemplo de cálculo para el área de almacén considerando que se usa una lámpara fluorescente considerando su $\eta=60 \text{ lux m}^2/\text{W}$ despejando en la formula Potencia sobre área:

$$\frac{P_{(W)}}{A_{m^2}} = \frac{Ev_{(lux)}}{\eta_{(lux/Watt)}} = \frac{75 \text{ lux}}{60 \text{ lux m}^2/\text{W}} = 1.25 \text{ W/m}^2$$

Después se debe multiplicar dicho valor por el área del cuarto para obtener los Watts necesarios para iluminar dicha habitación, por dar un ejemplo usaremos una vez más el almacén:

$$P_{(W)} = A_{m^2} * 1.25 \text{ W/m}^2 = 40 \text{ m}^2 * 1.25 \text{ W/m}^2 = 50 \text{ W}$$

Por último se pasan las unidades de potencia de Watt a HP, considerando que el factor de conversión de watts a HP: 1HP=0.746kW

A continuación (Tabla 12) se clasificará las zonas dependiendo de la iluminación requerida, el área de esta y la potencia utilizada.

Nombre de Área	Categoría de iluminación	Iluminación (lux)	Área m ²	Tipo de Lámpara	W/m ²	Potencia (Watt)	Potencia (HP)
Almacén	B	75	40	fluorescente	1.25	50	0.06702
Baños y vestidores	D	300	14	fluorescente	5	70	0.09383
Estacionamiento	A	40	342.39	Alta presión de sodio	0.3418	117.056	0.15691
Oficinas	E	400	105	Fluorescente	6.66	700	0.93833
Servicio Médico	D	300	16	fluorescente	5	80	0.10723
Comedor/Cocina	D	300	32.5	fluorescente	5	162.5	0.21782
Subestación	C	100	25	fluorescente	1.666	41.666	0.05585
Área verde / Secado Solar	A	30	150	Alta presión de sodio.	0.2564	38.461	0.05155
Carga y descarga	B	75	180	Alta presión de sodio.	0.64	115.384	0.15467
Mantenimiento	E	400	16	halogenuros	20	320	0.42895
Producción	E	400	256	Fluorescente	20	1706.666	2.28775
Confinamiento de Aguas	E	400	27	halogenuros	20	540	0.72386
Cisternas	A	50	100	Alta presión sodio	0.4273	42.735	0.05728
Laboratorio / Cámara oscura	F	600	8	halogenuros	30	240	0.32171
Basura	A	30	100	Alta presión de sodio	0.2564	25.641	0.03437
Caseta de vigilancia	D	300	24	fluorescente	5	120	0.16085
Báscula	B	80	30	Alta presión de sodio	0.6837	20.512	0.02749
Área de expansión	A	50	5000	Alta presión de	0.1709	2136.752	2.8642

TOTAL**6527.376****8.7498**

Tabla 12. Listado de iluminación y potencias para cada área de la planta

6.1 Listado de Motores:

A continuación en la Tabla 13 se muestra el listado de motores con una breve descripción dependiendo del equipo al que pertenecen y su potencia.

Motor	Descripción	Clave	Potencia (Watt)	Potencia (Hp)
M1	Módulo ecológico despulpadora parte 1	ME-01	7'460	10
M2	Módulo ecológico despulpadora parte 2	ME-01	1'492	2
M3	Módulo ecológico rosca transportadora	ME-01	373	0.5
M4	Módulo ecológico DMP	ME-01	7'460	10
M9	Secador	SM-01	2'238	2
M10	Tostador	TO-01	22'850	30.6423
M11	Empacadora	EM-01	1119	1.5
M12	Empacadora	EM-02	1342.8	1.8
M13	Motor de molino	MO-01	3'730	5
M14	Banda transportadora	BT-01	3'730	5
M15	Banda transportadora	BT-02	3'730	5
M16	Banda transportadora	BT-03	3'730	5
M17	Banda transportadora	BT-04	3'730	5
M18	Banda transportadora	BT-05	3'730	5
M19	Banda transportadora	BT-06	3'730	5
TOTAL			63894.9	85.65

Tabla 13. Listado de potencias de motores

6.2 Cálculos para transformador

Al tener las respectivas sumatorias de potencias tanto en los motores como en las luminarias, se deben sumar estas últimas para tener la carga instalada.

$$Carga\ instalada = Potencia\ luminarias + potencia\ motores [=] Hp$$

$$Carga\ instalada = 8.7498\ Hp + 85.65\ Hp = 94.399\ Hp$$

Este cálculo se utiliza para obtener la intensidad mediante la fórmula:

$$I = \frac{746 * (Hp\ totales)}{\sqrt{3} * V_f * f_p * \eta} = KA$$

Dónde:

V_f =Tensión entre fases (440 v)

f_p = Factor de potencia (.85, de acuerdo a las normas mexicanas)

η = Eficiencia del circuito (.9)

Sustituyendo en la ecuación original:

$$I = \frac{746 * (94.399Hp)}{\sqrt{3} * (440) * (.85) * (.9)} = 120.791 KA$$

Posteriormente se calcula la potencia aparente KVA

$$KVA = I * V_p * \sqrt{3} = 120.791 * \frac{440}{1000} * \sqrt{3} = 92.05 KVA = 93 KVA$$

6.2.1 Elección del Transformador

Se denomina *transformador* a un dispositivo electromagnético que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. Es decir, convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de voltaje, en energía alterna de otro nivel de voltaje por medio de campos magnéticos generados por dos o más bobinas conductoras aisladas entre si eléctricamente, estas se encuentran enrolladas alrededor de un núcleo de material ferromagnético. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Sin embargo, las máquinas reales presentan un porcentaje de pérdidas dependiendo de su diseño, tamaño, entre otros factores.³²

A continuación se eligió el transformador a partir de los 93 KVA sin embargo, solo hay un transformador que maneja 112.5 V el cual se encuentra en el rango de nuestros requerimientos, que será el que se escogió a partir de nuestros resultados de KVA de la compañía "IMEM TRANSFORMADORES INTERNACIONALES, S.A. DE C.V."³³

Descripción del equipo: Transformador tipo sumergible radial, auto-enfriado en Líquido aislante (ONAN).

Líquido aislante: libre de bifenilos policlorados (bpc)

Tanque: construcción de acero al carbón con recubrimiento anti-corrosivo

Accesorios: cambiador de derivaciones de operación exterior, boquillas de baja tensión tipo muelle, boquillas de media tensión tipo pozo, seccionador trifásico de apertura de carga de dos posiciones, tapón de drenaje y válvula de muestreo, válvula de alivio de sobre-presión, placa de datos (Tabla 14).

Capacidad (KVA)	112.5 KVA
Voltaje o Tensión primaria (v)	34500
Voltaje secundario (v)	220/127
Conexión	Delta estrella
Frecuencia (Hz)	60
Fases	3
Derivaciones	+/- 2 del 2.5% c/u
Elevación de la temperatura interna (°C)	55
Normas	NOM-002-SEDE-2010
Capacidad del fusible (KA)	7

Tabla 14. Características del transformador seleccionado.

Cualidades de los transformadores secos según el fabricante:

Los transformadores de distribución tipo sumergibles marca IMEM están diseñados para ser instalados en pozo o bóveda que ocasionalmente puede sufrir inundaciones, por lo cual debe ser de frente muerto y con accesorios para conectarse a sistemas de distribución subterránea.

- **Construcción:** Los transformadores tipo sumergible son auto enfriados en líquido aislante y están clasificados como tipo ONAN (Enfriamiento natural aceite-aire). Son diseñados para servicio a la intemperie dentro de un pozo en donde se presenta un alto grado de humedad, con ambientes salinos y contaminación por hidrocarburos, plomo y ozono. Son fabricados para operar a una altitud de 1000 o 23000 msnm, con una sobre elevación de temperatura de 55°C, con una temperatura ambiente de la bóveda que no exceda de 50°C y la temperatura promedio en periodo de 24 horas no exceda de 40°C, todo esto de acuerdo a las especificaciones del cliente. Son construidos con núcleos acorazados de acero al silicio de grano orientado y de alta permeabilidad magnética, fabricados para lograr las menores pérdidas en vacío. Las bobinas de AT/BT, son fabricadas con conductores de cobre electrolítico y/o aluminio de baja resistencia eléctrica en diversas clases de aislamiento de acuerdo a sus necesidades. Los tanques son construidos con láminas de acero al carbón o acero inoxidable, según se requiera, y se someten a un proceso de limpieza por granallado a metal blanco, aplicación de primario rico en zinc, recubrimiento epóxico anticorrosivo y acabado en poliuretano de alta resistencia. El líquido aislante es libre de bifenilos poli clorados del tipo nafténico (NMX-J-123-ANCE).

Partes que componen al transformador

- **Núcleo.-** Se fabrican con lámina de acero al silicio, grano orientado, rolada en frío, de alta permeabilidad magnética, calidad M0H-M3, trabajada a bajas densidades de flujo para proporcionar bajas pérdidas y mínima corriente de excitación.
- **Bobinas.-** Devanadas con alambre de magneto de cobre y/o aluminio con doble aislamiento de esmalte/expoxy 220 °C, alambre rectangular con doble forro de vidrio.

- Aislamientos.- Entre devanados y entre capas se colocan los aislamientos hasta 220°C. De acuerdo a su clase de aislamiento, estos materiales no absorben humedad, no propagan las flamas y garantizan permanentemente una resistencia de aislamientos entre devanados y al núcleo.
- Temperatura.-Elevación de temperatura de los devanados
- Barnizados.- Impregnación del transformador ensamblado con núcleo y bobinas, en baño de barniz por 24 horas, asegurando operación silenciosa, mejora el aislamiento entre espiras y capas y protegen al núcleo magnético de la humedad.
- Conexiones.-Terminales de tablilla de conexiones tipo "Kulka" o "Clema", tornillos de latón o solera de cobre según su capacidad colocadas sobre tablillas de celaron o epoxy y en la parte superior del transformador.
- Gabinete.- Se puede surtir con gabinetes tipos NEMA 1 servicio interior, NEMA 3 a prueba de lluvia o NEMA 12 a prueba de polvo fabricado con lámina de acero y acabado con premier y pintura acrílica color gris ANSI61; o si así lo prefieren sin gabinete.



Fig.9. Imagen del transformador seleccionado.

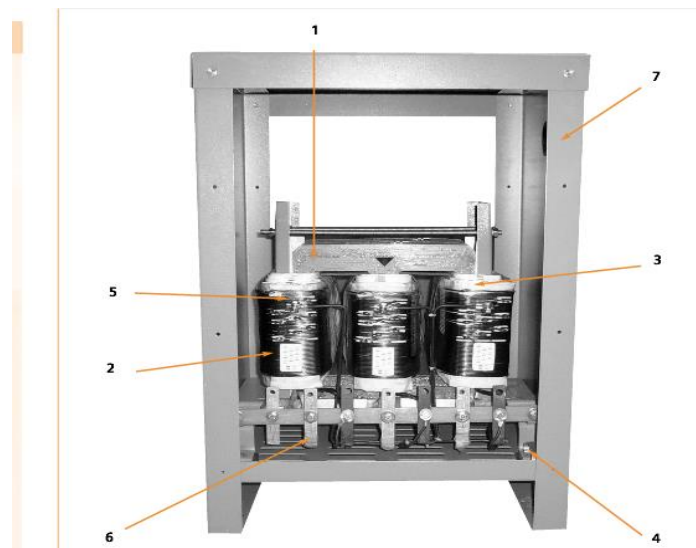


Fig. 10. Imagen representativa de los componentes del transformador.

Componentes del transformador

1. Núcleo
2. Devanado primario
3. Devanado secundario
4. Soportes contra vibración
5. Derivaciones para ajuste de voltaje
6. Barras conexión a devanado
7. Gabinete

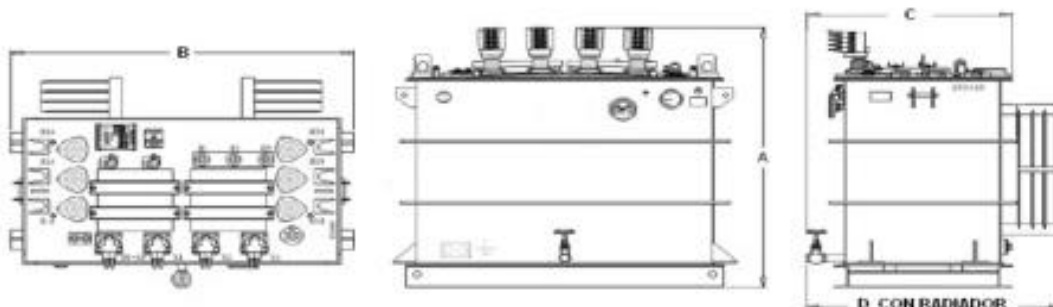


Fig.11. Vista frontal, lateral y superior del equipo

- A. 122 cm
- B. 142 cm
- C. 75 Cm

Peso: 1232 Kg

6.3 Tuberías conduit:

La *tubería conduit* se emplea en instalaciones de alumbrado público, semáforos, teléfonos, casas, edificios, industrias, etc. Tienen una resistencia química, por lo que no permiten la corrosión. Tampoco se presentan problemas de electrólisis, es por eso que pueden instalarse en lugares en donde existan ambientes húmedos y salinos evitando una amplia gama de accidentes. La longitud de cada una de las tuberías de cualquier diámetro es de 3m.³⁴

La Tabla 13, tabla de motores, se utilizará para los cálculos del tubo conduit, pero antes de llevar a cabo dicho cálculo se tomará en cuenta que en cada tubo habrá un espacio disponible de un 20% para aplicaciones futuras. Cada tubería lleva un solo circuito que va a un sólo motor y para cada circuito se tomará en cuenta que todos los motores son trifásicos; un motor trifásico lleva siempre 3 cables con corriente y uno con la corriente neutra.

La finalidad de ocupar dichos tubos conduit es proteger los cables y poder colocarlos en un lugar más seguro. Las tuberías se pondrán en un rack dentro de la planta de forma visible pero acomodadas a cierta altura para evitar obstrucciones para el trabajo y mantenimiento de la planta, mandando una parte de la tubería por las paredes. .

6.3.1 Cálculo de tuberías conduit

Se mostrará un solo ejemplo del cálculo de los conductores conduit, para ello utilizaremos los datos registrados para el Motor 1 (M1) que posee una potencia de 10 Hp (7'460 W) a un voltaje de 220 v.

Para empezar se debe calcular la intensidad del motor en amperes dada por la ecuación:

$$I = \frac{P}{V * F_p}$$

Dónde:

P=potencia (W)

V=voltaje (V)

F_p=factor de potencia (0.85 dado por normas mexicanas)

I=intensidad (A)

Sustituyendo:

$$I = \frac{7460}{220 V * 0.85} = 39.89A$$

Posteriormente, se calcula la corriente corregida con la fórmula:

$$I_{c_1} = \frac{I}{(Fd)}$$

Esta cantidad es únicamente una corrección que se le debe de hacer ya que suele haber una cierta perdida de intensidad cuando hay muchos equipos conectados así que para hacer el cálculo de cuanta corriente se debe mandar al inicio (o la que debe soportar el conductor) esta deberá de ser mayor a la corriente que el equipo necesita en consideración de todas las perdidas que se esperan. El factor de corrección Fd se obtuvo de las tablas de la "NOM-001-SEDE-2005"³⁵ referente a todas las instalaciones eléctricas domésticas e industriales; las tablas referentes al calibre y otras correcciones se obtuvieron de misma manera de esa norma.

Se resaltarán en las gráficas los rangos que se utilizan para el cálculo, cabe mencionar, que la tabla 15 sólo aplica para el número de equipos conectados al mismo circuito eléctrico, pero todos nuestros circuitos son independientes por lo que se utilizará el factor de determinación del 100%.

Número de equipos	Factor de determinación %
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 o más	65

Tabla 15. Corrección de voltajes por número de equipos conectados. "NOM-001-SEDE-2005"

A partir de este dato se sustituye la primera corrección

$$Ic_1 = \frac{39.89A}{(1)} = 39.89A$$

Se procede a hacer una segunda corrección que es por el número de conductores presentes en un mismo tubo (conduit).

Número de conductores portadores de corriente	% de tablas de ajuste por cables a la temperatura ambiente
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
Más de 40	25

Tabla 16. Factor de ajuste para más de 3 conductores en una canalización. "NOM-001-SEDE-2005"

Se presenta la segunda corrección tomando en cuenta que en todos nuestros tubos (conduit) habrá 4 cables conductores:

$$Ic_2 = \frac{39.89A}{.8} = 49.86A$$

A partir de esta segunda corrección se recurre a las tablas de referencia acerca de la temperatura máxima que puede alcanzar el conductor., en este rubro se encontraron diversas tablas, a continuación se presenta la que corresponde a no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización (o tubo conduit) para temperaturas ambiente promedio de 30°C obtenidas en la "NOM-001-SEDE-2005".

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW*, CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DR S
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75

Tabla 17. Capacidad de conducción a una temperatura dada para no más de tres cables con corriente en una tubería o canalización a una temperatura ambiente de 30°C y una temperatura interna máxima de 60 a 90°C "NOM-001-SEDE-2005"

Se utilizarán estas tablas como referencia para establecer las especificaciones en un rango adecuado, de acuerdo al tipo de cable y las temperaturas que puede alcanzar el sistema con ese amperaje.

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
mm ²	AWG o kcmil	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Níquel o níquel recubierto de cobre	Aluminio
2,08	14	34	36	39	---
3,31	12	43	45	54	---
5,26	10	55	60	73	---
8,37	8	76	83	93	---
13,3	6	96	110	117	75
21,2	4	120	125	148	94
26,7	3	143	152	166	109
33,6	2	160	171	191	124
42,4	1	186	197	215	146

Tabla 18. Capacidad de corriente permisible para 3 conductores con la capacidad de corriente permisible por la temperatura ambiente de 40°C para 3 conductores en una canalización mostrando el amperaje máximo permisible y la temperatura máxima alcanzada a este valor. "NOM-001-SEDE-2005"

Se recomienda no alcanzar estas temperaturas tan altas en los conductores, así como no estar cerca de los límites, la diferencia entre una y otra tabla es por el tipo de cable, y la temperatura generada a los amperes máximos permisibles.

Sin embargo, el paso más importante para determinar cuál es el calibre del conductor utilizado implica tomar en cuenta la caída de la tensión de nuestro sistema (50 A, en el ejemplo) a lo largo de una distancia, de la subestación a cualquiera de los equipos, no tenemos más de 50 m, por lo que se trabajará con la distancias más cercanas a lo calculad que sea que presente la tabla de referencia, por lo cuál para el caso ejemplificado resulta en qu para 50 A el único calibre de cable que en un trayecto relativamente largo soporta la caída de tensión (la soporta 50 m sin una caída superior al 3%) es el cable calibre 6 AWG.

CALIBRE AWG/Kcmil	3 A	6 A	15 A	20 A	25 A	35 A	50 A	70 A	80 A	90 A	100 A	125 A
14	132	66	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	210	105	42	31	-	-	-	-	-	-	-	-
10	334	167	66	50	40	-	-	-	-	-	-	-
8	531	265	106	79	63	45	-	-	-	-	-	-
6	844	422	168	126	101	72	50	-	-	-	-	-
4	1 343	671	268	201	161	115	80	57	-	-	-	-
2	2 135	1 067	427	320	256	183	128	91	80	-	-	-
1/0	3 396	1 698	679	509	407	291	203	145	127	113	101	81
2/0	4 282	2 141	856	642	513	367	256	183	160	142	128	102
3/0	-	2 699	1 079	809	647	462	323	231	202	179	161	129
4/0	-	3 404	1 361	1 021	816	563	406	291	255	226	204	163
250	-	-	1 609	1 207	965	689	482	344	301	268	241	193
300	-	-	1 930	1 448	1 158	827	579	413	362	321	289	231
350	-	-	-	1 689	1 351	965	675	482	422	375	337	270
400	-	-	-	1 931	1 544	1 103	722	551	482	429	386	308
500	-	-	-	-	1 931	1 379	965	689	603	536	482	386
600	-	-	-	-	-	1 654	1 158	827	724	643	579	463
700	-	-	-	-	-	1 930	1 351	965	844	750	675	540
CALIBRE AWG/Kcmil	150 A	175 A	225 A	250 A	275 A	300 A	325 A	400 A	450 A	475 A	500 A	525 A
2/0	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/0	107	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/0	136	116	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	160	137	107	96	-	-	-	-	-	-	-	-
300	193	165	128	115	105	-	-	-	-	-	-	-
350	225	193	150	135	122	112	-	-	-	-	-	-
400	257	220	171	154	140	128	118	-	-	-	-	-
500	321	275	214	193	175	160	148	120	-	-	-	-
600	386	330	257	231	210	193	178	144	128	121	-	-
700	450	386	300	270	245	225	207	168	150	142	135	-
800	514	441	343	308	280	257	237	193	171	162	154	147
1 000	643	551	429	386	351	321	297	241	214	203	193	183

Tabla 19. Distancia en metros para una caída de tensión máxima del 3% en conductores aislados calculada en circuitos trifásicos de 220V para cada calibre de cable. "NOM-001-SEDE-2005"

Posteriormente se debe hacer el cálculo de la tubería conduí correspondiente. Para llevarlo a cabo debemos que conocer el área transversal de nuestro cable elegido, la cuál viene en la tabla 10-5 de la NOM³⁵ mencionada, o en la tabla anexa a continuación:

AWG	Área conductor mm ²	Diámetro total mm
14	2.082	4.90
12	3.307	5.38
10	5.26	5.99
8	8.367	8.28
6	13.3	9.25
4	21.15	10.5
3	26.67	11.2
2	33.62	12
1	42.41	16.97
3/0	85.0	18

Tabla 20. Tamaño nominal AWG de una tubería contra su diámetro externo total y área del conductor.

Se puede ver que un calibre 6, utiliza 13.3mm² de espacio como cable, sin embargo, su diámetro es de aproximadamente 9.25 mm, el cuál se debe llevar al cálculo del área transversal ocupada por dicho conductor:

$$\text{Área} = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (9.25\text{mm})^2}{4} = 67.2\text{mm}^2$$

Sin embargo, tenemos cuatro conductores utilizados para cada conexión trifásica, por lo que esta área es multiplicada por los 4 conductores, por lo que resulta un área de 268.803mm² ocupados adentro de la tubería aproximadamente los que deben ser comparados con la tabla presentada a continuación y utilizando como referencia la columna para “más de dos conductores” para obtener el diámetro nominal del tubo conduit.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES DE LOS TUBOS RIGIDOS CONDUIT GALVANIZADOS

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERNO	PESO	ESPESOR NOMINAL	Área interior total	Área disponible para conductores mm ²			
					Un conductor fr=53%	Dos conductores fr=31%	Más dos conductores fr=40%	
∅ pulg	∅ mm	mm	KG/PZAS	mm	mm ²			
1/2"	15	21,34	3,93	2,64	196	103	60	78
3/4"	20	26,67	5,19	2,72	344	181	106	137
1"	25	33,40	7,62	3,20	557	294	172	222
1½"	40	48,26	12,39	3,51	1313	697	407	526
2"	50	60,33	16,56	3,71	2165	1149	671	867
2½"	65	73,03	26,10	4,90	3089	1638	956	1236
3"	80	88,90	34,38	5,21	4761	2523	1476	1904
4"	100	114,30	48,36	5,72	8213	4349	2456	3282
5"	125	141,30	63,49	6,228	12907	6440	4001	5163

Tabla 21. Áreas disponibles y diámetros nominales de los tubos conduit rígidos galvanizados. Tomados del catálogo de Villacero Tubería³⁶.

Con este último cálculo podemos ver que necesitamos un tubo conduit de 1 ½" para llevar la corriente sin que se caliente demasiado la línea y dejando el espacio necesario.

A continuación se muestra los diferentes motores con sus calibres nominales de cable y los diámetros de cable correspondiente.

Motor	Descripción	Clave	Calibre conductor	Diámetro nom. tubo in
M1	Módulo ecológico despulpadora parte 1	ME-01	6	1 ½
M2	Módulo ecológico despulpadora parte 2	ME-01	12	¾
M3	Módulo ecológico rosca transportadora	ME-01	14	½
M4	Módulo ecológico DMP	ME-01	6	1 ½
M5	Secador	SM-01	14	½
M6	Tostador	TO-01	3/0	2 ½
M7	Empacadora	EM-01	14	½
M8	Empacadora	EM-02	12	¾
M9	Motor de molino	MO-01	10	¾
M10	Banda transportadora	BT-01	10	¾
M11	Banda transportadora	BT-02	10	¾
M12	Banda transportadora	BT-03	10	¾
M13	Banda transportadora	BT-04	10	¾
M14	Banda transportadora	BT-05	10	¾

Tabla 22. Calibre AWG del cable y tubería conduit utilizada para cada motor.

6.4 Subestaciones Eléctricas:

Una *subestación eléctrica* es el conjunto de máquinas, aparatos, equipos y circuitos que tienen la función de modificar las características o parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de transmisión de un sistema. Desde el punto de vista de la función que desempeñan las subestaciones eléctricas, se pueden clasificar como sigue:

- a) *Subestaciones de las plantas generadoras o centrales eléctricas.*- Se encuentran adyacentes a las centrales eléctricas o plantas generadoras de energía eléctrica para modificar los parámetros de la potencia suministrados por los generadores para permitir la transmisión en alta tensión en las líneas de transmisión a este. Los generadores de una central pueden generar la potencia entre 4.16 KV y 25 KV y la transmisión dependiendo de la cantidad de energía o potencia y la distancia se puede efectuar a 115, 230 o 400 KV en México, en algunos países se utilizan tensiones de transmisión de 765 KV como es el caso de Brasil, 800 KV como el caso de Venezuela y hasta de 1,200 KV
- b) *Subestaciones receptoras primarias.*- Estas son alimentadas directamente de las líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución, de manera que dependiendo de la tensión de transmisión pueden tener en su secundario tensiones de 115 KV y eventualmente 34.5 KV, 13.8 KV o 4.16 KV
- c) *Subestaciones receptoras secundarias.*- Estas son por lo general alimentadas por las redes de su transmisión y suministran la energía eléctrica a las redes de distribución a tensiones comprendidas entre 34.5 KV y 13.8 KV

Las Subestaciones Eléctricas también se pueden clasificar por el tipo de instalación:

- a) *Subestaciones tipo intemperie.*- Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos y equipos capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (lluvia, viento, nieve, e inclemencias atmosféricas diversas), por lo general se adoptan en los sistemas de alta y extra alta tensión.
- b) *Subestación tipo interior.*- En este tipo de subestaciones los aparatos y equipos que se utilizan están diseñados para operar en interiores, actualmente las subestaciones tipo interior son utilizadas en las industrias.
- c) *Subestación tipo blindado (Subestaciones Compactas).*- En estas subestaciones los aparatos y equipos se encuentran muy protegidos y el espacio necesario es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se utilizan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, grandes edificios, centros y plazas comerciales que requieren de poco espacio para estas instalaciones, por lo que se utilizan por lo general en tensiones de distribución de 23 KV y 13.8 KV
- d) *Subestaciones en Hexafluoruro de Azufre (SF6).*- En estas subestaciones la mayor parte de sus componentes se encuentran completamente aislados en el interior de compartimientos que contienen un gas con altas propiedades dieléctricas, a este gas se le conoce con el nombre de gas hexafluoruro de azufre (SF6). Ocupan este tipo de subestaciones un reducido espacio en comparación con las subestaciones tipo intemperie. Su operación se efectúa a tensiones que van desde 13.8 a los 800 KV
- e) *Subestaciones móviles.*- Este tipo de subestaciones se encuentran instaladas sobre una plataforma móvil (tipo remolque). Son utilizadas por las empresas suministradoras de energía eléctrica para sustituir de manera temporal a toda o parte de una subestación de potencia cuando esta última ha fallado. Operan en tensiones de 115 KV para reducir a 13.8 KV y su capacidad promedio es de 10 MVA = 10,000 KVA³⁷

La importancia del dimensionamiento de una subestación eléctrica

El dimensionamiento de una subestación es una de las actividades principales dentro de la etapa de diseño, puesto que incide prácticamente en todas las demás actividades y por lo tanto afecta el costo global.

Los niveles de tensión determinan las necesidades de aislamiento que garantizan la operación confiable y segura para el personal y el equipo instalado en una subestación. Considerando que los niveles de tensión y el material aislante determinan las distancias entre los diferentes elementos de patio de una subestación. A su vez, dichas distancias en conjunto con la potencia de trabajo determinan el tamaño de los equipos a utilizar.

Posibles causas de riesgo en la subestación

- Ubicación inadecuada de subestación eléctrica
- Mal dimensionamiento de cuarto para transformador

- Falta de extintores contra incendio
- Falta de limpieza en subestación
- Falta de foso para depósito de aceite dieléctrico
- Mal dimensionamiento de elementos eléctricos

Elementos que integran una Subestación Eléctrica de potencia y de media tensión:

- Transformador de potencia.
- Autotransformadores de potencia.
- Transformadores de servicios propios.
- Transformadores de potencial. (T.P.)
- Transformadores de corriente.(T.C.)
- Divisores de voltaje.
- Interruptores de potencia.
- Cuchillas seccionadoras de apertura con carga.
- Cuchillas seccionadoras de apertura sin carga.
- Cuchillas de puesta a tierra.
- Bus o barras colectoras
- Bobina o reactor Peterson.
- Apartar rayos.
- Pararrayos.
- Hilos de guarda.
- Red de tierras.
- Aisladores.
- Fusibles de potencia.
- Tableros de operación, control, medición y protecciones.
- Bancos de baterías.
- Equipo de comunicaciones.
- Banco de Capacitores de alta tensión.

Elección de la subestación:

El parámetro más importante que se debe tomar en cuenta son los amperes que tiene el fusible del transformador (7 KA) y la corriente que llega al transformador (7 KV) ya que con estos datos se puede empezar a escoger los parámetros que debe poseer la subestación.

Se debe calcular el fusible limitador de corriente que sirve como protección al transformador con ayuda de la tensión en 34.5 KV y de la potencia nominal del transformador de 112.5 KVA con ayuda de la siguiente tabla (obtenida de Grupo TEI México³⁸) como resultado 16 KA.

Tensión Nominal (kV)	Potencia Nominal del transformador (kVA)											
	75	112.5	150	225	300	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
2.4	40	63	100	160	160	250	--	--	--	--	--	--
4.16	25	40	40	63	100	160	200	315	--	--	--	--
13.2/13.8	10	10	16	25	25	40	63	100	125	160	200	--
23	6	6	10	16	16	25	40	63	100	100	125	160
34.5	--	6	6	10	16	25	40	40	63	63	100	100

Tabla 23. Amperaje del fusible limitador a partir de la potencia del transformador y de la tensión nominal

Elección final:

Se decidió que la subestación que cubría las necesidades previamente calculadas era la subestación convencional intemperie tensión nominal 23 KV elegida de la compañía Siemens³⁹.

Características de la subestación:

Tensión nominal	KV	34
Tensión máxima del sercidor	KV	36
Corriente nominal	A	400
Frecuencia nominal	Hz	60
Fusible limitador	KA	16
Tención accial para circuito de control	Vcc.	125
Barras colectoras		Cobre
Dimensión barras colectoras	mm	6.35*25.4
Barra a tierra		Cobre
Dimensión barra a tierra		6.35*25.4
Transformador de potencia	Se usará el adquirido en el capítulo anterior	

Tabla 24. Especificaciones de la subestación eléctrica elegida para la planta 36 KV a 300KVA.

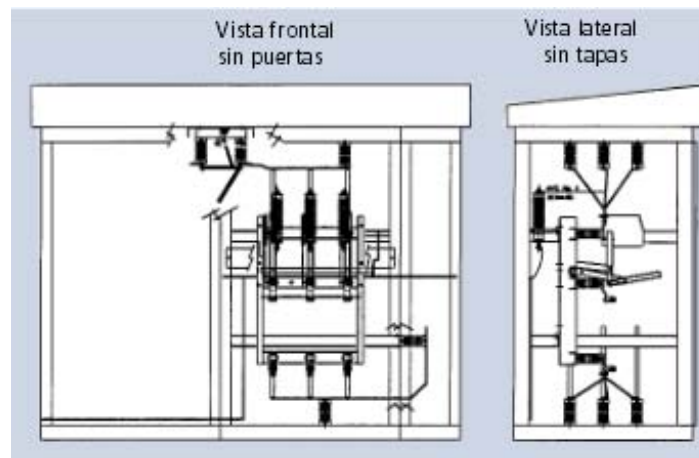


Fig. 12. Vista interior de subestación compacta 36 KV



Fig. 13. Subestación compacta 36KV sin tableros ni equipo exterior.



Fig. 14. Centro de control de motores acoplado a la subestación

De acuerdo a las necesidades del cliente las barras verticales de cobre pueden fabricarse con refuerzo contra corto circuito de 25, 42 y 65 KA. La estructura de todos los gabinetes cuenta con una altura de 2400 mm, con un frente 3600 y fondo de 1600 mm. La fabricación de los módulos está diseñada con una unidad básica de 80 mm, siendo el tamaño de los módulos un múltiplo de esta unidad, por lo que un módulo mide 320 mm. El gabinete de un solo frente está dividido en 24 unidades de 80 mm cada una, por lo que puede alojar 6 módulos. El gabinete de 2 frentes se divide en 2 unidades de 80 mm cada una, de las cuales, en el primer lado (frente 1) se localizan 24 unidades disponibles siendo que nosotros necesitamos para 26 motores; y en el segundo lado (frente 2) se localizan 18 unidades disponibles para las combinaciones de módulos que se requieran. Adicional a los espacios mencionados el gabinete cuenta en su parte superior con un compartimento para alojar las barras horizontales. Cada gabinete tiene un ducto de alambrado de 110 mm. De ancho a todo lo largo del espacio ocupado por los módulos proporcionando un espacio adecuado para la interconexión a las unidades adyacentes y al cableado general del CCM.

A continuación se muestra también un tablero de alumbrado que va en la misma línea de la subestación controlando todos nuestros de aproximadamnte 1 m de largo por 40 cm puede alojar 42 circuitos de un polo con un tinterrutor general que desconecta todas las pastillas.

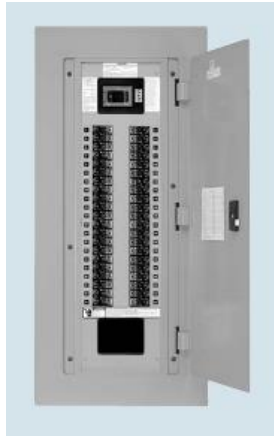


Fig. 15. Tablero de alumbrado general

6.5 Diagrama Unifilar y Distribución de cargas:

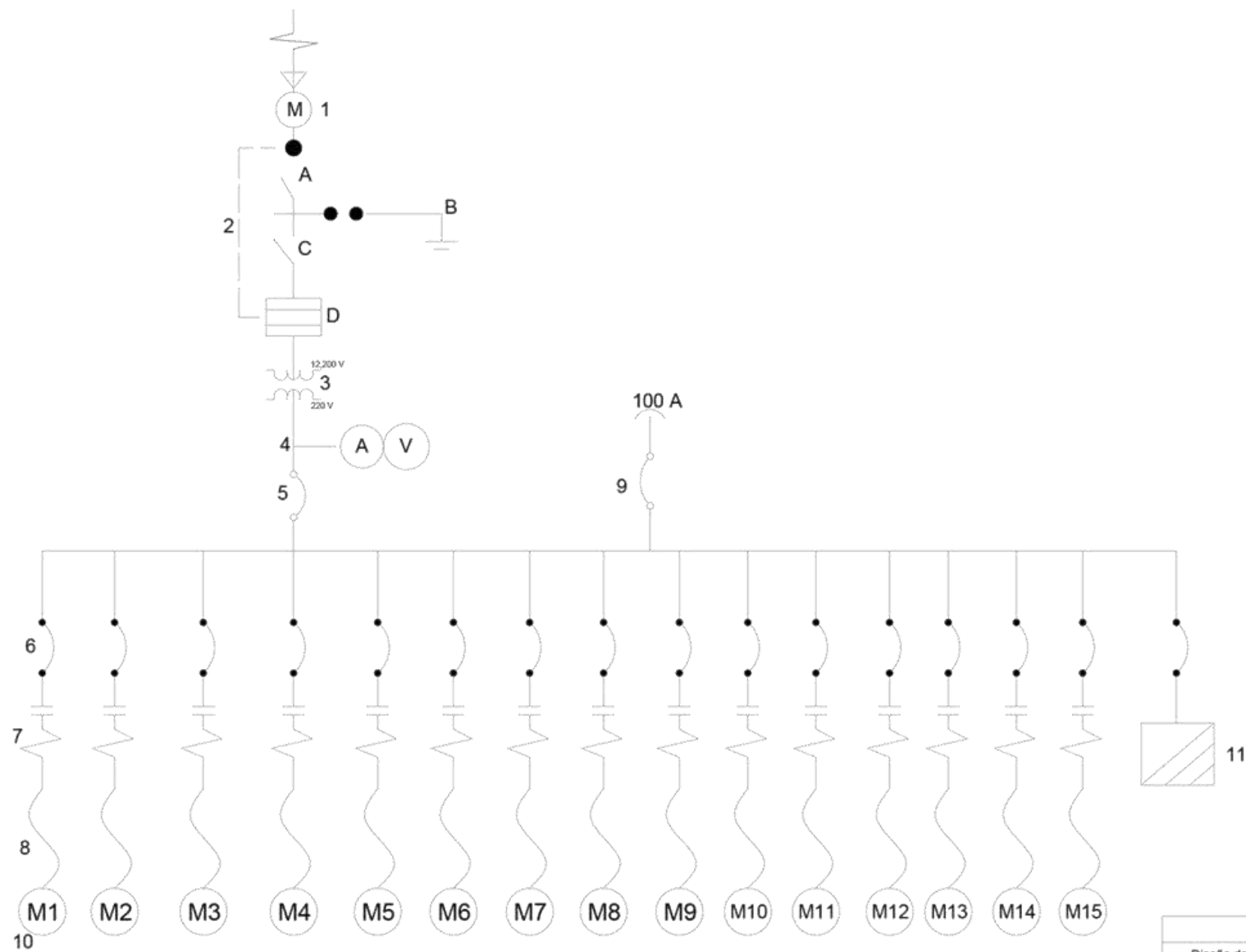
Al final de este capítulo se puede apreciar el diagrama unifilar que considera los 15 motores necesarios en el área de producción, así mismo podremos ver la distribución de las tuberías conduit dedicada al área de producción.

Estas representaciones podrían ser consideradas como una conclusión de este capítulo. Además cada tubería tiene el número de conductores por tubería, el calibre, el diámetro de la misma. Por último, la longitud de cada tubería.



NOMENCLATURA USADA EN ESTE CAPÍTULO	
LUMEN	$1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$
E_v	Luminosidad (lux)
P	Potencia (W)
A	Área (m^2)
η	Eficiencia
V_f	Tensión entre fases (V)
F_p	Factor de potencia (0.85)
V_p	Voltaje expresado en KV
V	Voltaje expresado en V
I	Intensidad (A)
IC₁	Primera corrección de intensidad
IC₂	Segunda corrección de intensidad
F_d	Factor de corrección

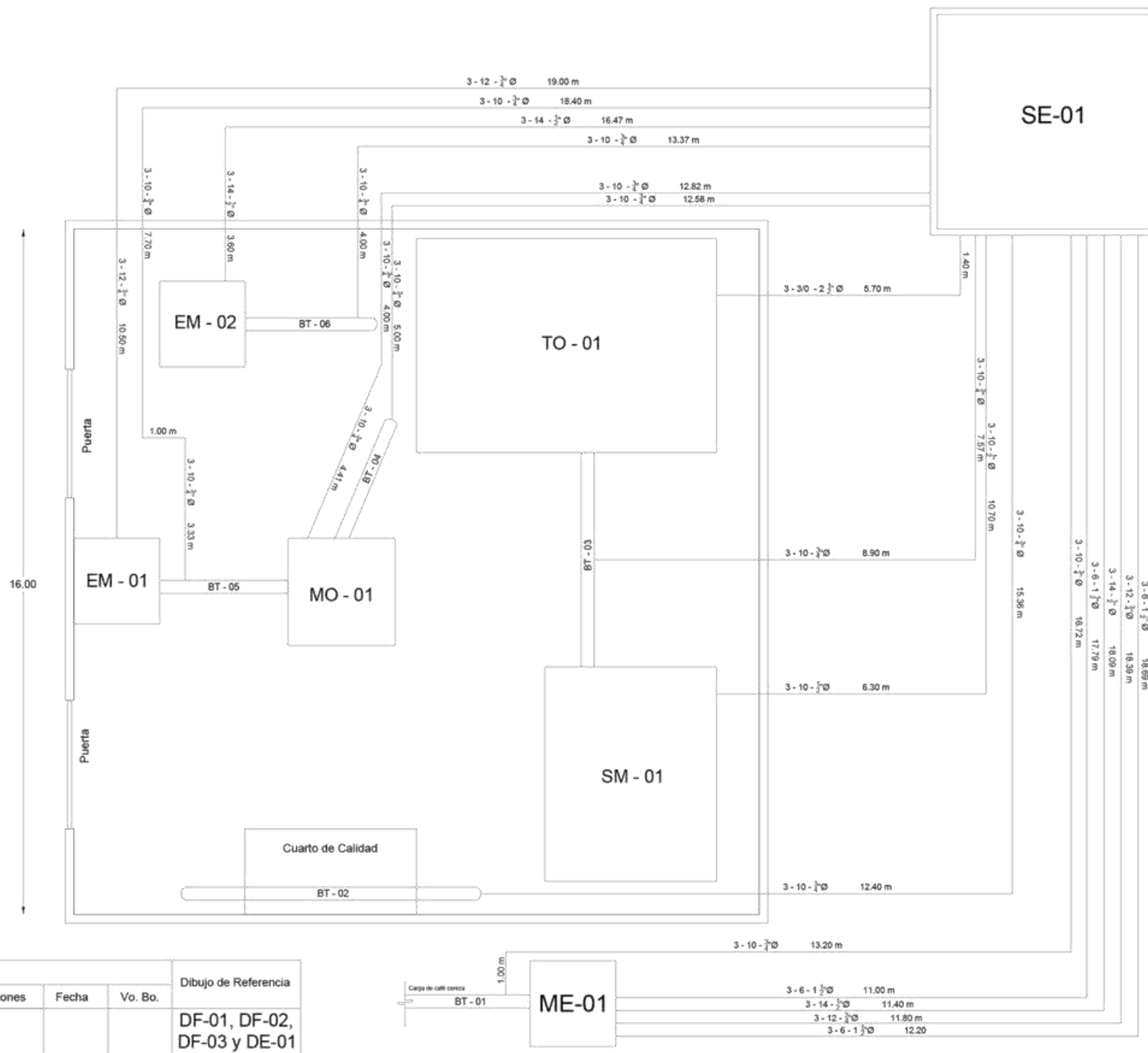
Tabla 25. Nomenclatura usada en el Capítulo 6.



SIMBOLOGÍA	
1	Equipos de medición de alta tensión
2	Celda Seleccionadora de Alta Tensión (Sist. de Protección)
3	Transformador de distribución
4	Equipos de medición de bajo tensión
5	Interruptor Principal
6	Interruptor
7	Amancador de Tensión plena
8	Elemento de sobrecarga
9	Banco de capacitores
10	Motor trifásico de corriente continua
11	Tablero
	Acometida
A	Cuchillas de Paso
B	Aparia Rayos / Tierra
C	Seleccionadora de baja carga
D	Fusible
	Amperímetro
	Voltímetro
M1-10HP-ME-01	
M2-2HP- ME-01	
M3-0.5HP- ME-01	
M4-10HP- ME-01	
M5-2HP-SM-01	
M6-30.64HP-TO-01	
M7-1.5HP-EM-01	
M8-1.8HP-EM-02	
M9-5HP-MO-01	
M10-5HP-BT-01	
M11-5HP-BT-02	
M12-5HP-BT-03	
M13-5HP-BT-04	
M14-5HP-BT-05	
M15-5HP-BT-06	

Revisiones				Dibujo de Referencia
Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	
				DF-01

Proyecto de Tesis				
Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado				
DIAGRAMA UNIFILAR				
FESC - UNAM				
	Iniciales	Fecha		DE-01
Diseño:	MEChM	23-10-14	Equipo:	2014
Revisó:	MEChM	23-10-14	Escala:	s/n
Dibujó:	MEChM	23-10-14	Acotación:	
				A



SIMBOLOGÍA

BT-01	Banda Transportadora
BT-02	Banda Transportadora
BT-03	Banda Transportadora
BT-04	Banda Transportadora
BT-05	Banda Transportadora
BT-06	Banda Transportadora
SM-01	Sacador Cilíndrico Horizontal
TO-01	Tostadora Natural
MO-01	Molino para Café Industrial Tostado
EM-01	Empacadora de Granos de Café Tostados
EM-02	Empacadora de Granos de Café Tostados
SE-01	Subestación eléctrica
ME-01	Modulo ecológico

Cantidad de Conductores: 3
 Calibres: 3/0, 6, 10, 12, 14
 Diámetros de tubería:
 $\frac{1}{2}$ " $\frac{3}{4}$ " $1 \frac{1}{2}$ " $2 \frac{1}{2}$ "

CÓDIGO

A - B - C

A	Conductores
B	Calibre
C	Diámetro

Revisiones

Marca	Observaciones	Fecha	Vo. Bo.	Dibujo de Referencia
				DF-01, DF-02, DF-03 y DE-01

Proyecto de Tesis

Diseño de una Planta Productora y Comercializadora de Café Tostado

DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

FESC - UNAM

	Iniciales	Fecha			DE-02
Diseño:	MEChM	04-10-14	Equipo:	2014	A
Revisó:	MEChM	04-10-14	Escala:	1:100	
Dibujó:	MEChM	05-10-14	Acotación:	metros	



7.1 Identificación de impactos ambientales significativos

Para hacer la identificación de los aspectos ambientales que involucran al proyecto hay que entender que se considera como el *ambiente de trabajo* al entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.⁴⁰

Mientras que el *aspecto ambiental* es el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. El aspecto ambiental identificado es lo que determinará el *impacto ambiental*.

Los aspectos ambientales serán clasificados dentro de dos tipos:

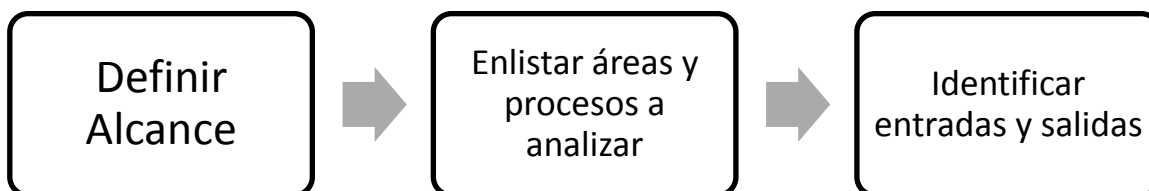
- a) *Consumo de recursos naturales*: renovables y no renovables
- b) *Generación de contaminación*: emisiones a la atmósfera, agua residual, ruido, otros...

Par lo que recordaremos las siguientes definiciones:

- a) *Recurso renovable*: recursos naturales que se pueden restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los de los seres humanos.
- b) *Recurso no renovable*: recursos con reservas limitadas o con ciclos de regeneración muy por debajo de los ritmos de explotación.

La identificación de los aspectos ambientales se basa en identificar aquellas actividades, productos y servicios que se pueden controlar y aquellos, sobre los que se pueda influir. Y esta determinación se lleva a cabo sobre el planteamiento generalizado del proceso, tomando en cuenta la ley de la conservación de la materia y energía.

La identificación seguirá las siguientes etapas:



El alcance de esta identificación tomará en cuenta las áreas de la planta que se consideran críticas y más relevantes:

- a) Proceso
- b) Oficinas y Comedor

c) Almacén de Materias Primas y Productos Terminados

Para la identificación el proceso determinado será dividido en entradas y salidas, exceptuando los almacenes que cuentan con un criterio propio. Las entradas y salidas serán analizadas bajo los siguientes criterios establecidos por el Instituto Mexicano de Sistemas de Gestión S.C., a los que se les otorgará una representación numérica:

a) Entradas:

Tabla 26. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para entradas.

Cantidad (toneladas)	#	Frecuencia de consumo	#	Tipo de recurso	#	Precio (\$/ton)	#
Alta	3	Continua	3	No renovable limitada	4	Alto	3
Media	2	Intermitente	2	No renovable abundante	3	Medio	2
Baja	1	Esporádica	1	Renovable	2	Bajo	1
				Reciclado	1		

b) Salidas:

Tabla 27. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para salidas.

Cantidad generada (ton)	#	Frecuencia de generación	#	Requisitos legales para su disposición	#	Precio de disposición (\$/ton)	#
Alta	3	Continua	3	Existen y no se cumplen	3	Alto	3
Media	2	Intermitente	2	Existen y se cumplen	2	Medio	2
Baja	1	Esporádica	1	No existen	1	Bajo	1

c) Almacén:

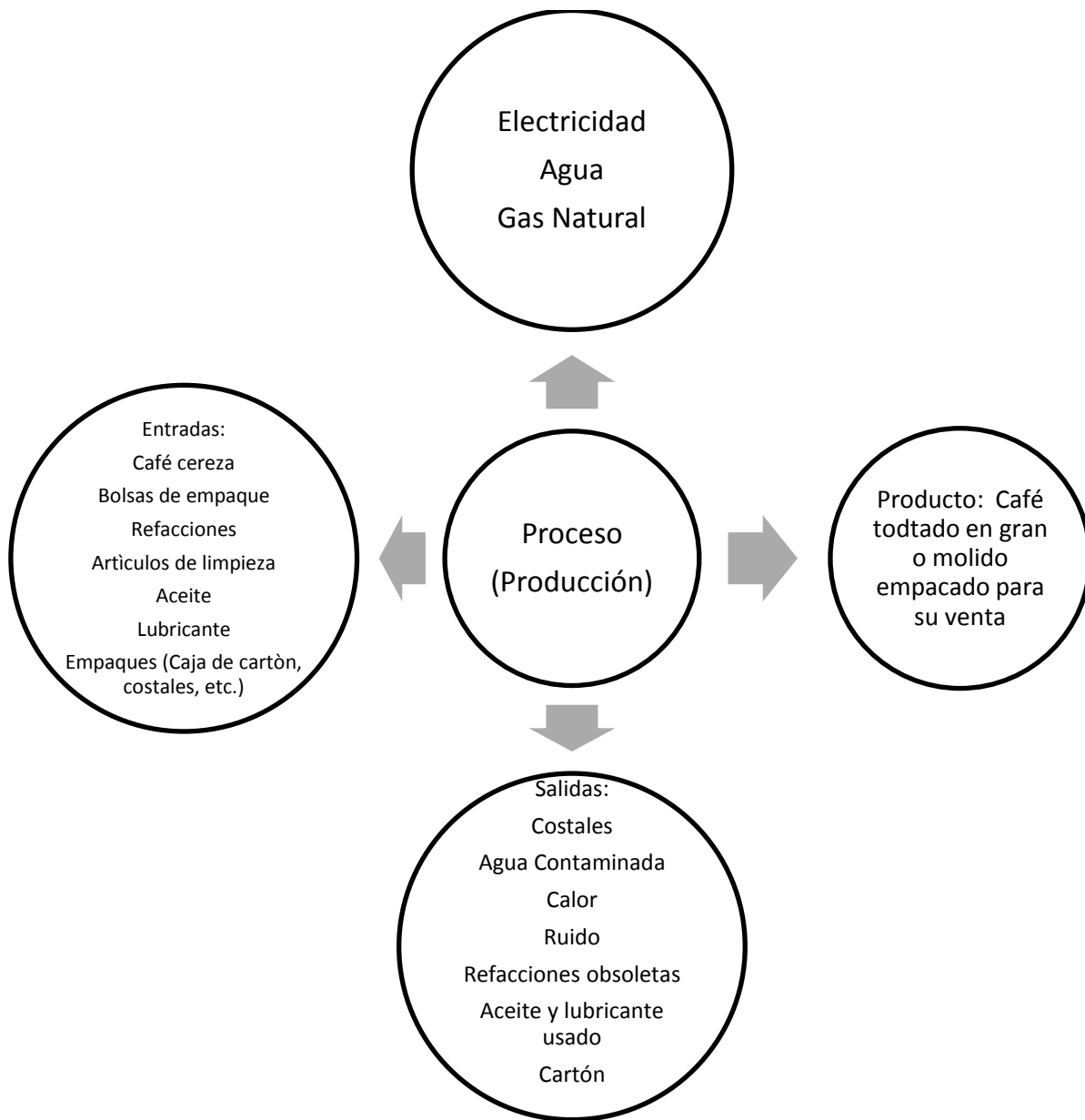
Tabla 28. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para almacenes.

Peligrosidad de la Sustancia almacenada	#	Cantidad almacenada (ton)	#
Muy peligrosa	3	Alta	3
Peligrosa	2	Media	2
Inofensiva	1	Baja	1

Lo que prosigue es realizar una suma de las representaciones numéricas otorgadas a cada aspecto ambiental. Se establece que aquellos que den una suma igual o mayor a 9 serán los aspectos ambientales significativos (a los que se les establecerá un control o un objetivo, de acuerdo a lo deseado), a pesar de eso a todos los aspectos identificados se les describirá sus posibles impactos ambientales.

Se entiende como *control* aquellos criterios operacionales (límites permisibles) en donde se debe permanecer y los cuales ya se cumplen, y como *objetivos* aquellos que sean medibles y alcanzables, que se establecen con miras en una mejoría, deben de incluirse las responsabilidades, los medios y los plazos para lograrlos.

Proceso (Producción)



a) Entradas:

Tabla 29. Criterios de evaluación de aspectos ambientales de entrada en el proceso de producción

Aspecto ambiental	Cantidad	Frecuencia de Uso	Tipo de recurso	Precio (\$/ton)	Total	Impacto Ambiental
Café Cereza	3	3	2	1	9	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.
Bolsas de empaque	2	2	4	1	9	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.
Refacciones	1	1	4	2	8	Agotamiento recursos.

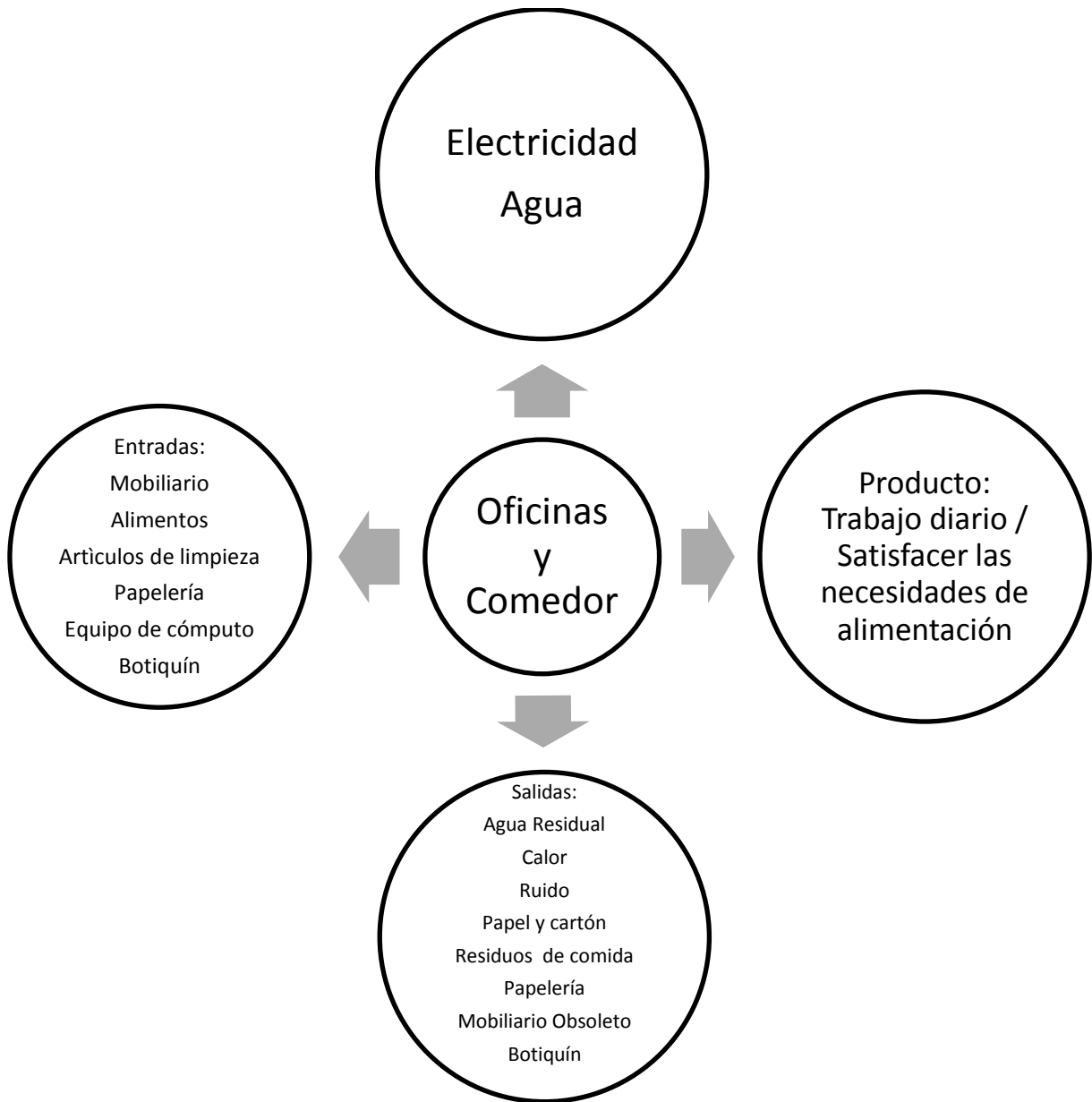
Artículos de Limpieza	1	2	3	1	7	Agotamiento recursos. Contaminación agua.
Aceite	1	1	4	2	8	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Lubricante	1	1	4	2	8	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Empaques	2	2	3	1	8	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.
Electricidad	3	3	4	2	12	Agotamiento de recursos naturales.
Agua	3	3	2	2	10	Agotamiento de mantos acuíferos.
Gas Natural	1	3	4	1	9	Agotamiento de recursos naturales.

b) Salidas:

Tabla 30. Criterios de evaluación de aspectos ambientales de salida en el proceso de producción

Aspecto ambiental	Cantidad Generada	Frecuencia Generada	Requisitos Legales	Precio (\$/ton desechada)	Total	Impacto Ambiental
Pulpa, bagazo	3	3	1	1	8	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.
Bolsas de empaque	2	2	1	1	6	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.
Refacciones usadas	1	1	1	2	5	Agotamiento recursos.
Agua Contaminada	3	3	2	2	10	Agotamiento de mantos acuíferos. Contaminación de los mismos.
Aceite usado	1	1	1	2	5	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Lubricante usado	1	1	1	2	5	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Empaques	2	2	1	1	6	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.
Calor	2	3	1	1	7	Contaminación ambiental. Agotamiento de electricidad.
Ruido	2	1	1	2	6	Contaminación ambiental.

Oficinas y Comedor



a) Entradas:

Tabla 31. Criterios de evaluación de aspectos ambientales de entrada en el área de oficinas y comedor.

Aspecto ambiental	Cantidad	Frecuencia de Uso	Tipo de recurso	Precio (\$/ton)	Total	Impacto Ambiental
Mobiliario Obsoleto	1	3	2	1	7	Agotamiento de recursos.
Alimentos	1	2	2	1	6	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.
Artículos de limpieza vacíos	1	1	4	1	7	Agotamiento recursos.

Artículo de Cómputo obsoletos	1	2	4	2	8	Agotamiento recursos. Contaminación agua y suelo.
Papelería (papel y cartón)	1	2	2	1	6	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Material de Botiquín obsoleto	1	1	4	2	8	Agotamiento recursos.
Residuos de comida	2	3	4	1	10	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.
Agua Residual	1	1	2	1	5	Agotamiento de mantos acuíferos. Contaminación de los mismos.

b) Salidas

Tabla 32. Criterios de evaluación de aspectos ambientales de salida en el área de oficinas y comedor.

Aspecto ambiental	Cantidad Generada	Frecuencia Generada	Requisitos Legales	Precio (\$/ton deshechada)	Total	Impacto Ambiental
Agua Residual	1	1	2	1	5	Agotamiento de mantos acuíferos. Contaminación de los mismos
Calor	1	1	1	1	4	Contaminación del ambiente.
Ruido	1	1	2	1	5	Contaminación del ambiente.
Aceite usado	1	1	1	2	5	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Lubricante usado	1	1	1	2	5	Agotamiento recursos. Contaminación suelo y agua.
Empaques	1	1	1	1	4	Agotamiento recursos. Contaminación suelo.

Almacén de Materia Prima y Productos Terminados

Tabla 33. Criterios de evaluación de aspectos ambientales en el área de almacén.

Aspecto ambiental	Cantidad Almacenada	Peligrosidad	Total	Impacto Ambiental
Café Cereza	3	1	4	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.
Café Tostado Molido	1	1	2	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.
Café Tostado en Grano	2	1	3	Agotamiento de tierra cultivable, agua, etc.

Por lo que después de este análisis podemos establecer que los aspectos ambientales significativos son:

En el área de Producción:

- Consumo de Café Cereza
- Consumo de Bolsas de Empaque
- Consumo de Electricidad
- Consumo de Agua
- Generación de Agua Contaminada

En el área de Oficinas y Comedor:

- Consumo de Electricidad

A los cuales se les creará un programa de control operacional / objetivo: al consumo de Café Cereza no se le puede establecer un control porque depende de la demanda de producción, lo más que se puede proponer al respecto es asegurarse que el material entregado por el proveedor sea de la más alta calidad para evitar un mayor porcentaje de descarte en el proceso interno de calidad. Además de que siempre se buscará aprovechar la mayoría de estos desechos orgánicos como composta.

En cuanto a las bolsas de empaque no se podrá establecer un control por el mismo motivo que el Café Cereza, va de acuerdo a la demanda, lo que se podría llegar a considerar es un empaquete ecológico.

El consumo de electricidad en la zona de Producción será complicado de controlar, pero en las oficinas se puede armar una campaña local donde instruyas y concientices a la gente a apagar las luces cuando no se usen, apagar sus computadoras y desconectar todo lo que no sea usado, así como establecer un control, es decir, un límite máximo permisible de la energía que se podría gastar mensualmente.

El consumo y generación de agua contaminada dependerá de la producción.

Se podría llegar a considerar como objetivo (a futuro) el instalar una planta de tratamiento de agua, por lo que el volumen de agua desechado disminuiría radicalmente.

El consumo de gas natural podrá controlarse momentáneamente porque no resulta un consumo tan alto, debido a que el secador también se alimenta de bagazo, y un objetivo a largo plazo podría establecerse en cuanto hacer una adaptación total al secador para que el secador utilice sólo bagazo como combustible.

CAPÍTULO 8: Estudio de mercado en México y en el mundo



Para la comercialización y distribución de café, existen tres clasificaciones de café, establecidas por Euromonitor International en su “Análisis del Mercado Nacional y Regional del café en México”⁴¹:

Café verde	Grano obtenido del fruto de los árboles de la especie <i>Coffea Arábica</i> , descascarado, no descafeinado y listo para el tostado. Se denomina también crudo o café oro.
Café fresco	Se refiere al café recién elaborado para su consumo, es la agregación de café molido y café tostado.
Café tostado	Comprende todos los tipos de granos de café frescos enteros empacados.

Tabla 29. Clasificaciones de café para la comercialización y distribución.

Como podemos ver en la siguiente tabla, existen tres importantes canales para su importante distribución a nivel nacional:

- Supermercado
- Hipermercados
- Bodegas de descuento

En esta tabla se compara la distribución de café soluble en México del año 2005, 2010 y una proyección de estas tendencias para el año de 2015. En esta comparación se considera: presentación de la distribución del café, su ganancia y su crecimiento:

Canal	Clasificación de café	Métrica	Unidad	2005	2010	2015
Supermercado	Café soluble	Volumen	Kilos	2'033,167.25	3'102,916.45	4'091,986.47
			% crecimiento		34%	24%
Hipermercado	Café soluble	Volumen	Kilos	4'451,563.75	7'004,244.77	10'060,624.87
			% crecimiento		36%	30%
Bodegas de descuentos	Café soluble	Volumen	Kilos	6'519,796.21	9'916,607.47	15'274,639.38
			% crecimiento		34%	35%

Tabla 30. Distribución de café soluble en México (2005, 2010, 2015). Euromonitor International.

La cadena de supermercado entre 2010 y 2015 presentará un crecimiento del 24%, en los hipermercados se registrará una pérdida del 6%, mientras que las bodegas de descuento presentaran una pérdida de 1%. Como podemos observar el consumo en el mercado mexicano el único sector que podrá tener un crecimiento será en el sector de supermercados mientras que las tiendas de conveniencia de lujo y las económicas presentarán una reducción en su distribución.

Para el café tostado molido, tenemos el siguiente análisis.

Canal	Clasificación de café	Métrica	Unidad	2005	2010	2015
Supermercado	Café molido	Volumen	Kilos	809,206.37	1'286,464.63	1'699,470.08
			% crecimiento		37%	24%
Hipermercado	Café molido	Volumen	Kilos	1'451,727.83	2'360,546.58	3'404,919.00
			% crecimiento		39%	31%
Bodegas de descuentos	Café molido	Volumen	Kilos	1'000,153.28	1'654,696.46	2'590,435.92
			% crecimiento		40%	36%

Tabla 31. Distribución de café molido en México (2005, 2010, 2015). Euromonitor International.

En este caso se presenta el mismo comportamiento de pérdida considerable en el mercado mexicano en los tres sectores con una pérdida entre el 3% y 4% respecto al consumo del producto.

Por otro lado, para el café tostado tenemos:

Canal	Clasificación de café	Métrica	Unidad	2005	2010	2015
Supermercado	Café tostado	Volumen	Kilos	58,007.62	140,423.96	235,033.10
			% crecimiento		59%	40%
Hipermercado	Café tostado	Volumen	Kilos	120,475.34	309,579.88	546,468.48
			% crecimiento		61%	43%
Bodegas de descuentos	Café tostado	Volumen	Kilos	0.00	0.00	0.00
			% crecimiento		-	-

Tabla 32. Distribución de café tostado en México (2005, 2010, 2015). Euromonitor International.

En la tabla 32 observamos una disminución más pronunciada en la distribución de este café teniendo una pérdida de 19% y 18%, lo que nos haría creer que en el mercado mexicano el café tostado es un producto que cada vez tiene una menor distribución.

	2005	2010	2015	2005/10 CAGR	2010/15 CAGR
Millones de sacos de café verde (consumo)	2.0	2.7	3.6	6.2%	5.9%
Kg de café verde consumidos per capita	1.16	1.43	1.85	4.3%	5.3%
Millones de sacos de café verde (producción)	4.9	4.1		-3.5%	

Tabla 33. Consumo de café verde en México (2005, 2010, 2015)

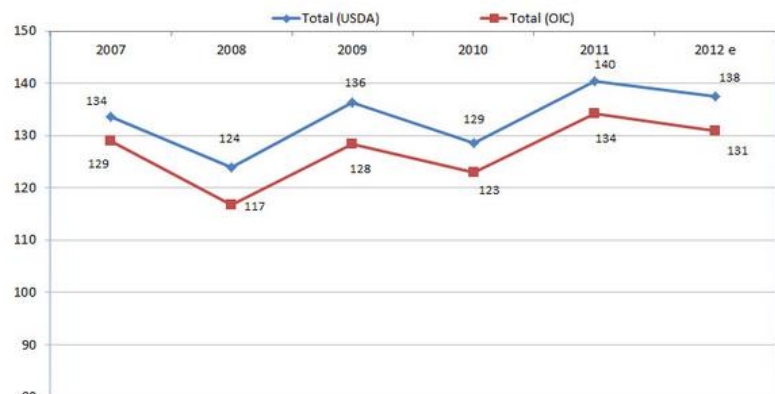
Como vimos en los tres casos anteriores, en el mercado mexicano la distribución de café podría presentar una disminución, sin embargo por otro lado, el consumo de este producto va incrementándose de acuerdo a la Tabla 33.

En la tabla 33 el consumo de café incrementa de 2005 a 2010 un 0.7 millones de sacos representando un incremento de 6.2%, sin embargo la proyección a 2015 en cifras de millones de sacos se nota un incremento de 0.9% pero al observar la comparación de crecimiento 2010-2015 el porcentaje se ve ligeramente disminuido a un 5.9%. Tenemos también el consumo de café per capita, el incremento es constante entre los años 2005, 2010 y 2015 ya que en las comparaciones entre el 2005-2010 y 2010-2015 ambas tienen un porcentaje de crecimiento de 4.3% y 5.3% respectivamente.

Por otro lado, en la producción se presenta una disminución de la producción entre los años 2005 y 2010. Sin embargo, en México el valor de la producción primaria es de 800 MDD, la exportación del café mexicano tiene un valor de 900 MDD y tiene un valor interno de 1,600 MDD. En el país existen 504 mil productores de café en consecuencia involucra a 3 millones de familias mexicanas involucradas en la producción de café, de los cuales se encuentran principalmente en 12 estados del país, los cuales son: Chiapas, Veracruz, Puebla, Nayarit, Colima, Hidalgo, Oaxaca, Jalisco, Guerrero y San Luis Potosí.

Si hablamos del mercado mundial, la OIC (Organización Internacional de Café), a la cual pertenece México, entre el ciclo 2007-2012 la producción se mantuvo dentro de un rango constante, pero con pico tanto a la alza como a la baja. Este comportamiento se ve fundamentado por algunas cifras reportadas por la USDA (*United States Department of Agriculture* – Departamento de Agricultura de Estados Unidos). Ambos reportes los podemos ver ejemplificados en la gráfica de la izquierda.⁴³

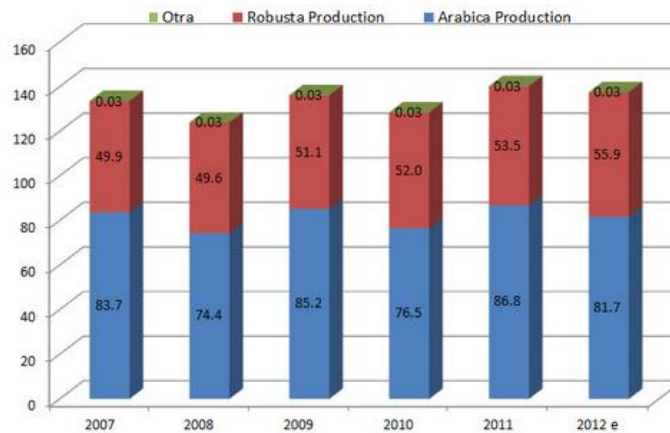
Producción mundial de café verde según fuente, ciclos cafetaleros del 2007 al 2012*
(millones de sacos de 60 kg)



Fuente: AMECAFE con datos del USDA y la OIC
*Ciclo cafetalero concluido en el año señalado

De esta producción, la mayor cantidad corresponde al café arábica (arábigo), lo cual se ejemplifica a continuación:

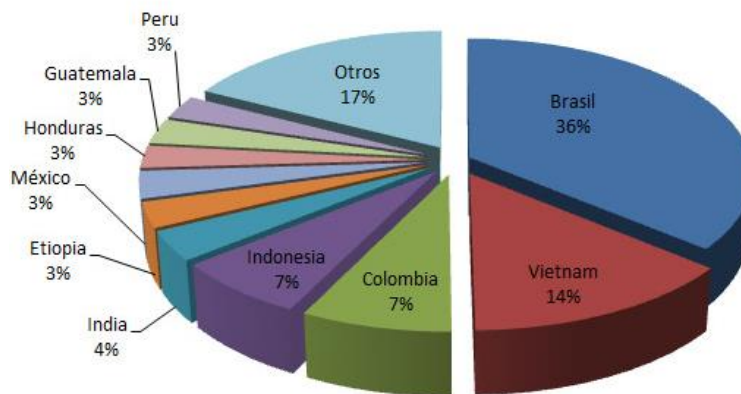
Producción mundial de café verde según variedad, ciclos cafetalero del 2007-2012*
(millones de sacos de 60 kg)



Fuente: AMECAFE con datos USDA
*Ciclo cafetalero terminado en el año que se indica

Seguendo el reporte de la USDA nos encontramos que nivel mundial el abastecimiento del café se divide en los siguientes países productores:

Participación por país en la producción mundial de café verde
(promedio ciclos cafetaleros del 2007 al 2011)



Fuente: AMECAFE con datos del USDA

El mercado internacional es abastecido principalmente por Brasil y Vietnam, mientras que México representa un 3% de la producción internacional.

En la siguiente tabla podemos observar lo anterior representado en cifras significativas:

Producción mundial de café verde por país productor, ciclos cafetaleros del 2007 al 2012*
(Miles de sacos de 60 Kg)

PAIS	2007	2008	2009	2010	2011	2012 e	Variación	% var
TOTAL	133,618	123,948	136,239	128,505	140,337	137,583	2,754	-2.0%
Brasil	46,700	39,100	53,300	44,800	54,500	49,200	-5,300	-10%
Vietnam	19,500	18,000	16,980	18,500	18,735	20,600	1,865	10%
Colombia	12,164	12,515	8,664	8,100	8,525	8,500	-25	0%
Indonesia	7,500	8,000	10,000	10,500	9,325	8,300	-1,025	-11%
India	4,665	4,660	4,375	4,825	5,040	5,200	160	3%
Etiopia	4,036	3,906	3,650	4,000	4,400	4,700	300	7%
México	4,500	4,350	4,550	4,150	4,000	4,300	300	8%
Honduras	3,460	3,642	3,225	3,550	3,900	4,100	200	5%
Guatemala	4,050	4,110	3,980	4,010	3,810	3,810	0	0%
Peru	4,400	2,800	4,000	3,300	4,100	3,800	-300	-7%
Otros	22,643	22,865	23,515	22,770	24,002	25,073	1071	4%

Fuente: Foreing Agricultural Services, FAS-USDA

<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>

Tabla 34. Producción mundial de café verde, reportado por USDA en ayuda con FAS (Servicios de Agricultura Extranjeros).

A nivel internacional, México produjo en promedio 4308.33 millones de sacos de 60 Kg de café (en el ciclo cafetalero 2007-2010) mientras que la producción del país líder es de 47933.33 millones de sacos de 60 kg, por lo que la producción mexicana representa el 8.98% de la producción brasileña.

En 2011 de acuerdo con datos de la USDA, en este periodo predominó la producción de la variedad de café arábigo, este equivale al 95% de la producción mientras que el café robusta se generó solo un 5%.⁴²

México se caracteriza por su producción de café arábigo (aproximadamente un 5% de la producción de café arábigo mundial).

En general, para la producción mexicana la superficie sembrada entre el ciclo cafetalero 2007-2012 sufrió una reducción de 31,124 hectáreas, aunque entre la superficie sembrada y la cosechada existe una gran diferencia numérica ya que pueden existir factores externos que puedan interferir con el crecimiento o el buen cultivo de la planta, este comportamiento junto con el rendimiento, precio, volumen y valor de la producción lo podemos observar en la siguiente tabla:

México: Superficie, rendimiento, precio, volumen y valor de la producción de café cereza y su ECV
Ciclo (2007-2012)*

	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Producción café cereza	Rendimiento	Precio Medio Rural, café cereza	Valor de la Producción café cereza	Producción café ECV/1	Producción café ECV/1
	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)	(ton)	Sacos de 60 kg
2007	800,910	772,036	1,458,804	1.89	1,087	4,865,693	268,566	4,476,096
2008	796,823	766,984	1,414,669	1.84	3,918	5,542,665	260,441	4,340,676
2009	791,917	765,697	1,436,559	1.88	3,722	5,346,596	264,471	4,407,843
2010	781,016	741,411	1,332,263	1.80	4,299	5,727,519	245,270	4,087,828
2011	775,074	731,679	1,287,643	1.87	5,293	6,815,879	237,055	3,950,917
2012**	769,786	724,803	1,358,840	1.88	5,293	7,192,748	250,162	4,169,374

Fuente: AMECAFE con datos del SIAP

* Ciclo perenne, riego más temporal

** Información disponible al 31 de agosto 2012; precio medio rural y valor de producción estimados

1/ Considerando que 1 kg de café cereza es igual a .1841 kg de café verde

ECV: Equivalente a café verde

Tabla 35. Valores de la producción de café cereza.

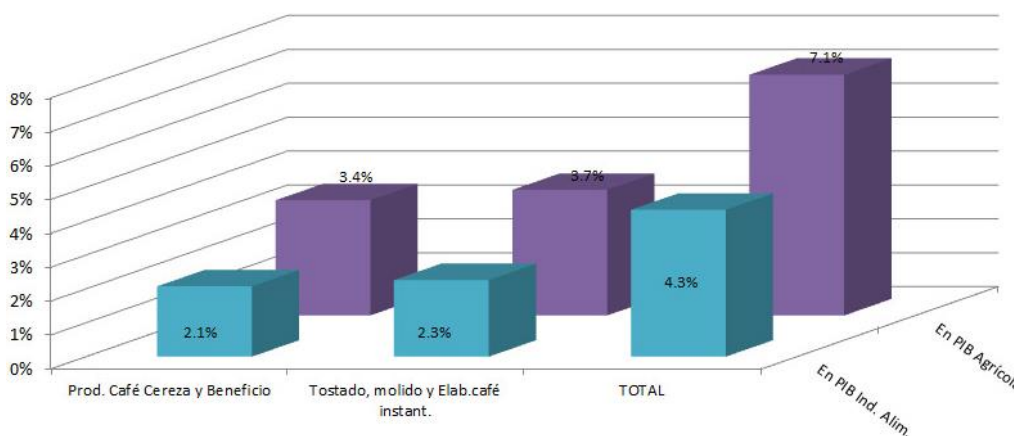
En la tabla 35 observamos que se hace una comparación entre el aspecto de rendimiento de producción y sembrado a través de la comparación de la superficie sembrada, cosechada, producción de café cereza y rendimiento; también considerando los aspectos económicos de la producción como precio medio rural del café cereza, valor de la producción de café cereza, producción de café por tonelada y por saco de 60 kg.

En este análisis podemos ver que la superficie sembrada en todos los casos es superior a la superficie cosechada esto es debido a que cuando se siembra la semilla no germina de manera correcta ya sea por factores de semilla o por factores externos en los cuales no se produce un crecimiento de la semilla, sin embargo en 2007 hubo una mayor superficie de sembrado de hectáreas que en los años posteriores, se desconoce la principal razón por la que se ha dejado de sembrar dicha cantidad de hectáreas.

Por otro lado, observamos que las hectáreas cosechadas fueron en aumento a pesar de la disminución de las hectáreas sembradas, podríamos aventurarnos a decir que los cultivadores encontraron una manera más eficiente de cultivar, por lo que la reducción de hectáreas sembradas no representó un inconveniente, el aumento reflejado en nos da la idea de una mejoría en la cantidad de producción. A pesar de esto, la producción de café se mantuvo en márgenes considerables, ya que con una disminución de superficie sembrada y un aumento de superficie cosechada la generación de este producto tuvo una reducción pequeña que llevó de una producción de cereza de café de 1,458.804 Ton a 1,358.340 Ton.

Respecto a la parte económica, el precio medio de café rural en el ciclo cafetalero 2007-2012 incrementó de 1,087 \$/ton a 5,293 \$/Ton lo que se tradujo en a una producción con un valor de 7, 192,748 miles de pesos.

México: Participación del Valor de la producción de Café en el PIB, 2010



Fuente: AMECAFE con datos de INEGI y del SIAP.

En general, la producción y consumo de café forman parte de Producto Interno Bruto (PIB) del país, para 2010 en el sector agrícola junto con el sector alimenticio la producción de café cereza representó un 3.4% en el sector agrícola mientras que en el sector alimenticio un 2.4%. Para el café tostado, molido y café instantáneo en el porcentaje del PIB agrícola fue de 3.7% y en el PIB alimenticio de 2.3%. Dando un total de aportación al PIB de 7.1% al PIB agrícola y de 4.3% al PIB alimenticio.

Parte de esta producción, se exporta a mercados internacionales, de esa producción en 2012 se reportó el siguiente comportamiento:

México: Volumen, valor y precio promedio de exportación por variedad de café, Mensual Ene-May 2012 (Toneladas, Millones, PESOS/ton)

MES	VOLUMEN (TON)				VALOR (Millones de pesos)				PRECIO PESOS/ton			
	Arabiga	Robusta	Otros*	TOTAL vol	Arabiga	Robusta	Otros*	Total Valor	Arabiga	Robusta	Otros*	promedio total
ene-12	10,066	17	1,556	11,640	722	1	164	887	71.76	61.50	105.16	79.47
feb-12	12,120	186	1,718	14,025	800	8	188	995	66.01	40.89	109.18	72.03
mar-12	15,684	211	1,467	17,362	993	9	155	1,157	63.30	44.30	105.82	71.14
abr-12	18,480	95	1,452	20,027	1,129	4	166	1,299	61.11	45.90	114.02	73.67
may-12	18,897	82	1,455	20,434	1,167	3	162	1,332	61.76	39.60	111.16	70.84
ENE-MAY-12	75,223	592	7,673	83,488	4,810	26	836	5,671	63.94	43.33	108.91	72.06

Notas:

* Soluble, tostado, extracto y tostado y molido (normales y descafeinados)

Fuente: AMECAFE con datos del VUCEM, certificado de origen.

Tabla 36. Valores de exportación de variedad de café.

El volumen de exportación de la primera mitad del 2012 fue de un total de 83, 488 toneladas, de las cuales 75,223 ton fue de café arábica, 592 de café robusta y 7,673 de otras presentaciones de café como soluble, tostado, extracto, tostado y molido (en sus modalidades normales y descafeinados) interpretándose en un valor de 5,671 millones de pesos, dando un promedio total de 72.06 pesos por tonelada de café.

Por otro lado, en las ventas de primera mano en el ciclo cafetalero 2009-2012 el café pergamino seco dominó las ventas ya que su procesamiento y acondicionamiento posterior es solo una pequeña parte de lo que se requiere para que el café sea consumido.

Todo lo anterior forma parte de manera directa o indirecta de la cadena de distribución del café a nivel nacional e internacional:

Cadena de Distribución



Mercado de café

En México, los dos principales modelos de cadena de distribución a nivel nacional están constituidos por un gran intermediario que vende a distribuidores o comercializadores, o una organización con propios canales de distribución. Sin embargo existe un tercer modelo que no es tan frecuente, que es una cadena de distribución utilizada por comercializadores donde no requiere de intermediarios. El consumo doméstico de café ha incrementado desde 2005, sin embargo la principal venta de café se divide en tres cadenas de consumo:

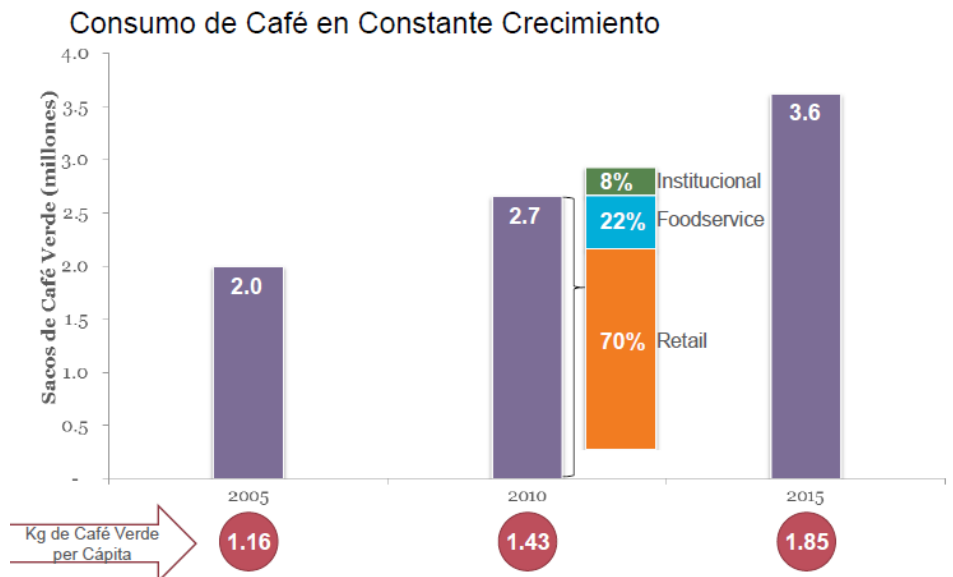
1. Retail (menudeo): se refiere a las cadenas de autoservicio o tiendas de conveniencia.
2. Institucional: Aquel canal de consumo como oficinas del sector público y privado hasta hoteles.
3. Foodservice: Son cafeterías, restaurantes, comida rápida, etc.

Donde el canal de retail (menudeo) es el más predominante, el foodservice es el más dinámico y por último el institucional va perdiendo importancia. La tendencia del consumo de café en México es el surgimiento de cafeterías ya que cada día resulta más común ver cada vez más lugares donde se pueda tomar café en nuevas variedades y esto va provocando un cambio en las costumbres de los mexicanos. Actualmente la población de consumidores de café ha atraído a jóvenes predominando clase media y alta que anteriormente que no solían consumir café. Esto también se debe a una mejora de la imagen de café ya que mediante campañas publicitarias se ha dado a conocer el beneficio del café y posicionando al café como un producto de estatus mejorando su percepción local.

En consecuencia el consumo de café per cápita ha incrementado, lo cual es apreciable en la gráfica de la derecha.

Podemos observar que en el consumo de café per cápita se concentra principalmente en el retail con un 70%. El café que predomina en la venta del canal de distribución retail es el café soluble, el canal foodservice va en aumento debido a la importancia de las

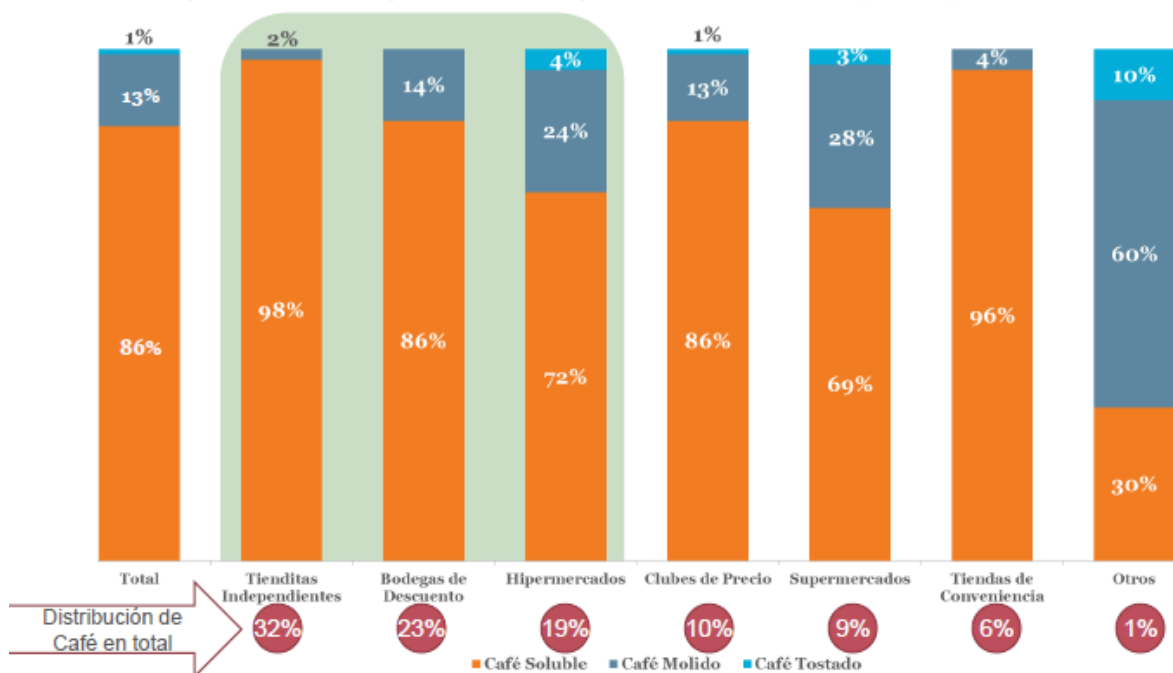
nuevas cafeterías y por el cambio en el concepto de café en México y el canal institucional predomina el café molido y el café soluble.



→ Canal Retail:

En este canal domina el café soluble con un consumo de 86% que aunque este consumo se incrementa, este crecimiento se ve desacelerado con respecto al crecimiento con el café tostado y molido. Por otro lado, con la entrada y crecimiento de cafeterías especializadas en preparación de café han creado oportunidades para el café molido que también crece en consumo para un consumo en casa ya que el consumidor quiere ingerir un café con un sabor más suave que el soluble. La tasa de crecimiento del café molido para los años 2005-2012 fue de 10.3% anual. Mientras que la presencia del café tostado en este canal es limitada presentando una tasa de crecimiento en 2005-2010 de 20.4%, mientras que para el periodo 2010-2015 se estima una caída hasta un porcentaje de 11.9%. Todo y más análisis no es posible realizar si analizamos la siguiente gráfica realizada en el 2010 por Euromonitor International.

Participación de Tipo de Café por Canal Retail (2010)



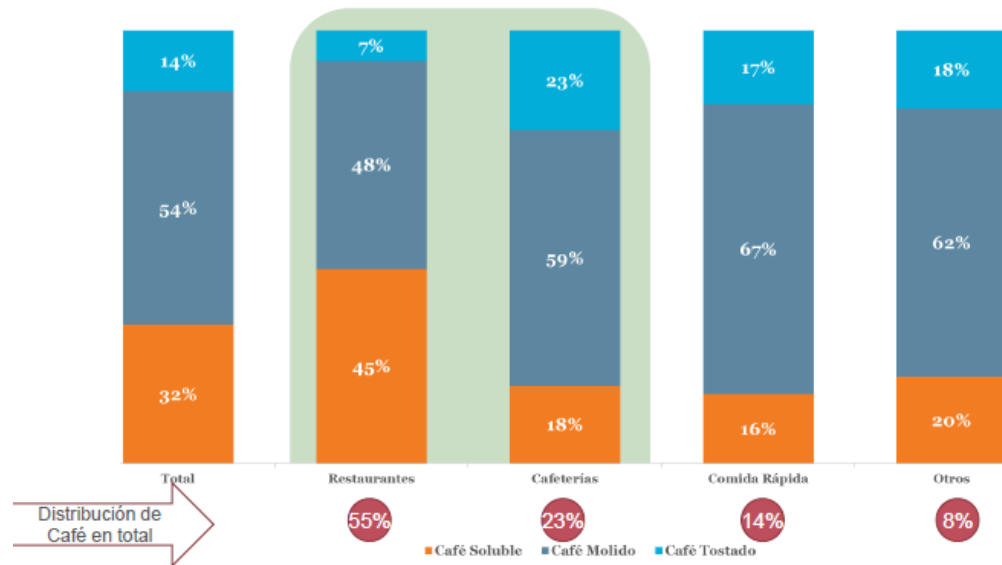
➔ Canal Foodservice:

En este canal el café soluble tomará una mayor importancia en mezclas frías ya que el tipo de café y la calidad de grano original no es tan importante en el sabor de la bebida terminada, ya que es un saborizante más entre una mezcla de sabores. Por lo que últimamente ha habido un alto crecimiento en el volumen comparado por la industria. Sin embargo, el café molido es el líder en esta categoría, representando un 54% del canal de distribución foodservice, esto se debe a que los consumidores demandan una mayor calidad del café que se toma fuera del hogar, esta industria da más importancia al tipo de café que se usa para las bebidas.

El volumen de café tostado ha tenido un mejor desempeño en términos de tasa de crecimiento anual ya que entre los años 2005 y 2010 creció un 11.5% anual y entre se espera que para el 2015 presente un crecimiento de hasta un 12.9%. El café tostado representa un

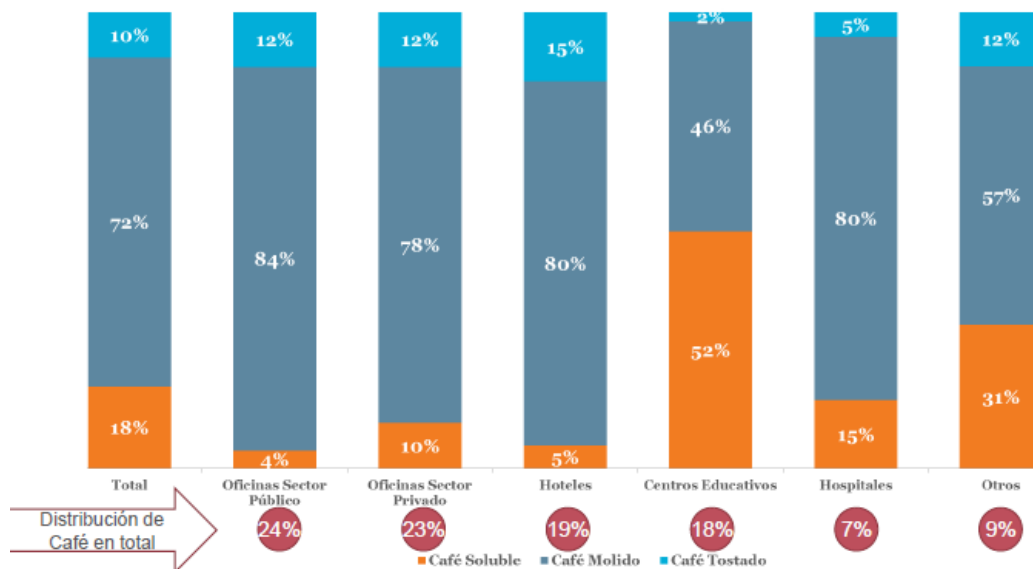
14% del canal de distribución foodservice. Par una mayor referencia se presenta la siguiente gráfica:

Participación de Tipos de Café por Canal de Foodservice (2010)



→ Canal Institucional:

Participación de Tipo de Café por Canal Institucional



El café soluble en este mercado representa un 18% su participación serpa estable ya que su consumo se concentra en centros educativos siendo el 53% del consumo de este café en instituciones en general y en este mercado no existe un impulso de marcas para cambiar la preferencia del cliente. El café molido que representa un 72% de este mercado siendo las oficinas del sector público y privado los principales clientes del café molido (ambos canales consumen el 52% del café) sin embargo, este porcentaje se reducirá debido a que el consumidor final migrará a

comprar café al canal foodservice. Por último el café tostado, que solo es el 10% del mercado institucional, los hoteles son el principal consumidor de este café (29% del volumen) y se espera que este seguirá creciendo en los próximos años con una tasa de 4.5% anual. Se presenta la gráfica de análisis correspondiente.



En conclusión, existe un mercado potencial que va en crecimiento cada año debido a las cadenas de café principalmente, ya que gracias a la publicidad y los estudios recientes que muestran los beneficios⁴⁹ del café el consumidor mexicano cada vez se informa más acerca de este producto y surge esa atención que en años anteriores no había experimentado el café, también parte de su publicidad hace que el café tenga una imagen más sofisticada dando una imagen de superioridad.

Por tanto mientras más incrementa la demanda se necesita más oferta, en nuestro país tenemos 12 regiones productoras que producen principalmente café arábica, esta producción contribuye al mercado interno principalmente y al externo aportando ganancias debido a la exportación del café mexicano al mundo, si la producción de México creciera un poco más podría tener más presencia mundial y así competir contra Brasil o Vietnam quienes lideran el mercado debido a sus altas producciones de café. Por lo que el café es uno de los productos más importantes para este país y contribuir a este mercado ayudaría a mejorar la competitividad y aumentar la producción de café para el canal de retail, foodservice e institucional, impulsando a los productores y abasteciendo la demanda creciente en el país.



La industria del café en México representa una actividad estratégica fundamental en el sector agrícola. El café como principal producto de Chiapas presenta varias oportunidades de negocios tanto para inversionistas extranjeros y nacionales.

La implementación de una empresa productora y comercializadora de café tostado consta de dos partes principales: el desarrollo de la ingeniería y una parte económica. El desarrollo de la ingeniería de este proyecto nos llevó a desarrollar un diseño con las etapas básicas del proceso: desmucilaginado, secado, tostado, molienda, empackado; todo esto desarrollando cálculos, diagramas y planos correspondientes a cada etapa. Pero al realizar una investigación bibliográfica pertinente no llevó a pensar en proponer un proceso más rápido y ecológico con el medio ambiente, por lo que se propuso que el beneficio húmedo y desmucilaginado sea un solo proceso, llamado *módulo ecológico*, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de agua en más de un 90%, ya que por kilogramo de café se utilizan 10 L de agua⁴⁴ en el beneficio húmedo y 0.89 L por Kg de café⁴⁵ en el desmucilaginado, por lo que en total, tomando en cuenta los datos de la producción, tendríamos un consumo de 10.89 L por Kg de café mientras que con el *módulo ecológico* obtenemos 0.16 L por Kg de café, en consecuencia al reducir la cantidad de agua utilizada en este proceso se reducen las mieles de café las cuales son tóxicas y producen un daño al ambiente considerable, por lo que estas aguas deben de ser tratadas con un procedimiento especial para su disposición. Por otro lado, en cuestión económica hasta Octubre del 2014 por un consumo mínimo de agua de 15m³, en el estado de Chiapas, se cobraba \$311.29 MN para tarifa industrial por lo que por metro cúbico se pagaría \$0.048 MN, considerando que nuestro consumo en el proceso sería de 0.00016 m³ equivale a un costo de \$0.0033 MN por litro de agua utilizado por cada kilo de café mientras que para el procedimiento tradicional de café de 0.01089 m³ representa un gasto de \$0.2259 MN reduciendo el gasto económico en más del 90%.

Respecto al proceso de secado, normalmente en un proceso industrial de café común el secado mecánico va desde 24 a 36 h, mientras que el procedimiento que proponemos en este proyecto es ahorrar de 6 a 18 h de proceso de secado mecánico lo que se traduce en un ahorro de 25% a 50% de consumo de gas natural en consecuencia es un ahorro económico de \$10 MN a \$30 MN en cada ciclo, tomando como referencia que el precio de gas según la Secretaría de Energía para la región de Chiapas es de \$14.56 hasta Enero de 2014.

Para complementar y hacer posible una implementación de este proyecto faltaría considerar el aspecto económico, lo que a lo largo de la carrera conocimos como ingeniería económica y evaluación de proyectos, lo que consistiría en un estudio de mercado, un estudio de viabilidad y rentabilidad (obteniendo costos fijos y variables: mano de obra, producción, insumos, etc.), así como el plazo en el que se podría recuperar la inversión.

La aportación de la implementación de un proyecto de este estilo se resumiría en una propuesta de inversión viable, que además resulta ser una aportación integral, es decir, no sólo beneficia al país con el desarrollo de su economía y su competitividad por ofrecer un precio menor de

producción (y consecuentemente de venta) en un producto de alta calidad, sino que hace esto a través del establecimiento de una consciencia ecológica, que se traduce en un menor impacto ambiental. Además de que promoverá empleos y ayudará al incremento del nivel de vida social de la región y ayudará al espíritu nacionalista llevando lo *Hecho en México* a nuevos estándares, al mismo tiempo que se incrementa la hermosa cultura del café y la ecología.

Como Ingeniera Química, el investigar y desarrollar parte de un proyecto como éste me permitió la aplicación y expansión de algunos conocimientos adquiridos en diversas materias, ya que recurrimos a conocimientos de equipos, tuberías, servicios, etc.; además de que me permitió incorporar a lo que la visión ecológica que creemos debería ser considerada en todo tipo de industrias. Además me llevó a la realización que es ya de conocimiento popular: el ámbito de comida siempre representará una inversión viable, porque a pesar de que la historia del café es considerada antigua, su vigencia es indudable en nuestra sociedad actual, tanto que las empresas de mayor difusión actualmente son basadas en la presentación de esta antigua bebida con diversas modificaciones a su aspecto y acompañamiento.

Como ingenieros no podemos aspirar a más que lo aquí expresado: un desarrollo de nuestros conocimientos y ampliación de nuestra visión del mundo, al tiempo que se realiza una aportación integral para un país que aún tiene mucho que dar.



✱ Referencias de acuerdo a la numeración:

1. FLAMENT, Ivon. *“Coffe Flavor Chemistry”*. John Wiley & Sons Ltd. USA. 2001.
2. Ley Federal del trabajo.
Para cuestiones relacionadas con el personal que operará en la planta. Recuperado de:
http://www.stps.gob.mx/bp/micrositios/reforma_laboral/archivos/Noviembre.%20Ley%20Federal%20del%20Trabajo%20Actualizada.pdf
3. NORMA Oficial Mexicana NOM-169-SCFI-2007, Café Chiapas – Especificaciones y métodos de prueba.
Especificaciones café verde, numeral 7.1.
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-030-SCFI-2006, Información comercial- Declaración de cantidad en la etiqueta- Especificaciones.
Especificaciones de etiqueta, capítulo 4.
5. Norma Mexicana NMX-EE-120-1981. Envase papel. Bolsas para envasar café. Dimensiones.
Para especificaciones de medidas, tabla 1 y 2.
6. Norma Mexicana NMX-F-013-SCFI-2010, Café puro tostado, en grano o molido, sin descafeinar o descafeinado – Especificaciones y métodos de prueba.
Pruebas en incisos: 11.7 – 11.10
7. SEMARNAT (15-FEB-2015) – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
www.semarnat.gob.mx
Definición de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. Recuperado en:
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-solidos-urbanos>
Definición de residuos peligrosos. Recuperado en:
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgosas/residuos-peligrosos>
8. NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
9. LGPGIR – Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
Programas para la prevención y gestión integral de los residuos – Capítulo I
10. Pinhalense: Ecoflex-4. Recuperado en (27-OCT-2013):
http://www.pinhalense.com.br/es.equipment.php?id_maquina=391
11. Bendig: Secadora cilíndrica. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://www.bendig.co.cr/detalle.php?id=SECADORA%20CILINDRICA>
12. DiScaf: Tostadora Natural TN-300. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://www.discaf.com/tostadoras-caf-industriales-naturales-TN-60-120-180-300.html#>
13. Cafeterías Café: Molino para café industrial. Recuperado en (27-OCT-2013):
http://www.cafeteriascafe.com/index/op/prod/id/molino_para_cafe_industrial.html
14. SHOUDA, Shangai Ouda Packing Machinery & Material Co.: Máquina Empacadora Granular.
Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://www.shoudapacking.com.es/granular-packing-machine.html>

15. Se obtuvo la cotización e información de la localización del terreno en la página <http://www.vivanuncios.com.mx/>
 Donde era ofertado por el usuario: ramos58
 En la entrada del terreno se ofrecía la siguiente descripción que acompañaba al plano de localización. También se especificaba que el tipo de vendedor era una inmobiliaria.
- Descripción: AT'N: FRACCIONADORES, VENDO TERRENO 5 HECTAREAS, PLANA, SEMI PLANA, CON VISTA PANORAMICA AL NORTE, TIENE SEÑALAMIENTO DONDE PASARA EL NUEVO BOULEVARD DE NORTE A SUR, FACIL ACCESO A LUZ AGUA Y DRENAJE, APROVECHE ESTA OPORTUNIDAD DE INVERTIR. LLAME AHORA ACEPTAMOS PROPUESTAS.
16. SALAZAR López, Bryan (01-OCT-2013). Ingeniería Industrial Online: Cálculo e iteraciones para el dimensionamiento de almacenes. Recuperado en: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dimensionamiento-de-almacenes/>
17. Reglas de Construcción y Seguridad: Normas Técnicas complementarias para el Proyecto Arquitectónico – Gobierno del Distrito Federal. Recuperado en (10-SEP-2013): <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/748.htm>
18. NOM-018-STPS-1993 “Relativa a los requerimientos y características de los servicios y regaderas, vestidores y casilleros en los centros de trabajo”
 Características – Capítulo IV
 Esta norma ya no se encuentra vigente, pero se usa como una buena base para las características de dichas instalaciones.
19. EM- Equipo y Maquinaria: Montacargas Eléctrico Caterpillar M40D 4000 LBS. Recuperado en (27-OCT-2013):
http://www.equipoymaquinaria.mx/shops/montacargas_usado/montacargas_caterpillar
20. Ega distribuidores: Tanques de almacenamiento para agua y químicos Rotoplas. Recuperado en (05-MAY-2014):
<http://www.egadistribuidores.com/productos/tanques-para-agua-y-quimicos-rotoplas/>
21. Ega distribuidores: Cisternas equipadas Rotoplas. Recuperado en (05-MAYO-2014):
<http://www.egadistribuidores.com/productos/cisternas-rotoplas/>
 Manual de instalación y mantenimiento. Recuperado en:
http://www.rotoplas.com/productos/01_Almacenamiento/02_Cisternas/Instructivo_Cisterna.pdf
22. HABASIT: For food industries. (05-MAYO-2015)
 Catálogo de Bandas Transportadoras para industrias agroalimentarias. Recuperado en:
<http://www.habasit.com/en/fruit-vegetables.htm>
23. POTTER, Norman y Joseph Hotchkiss. *Ciencia de los Alimentos*. Acribia. España. 1973.
24. Básculas Condal – Básculas de camiones mecánicas. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://www.basculascondal.com/es/basculas-para-camiones/basculas-mecanicas/item/21-basculas-mecanicas-de-sobresuelo.html>
25. CRANE CO. “*Flujo de Fluidos en tuberías, válvulas y accesorios*”. McGrawHill. México. 1985
 Apéndice A, pag. A-42 “Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías y factor de fricción en régimen de turbulencia total”
 Apéndice B-14, pág B-23 a B-26. Datos técnicos de tubería
26. “*Manual de Ingeniería de Servicios*” Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán C-1. UNAM
27. RUIZ Martínez, Richard S. “Laboratorio de Mecánica de Fluidos”. División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM. México.

Página 5. Tabla 1.

28. Ing. Ventura Nava, Isaías Cecilio (Recopilación y redacción) Manual Técnico de Instalaciones Eléctricas Industriales. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://es.scribd.com/doc/50241896/MANUAL-TECNICO-INSTALACIONES-ELECTRICAS-INDUSTRIALES>
29. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
Niveles de Iluminación en la Tabla 1, perteneciente al capítulo 7.
30. Vigilancia del cumplimiento de la Normatividad en Seguridad y Salud en el trabajo. Manual del Participante. Publicado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Recuperado en:
http://www.stps.gob.mx/bp/anexos/minas2012/manual_completo052013.pdf
31. SENER – Secretaría de Energía y CONUEE – Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía: Guía de Iluminación Eficiente en la Industria. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7364/1/industria.pdf>
32. Endesa Educa – Funcionamiento de los transformadores. Recuperado en (27-OCT-2013):
http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/funcionamiento-de-los-transformadores
33. IMEM Transformadores Internacionales S.A. de C.V.:
Catálogo de IMEM. Recuperado en (27-OCT-2013):
http://www.transformadorelectrico.com/descargas/catalogos/CATALOGO_IMEM_2014.pdf
Tipo Sumergibles. Recuperado en: http://www.imem.com.mx/tipo_sumergibles.html
Ficha Técnica del Transformador Tipo Sumergible radial, autoenfriado en líquido aislante (ONAN):
http://www.transformadorelectrico.com/files/1125kva_34500v_220v_d_e_sumergible_radial.pdf
34. Hidrosistemas MR.
Conduit – Ventajas. Recuperado en (12-MARZO-2015):
http://www.hidrosistemas.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=120
35. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).
36. Villacero Tubería – Tubería Conduit
Catálogo. Recuperado en (27-OCT-2014):
http://www.villacero.com/images/pdf/esp/tuberia_conduit.pdf
Tabla de diámetro nominal, espesor, diámetro exterior en la página 3
37. Manual de asignatura: Subestaciones eléctricas. Carrera: Electricidad y Electrónica Industrial. Universidad Tecnológica de Puebla. 2004. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://electricidad.utpuebla.edu.mx/Manuales%20de%20asignatura/5to%20cuatrimestre/Subestaciones%20electricas.pdf>
38. Grupo TEI México, Energía y Calidad sin límites.
Fusibles limitadores de corriente y de potencia. Recuperado en (13-OCT-2013):
http://grupoteimexico.com.mx/fusibles_limitadores_de_corriente.php
39. Siemens:
Subestación convencional intemperie: Subestación y Centro de control de motores. Recuperado en (27-OCT-2013):
<http://industria.siemens.com.mx/Tableros/Doc/Subestaciones.pdf>
40. Instituto Mexicano de Gestión S.C. “Curso de Identificación y control de aspectos ambientales significativos.”. Marzo, 2014. México.
41. Análisis del Mercado Nacional y Regional del Café en México.

Presentación preparada por Euromonitor International para la consultora Hill & Knowlton – México en representación de la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café (AMECAFÉ), por solicitud de la Asociación Nacional de la Industria del Café (ANACAFÉ). Septiembre 2012. Recuperado en (17-MAYO-2014)

http://www.infocafe.org.mx/img/EMI_Estudio%20de%20Cafe%20en%20Mexico_Presentacion%20para%20Publicacion.pdf

Definiciones de Tipo de Café: página 6

Tabla de consumo/producción de acuerdo a los kg de café verde consumidos: página 8

Gráfica del consumo de café: página 13

Gráficas y Definiciones de los Canales (Retail, Foodservice e Institucional): páginas 16 – 23.

Cadena de distribución: página 25

42. United States Department of Agriculture (USDA): Foreign Agricultural Service (FAS). PSD: Production, Supply and Distribution Online. Recuperado en (17-MAYO-2014): <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>
43. SIDO: Sistema de Información Digital para el Desarrollo de la Oferta El Consumo del café en México. Recuperado en (17-MAYO-2014): <http://infocafe.org.mx/>
44. Ing. Marco Castillo Rivera, *La agroindustria del café*, El Jarocho Verde.
45. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, *Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo una indicación geográfica o denominación de origen*, Guatemala, 2010.
46. NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
47. ANACAFÉ - Asociación Nacional del Café Guatemala. Los subproductos del café. Recuperado en (05-MAR-2014): http://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo_Subproductos#El_agua_miel
48. CARTER H.J. "Coffee sorting with UV excitation". Colloque Scientifique International sur le Café 9. Londre, Inglaterra. Junio 16-20. 1980.
49. YI-FANG Chu (editor). *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*. John Wiley & Sons, Institute of Foods Technologies. New Delhi, India. 2012.
50. BAUDI, D. S. *Química de los alimentos*. Alhambra Mexicana. México. 1981.
51. BRENNAN, J.G. et al. *Food engineering operations*. 2ed. Applied Science publishers. England. 1981.
52. NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.



✱ Referencias para ampliar el conocimiento sobre algunos temas aquí manejados:

- a) Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas que debe de tenerse en consideración con respecto al manejo de la electricidad:

NOM-029-STPS-2011 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- condiciones de seguridad.

NOM-022-STPS-2008 Electricidad estática en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.

NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

NMX-J-098-ANCE-1999 Sistemas Eléctricos de Potencia – Suministro – Tensiones eléctricas normalizadas.

NMX-J-116-ANCE-2005 Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación – especificaciones.

NMX-J-169-ANCE-2004 Transformadores y autotransformadores de distribución y potencia – Métodos de prueba.

NMX-J-234-ANCE-2008 Aisladores – Boquillas de extra alta, alta y media tensión para corriente alterna – Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-J-285-ANCE-2005 Transformadores tipo pedestal monofásico y trifásicos para distribución subterránea – Especificaciones.

NMX-J-409-ANCE-2003 Transformadores – Guía de carga de transformadores de distribución y potencia sumergidos en aceite.

NMX-J-525-ANCE-2000 Productos eléctricos – Transformadores – Transformadores de distribución reparados – Especificaciones y pruebas.

b) Normas Respecto al control y distribución de corriente eléctrica:

NMX-J-515-ANCE-2008 Equipos de control y distribución-Requisitos generales de seguridad - Especificaciones y métodos de prueba

NMX-J-538/1-ANCE-2005 Productos de Distribución y de control de baja Tensión – Parte 1: Reglas Generales.

NMX-J-538/2-ANCE-2005 Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 2: Interruptores automáticos (Norma alternativa a la NMX-J-266-ANCE).

NMX-J-538/3-ANCE-2005 Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 3: Desconectores, seccionadores, desconectores – seccionadores y unidades combinadas con fusibles. (Norma alternativa a la NMX-J-162-ANCE).

c) Normas respecto a los Tableros y distribución:

NMX-J-118/1-ANCE-2000 Productos eléctricos – Tableros de alumbrado y distribución en baja tensión – Especificaciones y Métodos de prueba.

NMX-J-118/2-ANCE-2007 Tableros de distribución de baja tensión – Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-J-580/1-ANCE-2006 Ensamblados de Tableros de baja tensión – Parte 1: Ensamblados con pruebas tipo y ensambles con pruebas tipo parciales.

d) Normas respecto a Desconectares:

NMX-J-162-ANCE-1999 Productos Eléctricos – Desconectadores en gabinete y de frente muerte – Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-J-538/3-ANCE-2005 Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 3: Desconectadores, seccionadores, desconectadores – seccionadores y unidades combinadas con fusibles. (Norma alternativa a la NMX-J-162-ANCE).

e) Normas respecto a residuos sólidos urbanos y de manejo especial

NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental – Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.

NOM-083-SEMARNAT-2003 Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

f) Normas respecto a residuos peligrosos

NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental – Lodos y bisólidos – Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

NOM-133-SEMARNAT-2000 Protección ambiental – Bifenilos Policlorados (BPC's). Especificaciones de Manejo.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

NOM-141-SEMARNAT-2003 Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 Protección ambiental-Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.