



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA
PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE
CAFÉ SOLUBLE, PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ,
S.A.**

Denis Hamilton Flores López

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderon de León

Guatemala, junio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA
PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE
CAFÉ SOLUBLE, PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ,
S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DENIS HAMILTON FLORES LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. SIGRID ALITZA CALDERON DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderon de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA
FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE, PARA LA INDUSTRIA
DE CAFÉ, S.A.,**

tema que fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 31 octubre de 2005.



Denis Hamilton Flores López



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 24 de marzo de 2010.
Ref.EPS.DOC.561.03.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

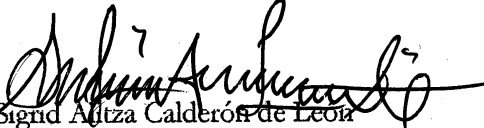
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Denis Hamilton Flores López**, Carné No. **9515650** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ S.A.”**.

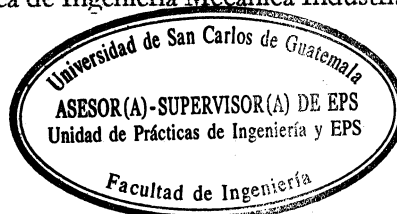
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga Sigrid Ajtza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 24 de marzo de 2010.
Ref.EPS.D.259.03.10

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

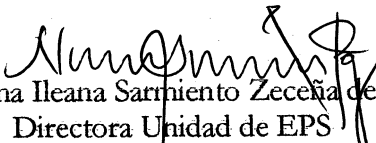
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ SA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Denis Hamilton Flores López** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ S.A.** , presentado por el estudiante universitario **Denis Hamilton Flores López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sergio Antonio Torres Mendez'.

Ing. Sergio Antonio Torres Mendez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

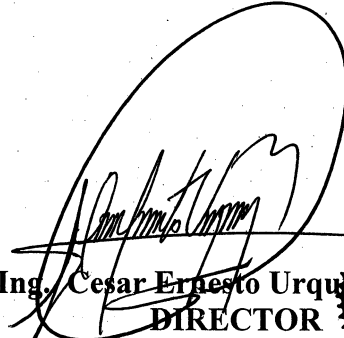
Guatemala, Abril de 2010.


/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE, PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Denis Hamilton Flores López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, mayo de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA FABRICACIÓN DE PRUEBAS DE CAFÉ SOLUBLE, PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ, S.A.**, presentado por el estudiante universitario Denis Hamilton Flores López, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Pacinos
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, junio de 2010

DEDICATORIA

A:

DIOS Por su fidelidad en toda mi carrera.

MI MADRE Por sus sabios consejos. (D.E.P)

MIS HERMANOS Por su incondicional apoyo.

MIS AMIGOS Por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ELUSTRACIONES	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE CAFÉ, S.A.	
1.1 Antecedentes	01
1.2 Ubicación	02
1.3 Organigrama	02
1.4 Partes principales de una planta de café soluble	03
2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1 Análisis del problema	11
2.1.1 Análisis FODA	11
2.2 Características de la bebida de Café	14
2.2.1 Aroma	14
2.2.2 Cuerpo	14
2.2.3 Acidez	15
2.2.4 Sabor	15
2.3 Localización Industrial	16
2.3.1 Método de localización urbana	16
2.4 Edificio Industrial	44
2.4.1 Tipo de edificio	44
2.4.2 Techo industrial	45
2.4.3 Ventilación	45

2.4.4	Piso industrial	47
2.4.5	Iluminación industrial	48
3.	DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO	
3.1	Características de la planta piloto	53
3.1.1	Diagrama de flujo de la planta piloto	86
3.1.2	Diagrama de recorrido	90
3.1.3	Distribución de la maquinaria	91
3.2	Análisis de costos de la planta piloto	92
3.2.1	Localización industrial	93
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación de la planta	02
2	Organigrama de la planta de producción	03
3	Área de café verde	04
4	Área de café tostado	05
5	Área de molinos	05
6	Área de extracción	06
7	Área de secado	07
8	Área de molino	07
9	Área de empaque	08
10	Motores eléctricos	09
11	Área de carga y descarga de producto	18
12	Piletas de tratamiento de agua	19
13	Desechos sólidos llamado granza	19
14	Distribución de los extinguidores	20
15	Chimenea de recolector de finos	25
16	Compuerta de recolector de finos	27
17	Chimenea de la caldera de granza	30
18	Incinerador de sólidos	32
19	Chimenea del tostador de café	34
20	Plano de la planta actual del área de café verde	35
21	Plano de la planta actual del área de extracción de café, área de secado, molino y área de empaque	36 y 37
22	Plano de secadora de café actual	38

23	Plano del primer nivel de la secadora	39
24	Plano del segundo nivel de la secadora	40
25	Plano del tercer nivel de la secadora	40
26	Plano del cuarto nivel de la secadora	41
27	Plano del quinto nivel de la secadora	42
28	Plano del sexto, séptimo y octavo nivel de la secadora	43
29	Plano de distribución de luminarias	52
30	Diagrama de operaciones en una columna del banco de extracción	65
31	Diferentes vistas de una catadora neumática	69
32	Ductos de la catadora neumática	69
33	Caída de café a la catadora neumática	70
34	Parte interna de la caída de café	70
35	Plano de la planta piloto del área de café verde	71
36	Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista en planta	72
37	Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista lateral	73
38	Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista de atrás	74
39	Tostador Lilla	75
40	Molino de café	76
41	Parte superior de una columna de extracción de café	77
42	Introduciendo café a una columna por medio de una manga	78
43	Parte inferior de una columna de extracción de café	78
44	Plano del área de extracción de la planta piloto vista en planta	79
45	Dibujo del banco de extracción de la planta piloto	80
46	Dibujo de la columna piloto del banco de extracción	81
47	Dibujo de la columna piloto del banco de extracción con tapadera, inferior destapada	82
48	Secadora de café para la planta piloto	83
49	Molino de café soluble	84

50	Máquina EMZO llenadora de café en sobres	85
51	Diagrama de flujo	88
52	Diagrama de recorrido	90
53	Distribución de la maquinaria	92

TABLAS

I	Matriz de estrategia	13
II	Expediente de consulta	17
III	Dosificación de ruido en principales áreas de la planta	24
IV	Densidad de la caldera de granza	28
V	Lectura de tarjetas	29
VI	Densidad de la chimenea del incinerador de sólidos	31
VII	Lectura de tarjetas incinerador de sólidos	32
VIII	Densidad de la chimenea del tostador de café	33
IX	Lectura de tarjetas	34
X	Matriz de localización industrial	44
XI	Puestos en la empresa	55
XII	Tiempos estándar	59
XIII	Diagrama hombre máquina para limpieza y tostado de café	60

XIV	Diagrama hombre máquina para operación de banco de extracción	66
XV	Diagrama hombre máquina para operación de banco de extracción	67
XVI	Resumen del diagrama de flujo	89
XVII	Datos de inversión para la opción A	93
XVIII	Costo de mano de obra para un año de producción	94
XIX	Costo de materia prima para un año de producción	94
XX	Tabla de costos de material extra para un año de producción	95
XXI	Costo de maquinaria	95
XXII	Datos de inversión para la opción B	96

GLOSARIO

Café soluble	Es café en polvo el cual se disuelve en frío o en caliente ya sea con agua, leche o cualquier líquido.
Catadora neumática	Es un sistema que por medio de aire, sirve para limpiar el grano de café de toda partícula no deseada, como la basura, el polvo y trozos de madera.
Elevador de cangilones	Es una banda que contiene recipientes de metal que se utilizan para elevar materia prima.
Extracto de café	Es el líquido que se extrae del café al calentarlo con agua y que se mide en porcentaje de sólidos.
Tobera	Es el elemento de salida por donde se descarga el extracto dentro de una deshidratadora de café.

RESUMEN

El presente estudio desarrollado a través del EPS, contiene el diseño de una planta piloto para fabricación de pruebas de café, para la industria de café, S.A. Para realizar el diseño se inició con un análisis de la planta actual de café soluble, la cual cuenta una capacidad de producción de 50,000 libras de café soluble semanalmente, se procedió a conocer toda la maquinaria necesaria para la producción de café soluble, se comienza con la recolección de café en oro o café verde que procede de todos los diferentes lugares de Guatemala, donde se cosecha el café, se inicia el proceso de limpieza de café verde con una catadora neumática, la cual se encarga de eliminar toda partícula diferente al café, luego se tuesta el café dependiendo del tipo de café que se desee ya sea suave o fuerte. Los molinos de café tostado que sirven para quebrar el café de tal manera de tener una mejor cantidad de sólidos en el proceso de extracción.

En el banco de extracción de café se cuenta con siete columnas de acero inoxidable en donde se agrega café y agua caliente, la cual circula en las siguientes columnas compartiéndole porcentaje de sólidos, la secadora de café en la cual se introduce el café en forma líquida y por medio de aire caliente elimina toda el agua de los sólidos de café y así obtener un café soluble listo para empacar, el café soluble debe cumplir las condiciones de humedad, color y densidad, esta última si se encuentra con una densidad muy elevada se baja por medio de un molino el cual quiebra el café dándole la densidad necesaria para cada área de empaque, recolectando toda la información necesaria, se diseño toda la maquinaria que se necesita para una producción de 5,000 libras de café soluble, presentado una propuesta del diseño y sus respectivos costos.

OBJETIVOS

General:

Diseñar e implementar una planta piloto para fabricación de pruebas de café soluble que permita tener una mejora continua en el proceso del café soluble actual y producir café Gourmet.

Específicos:

1. Mejorar los procesos de producción del café a través de la nueva planta.
2. Elaborar un control de la maquinaria y equipo necesario mejorar los procesos y hacer más productiva la planta central, a través de la planta piloto.
3. Diseñar una planta piloto con las medidas, equipo necesario para una producción de 5,000 libras de café por semana.
4. Analizar los costos de la instalación de la planta, para conocer financieramente los beneficios de la misma.
5. Obtener distintas pruebas de café.
6. Hacer lotes pequeños de café.
7. Hacer pruebas en cambios de presentación.

INTRODUCCIÓN

En el capítulo uno se describen las generalidades de la industria de Café, S.A, su organización, localización, y las áreas de la empresa como lo son el área de café verde, el área de molinos, el área de extracción, el área de secado, y los motores eléctricos.

En el capítulo dos, se analiza la situación actual de la empresa antecedentes de la empresa, su ubicación, su organización, las diferentes áreas de la planta de producción, también la maquinaria necesaria como sus diferentes depósitos en el cual se almacenan los productos todo con el fin de diseñar una planta piloto proporcional a la actual, que tenga un capacidad de producción semanal de 5,000 libras de café soluble. Se plantea la planta piloto, con el fin de hacer pruebas de café y poder así producir café Gourmet.

Se realizó un análisis FODA en el cual se determinaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la planta actual, así como el estudio de localización industrial urbana para verificar si la planta actual cumple con los requerimientos que pide la municipalidad de Guatemala, se diseñó la planta piloto contando con las cantidades requeridas de café en cada área, con toda la maquinaria necesaria y la materia prima.

En el capítulo tres, se presenta la propuesta del diseño con sus respectivos costos teniendo dos alternativas, la opción "A" la compañía Lilla instala toda la planta piloto, y la opción "B" la planta piloto instalada por partes incluyendo maquinaria nueva y usada, entre los costos se detalla un año de operaciones estimando la producción como venta del año.

1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE CAFÉ, S. A.

1.1. Antecedentes

La industria de café comenzó sus operaciones en la ciudad de Guatemala en el año de 1958 con un capital mixto estadounidense y guatemalteco gozaba de beneficios como exoneración de impuestos, fue creada para surtir el mercado centroamericano, al inicio sólo producía café soluble para exportación.

Los compradores eran Alemania, Inglaterra y Estados Unidos, en ese tiempo el trabajo no era fijo, debido a los pedidos que se recibían, paralizaban totalmente las labores y despedían al personal.

En 1960 adquiere una nueva industria de productos alimenticios y comienza a fabricar productos como: salsa de tomate, jugo de tomate y jugo de vegetales, por estas operaciones la industria obtiene la licencia de General Food para fabricar productos en polvo y se adquiere una nueva maquinaria para la producción industrial ya que antes era una empresa tipo familiar.

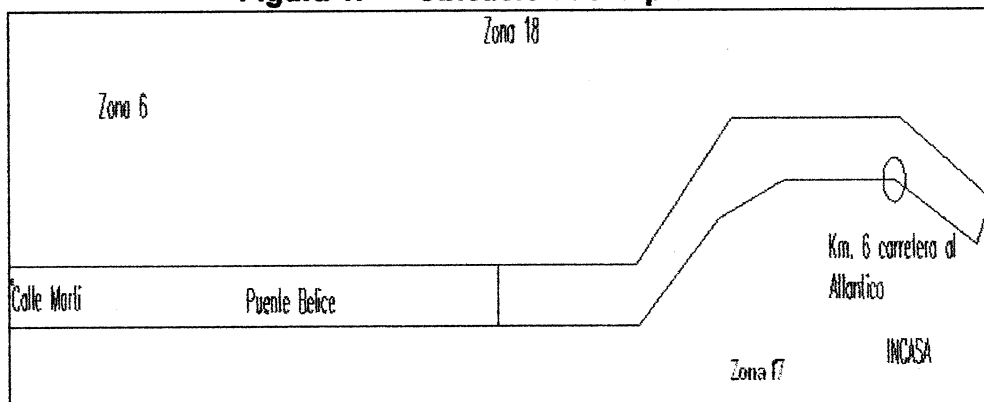
Debido a la demanda y variedad de productos se empieza a trabajar en tres turnos, en 1965 la industria alimenticia en estudio adquiere los derechos de la franquicia de una embotelladora en el departamento de Retalhuleu empezando a operar en el año 1967, y luego se le otorga a la industria alimenticia la concesión para fabricar jarabe para bebidas gaseosas y se producen los sabores de Coca-Cola, Naranja, Uva, Sprite y Coca-Cola Light.

Más tarde comienzan a elaborar chocolates Crispin, Minicrispin, Layer, Fantasía y Manibarra. Luego se introducen al mercado los productos Sharp, los productos: Vinagre, Salsa Inglesa, Miel Maple y Bebida Instantánea. En cuanto a la Bebida Instantánea se elaboran tres diferentes sabores: Rosa Jamaica, Guanaba y Naranja, actualmente el producto líder es el café soluble en presentación de 8 gramos.

1.2. Ubicación

La planta está localizada en la carretera al Atlántico kilómetro 6 zona 17 Guatemala.

Figura 1. Ubicación de la planta

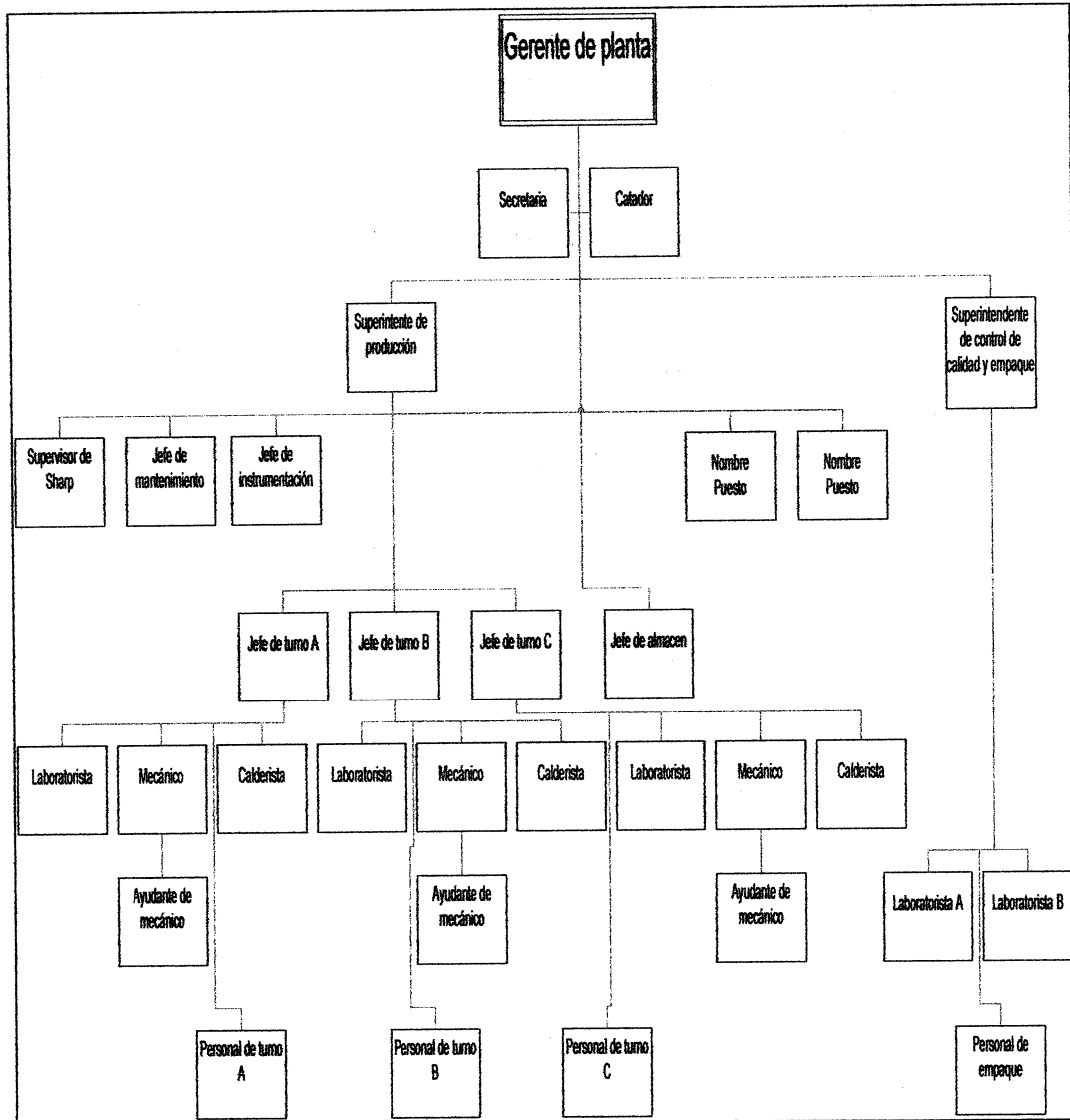


Fuente: Propia, con base a la localización real, agosto 2008

1.3. Organigrama

La planta de café soluble actual está organizada de la siguiente manera.

Figura 2. Organigrama de la planta de producción



Fuente: Estafeta de la planta de producción, agosto 2008

1.4. Partes principales de una planta de café soluble

- Área de café verde

En esta área se limpia el café para quitarle toda la suciedad que son extraídas por succión, el catador neumático es el encargado de quitar la basura al café, el mezclador de café sirve para mover el café dentro de un

cilindro para que a través del catador y el succionador de aire extraigan la basura y las partículas de café, se trabaja de de 6:00 a 18:00 hrs. Se limpian 9 cargas, una carga es igual a 2,500 libras de café en un tiempo de de 30 minutos, para un total de 22,500 libras de café en el día, para un total de 112,500 libras a la semana.

Figura 3. Área de café verde

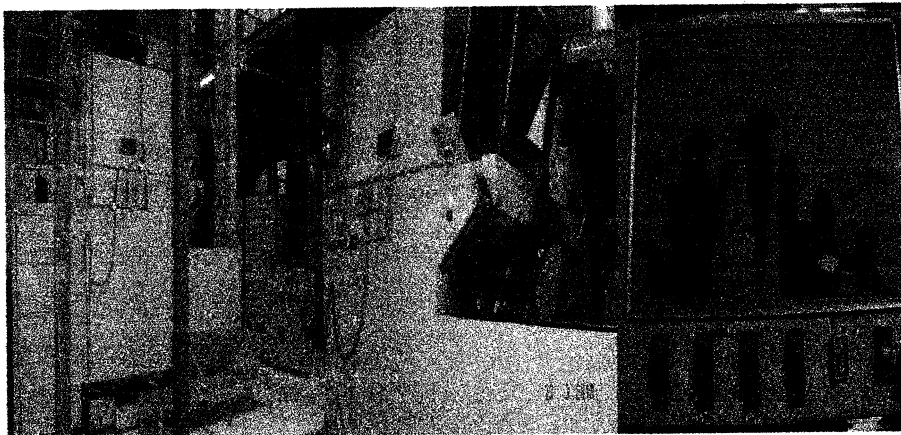


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- **Área de café tostado**

En el área de tostado recibe el café limpio que pasado por el área de café verde, y se introducen cargas de 1,100 libras de café limpio al tostador Lilla, ya tostado es transportado también por elevadores de canjilones al área de molinos, se trabaja de 6:00 a 18:00 hrs. Con un tostador en cargas de café limpio de 1,110 libras, y al tostar el café sale una carga de 800 libras de café tostado, para un total de 22 cargas de café tostado en el día que es igual a 17,600 libras de café tostado en el día, 88,000 libras de café a la semana.

Figura 4. Área de café tostado

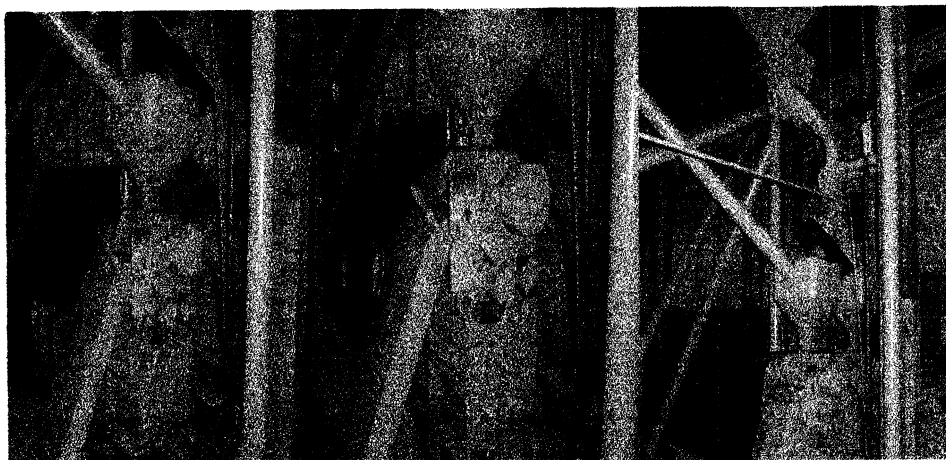


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- Área de molinos

El funcionamiento de los molinos influye en la extracción de café, la molienda se hace por medio de rodos, movidos por motores eléctricos, los rodos son los encargados de moler el café y debido al uso sufren desgaste por lo que debe revisarse en el laboratorio como está la calibración, se trabajan con 4 molinos con una capacidad de moler 528 libras de café por hora, para un total de 2,112 libras de café por hora.

Figura 5. Área de molinos



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- **Área de extracción**

Cuenta con 7 columnas de acero inoxidable en las cuales se llenan de café tostado y molido y se agrega agua caliente para obtener el extracto de café, en esta área se trabaja en 3 turnos de 6:00 a 15:00 hrs., de 15:00 a 22:00 hrs. y de 22:00 a 6:00 hrs. en cada columna se introducen 450 libras de café tostado y molido, durante 40 minutos de llenan con agua caliente a esto se le llama ciclo, en los 3 turnos se realizan 36 ciclos en el cual se necesitan 16,200 libras de café tostado y molido y salen 40,025 libras de café en extracto en el día, para un total de 200,125 libras de café en extracto a la semana.

Figura 6. Área de extracción

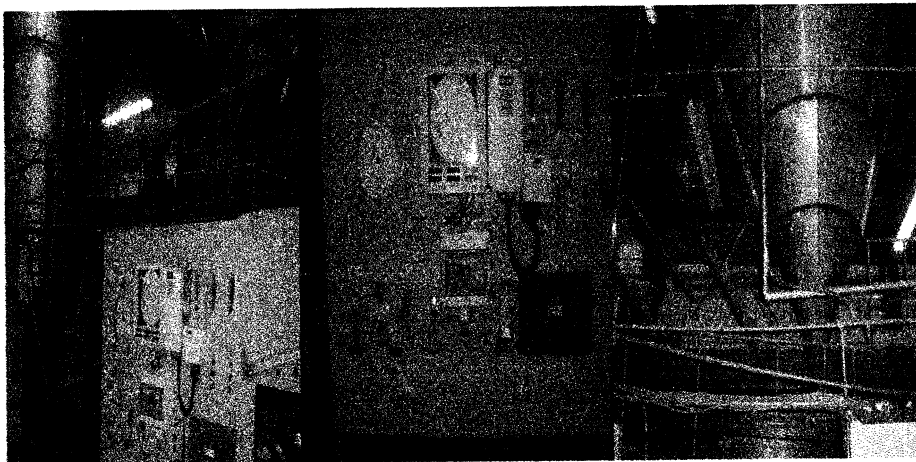


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- **Área de secado**

Es una torre de secado el cual se atomiza el extracto de café por medio de una tobera, en la torre circula aire caliente, donde separa el agua de los sólidos secando así el extracto, al igual que el banco de extracción se trabaja con tres turnos, para una producción de 8,559 libras de café soluble por día lo que equivale a 42,796 libras de café soluble a la semana.

Figura 7. Área de secado

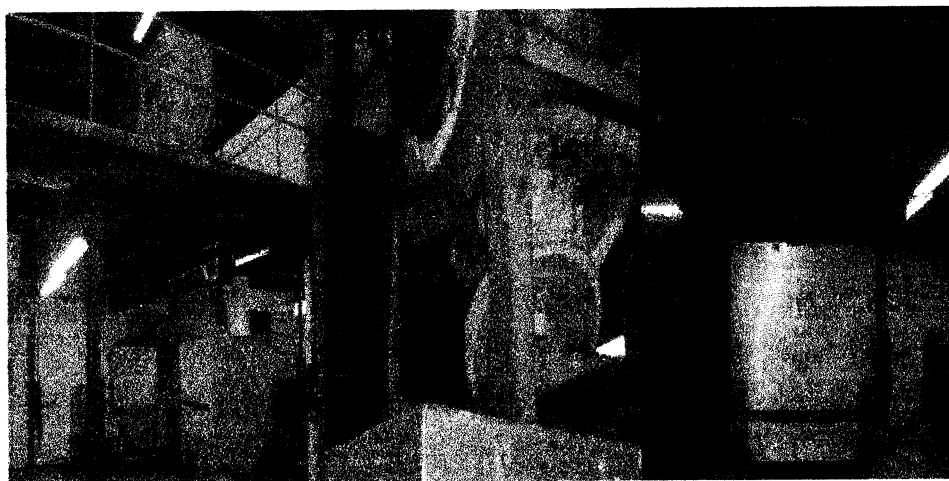


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- **Área de molino**

Este molino quiebra más el café que ha pasado por la secadora, el cual es trasladado por medio de lotes para la maquinaria de empaque, se quiebra debido a altas densidades y lograr así una densidad baja, tiene una capacidad de moler 990 libras en 30 minutos, en el día 4,922 libras y 24,612 libras a la semana.

Figura 8. Área de molino

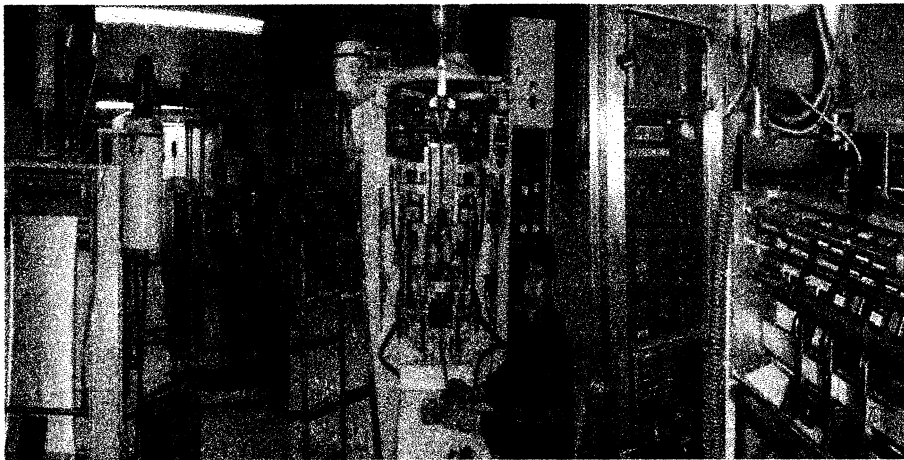


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- Área de empaque

Esta área cuenta con dos máquinas de empaque, el cual se llena en sobres de 8 gramos se trabajan en dos turnos de 6:00 a 18:00 hrs. Y de 18:00 a 6:00 hrs. Se utilizan 4,444 libras de café soluble al día para un total de 22,220 libras de café soluble a la semana, para empacar 1,140 bolsas de 12 fardos cada una, un fardo contiene 50 sobres de 8 gramos para un total de 684,00 sobres de 8 gramos a la semana.

Figura 9. Área de empaque



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

- Depósitos

Los diferentes depósitos que se utilizan en la planta actual y sus volúmenes respectivos.

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| ○ Subterráneo | 2.3889 m ³ = 2,500 Lb |
| ○ Alimentador de catadora | 0.2886 m ³ = 341 Lb |
| ○ Alimentador de mixer | 2.3889 m ³ = 2,500 Lb |
| ○ Recipiente de mixer | 2.3889 m ³ = 2,500 Lb |
| ○ Subterráneo | 0.4566 m ³ = 218.4 Lb |
| ○ Del stoner | 1.3279 m ³ = 635 Lb |
| ○ Pesador | 7.7973 m ³ = 3,730 Lb |
| ○ Alimentador de molinos | 35.941 m ³ = 17,493 Lb |

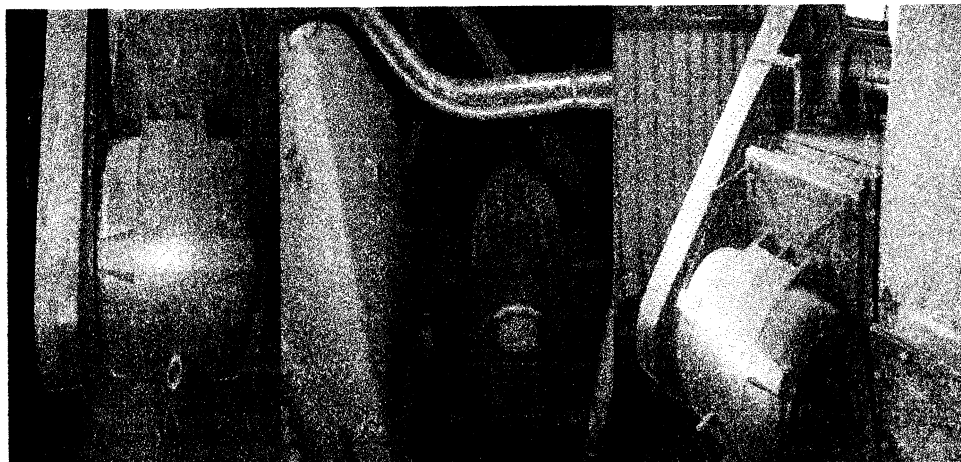
○ Pesadores para extracto	1.8582 m ³ = 905 Lb
○ Mixer	2.6703 m ³ = 2,300 Lb
○ Columna de extracción	77,985 Pulg ³ = 984 Lbs. extracto
○ Tanques de descarga	68,988 Pulg ³ = 1968 Lbs. extracto
○ Tanque de mezcla	74,826 Pulg ³ = 2,000 Lbs. extracto
○ Tanque de muestra	62,273 Pulg ³ = 1,800 Lbs. extracto
○ Tanques fríos (2)	232,580 Pulg ³ = 7,143 Lbs. extracto

En los tanques fríos la altura es de 69 pulgadas, que es igual a 4 horas de producción para la secadora, la secadora necesita 16 pulgadas de altura del tanque frío por hora.

- Motores eléctricos

En la planta actual de café soluble, el área de café verde cuenta con 7 motores, en los tostadores 8 motores, en los molinos 5 motores, en el banco de extracción 18 motores, en la secadora 24 motores, en la estación de mezcla 7 motores y en el patio 13 motores, para un total de 108 motores todos son trifásicos y de 220 voltios el amperaje y las revoluciones por minuto varían.

Figura 10. Motores eléctricos



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2009

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Análisis del problema

A continuación se presenta un análisis FODA que presenta las fortalezas con las que cuenta la empresa, sus oportunidades, sus debilidades y amenazas, para obtener la información se utilizó la metodología de observación, analizando así los diferentes procesos con los que cuenta la planta de café soluble actual, análisis que se complementaron a través de entrevistas no estructuradas a diferentes empleados en distintas áreas de la empresa.

2.1.1 Análisis FODA

- **FORTALEZAS:**
 - Cuenta con personal capacitado con experiencia y una larga trayectoria dentro de cada puesto establecido.
 - Cuenta con la tecnología adecuada para realizar cada proceso de manera eficiente con un mínimo de inversión.
 - Única planta de producción de café soluble dentro del territorio capitalino.
 - Su producto es líder dentro del mercado nacional, que está posicionado como un producto de larga trayectoria.

- **OPORTUNIDADES:**

- Aumentar la capacidad de producción ya que cuenta con instalaciones que tienen terrenos no utilizados actualmente, que pueden ser para ampliar la planta de producción.
- Producir café gourmet para mercado nacional como internacional a un precio muy competitivo.
- Ampliar las variedades de producto de café ya que cuenta con instalaciones amplias para agregar la maquinaria necesaria para las producciones nuevas.

- **DEBILIDADES:**

- Planta de café demasiado grande para hacer pruebas de café soluble, ya que la capacidad instalada de las maquina es demasiado grande, y representaría un gasto demasiado grande el hacer pruebas con cantidades pequeñas de productos.
- Producción de una sola clase de café instantáneo, ya que es el mercado se encuentran diversas clases de café por ejemplo el descafeinado, con crema, con cocoa.

- **AMENAZAS:**

- Introducción de nuevas variedades de café al mercado guatemalteco por parte de empresas multinacionales.
- Métodos antiguos de producción y poco interés por modernizar los mismos.
- Que el Tratado de Libre Comercio favorezca a los productos importados, quedando como productos muy comerciales debido a su bajo precio, compitiendo así como los precios bajos de café.

Al describir cada una de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, el objetivo es convertir cada una de las debilidades en fortalezas para la empresa, al ser la planta actual demasiado grande, para realizar pruebas de café soluble, lo cual provocaría grandes pérdidas en dejar de producir la cantidad de café en el día por hacer una prueba, esta debilidad se convertiría en fortaleza y a la vez abriría nuevas oportunidades, ya que la otra debilidad que se encontró en la planta fue que sólo produce una clase de café.

Matriz de estrategia

Tabla I. Matriz de estrategia

<p>Estrategias de las fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener la fidelidad de los clientes a través de la supervisión de la calidad de cada producto. 	<p>Estrategias de las oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar proyectos para introducir otras variedades de café.
<p>Estrategias de las debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear una pequeña planta de producción de café para realizar pruebas para introducir nuevas variedades de café. 	<p>Estrategias de las amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar más mercados en el extranjero para ampliar ventas de café.

Fuente: Propia, con base al análisis, agosto 2008

2.2. Características de la bebida de café

Entre las características de la bebida de café se tiene el aroma, el cuerpo, la acidez y el sabor.

2.2.1. Aroma

La mezcla de café con agua suelta un aroma que va de suave y apagado que es el grano, que se cosecha en la costa hasta el penetrante o estrictamente duro que se refiere a las aromas más finas y delicadas que se cosechan en la Antigua y demás cafés regionales, que se encuentran a una altura mayor, está característica del café se puede encontrar en el proceso de café de tostado y molido, en el proceso actual de la planta tuestá café suave y fuerte en el cual no se encontró ningún problema con el aroma. Todo café al llegar a este proceso puede llegar a una calificación de 7, 8, 9 y 10 en una escala de 1 a 10, para desarrollar un mejor aroma es necesario tener como materia prima café de altura en la cual podrá encontrar un aroma fina y delicada.

2.2.2. Cuerpo

El cuerpo está relacionado con la naturaleza de los sólidos solubles de la bebida, pudiendo ser delgado o flojo se refiere a poca cantidad de sólidos, por ejemplo un 22% de sólidos, y por otra parte está el completo o lleno, el cual tiene una gran cantidad de sólidos que podría llegar a un 28% de sólidos, la clasificación del cuerpo puede ser, completo, mediano, ligero o delgado y seco, en un rango de 22% a un 28% de sólidos, en el proceso actual de la planta se tiene el problema en la extracción de sólidos, que se pudo observan durante una semana de producción, el cual es muy bajo debido a la poca cantidad de agua que entra a una columna de extracción y

el vapor que tiene una presión baja y fluctuante, para tener un mejor rendimiento en la cantidad de sólidos se recomienda aumentar la cantidad de agua a la columna de extracción y elevar la presión de vapor, ya que se pudo observar que al elevar la cantidad de galones de agua de 8 galones a 10 galones y la presión de vapor de 116 psi. a 130 psi. se obtenía un mayor rendimiento en los sólidos.

2.2.3. Acidez

Varía de acuerdo con la altura, con forme aumenta la altura, la acidez se hace más persistente en el paladar del catador, se clasifica como: aguda y penetrante, mediana, ligera, escasa y falta absoluta de acidez, para el caso de café soluble el problema es que el café, es fuerte debido al tipo de tostado es por ello que no se distingue la acidez, lo cual se pudo observar al variar el tipo de tostado en 2 muestras de café, se midió en escala de 9 a 13 que es la cantidad de reflejo que marca la máquina que detecta el color, en la primera muestra se observo la medición de 11 y la segunda de 9 el cual es un color oscuro o lo que se le llama fuerte y es por ello que no se distingue la acidez en la segunda muestra como en la primera donde el café tiene una medición de 11 donde se distinguió la acidez, lo cual es un café suave.

2.2.4. Sabor

Cuando el café verde está mal lavador y secado, tendrá partículas de tierra que se notará en el proceso de extracción de café formándose lodo, al momento de volverlo soluble se notará la suciedad a la hora de disolver el café en una taza, para resolver este problema la planta cuenta con un bomba centrifuga la cual ayuda a separar las partículas del extracto, también cuenta con filtros por donde pasa el extracto antes de volverlo soluble y cuenta con un control de filtros el cual establece qué cantidad de suciedad

contiene el café soluble que consta de filtro limpio, filtro regular y filtro sucio enumerados 1, 2 y 3 respectivamente, el proceso actual trabaja con filtro número 1 el cual indica que el café soluble está limpio y que se podrá distinguir su sabor,

2.3. Localización industrial

Para verificar que la planta actual cumpla con los requerimientos que pide la municipalidad de Guatemala se utilizó el método de localización urbana, tomando en cuenta los factores determinantes, el ruido, la emisión de polvo y el humo, los resultados se presentan a continuación.

2.3.1 Método de localización urbana

La localización industrial que se realiza dentro del perímetro urbano de la ciudad capital se rige, por el reglamento de localización e instalación industrial. El método de localización urbana consiste en estudiar el impacto de la planta y el entorno, ponderando cada factor y luego buscar en una tabla que tipo de lugar donde se debe colocar. Este se divide en dos partes, información general e información de factores determinantes.

Información general:

- Número de su cédula de vecindad.
- Dirección de la empresa y teléfono.
- Dirección para recibir notificaciones.
- Nombre y razón social de la empresa.
- Nombre y apellidos del propietario o representante legal.

Información de factores determinantes:

- Radioactividad.
- Gases emitidos.
- Emisión de polvo.
- Olores y sus causas.
- Integración arquitectónica.
- Humo (en unidades ringelmann) de cada fuente.
- Desechos líquidos, sus tratamientos y finalidad.
- Desechos sólidos, su medio de desalojo y finalidad.
- Ruido (en decibeles) tanto en el interior como en las vecindades.
- Tipo de vehículos que se usan para carga y descarga de productos primarios o terminados.
- Perturbación del tránsito circulante, ocasionado por la empresa, áreas de estacionamiento, de carga y descarga.

Tabla II. Expediente de consulta

Expediente de consulta industrial	
• Información general	
Razón social de la empresa:	Industria de Café, S.A.
Dirección:	Km. 6 ruta al atlántico, zona 17.
Teléfono:	22560417 – 19
Fax:	22564286
Dirección para notificaciones:	Km. 6 ruta al atlántico, zona 17. apartado postal 1093

Fuente: Propia, tomada del expediente de la planta, agosto 2008

- Información de factores determinantes

Entre los factores determinantes se tiene la perturbación del tránsito, el manejo de desechos líquidos y el manejo de desechos sólidos a continuación se presenta fotos del área de carga de producto terminado, las piletas de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos llamado granza.

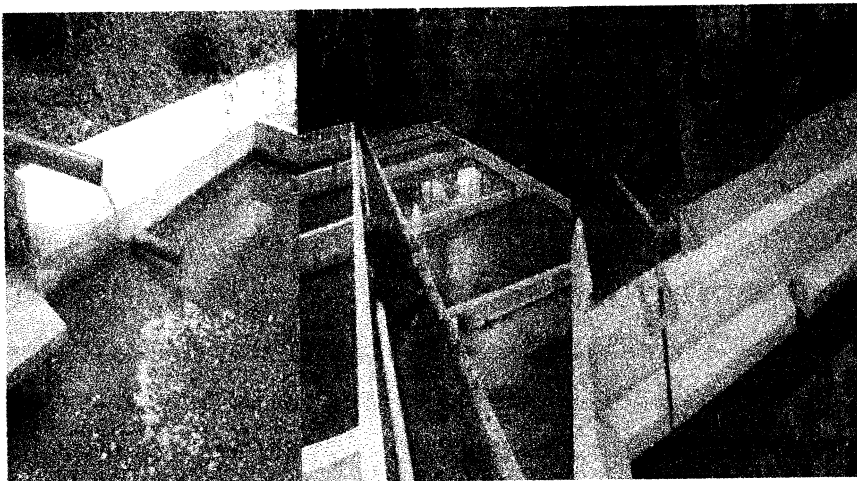
Figura 11. Área de carga y descarga de producto



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

La perturbación del tránsito no tiene ningún problema ya que cuenta con una desviación aproximadamente de 25 metros de la carretera donde se tiene el área de carga y descarga.

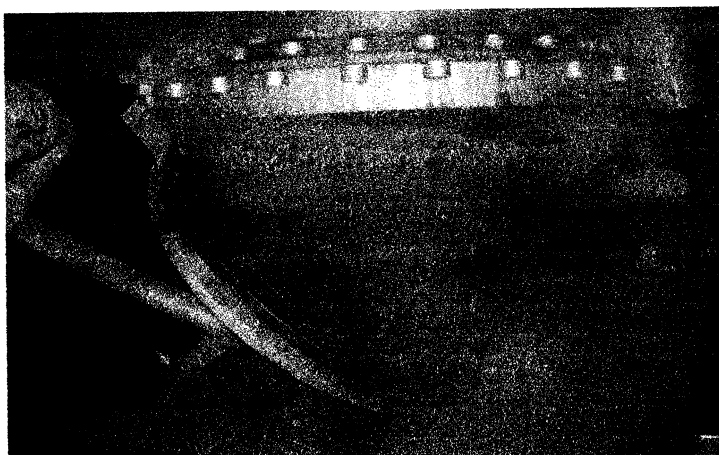
Figura 12. Piletas de tratamiento de agua



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En el manejo de desechos líquidos no tiene ningún problema cuenta con 10 piletas que tienen comunicación donde en la primera pileta se asienta la mayor cantidad sólidos y al llegar a su a un nivel se comunica con la segunda pileta así sucesivamente hasta llegar a la última pileta sin ninguna cantidad de sólidos que luego se comunica a un pozo de absorción y se filtra el agua en el subsuelo.

Figura 13. Desecho sólido llamado granza

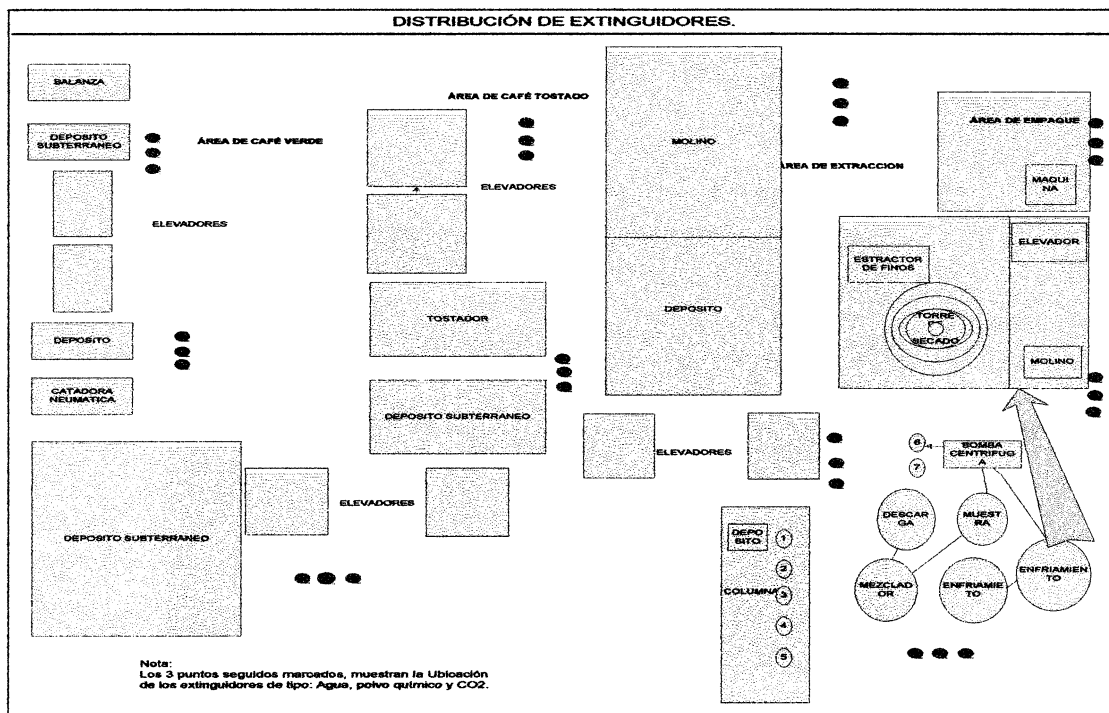


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se observa cuando se descarga en el área de extracción de café el desecho sólido que es el vagazo del café llamado granza, con este material sólido no se tiene problema, ya que se utiliza como combustible para una caldera.

Los riesgos de incendio son escasos debido a que los tanques de almacenaje de combustible fueron diseñados cumpliendo con las regulaciones del Ministerio de Gobernación y del Ministerio de Energía y Minas, además cuenta con 30 extinguidores distribuidos en toda la planta y son de tres tipos: 10 extinguidores de agua, 10 de polvo químico y 10 CO₂, también tiene dos hidrantes con sus respectivas mangueras para la utilización de agua a presión que se encuentran en el almacén y bodega de producto terminado, en lo que respecta a gases no emite gases que puedan ser molestos a las comunidades aledañas ni malos olores.

Figura 14. Distribución de los extinguidores



Fuente: Propia, realizada en base a la planta actual, agosto 2008

- Ruido (en decibeles) tanto en el interior como en las vecindades

Para la evaluación del nivel de ruido producido por la planta de producción se conto con la ayuda de un decibelímetro que está compuesto por un micrófono de medición con empuñadura y una sujeción para la pared con cable de 1,5 cm, un transmisor sonoro y un indicador digital. La dosificación de ruido en cada área se calcula tomando en cuenta aquellos valores que se encuentran en el rango de 90 a 115 decibeles, los que no entren en el rango se ignoran, el tiempo permitido de 90 decibeles es de 8 horas de labores y el nivel máximo es de 115 decibeles con un tiempo permitido de 15 minutos, teniendo este margen se calculó la dosificación siguiente:

En el molino de café se tomaron 5 lecturas y cada lectura una duración de 2 horas cada una, de 8:00 a 10:00 hrs. dió una lectura de 99 decibeles, de 10:00 a 12:00 hrs. 97 decibeles, de 12:00 a 14:00 hrs. 82 decibeles, de 14:00 a 16:00 hrs. 84 decibeles, de 16:00 a 18:00 hrs. 82 decibeles, los valores menores a 90 decibeles se ignoran y se toman los valores de 99 y 97 decibeles.

La dosificación está dada por la fórmula:

$$D = C1/T1 + C2/T2 \dots Cn/Tn$$

Donde C_n es el tiempo total de exposición a un nivel especificado de ruido y T_n es el tiempo de exposición permitido a ese nivel.

$$D = 2/2.4 + 2/3.2 = 1.46$$

Por tanto, la dosificación es un 46% mayor que el límite permitido.

- **Cálculos:**

1. Molino

$$D = \frac{2}{2.4} + \frac{2}{3.2} = 1.46$$

2. Descascarador de manía

$$D = \frac{2}{1.2} + \frac{2}{1.6} = 2.92$$

3. Layer

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

4. Jarrilla

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

5. Tostado (cilíndrico)

$$D = \frac{2}{4.8} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{8} = 1.67$$

6. Enfriador de tostado

$$D = \frac{2}{8} = 0.25$$

7. Enfriador eléctrico

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

8. Post Mix

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

9. Ambiente frente

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

10. Ambiente parte de atrás

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar, ya que a estos niveles no dañan los oídos.

11. Secadora abajo

$$D = \frac{2}{6.4} + \frac{2}{4.8} + \frac{2}{6.4} + \frac{2}{8} = 1.29$$

12. Secadora arriba

$$D = \frac{2}{2} + \frac{2}{3.2} + \frac{2}{1.6} + \frac{2}{1.2} + \frac{2}{2.25} = 5.26$$

13. Banco sin purgar

$$D = \frac{2}{3.2} + \frac{2}{6.4} + \frac{2}{4.8} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4.8} = 2.27$$

14. Banco al purgar

$$D = \frac{2}{0.7} + \frac{2}{1.2} + \frac{2}{0.6} + \frac{2}{0.4} + \frac{2}{0.9} = 15.08$$

15. Calderas

$$D = \frac{2}{6.4} + \frac{2}{6.4} + \frac{2}{4.8} + \frac{2}{4} + \frac{2}{6.4} = 1.85$$

16. Área tanque de agua

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar ya que a estos niveles no dañan los oídos

17. Empaque

Como todas las mediciones de ruido no exceden más de 90 decibeles no es necesario dosificar ya que a estos niveles no dañan los oídos

Tabla III. Dosificación de ruido en principales áreas de la planta

	Área evaluada	NI	NS	NI	NS	NI	Dosificación
1	Molino	99	97	82	84	82	1.46
2	Descascarador de manía	104	81	102	83	84	2.92
3	Layer	84	78	85	80	82	0
4	Jarrilla	85	84	85	85	87	0
5	Tostado (cilíndrico)	94	84	95	95	90	1.67
6	Enfriador de Tostado	89	90	86	88	87	0.25
7	Enfriador Eléctrico	87	88	87	88	86	0
8	Post Mix	79	78	77	84	78	0
9	Ambiente frente	79	68	70	74	70	0
10	Ambiente parte de atrás	69	65	68	70	66	0
11	Secadora Abajo	92	94	92	90	88	1.29
12	Secadora Arriba	100	97	102	104	98	5.26
13	Banco sin purgar	97	92	94	95	94	2.27
14	Banco al purgar	108	104	109	112	106	15.08
15	Calderas	92	92	94	95	92	1.85
16	Área tanque de agua	79	74	77	76	78	0
17	Empaque	80	82	79	84	78	0

Fuente: Propia, con base a datos obtenidos, agosto 2008

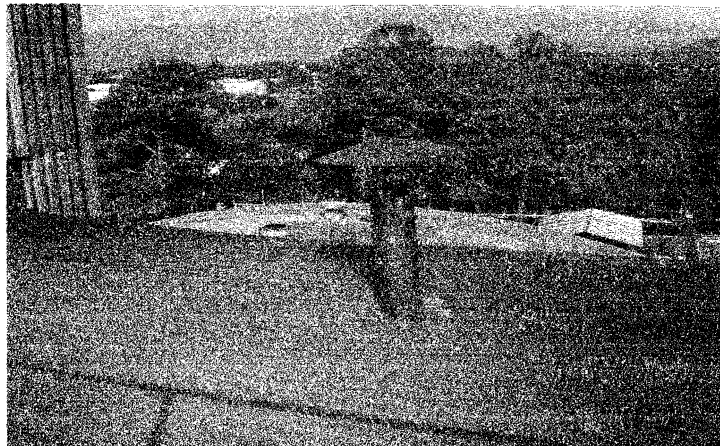
Con los datos presentados se llega a determinar que las áreas donde existe excedente del nivel de ruido son: el molino, descascarador de manía, tostador cilíndrico, secadora tanto abajo como arriba, banco de extracción y el área de calderas, según la tabla de dosificación de ruido es mayor que 1 en estas áreas, es por ello que se recomienda utilizar en estas áreas protectores de oídos.

- Emisión de polvo

Está medición se realizó en dos puntos cercanos de la chimenea del ciclón colector de finos de la planta de producción de café llegando a obtener los siguientes resultados:

La primera medición fue realizada durante un período de 6 horas y 30 minutos y a una distancia aproximada de 8 metros, usando medidor de partículas, llegando a obtener un resultado 700 millones de partículas por metro cúbico (700 millones/mts³). Mientras que la segunda medición fue realizada a una distancia aproximada de 50 metros de la chimenea durante un período de 5 horas llegando a obtener un resultado de 300 millones de partículas por metro cúbico durante ese período de tiempo, se tomó el tiempo de 6 horas con 30 minutos y el de 5 horas, por los diferentes turnos el primero que es de 9 horas laboras y el segundo de 7 horas laboradas, las distancias de 8 y 50 metros se tomaron porque más de 50 metros ya no se encuentran partículas.

Figura 15. Chimenea del recolector de finos



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

La deficiencia de esta emisión de polvo es la propagación de olor a café en un perímetro de 50 metros de la planta de producción, está emisión de polvo es debido a que en la secadora de café circula aire caliente, el cual se utiliza para separar los sólidos del extracto del agua, para lo cual se

tienen tres condiciones que se evalúan constantemente que son la humedad, la densidad y el color del café ya secado.

El aire caliente es extraído de la secadora por medio de un ventilador, el cual al extraer el aire arrastra con partículas de café ya secado que por su peso se depositan en el recolector de finos en donde se tomaron las mediciones, el recolector de finos tiene una compuerta que dependiendo de la humedad del café se abre si la humedad está alta o se cierra no en totalidad si la humedad está baja, para que pueda escapar el aire y en consecuencia el polvo de café.

Figura 16. Compuerta del recolector de finos



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

Tomando en cuenta estos resultados de las respectivas mediciones se llegó a determinar que el nivel de polvo emitido por la empresa es:

$$\begin{aligned} &= (700 \text{ millones de partículas} + 300 \text{ millones de partículas}) / (6 \frac{1}{2} \\ &\text{horas} + 5 \text{ horas}) \\ &= (1000 \text{ millones de partículas}) / (11 \frac{1}{2} \text{ horas}) \\ &= 86.95 \text{ millones de partículas /metro}^3 \text{ / hora} \end{aligned}$$

Llegando a concluir que la emisión por metro ³ que se tiene es la siguiente:

= 86.95 millones de partículas / mts ³ / hora.

Logrando determinar que la cantidad de polvo emitida 86.95 millones de partículas al transcurrir una hora sobre metro cúbico. El café se puede clasificar según el Reglamento Específico de Localización Industrial del municipio de Guatemala como polvos inertes no fibrogenos, permitiendo el reglamento 1,765 millones de partículas por metro cúbico, estando dentro del rango de tolerancia, ya que se tiene 86.95 millones de partículas por metro cúbico.

- Humo (en unidades Ringelman) de cada fuente

Se llevó a cabo una medición sobre la densidad de humo que es generada por las diferentes chimeneas que tiene la empresa, llegando a determinar el porcentaje de humo que es expuesto al medio ambiente por las chimeneas, se comenzó con la chimenea de la caldera de granza, seguido de la chimenea del incinerador de desechos sólidos y por último la chimenea de el tostador.

Se realizó la observación de la chimenea de la caldera donde se utiliza los desechos sólidos del café llamado granza como combustible y son quemados, se efectuaron lecturas con la ayuda de las cartas de Ringelman en períodos de 15 segundos durante 60 ciclos, teniendo los resultados siguientes:

En el primer ciclo se observó y se comparó la carta No. 0, lo cual indica que no hay emisión de humo, a los quince segundos se observó que la carta No. 1 reflejaba la emisión de humo, a los 30 segundos fue la carta No. 0 nuevamente y a los 45 segundos se observó de nuevo que la carta No. 1 reflejaba la emisión de humo, así sucesivamente en los demás ciclos.

Tabla IV. Densidad de la caldera de granza

Tiempo	0	15	30	45	Tiempo	0	15	30	45
1	0	1	0	1	31	1	1	0	0
2	1	1	0	0	32	1	0	0	0
3	0	1	1	1	33	1	1	1	1
4	0	0	1	1	34	0	1	1	1
5	0	0	1	2	35	1	1	1	1
6	2	1	2	1	36	1	1	1	1
7	1	1	1	0	37	1	1	1	1
8	1	0	1	1	38	0	1	1	1
9	0	1	1	0	39	1	1	1	0
10	1	1	1	1	40	0	1	2	4
11	1	2	2	1	41	4	3	3	2
12	2	1	0	1	42	1	2	2	1
13	0	1	0	1	43	1	1	1	1
14	1	1	0	0	44	2	2	2	2
15	0	0	1	1	45	2	3	2	2
16	1	1	1	1	46	2	2	1	1
17	0	0	1	0	47	2	2	2	2
18	0	1	1	1	48	2	1	1	2
19	1	1	0	0	49	2	1	1	0
20	1	1	1	1	50	1	1	1	1
21	1	0	1	2	51	1	1	0	1
22	3	3	2	1	52	2	2	2	2
23	1	1	2	1	53	2	3	2	2
24	1	2	2	1	54	2	2	1	1
25	2	1	1	1	55	2	2	2	2
26	1	1	2	1	56	1	2	2	1
27	0	1	0	0	57	1	0	1	1
28	1	1	0	1	58	2	1	1	0
29	0	0	0	1	59	0	0	0	1
30	0	0	0	1	60	1	1	1	1

Fuente: Propia, con base a datos obtenidos, agosto 2008

Todas las lecturas se ordenaron por número de tarjeta y su frecuencia, la tarjeta No. 0 equivale al 0%, es la que indica que no hay emisión de humo, la tarjeta No.5 equivale al 100% de humo negro que emite la chimenea, el resto de los números se incrementa en 20% la cantidad de opacidad hasta llegar al 100%.

Tabla V. Lectura de tarjetas

Lecturas	Tarjetas	Equivalente
53	0	0
130	1	130
49	2	98
6	3	18
2	4	8
0	5	0
240		NE=254

Fuente: Propia, con base a datos obtenidos, agosto 2008

Los equivalentes resultan de multiplicar el número de lecturas por el número de la tarjeta respectiva por ejemplo la tarjeta No. 0 se multiplica por el número de de lecturas que se obtuvieron en este case fueron 53 que al multiplicar por 0 nos da como resultado 0 y así sucesivamente.

D.V.A = Densidad aparente visual del humo:

Ne = número total de equivalentes al número 1

N = número total de lecturas

El número 20 es el equivalente en % de densidad del No. 1

$$D.A.V. = (Ne) (20)/N$$

$$D.A.V. = (254 * 20) / 240 = D.A.V. = 21.17\%$$

Teniendo como resultado que la densidad de humo generada por las chimeneas de la caldera es de 21.17% se determina que es un nivel que es aceptable en el rango municipal de contaminación

Figura 17. Chimenea de la caldera de granza



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

La siguiente observación fue en la chimenea del incinerador sólidos donde se queman los desechos sólidos de toda la planta, realizando las observaciones de misma forma antes descrita para la chimenea de la caldera, teniendo los resultados siguientes:

Tabla VI. Densidad de la chimenea del incinerador de sólidos

Tiempo	0	15	30	45	Tiempo	0	15	30	45
1	0	1	1	1	31	1	1	1	1
2	1	1	0	0	32	1	0	0	1
3	0	1	1	1	33	1	1	1	1
4	2	1	1	1	34	1	1	1	1
5	1	0	1	2	35	1	1	1	1
6	2	1	2	1	36	1	1	1	1
7	1	1	1	0	37	1	1	1	1
8	1	0	1	1	38	0	1	1	1
9	1	1	1	0	39	1	1	1	0
10	0	1	1	1	40	0	1	2	2
11	2	2	2	1	41	2	2	2	2
12	2	1	0	1	42	1	2	2	1
13	1	1	0	1	43	1	1	1	1
14	1	1	1	0	44	2	2	2	2
15	0	1	1	1	45	2	2	2	2
16	1	1	1	1	46	2	2	1	1
17	0	1	1	0	47	2	2	2	2
18	0	1	1	1	48	2	1	1	2
19	1	1	0	0	49	2	2	2	2
20	1	1	1	1	50	1	1	1	1
21	1	0	1	2	51	1	1	0	1
22	2	2	2	1	52	1	2	2	2
23	1	1	2	1	53	1	2	2	2
24	1	2	2	1	54	1	1	1	1
25	2	1	1	1	55	2	2	2	2
26	1	1	2	1	56	1	2	2	1
27	0	1	0	0	57	1	0	1	1
28	1	1	0	1	58	2	1	1	0
29	0	1	1	1	59	1	0	0	1
30	2	2	1	1	60	1	1	1	1

Fuente: Propia, basado a datos obtenidos, agosto 2008

Tabla VII. Lectura de tarjetas

Lecturas	Tarjetas	Equivalente
34	0	0
146	1	146
60	2	120
0	3	0
0	4	0
0	5	0
240		NE=266

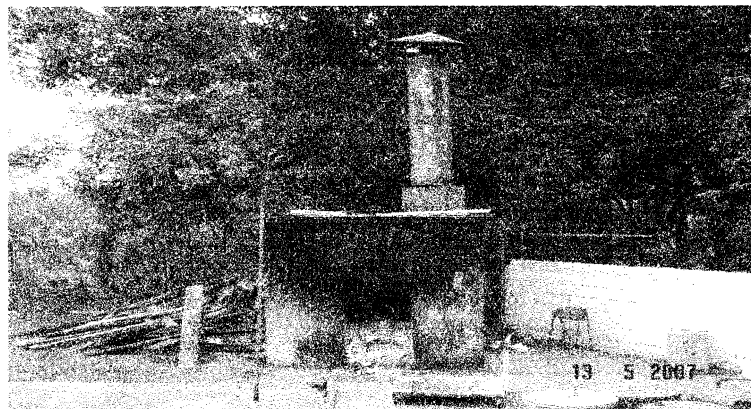
Fuente: Propia, basado a datos obtenidos, agosto 2008

$$\text{D.A.V.} = (266 * 20) / 240$$

$$\text{D.A.V.} = 22.17\%$$

Teniendo como resultado que la densidad de humo generada por las chimeneas de sólidos es de 22.17%, el que es un nivel aceptable en el rango municipal de contaminación.

Figura 18. Incinerador de sólidos



Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

La última observación fue la chimenea del tostador de café en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla VIII. Densidad de la chimenea del tostador de café

Tiempo	0	15	30	45	Tiempo	0	15	30	45
1	1	1	2	1	31	1	1	1	1
2	1	1	1	1	32	1	1	1	1
3	2	1	1	1	33	1	1	0	1
4	1	2	2	2	34	1	1	1	1
5	2	1	1	1	35	0	0	0	0
6	1	1	1	2	36	0	1	0	0
7	2	2	2	1	37	1	1	1	1
8	2	1	1	1	38	0	1	1	1
9	1	1	1	2	39	1	1	1	1
10	2	2	2	2	40	1	1	1	1
11	1	0	1	1	41	0	0	1	0
12	1	1	1	1	42	0	1	1	1
13	1	2	2	2	43	1	1	1	1
14	1	1	1	1	44	1	1	0	0
15	1	1	1	2	45	1	1	1	1
16	1	1	1	1	46	1	0	1	1
17	2	2	2	1	47	0	1	1	0
18	1	1	1	1	48	0	1	1	1
19	1	1	1	1	49	1	1	1	1
20	1	1	1	0	50	1	1	1	1
21	0	0	1	1	51	1	0	0	1
22	1	1	1	1	52	1	1	1	1
23	1	2	1	1	53	1	1	0	0
24	1	1	2	2	54	0	1	1	1
25	2	1	1	1	55	0	1	0	1
26	1	1	1	1	56	1	1	1	0
27	1	2	2	1	57	0	0	1	1
28	1	1	1	1	58	1	1	1	0
29	0	0	0	1	59	0	0	1	1
30	1	0	0	0	60	1	1	1	1

Fuente: Propia, basado a datos obtenidos, agosto 2008

Tabla IX. Lectura de tarjetas

Lecturas	Tarjetas	Equivalente
42	0	0
149	1	149
49	2	98
0	3	0
0	4	0
0	5	0
240		NE=247

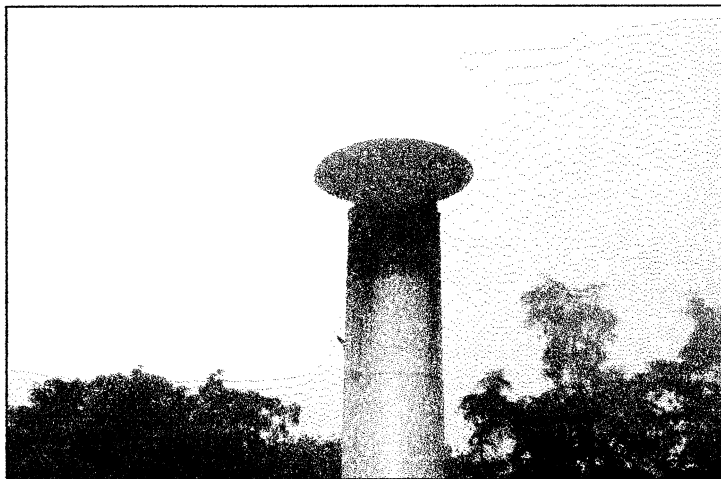
Fuente: Propia, basado a datos obtenidos, agosto 2008

$$D.A.V. = (247 * 20) / 240$$

$$D.A.V. = 20.58\%$$

Teniendo como resultado que la densidad de humo generada por las chimeneas de tostado es de 20.58%, el que es un nivel aceptable en el rango municipal de contaminación.

Figura 19. Chimenea del tostador de café

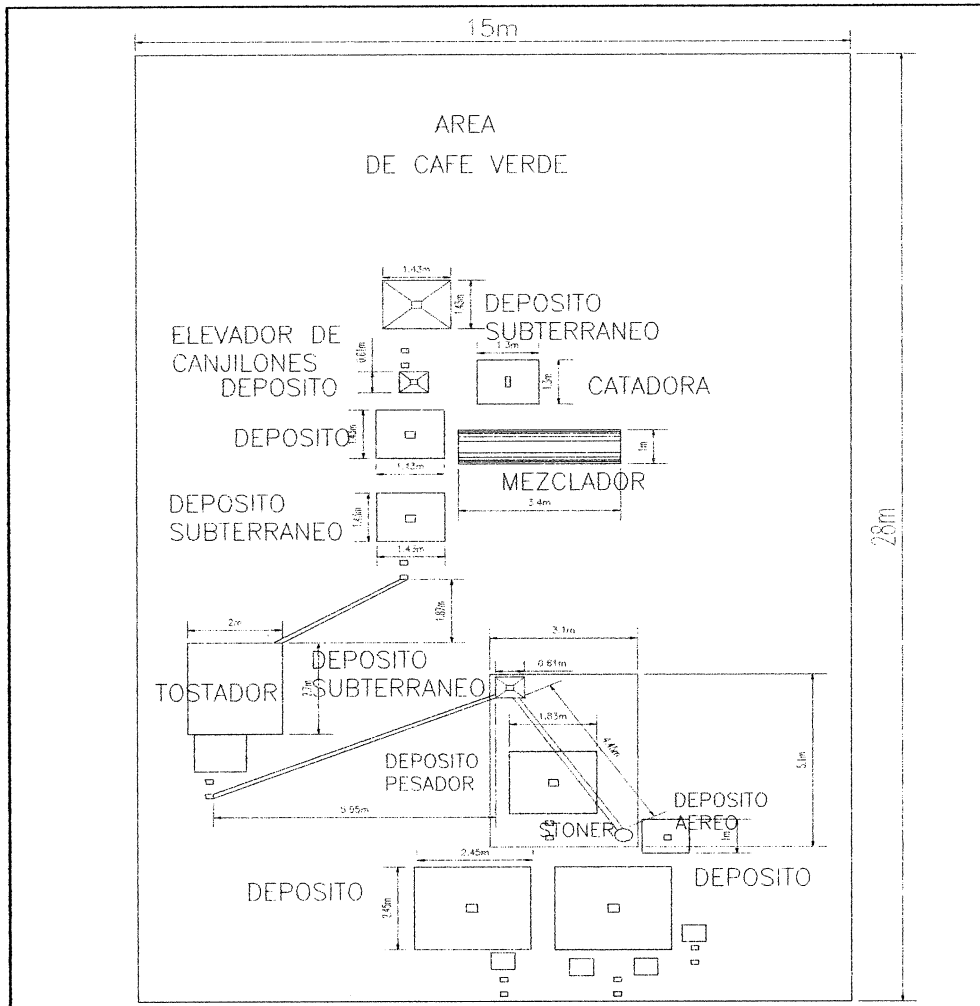


Fuente: Propia, tomada de la planta actual, agosto 2008

- Planos de la planta de producción

La planta actual están divididos en área de café verde, tostador, banco de extracción de café, área de secado, área de empaque, también incluye la secadora de café vista de frente y sus ocho niveles vistos en planta, los planos fueron elaborados en este estudio tomando las medidas actuales de la planta en cada área que a continuación se presentan.

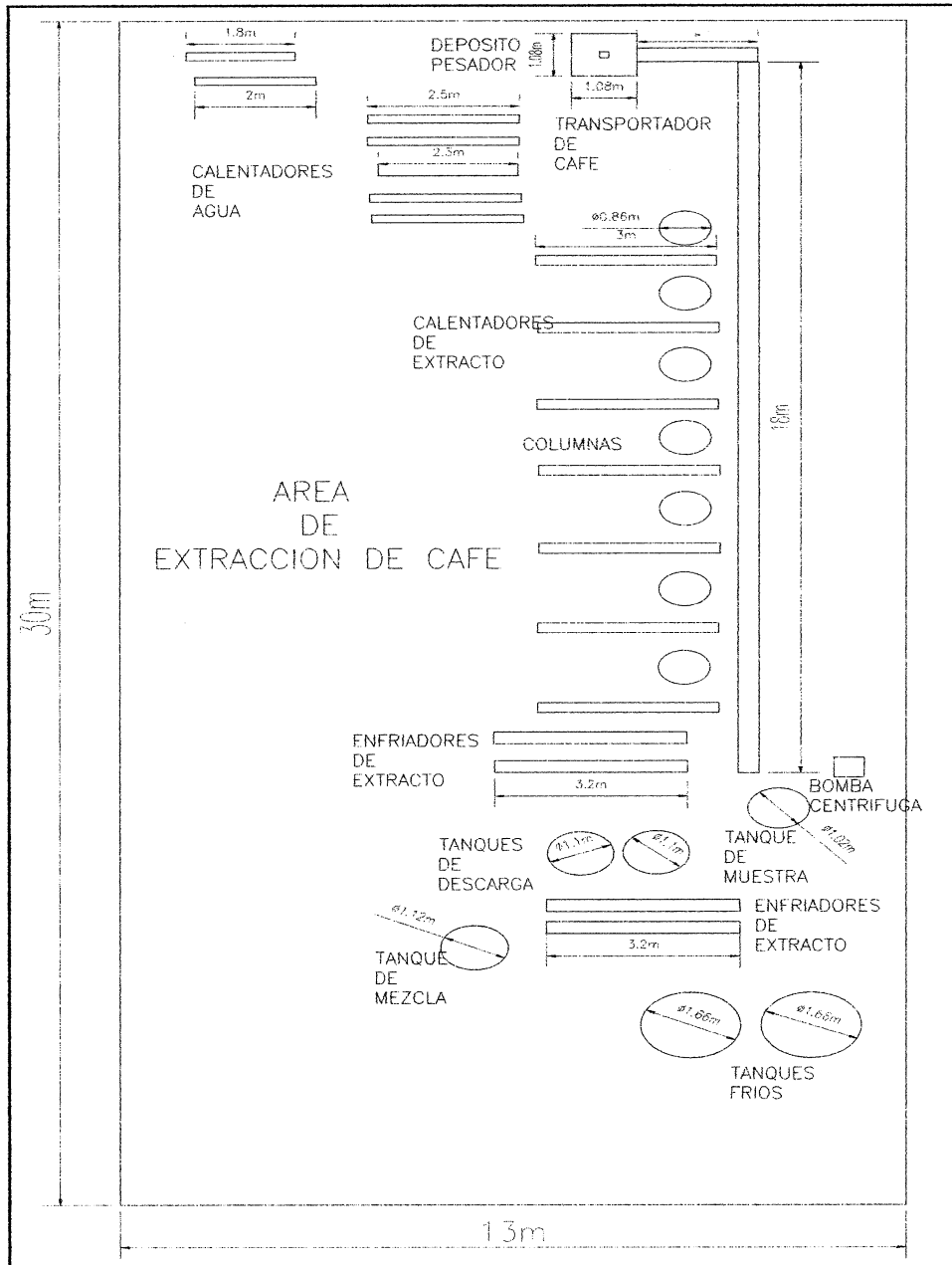
Figura 20. Plano de la planta actual del área de café verde vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

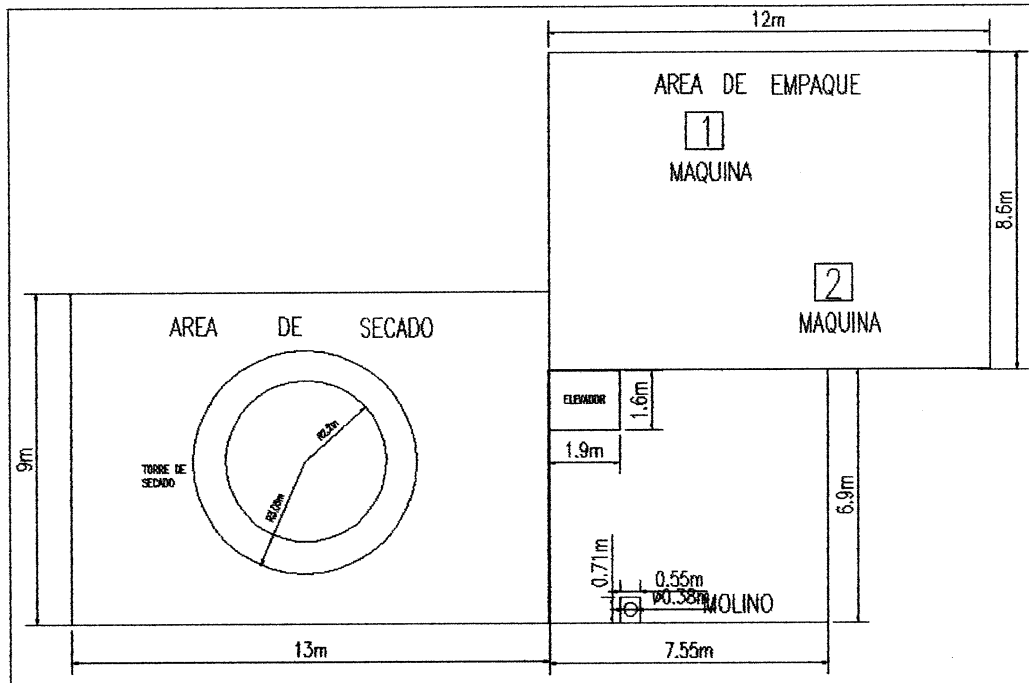
En el área de café verde se encuentra, la catadora neumática, el mixer, el tostador Lilla, un depósito pesador, dos depósitos de almacenamiento para el café tostado y tres molinos.

Figura 21a. Plano del área de extracción de café vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

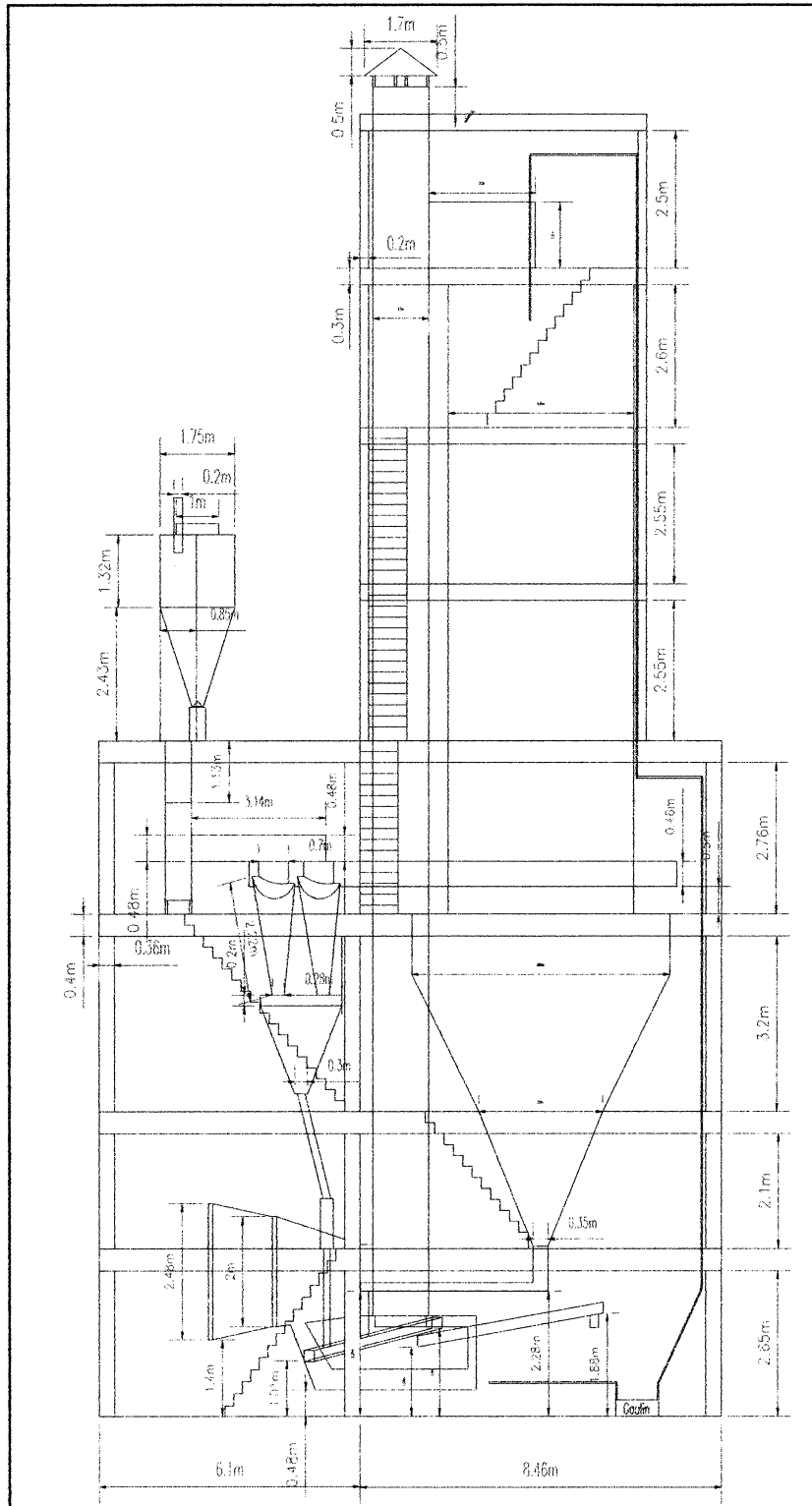
Figura 21b. Plano del área de secado y empaque de café vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el área de extracción se encuentran los siete calentadores primarios, dos depósitos pesadores de café, las siete columnas, los siete calentadores de extracto, el enfriador de extracto de transferencia fría, dos tanques de descarga, un tanque de mezcla, dos enfriadores de extracto, un tanque para sacar muestra, y dos tanques fríos de almacenamiento de café en extracto, seguido está la secadora de café, un molino de café soluble y dos máquinas de empaque de café soluble en presentación de sobres de 8 gramos.

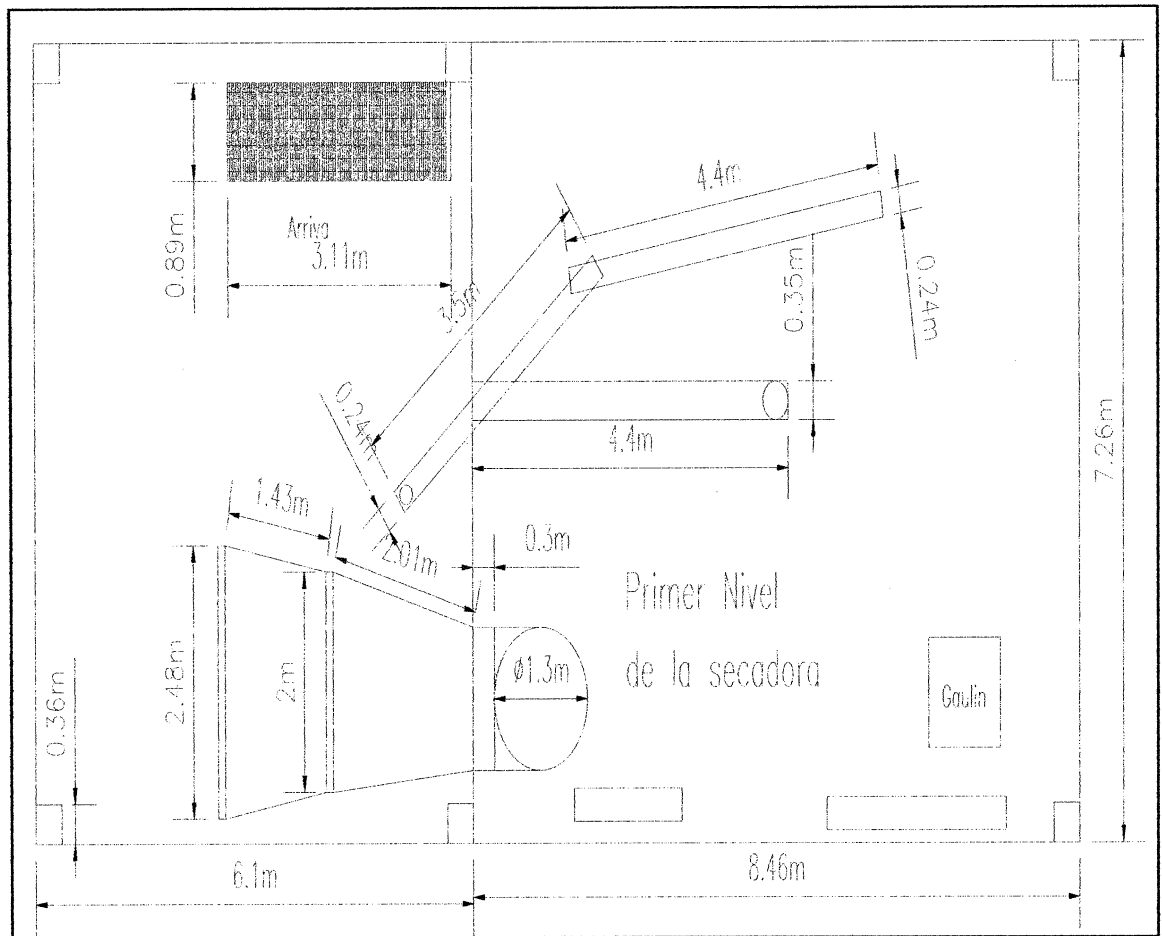
Figura 22. Plano de la secadora de café actual vista de frente



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

La secadora vista de frente tiene ocho niveles, en donde se eleva el extracto de café del primer nivel al octavo nivel por medio de una bomba llamada Gaulin y se introduce el extracto a la secadora por medio de una tobera.

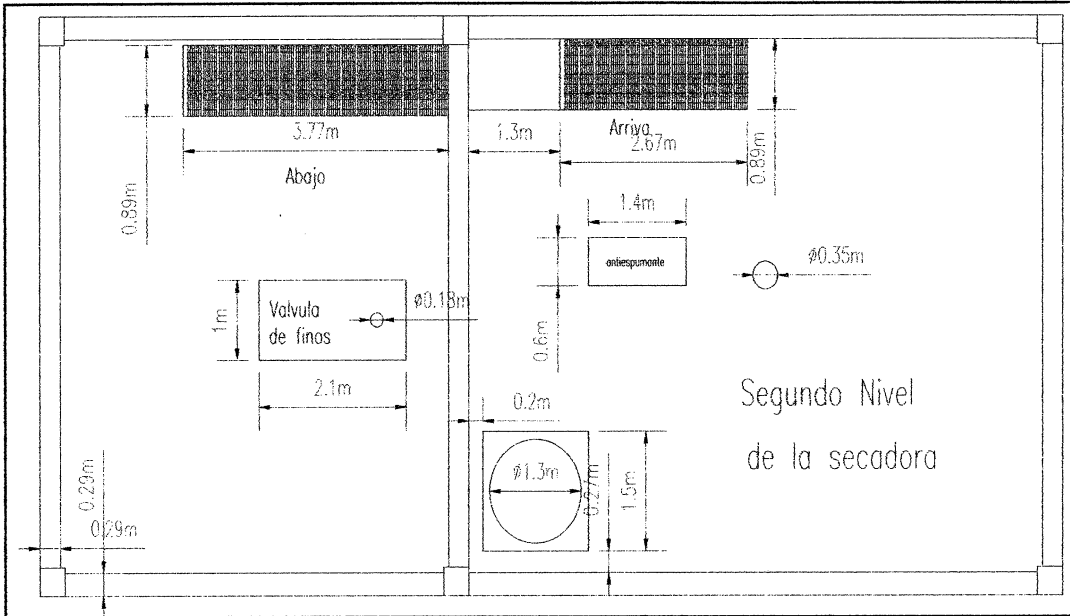
Figura 23. Plano del primer nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el primer nivel se encuentra la bomba Gaulin, transportadores de café soluble y los tableros para el control de la secadora.

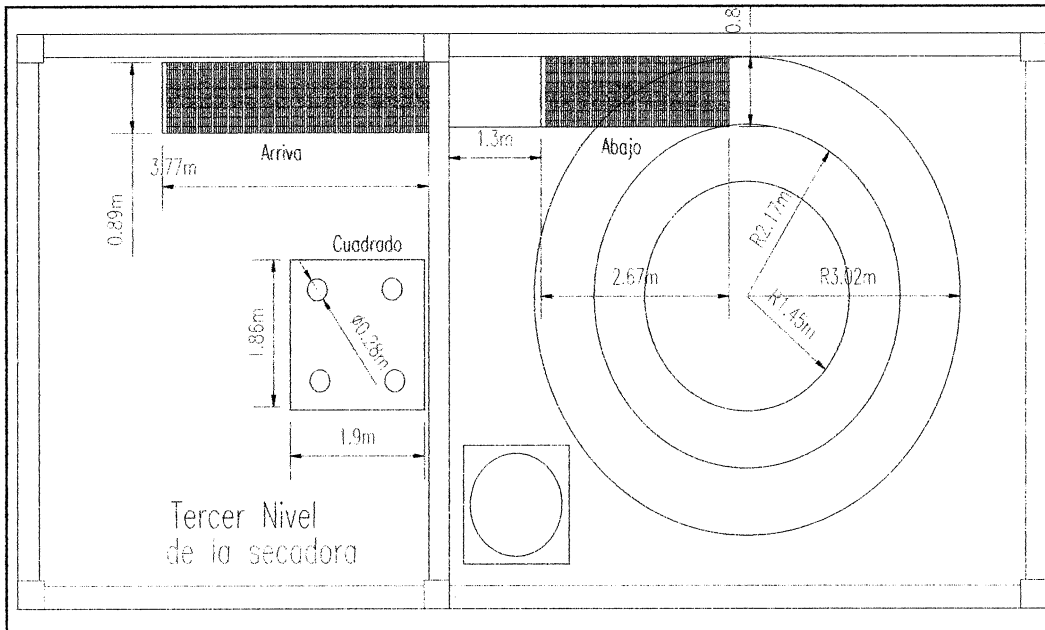
Figura 24. Plano del segundo nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el segundo nivel se tiene la válvula de finos y el dosificador de antiespumante.

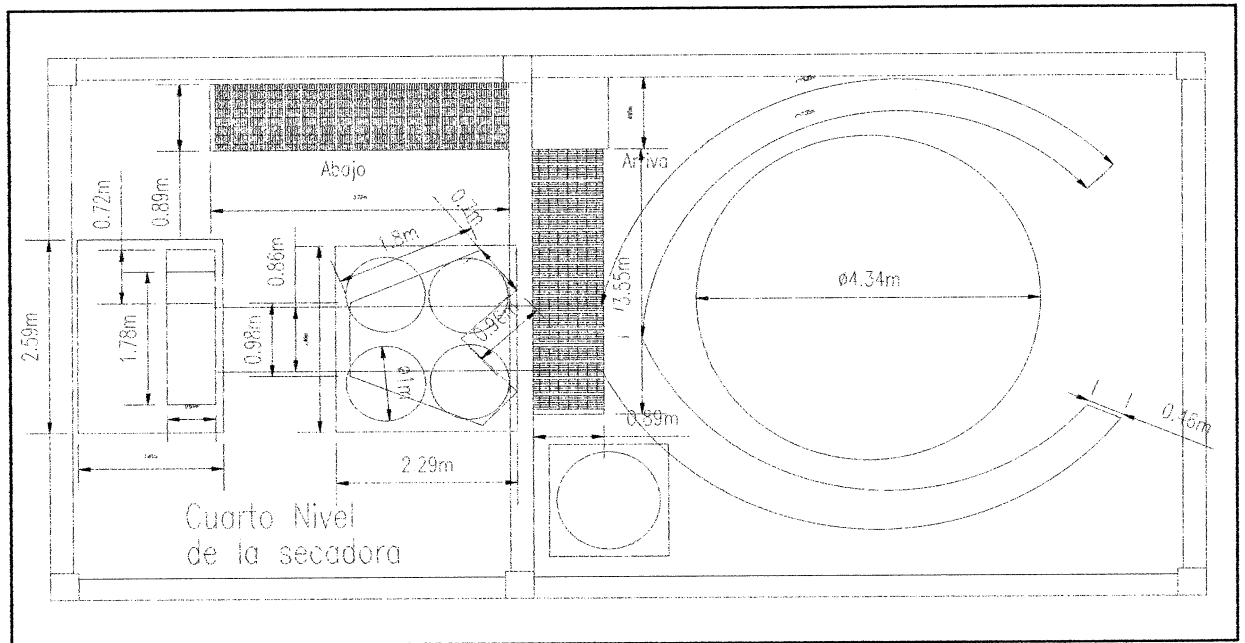
Figura 25. Plano del tercer nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el tercer nivel está un cuadrado donde cae café soluble fino o densidad baja.

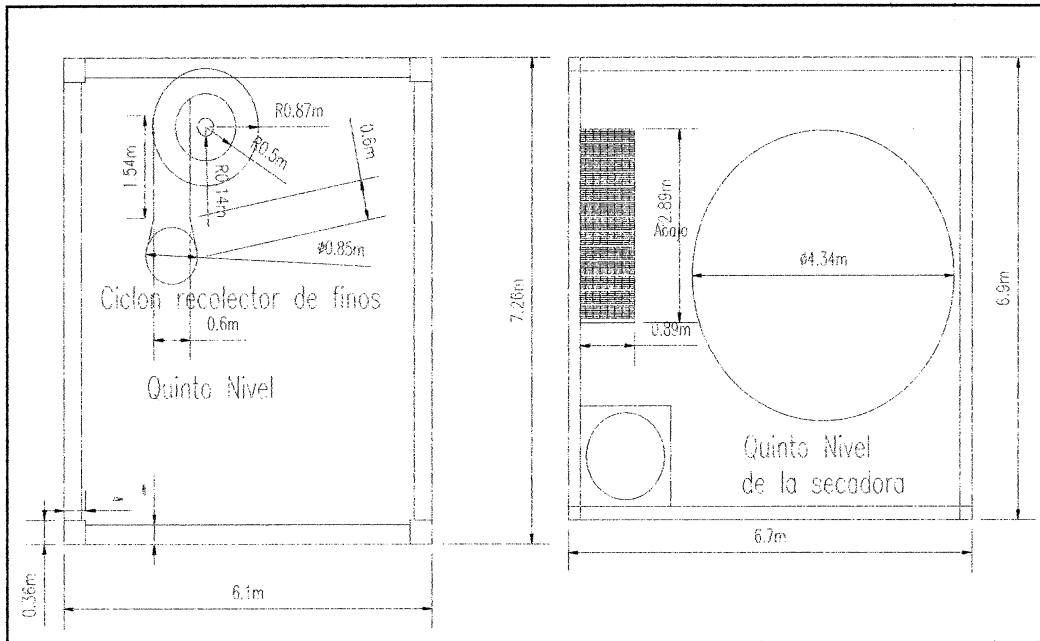
Figura 26. Plano del cuarto nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el cuarto nivel tiene un ventilador principal, que sustrae de la secadora las partículas de café soluble que tienen un densidad baja y cae al cuadrado en donde por gravedad caen a las válvulas de finos.

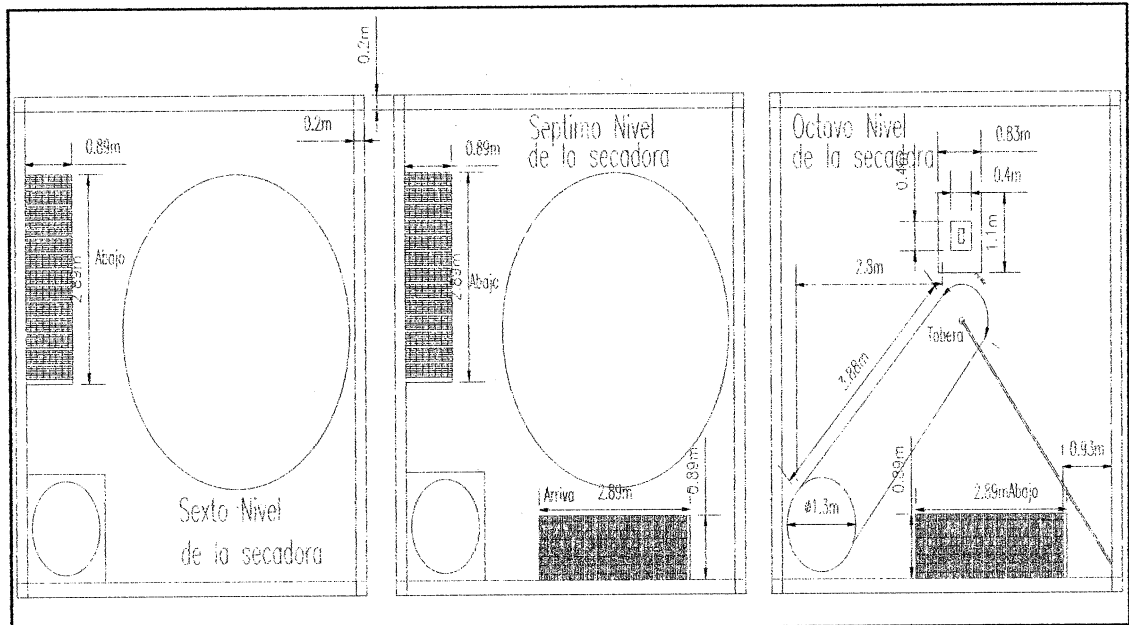
Figura 27. Plano del quinto nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el quinto nivel está el recolector de finos donde partículas más finas son llevadas por medio del ventilador principal y son separadas del proceso.

Figura 28. Plano del sexto, séptimo y octavo nivel de la secadora vista en planta



Fuente: Propia, basado a mediciones realizadas, agosto 2008

En el sexto y séptimo nivel sólo se puede observar el cuerpo de la secadora, en el octavo nivel se observa el ducto donde circula aire caliente para la secadora y la tubería donde pasa el extracto a la tobera.

Con los datos anteriores se procede con la localización industrial, según el Artículo 8o. del Reglamento Especifico de la Localización Industrial del municipio de Guatemala, se busca el código en la clasificación internacional uniforme de las Naciones Unidas, siendo el código 2096 de tostaderías y molinderas de café, luego se busca al grupo que pertenece, siendo el No. 3, por el estudio que se realizó de factores en lo que respecta a ruido, humo, olores, polvo, gases, incendio, tipo de transporte, desechos líquidos y sólidos, se determino la categoría industrial tomando el valor más alto que se presento en el estudio el cual fue el número VI, con estos datos, en la matriz de localización industrial que se muestra en la tabla V, se lee la localización permitida que es la letra F, la cual está resaltada, que indica

que el edificio tiene que estar aislado a una distancia de 500 metros de cualquier otro edificio.

Tabla X. Matriz de localización industrial

Categoría	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I		A	A	B	B	C	C	D	D	E
II		A	B	B	C	C	C	D	D	E
III		C	C	C	C	C	D	D	E	E
IV		D	D	D	D	D	D	E	E	F
V		E	E	E	E	E	E	E	F	F
VI		F	F	F	F	F	F	F	F	F

Fuente: Propia, con base a mediciones realizadas, agosto 2008

La planta actual de café cumple con los requerimientos de la municipalidad ya que está localizada a más de 500 metros de otro edificio.

2.4 Edificio industrial

El edificio actual es amplio, para realizar cada una de las operaciones que se necesitan y el manejo de materiales es eficiente, ya que cuenta con suficiente espacio para almacenar los materiales necesarios y un stock de seguridad, teniendo también amplios espacios para movilizar los mismos y no cuenta con ningún tipo de limitaciones y se adapta a cualquier proceso industrial.

2.4.1 Tipo de edificio

Según normativo vigente en la municipalidad de Guatemala describe al edificio de segunda categoría, donde predomina el acero estructural como una combinación del concreto armado en cantidades menores, ya que este

último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. La cubierta superior del edificio puede ser lamina de zinc, de Aluzinc, de asbesto cemento, en algunas secciones de losa de concreto armado. La planta de producción construcción predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado en cantidades menores por lo que se clasifica como edificio de segunda categoría.

Gracias a este tipo de construcción se aprovecha la ventilación natural, el problema que tiene la empresa es el utilizar madera, lo cual provoca que se incrementen las cucarachas y ratas.

2.4.2 Techo industrial

El techo es de lámina galvanizada, este tipo de lámina no es aislante del sonido ni del calor lo cual es un problema para los operadores ya que encierra mucho calor y es de forma acanalada, la deficiencia de este tipo de techo en la planta es que la altura en la que se encuentra, está expuesta a que el aire pueda levantar las láminas y las fuertes lluvias puedan saturar los canales y de esta manera se pueda filtrar el agua mojando la materia prima como el producto terminado.

2.4.3 Ventilación

No tiene ningún problema, ya que cuenta con un sistema de ventilación de renovación del aire natural el cual es posible por medio de las ventanas que tiene a lo largo y ancho de la planta, también cuenta con extractores dinámicos que funciona con la velocidad del viento exterior al edificio industrial que ayuda a eliminar el polvo, el calor generado por los motores y vapor.

Para una nave industrial, se debe renovar cuatro veces el aire por hora dentro del edificio, por ejemplo se tomó como referencia el área de café verde que tiene las siguientes dimensiones 22 m. de ancho, 47 m. de largo y una altura de 6 m. la velocidad del viento es de 18 Km. por hora con una dirección longitudinal al edificio, según dato del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología para el día que se realizó el análisis, a lo ancho se tiene dos columnas de 20 centímetros de ancho, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Nomenclatura:

V = volumen de área

A = ancho del edificio

L = largo del edificio

H = altura del edificio

Q = Volumen a evacuar

C = número de renovación de aire por hora

c = coeficiente de entrada perpendicular = 0.4

v = velocidad de viento

A' = área

N = número de columna por el ancho de la columna

$$V = A * L * H = (22 \text{ m}) * (47 \text{ m}) * (6 \text{ m}) = 6204 \text{ m}^3$$

$$Q = V * C = (6204 \text{ m}^3) * (4) = 24816 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = c * A' * v$$

$$24,816 \text{ m}^3/\text{h} = (0.4) * (A') * (18,000 \text{ m}/\text{h})$$

$$A' = 3.446 \text{ m}^2$$

3.446 m² es el área mínima de la ventana

l = largo de la ventana

h = altura de la ventana

$$l = L - N$$

$$N = 2(0.20 \text{ m}) = 0.40 \text{ m}$$

$$l = L - N = 22\text{m} - 0.40\text{m} = 19.6 \text{ m}$$

$$A' = l \cdot h$$

$$3.446 \text{ m}^2 = (19.6 \text{ m}) \cdot (h)$$

$$h = 0.17 \text{ m}$$

Para tener una buena ventilación y cumpla con la renovación de aire, el área de la ventana debe ser de 3.446 m², con una altura de de 17 centímetros y ancho de 19.6 m, estas dimensiones son mínimas, la planta actual tiene ventanas con un ancho de 19.6 m y de altura es de 2 m lo cual indica que no tiene ningún problema con la ventilación.

2.4.4. Piso industrial

Con el piso no se tiene ningún problema, porque el piso está diseñado en función de una carga viva de 125lbs/pie² para fabricación pesada y almacenaje. El suelo está uniformemente compacto de 4 pulgadas de espesor, el material utilizado en la planta es el concreto. El grosor de la plancha es de 30cm, para soportar tráfico y paso de montacargas.

Cuenta con una superficie lisa que permite su fácil limpieza y evitando que las bacterias queden en la superficie.

2.4.5. Iluminación industrial

La planta no tiene problema con la iluminación ya cuenta con tres tipos de iluminación siendo las siguientes: lámparas especiales en el área de producción, porque se trabaja en turnos diurnos y nocturnos, cuenta con láminas de color que se iluminan por la luz solar, cuenta con iluminación comercial que está aplicada en el área de administración y por último la iluminación exterior que se encuentra en el área de parqueo, en el área de carga y descarga del producto de la planta.

La iluminación industrial se divide en iluminación natural y artificial a continuación se describe cada una.

- **Iluminación natural:** Cuando se diseña un edificio industrial, la iluminación natural se debe prever en las estructuras físicas del mismo, los sistemas más comunes a utilizar son los de maqueta. La intensidad de luz se puede simular con un fotómetro, para obtener la misma intensidad que en la realidad, en las cartas fotométricas las curvas de nivel se refieren a la intensidad de luz que se está obteniendo en el ambiente. La luz natural entonces se obtiene de poner ventanales corridos a los extremos de las paredes laterales del edificio, así como láminas de plástico de color claro en los techos.
- **Luz artificial:** El diseño se basa en colocar lámparas a una distancia tal que la cobertura de luz de las lámparas no se crucen unas con respecto a la otras, para aprovechar al máximo la luz artificial, pues si las coberturas de luz de una lámpara con respecto a la otra se interceptan, quiere decir que el número de lámparas es mayor que el que verdaderamente se necesitan. La altura a que se colocan las lámparas con respecto al suelo también influye en la intensidad de la luz sobre la superficie de trabajo.

La planta tiene muy buena iluminación natural, siendo solo necesario hacer un estudio del método de cavidad zonal para las aéreas de empaque porque el trabajo se que se aquí es muy minucioso y se encuentra cerrado, la teoría básica de este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara es reflejada por todas la superficies del área. Para ello se estudian 3 factores, los cuales son:

- **Cavidad del techo (HCC):** es el área medida desde el plano de las luminarias al techo.
- **Cavidad de local (HRC):** es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria.
- **Cavidad de piso (HFC):** se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo o bien el nivel donde se realiza la tarea especial.

Cálculos

Descripción:

Actividad minuciosa (con mucho contraste, se clasifica como D)

Colores techo son marfil, paredes blancas, piso marrón claro

Ancho: 10 metros

Largo: 15 metros

Altura de trabajo: 90 metros (hm)

Altura de piso techo 3.4 metros (ht)

Exactitud importante

Norma alemana

Manteniendo malo

- **Reflacciones**

Techo = marfil = 72.5 % claro

Pared = blanco = 80 % claro

Piso = marrón = 50% semiclaro

$$205.5 \div 5 = 67.5 \%$$

- Rango

Edad = 32 años = -1

Exactitud = importante = 0

Reflectancia = 67.5 0 = 0

-1 usar valor medio

- Como se tiene la clasificación d por la actividad y el valor de reflectancia entonces se usan
D=300 LUX

- Relación de arabato (RR)

$$RR = \frac{\text{ancho} \times \text{largo}}{H(\text{ancho} + \text{largo})} \quad H = ht - hm$$

$$RR = \frac{10 \times 15}{2.5(10 + 15)} = 2.4 \quad H = 3.4 - 0.90$$

- Coeficiente de utilización (K)

Por el tipo de pared y techo y piso es de:

K=0.6976

- Espaciamiento entre luminarias

EM=H (N.A)

EM=2.5 (2.5)

EM=6.25

- No. de luminarias

$$\text{Ancho} = \frac{\text{ancho}}{EM} = \frac{10}{6.25} = 3.75 \sim 4$$

$$\text{Largo} = \frac{\text{Largo}}{EM} = \frac{15}{6.25} = 2.56 \sim 3$$

$$\text{Total de luminaria} = 3 \times 4 = 12$$

- Flujo luminoso

Donde: E= Rango, A=área, K= coeficiente de utilización, F.M=factor de mantenimiento.

$$\text{Flujo luminoso} = \frac{E(A)}{K(F.M)} = \frac{(300 \text{ LUX}) \times (15) \times (10)}{0.6976 \times 0.5} = 132821.724 \text{ lumenes}$$

$$\text{Flujo luminoso} = \frac{132821.724 \text{ lumenes}}{12} = 11,068.477 \text{ lumenes}$$

Por los lúmenes que se necesitan y los costos se optó por fluorescentes de 3,200 lúmenes las cuales se necesitarían 4 lámparas

$$\frac{11,068.477 \text{ lumenes}}{3200} = 3.45$$

- Plano de distribución

$$\text{Ancho} = \frac{\text{ancho}}{\text{No. de luminarias}} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ metros}$$

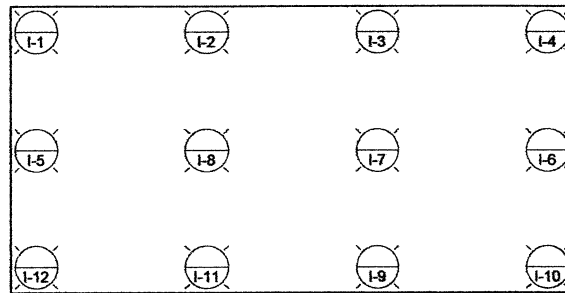
$$\text{Largo} = \frac{\text{Largo}}{\text{No. de luminarias}} = \frac{15}{4} = 3.75 \text{ metros}$$

Separación entre pared y luminaria

$$\text{Ancho} = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ metros}$$

$$\text{Largo} = \frac{3.75}{2} = 1.875 \text{ metros}$$

Figura 29.Plano de distribución



Fuente: Propia, con base a estudios realizadas, septiembre 2009

- **Razones para construir una Planta Piloto:**

La planta de producción cumple con todos los requerimientos necesarios para funcionar en el lugar de localización, tiene la instalaciones necesarias para realizar todos los procesos de manera eficaz, excepto las pruebas para la realización de nuevos productos, ya que para realizar estas se deben hacer en cantidades de materia prima pequeñas y provocando pequeños paros en la maquinaria, generando costos en las mismas que son justificados para la creación de nuevos productos.

Otra limitante que tiene la planta es para observar y crear nuevos métodos en el proceso de producción actual, debido al volumen de producción que manejan siendo este muy grande para dejar de producir mientras se realizan las pruebas. Asimismo como la capacitación de personal nuevo.

3. DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO

El siguiente diseño de planta piloto para pruebas de café soluble, representa una proporción de la producción semanal, tomando como base la maquinaria utilizada en la planta actual.

3.1. Características de la planta piloto

- **Descripción de la planta piloto**

En la planta de industrias del café surge la necesidad del “Diseño de una Planta piloto para fabricación de pruebas de café soluble”, ya que la planta se encuentra en desventaja por la introducción de nuevos y variados productos de café por parte de la competencia, actualmente la planta cuenta con una capacidad de producción de 50,000 libras de café soluble semanales, con una maquinaria diseñada para esta cantidad de producción, debido a ello no se puede detener la producción de café soluble para realizar pruebas de café.

El sabor es una cuestión muy personal, afirmación que es especialmente cierta en el caso del café. Los consumidores de cada país exigen distintas características a una taza de café. Esas diferencias en el gusto pueden darse incluso entre distintas zonas de un mismo país. El proyecto consiste en diseñar la planta para una capacidad de producción de 5,000 libras de café soluble, lo cual permitirá realizar mezclas de café, mejorar la calidad, pruebas de mejoramiento, permitiendo así tener diferentes clases de café por ejemplo:

- Café Americano
- Café Capuchino
- Café Expreso
- Café Mocha
- Café Descafeinado

Esta planta no sólo permitirá realizar pruebas sino también se podrán tener capacitaciones a nivel operativo y profesional, inducción a los nuevos trabajadores, los procedimientos actuales se podrán mejorar en la siguiente manera en las diferentes áreas.

La importancia de tener capacitaciones dentro de la empresa y realizar pruebas para mejorar los procesos inicia en el área de café verde, tener una buena limpieza de café de en la catadora neumática al poder estar circulando mayor cantidad de aire y que el café pase en menores cantidades para una mejor eliminación de partículas y obtener un café más limpio.

- **Organización:**

Actividades de la planta:

- Convertir el café oro a café soluble
- Realizar pruebas para mejorar procesos, existentes de la planta.
- Dar capacitaciones a nivel operativo y profesional
- Inducción a los nuevos trabajadores
- Realizar mezclas de café, mejorar la calidad, pruebas de mejoramiento, permitiendo así tener diferentes clases de café.

- **Jornadas de trabajo y turnos**

En la empresa con el objetivo de no trabajar el día sábado, en las instalaciones de la empresa, la labor normal se presenta durante cinco días de lunes a viernes en jornadas continuas de la forma siguiente:

- **Turno “A”** De las 6 a las 15 horas de lunes a jueves, el día Viernes de las 6 a las 14 horas.
- **Turno “B”** De las 15 a las 22 horas de lunes a jueves, el día viernes de las 14 a las 22 horas.
- **Turno C** De las 22 a las 6 horas de lunes a viernes.

- **Personal**

Tabla XI. Puestos en la empresa

Puestos	No. de Trabajadores
Encargado limpieza y tueste	1
Encargado de extracción	6
Encargado de secadora	3
Encargado de empaque	3
Jefe de planta	1
Total de Trabajadores	14

Fuente: Propia, análisis hecho, agosto 2008

- **Perfil de los puestos**

Encargado limpieza y tueste:

- Tercero básico
- 2 años de experiencia en industrias relacionadas con el café.
- Experiencia en limpieza y tueste de café (no indispensable)
- Honrado, responsable.

Encargado de extracción:

- Tercero Básico
- 2 años de experiencia en industrias relacionadas con el café.
- Conocimientos de instrumentos de presión, probetas y manómetros
- Experiencia extracción de sólidos (no indispensable)
- Honrado, responsable.

Encargado de secadora

- Perito en mecánica industrial
- 2 años de experiencia en industrias relacionadas con el café.
- Conocimientos de instrumentos de presión, probetas y manómetros
- Experiencia calderas (no indispensable)
- Honrado, responsable.

Encargado de Empaque

- Tercero Básico
- 2 años de experiencia en industrias relacionadas con el café.
- Experiencia en empaçado (no indispensable)
- Honrado, responsable.

Jefe de planta

- Ingeniero industrial o mecánico industrial
- Diplomado de Administración de la calidad o buenas prácticas de manufactura.
- Sólidos conocimientos de computación,(paquete de office)
- Habilidad para generar reportes gerenciales
- Experiencia comprobada de tres años en producción
- Capacidad de trabajo en equipo
- Iniciativa y liderazgo

- Habilidad para comunicar, planificar y gestionar.
- Honrado, responsable.

- **Capacitación del personal:**

Se dará capacitación de personal a todo trabajador nuevo y a los trabajadores que sean promovidos otra área o a un puesto jerárquico más alto y también cuando se adquiera maquinaria nueva o se agrega un proceso nuevo.

Personal nuevo:

A todo personal que ingresa, se le dan dos meses de prueba para que se adapte al trabajo y pueda lograr desarrollarlo efectivamente, en estos dos meses de prueba los primeros tres días se le da un recorrido por la planta y se explica a grandes rasgos las distintas áreas. El primer mes se le explica paso a paso o diariamente sus responsabilidades y obligaciones y el segundo mes es para observar cómo se desenvuelve en el mismo.

Capacitación de personal:

Cuando salen plazas nuevas, se colocan internamente, primeramente para que puedan optar a ellas los trabajadores de la planta.

Cuando se encuentran a los candidatos, se procede a evaluar, quien pase las evaluaciones por las aptitudes y habilidades que posea tendrá la plaza.

En la plaza, como un trabajador nuevo se le dan dos meses de prueba, donde el primer mes es para explicarle lo nuevo con el puesto, y el segundo mes es para evaluar su desempeño.

- **Instalaciones:**

Las Instalaciones más aptas son las que se encuentre ubicada en la planta exigente, ya que la planta cuenta con grandes espacios para colocar la nueva planta piloto.

- **Procesos:**

En el área de tostado con una menor cantidad de café se evaluara los diferentes tipos de tueste que va de suave a fuerte y poder evaluar un tipo de tueste intermedio y observar el rendimiento de sólidos que se obtendrán en el área de extracción.

Para estas áreas de trabajo de café verde y tostado se elaboró un diagrama de proceso hombre máquina tomando en cuenta todas las operaciones, de cada área y poder así definir el ciclo de trabajo. El ciclo de operaciones para las dos máquinas es 52 minutos lo cual le da tiempo a un operador atender dos máquinas y poder así eliminar el mayor tiempo de ocio para el operador, ya que el porcentaje de utilidad del operador de la catadora neumática es de 29% y para el tostador Lilla es de 33%, con estos resultados se asignó un operador para estas dos máquinas como se muestra en la tabla VI, y los cálculos de los mismos se muestran a continuación.

$$\text{Porcentaje de utilidad del operario} = \frac{\text{Tiempo Productivo del operador}}{\text{Tiempo del ciclo total}}$$

Tiempo productivo de la máquina = hacer

Tiempo improductivo del operador = espera

Tiempo improductivo de la máquina = ocio

Procedimiento empleado:

Los tiempos que utilicé, fueron con base a estudios, que se han hecho en la empresa, a continuación se detalla la tabla de los tiempos estándar que se han establecido para las determinadas actividades en la empresa.

Tabla XII. Tiempos estándar

Actividades	Tiempo estándar Máquina catadora	Tiempo estándar Máquina tostador
Pesar 349 libras	5	
Cargar	5	
Encender catadora	2	
Caminar a tostador		1
Pesar 300 libras		3
Encender tostador		2
Inspección de tipo de tueste		10

Fuente: Propia, con base a datos establecidos en la empresa, agosto 2008

Cálculos:

$$\% \text{ de utilizacion del operador} = \frac{t \text{ productivo operador}}{t \text{ total del ciclo}}$$

Sumamos todas las actividades que tiene que hacer el operador, como cargar, encender, inspeccionar.

$$t \text{ productivo operador} = 38 \text{ min}$$

$$t \text{ productivo maquina catadora} = 30 \text{ min}$$

$$t \text{ productivo maquina tostadora} = 30 \text{ min}$$

Tabla XIII. Diagrama hombre máquina para limpieza y tostado de café

Diagrama hombre-máquina					
Operación		Limpieza y tostado de café			
Máquina		Catadora y tostador			
Departamento		Café verde			
Operador	Tiempo min.	Catadora	Tiempo min.	Tostador	Tiempo min.
Pesar 349 libras	5	Pesar 349 libras	5		
Cargar	5	Cargar	5		
Encender catadora	2	Encender catadora	2		
Caminar a tostador	1				
Pesar 300 libras	3			Pesar 300 libras	3
Encender tostador	2			Encender Tostador	2
Inspección de tipo de tueste	10				
Tiempo ocio	10	Limpieza de café	30		
				Tostar café	30
				Ciclo	52
<p>Producción por ciclo: en un ciclo de 52 minutos para una producción de 300 libras por hora $52 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos} = 0.86$ la producción es de $300 \text{ libras} / 0.86 \text{ hora} = 348.8 \text{ libras/hora}$</p> <p>Tiempo requerido para producir 2,400 libras de café tostado</p> <p>$2,400 \text{ libras} / 348.8 \text{ libras/hora} = 6.8 \text{ horas} = 7 \text{ horas}$ el tiempo requerido es de 7 horas para producir 2,400 libras de café tostado.</p>					

Fuente: Propia, con base a estudios realizadas, agosto 2008

En el área de molino de café se evaluará desde el quebrado de café hasta tener un café muy fino y evaluar el rendimiento de sólidos y sus consecuencias al quebrar el café fino, si se tapan las tuberías en el banco de extracción o alguna otra consecuencia y solo quebrar el café grueso evaluando el rendimiento de extracción de sólidos, encontrando el punto óptimo para quebrar el café que se pueda obtener la mayor cantidad de sólidos evaluando ventajas y desventajas.

En el molino se realizó el estudio de granulometría que consta de de 4 tamices y un plato, el primer tamiz es número 10, el segundo tamiz es número 14, el tercer tamiz es número 25 y el cuarto tamiz es número 30, en este último está el plato, la función del tamiz, es evaluar el grosor de café que va del más grueso que pasará el primer tamiz, hasta el café más fino que pasaría el cuarto tamiz y se quedaría en el plato.

El procedimiento consiste en pesar 100 gramos de café molido y colocarlos en el primer tamiz, luego se unen los tamices con el plato y se colocan en un vibrador durante 5 minutos, después de haber transcurrido el tiempo se pesa la cantidad de café fino que llegó hasta el plato en un rango de 0.1% hasta 1% y lo que quedó en el primer tamiz se pesa estando en un rango de 80% hasta un 90% de café, la cantidad restante de café queda en los otros tamices, pero lo más importante es evaluar que tan quebrado está el café que queda en el primer tamiz y la cantidad de café fino que pasa hasta el plato.

En el área de extracción del café es importante, como se opera el banco de extracción el cual consta de 7 columnas de acero inoxidable. La calidad del café que está área recibe, se refiere a café limpio, tostado y molido como se menciona anteriormente. Para obtener un mayor rendimiento de esta área, teniendo buen café es la manera en que se opera el banco y se manejen las variables que son el galonaje de agua caliente, la cantidad y calidad de vapor.

En la columna del banco de extracción se tienen las siguientes operaciones que se evaluaron para la asignación de operador y su respectivo ayudante que se muestra en la figura siguiente.

La operación del banco de extracción inicia abriendo la tapadera superior y abriendo la llave de agua caliente de la primera columna para llenar de agua caliente a una altura de 4 pulgadas, al llegar a la altura se cierra la llave de agua y se procede a llenar con café tostado y molido la columna. Dependiendo cuanto café entre en la columna, así será la cantidad de descarga de la columna por ejemplo si a la columna tiene 500 libras de café, la descarga será de 949 libras, para lo cual existe una tabla, una vez llena la columna se cierra la tapadera superior de la columna y se abre la llave de agua caliente de la misma durante 10 minutos.

Luego se abre la llave de purga que significa sacar la mayor cantidad de vapor que tenga la columna y se cierra la llave de purga, luego durante otros 10 minutos, se espera que en el manómetro que tiene la columna se eleve la presión a 40 psi., y se procede destapar la tapadera superior de la segunda columna y se abre su llave de transferencia caliente, es la llave que comunica la primera columna con la segunda para llenar la segunda columna con extracto de la primera a una altura de 4 pulgadas.

Como se hizo con la primera con la diferencia que la primera fue con agua caliente, porque aún no se tenía extracto, se cierra la llave de transferencia caliente y se llena la columna con café tostado y molido, una vez llena la columna con café se cierra la tapadera superior y hasta el momento han transcurrido aproximadamente 30 minutos, luego se esperan otros 10 minutos para completar el ciclo de 40 minutos y se abre la llave de transferencia caliente de la segunda columna, en el inicio no se descarga la primera columna.

Una vez transcurrido los 10 minutos de transferencia caliente de la segunda columna se procede a purgar las dos columnas llenas con café y se

esperan otros 10 minutos para que la segunda columna alcance una presión de 40 psi.

Para abrir la tapadera superior de la tercer columna y abrir su llave de transferencia caliente para llenar la columna con extracto de la segunda a una altura de 4 pulgadas y se llena con café la tercer columna y se cierra la tapadera superior, aquí ya han transcurrido 30 minutos para la segunda columna y se procede a descargarla abriendo la llave de descarga que tarda aproximadamente 10 minutos para completar el ciclo de 40 minutos.

La descarga se hace a un tanque pesador para llevar el control de cantidad a descargar que dependerá de la cantidad de café que tenga cada columna, luego se cierra la llave de descarga y se abre la llave del calentador de extracto de de la segunda columna, seguido se abre la llave de transferencia caliente de la tercer columna, está sería la primera descarga en el inicio, se repite el mismo procedimiento hasta llegar a la séptima columna.

Al terminar la descarga de la sexta columna se cierra la llave de descarga y se abre la llave de transferencia caliente de la séptima columna y se procede a trasladar el agua que se encuentra en la en la primera columna la cual no se descargo por ser inicio de proceso. A este proceso se le llama aislar columna que consiste en lo siguiente, se abre la llave de agua caliente, se cierra la llave de transferencia caliente, se cierra la llave del calentador de extracto de la segunda columna, se cierra la llave de agua caliente y se abre la llave para sacarle el agua caliente a la primera columna y se purga su calentador de extracto.

Al observa que el manómetro nos indique que la presión es cero, se abre la llave de purga para verificar que no tiene vapor y se procede destapar la columna abriendo la tapadera inferior y sacando el vagazo del café a la que se le llama granza, una vez vacía la columna se cierra la

tapadera inferior y se abre la tapadera superior para seguir con el procedimiento de llenado de café a la columna.

Una vez llena la primera columna se procede a descargar la séptima columna y al terminar la descarga se cierra la llave de descarga y aquí cambia el procedimiento ya que en el inicio se abría la llave de transferencia caliente.

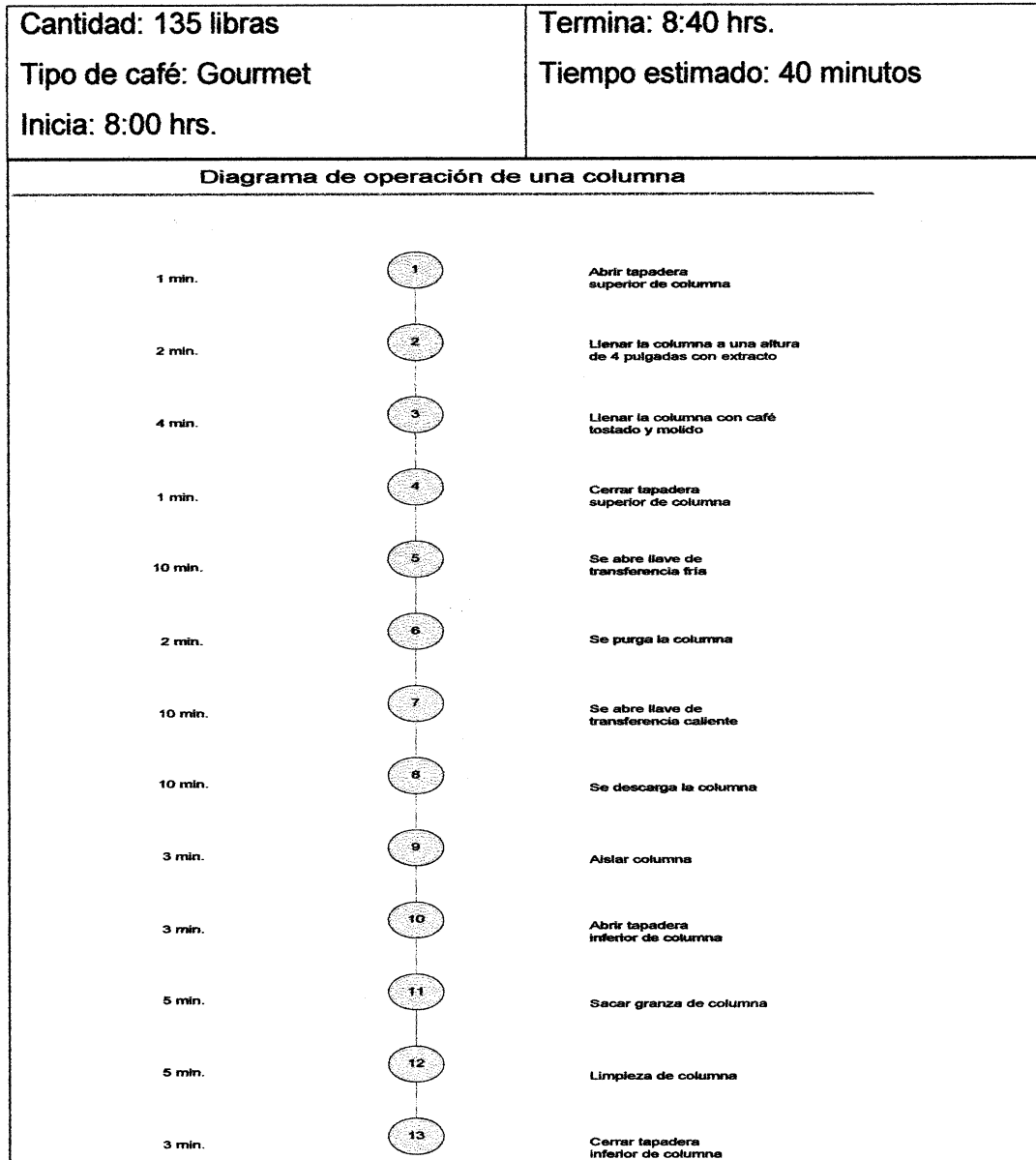
Ahora a partir de la segunda vuelta se abren las dos llaves de transferencia fría de la primera columna y se pasa el agua caliente de segunda columna a la tercera columna, aislando la segunda columna y eliminando la granza para luego proceder a llenar esta columna con café.

Una vez llena de café la segunda columna se purgan todas las columnas excepto la columna que tiene el agua caliente, una vez purgada la primera columna se le abre la llave de transferencia caliente y se cierran las llaves de transferencia fría hasta completar su ciclo y poder descargarla, de aquí en adelante el procedimiento es el mismo.

En esta área se puede optimizar la cantidad de sólidos extraídos en cada descarga de columna, aumentando el galonaje de agua caliente que se introduce a la columna que puede variar de 9 a 14 galones por minuto, también la presión de las columnas que oscila entre 125 a 150 psi.

Otra variable importante es la temperatura del agua, que sea mayor a los 100 °C y por último poder variar el tiempo por ciclo que puede ser de 30 a 60 minutos, al realizar estas pruebas se podrá encontrar un galonaje, una temperatura, una presión y un tiempo de ciclo óptimo para una mayor extracción de sólidos.

Figura 30. Diagrama de operaciones en una columna del banco de extracción.



Fuente: Propia, con base a estudios realizadas, agosto 2008

Para la asignación de operadores en el banco de extracción se realizó el diagrama de proceso hombre máquina que se muestra en la tabla VII y VIII respectivamente, donde por la cantidad de operaciones y el tiempo de ciclo que es de 40 minutos, un operador no le da tiempo atender todas las operaciones se asignó un operador y un ayudante en cada turno.

Para lo cual se necesitaran 3 operadores y 3 ayudantes que trabajaran en 3 turnos, el primer turno iniciara a las 6:00 horas y terminará a las 15:00 horas, el siguiente será de 15:00 a 22:00 horas y el tercer turno será de 22:00 a 6:00 horas para cumplir con la demanda de producir 4,883 libras en el banco de extracción.

Tabla XIV. Diagrama hombre máquina para operación de banco de extracción.

Diagrama hombre máquina			
Operación		Extracción de café	
Máquina		Banco de extracción	
Departamento		Extracción	
Operador 1	Tiempo min.	Columna	Tiempo min.
Abrir tapadera superior de columna	1		
Llenar columna 4 pulgadas	2		
Llenar columna con café	5		
Cerrar tapadera superior de columna	1		
Abrir llave de transferencia fría	1		
Purgar columna	2		
Abrir llave de transferencia caliente	1		
		Abrir llave de transferencia fría	13
		Purgar columna	2
Descargar columna	10		
		Abrir llave de transferencia caliente	15
		Descargar columna	10
Producción por ciclo de 40 minutos		Ciclo	40
Ciclo de 40 minutos para una producción de 203 libras por hora $40 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos} = 0.66 \text{ libras/hora}$ $135 / 0.66 = 204 \text{ libras/hora}$			
Tiempo requerido para producir 4,883 libras de café en el banco de extracción			
$4,883 \text{ libras} / 204 \text{ libras/hora} = 23.9 \text{ horas} = 24 \text{ horas}$ se necesitan para producir 4,883 libras de café.			

Fuente: Propia, con base a estudios realizadas, agosto 2008

Estas son las actividades que realizará el operador del banco de extracción que son de mayor importancia.

Tabla XV. Diagrama hombre máquina para operación de banco de extracción.

Diagrama hombre máquina			
Operación		Extracción de café	
Máquina		Banco de extracción	
Departamento		Extracción	
Operador 2	Tiempo min.	Columna	Tiempo min.
Aislar columna	5		
Abrir tapadera inferior de columna	5		
Vaciar la granza de la columna	5		
Limpieza interior de columna	3		
Cerrar tapadera inferior de columna	5		
		Abrir llave de transferencia fría	13
		Purgar columna	2
		Abrir llave de transferencia caliente	15
		Descargar columna	10
Producción por ciclo de 40 minutos		Ciclo	40
Ciclo de 40 minutos para una producción de 203 libras por hora $40 \text{ minutos} / 60 \text{ minutos} = 0.66 \text{ libras/hora}$ $135 / 0.66 = 204 \text{ libras/hora}$			
Tiempo requerido para producir 4,883 libras de café en el banco de extracción			
$4,883 \text{ libras} / 204 \text{ libras/hora} = 23.9 \text{ horas} = 24 \text{ horas}$ se necesitan para producir 4,883 libras de café.			

Fuente: Propia, con base a estudios realizadas, agosto 2008

Estas son las actividades complementarias para la operación del banco de extracción que la puede realizar un ayudante con la supervisión del operador.

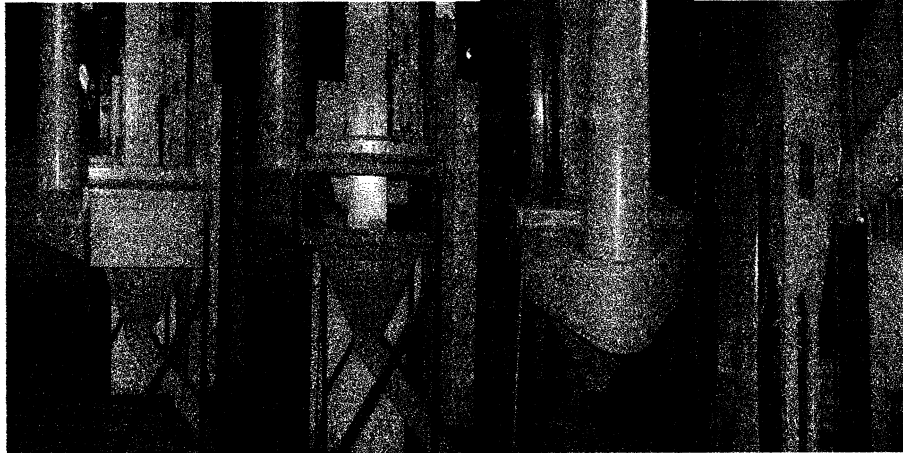
El área de secado de café, en donde el extracto de café se procede a secar para volverlo café soluble, lo cual consiste en separar el agua de los sólidos extraídos, se podrán evaluar tres variables como son el color del café, la humedad y la densidad, para esta área se necesita un operador por turno, que al igual que el banco de extracción se trabajará en tres turnos.

Para realizar estas pruebas se necesita que las capacidades de producción de la planta piloto en las diferentes áreas sean las siguientes:

- Catadora neumática

En el área de café verde se necesita una catadora neumática con una capacidad de limpiar 15,000 libras/semana de café verde, 3,000 libras/día, para el diseño de la catadora neumática, se observó la catadora actual la cual se muestra en la figura número 21, 22, 23 y 24, se le verificaron sus dimensiones y su capacidad de producción, tomando en cuenta todo lo anterior realice un diseño en forma proporcional una catadora pequeña con la capacidad de producción requerida, los dibujos de la catadora neumática para la planta piloto se pueden apreciar en la figura número 26, 27 y 28.

Figura 31. Diferentes vistas de la catadora neumática



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar la catadora neumática donde inicia a caer el café y se puede observar un ducto donde por medio de succión elimina la basura y se puede observar destapada la catadora donde cae el café y es extraída la basura.

Figura 32. Ductos de la catadora neumática



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar los ductos donde se separa la basura del café y es trasladada a sacos donde se almacena la basura.

Figura 33. Caída de café verde a la catadora neumática



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar un tubo donde cae el café a la catadora, se observa un motor monofásico el cual está unido a un brazo el cual hace vibrar el recipiente que ayuda a separar y graduar la caída de café para que pueda extraerse la basura con una mayor eficiencia.

Figura 34. Parte interna de la caída de café



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

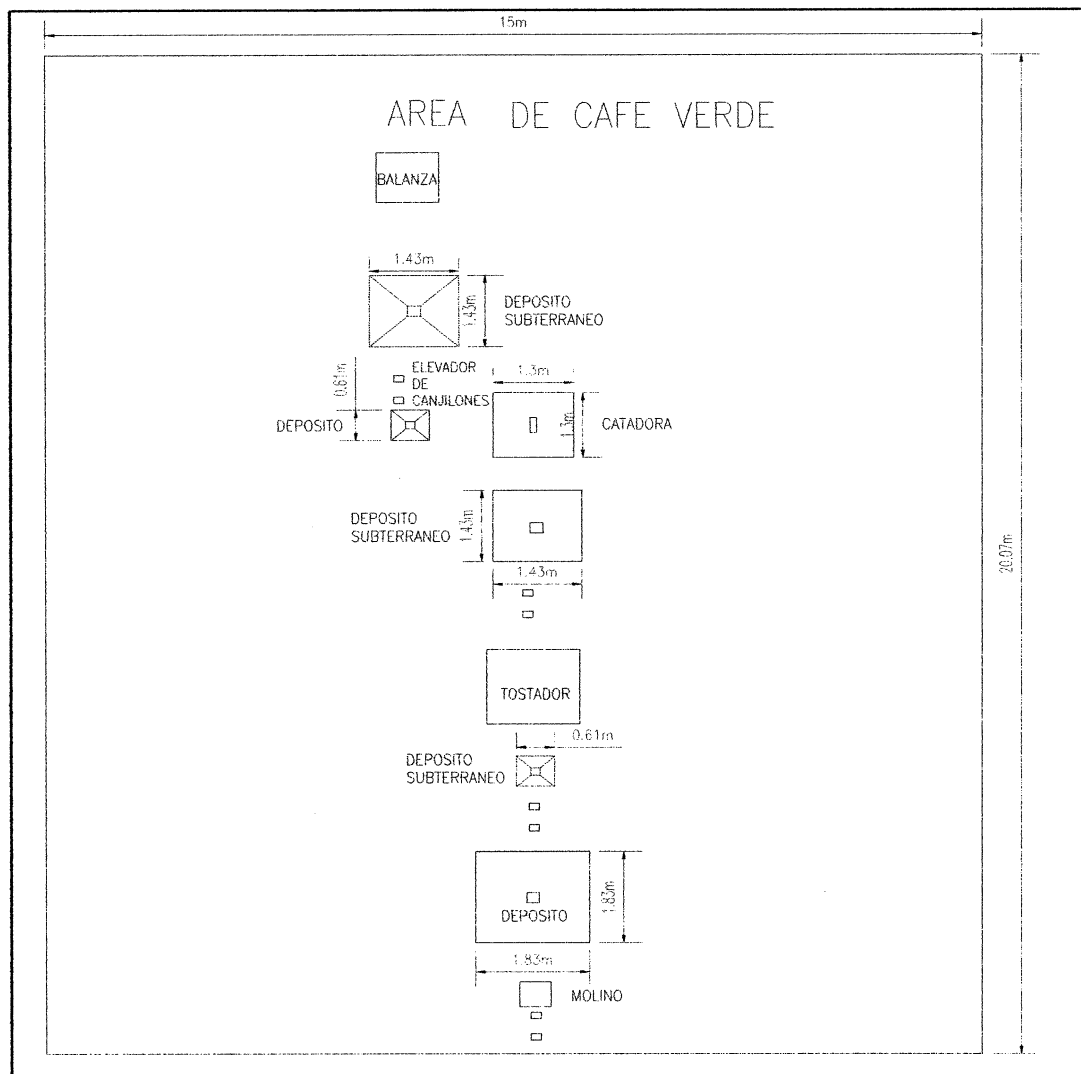
En esta figura se puede observar el recipiente interior de la secadora donde por medio de la vibración cae a separadores donde circula el aire que extraerá las partículas más pequeñas como polvo.

Para la ubicación de la catadora neumática se dibujaron los planos de todas las áreas de trabajo, comenzando con el área verde donde además se encontrará el tostador de café y el molino.

Plano de la planta piloto del área de café verde

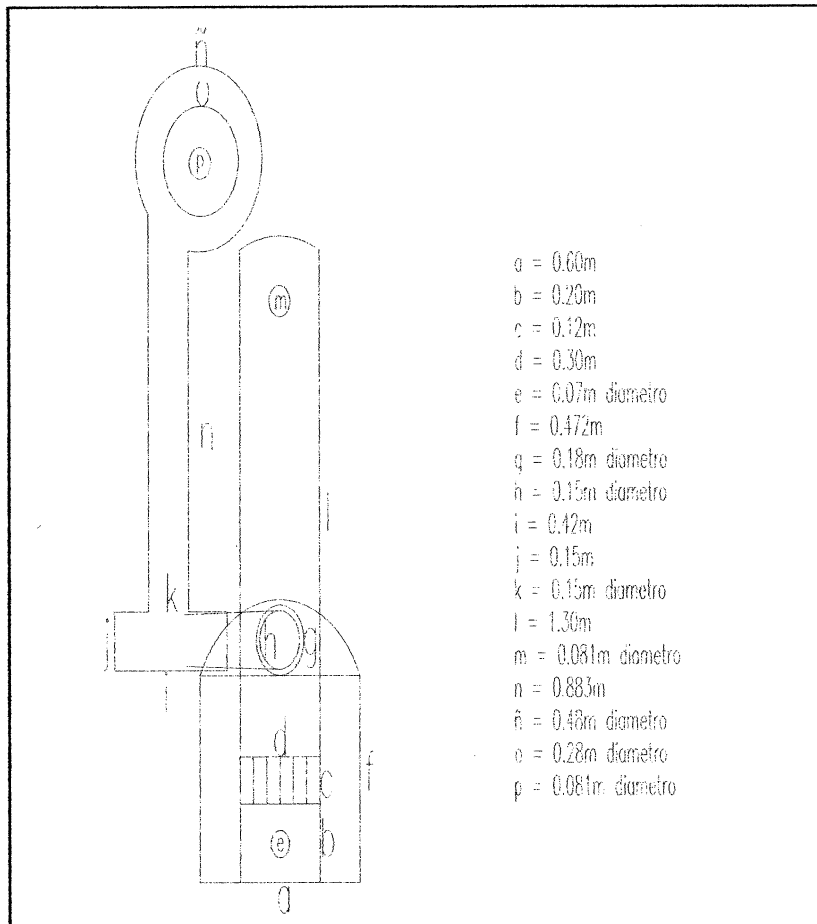
En esta área se encuentra la catadora neumática con una capacidad de limpiar de 3,000 libras al día, los diferentes depósitos, el tostador Lilla que tiene una capacidad para tostar de 2,148 libras al día y un molino CMP1 con una capacidad de molienda de 2,000 libras al día.

Figura 35. Plano de la planta piloto del área de café verde



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

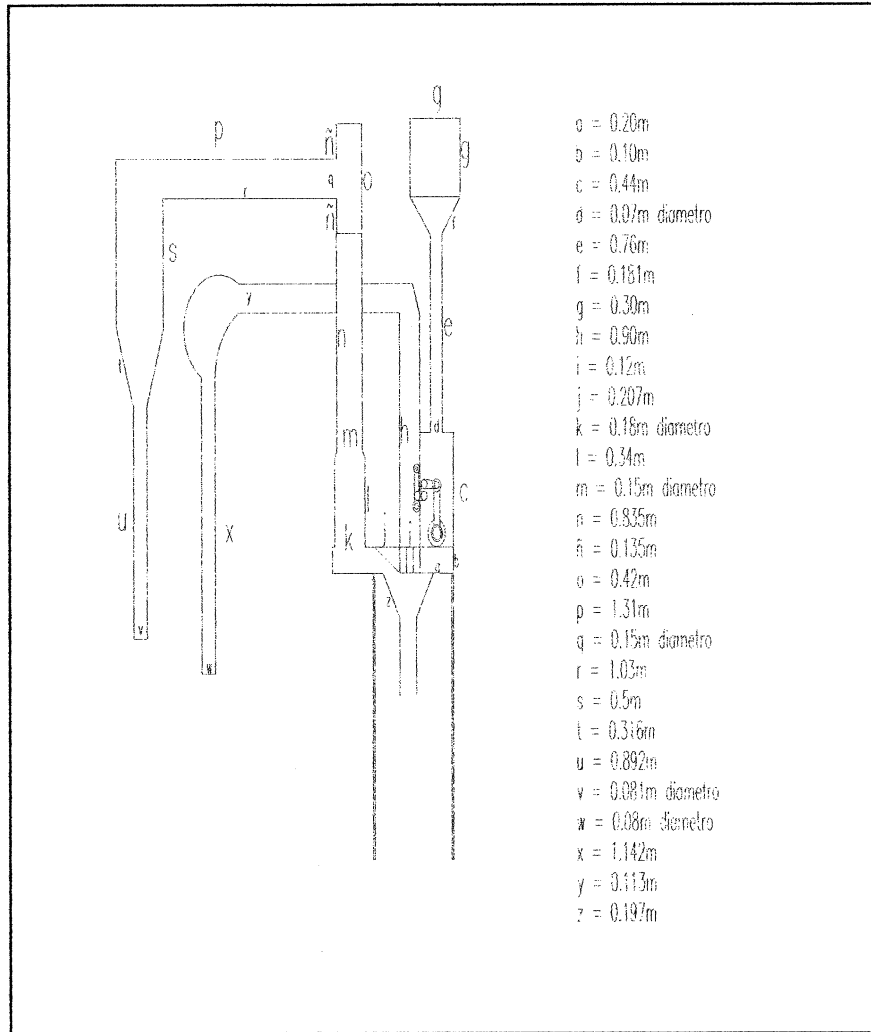
Figura 36. Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista en planta



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En está figura se puede observar la catadora neumática con sus dimensiones correspondientes.

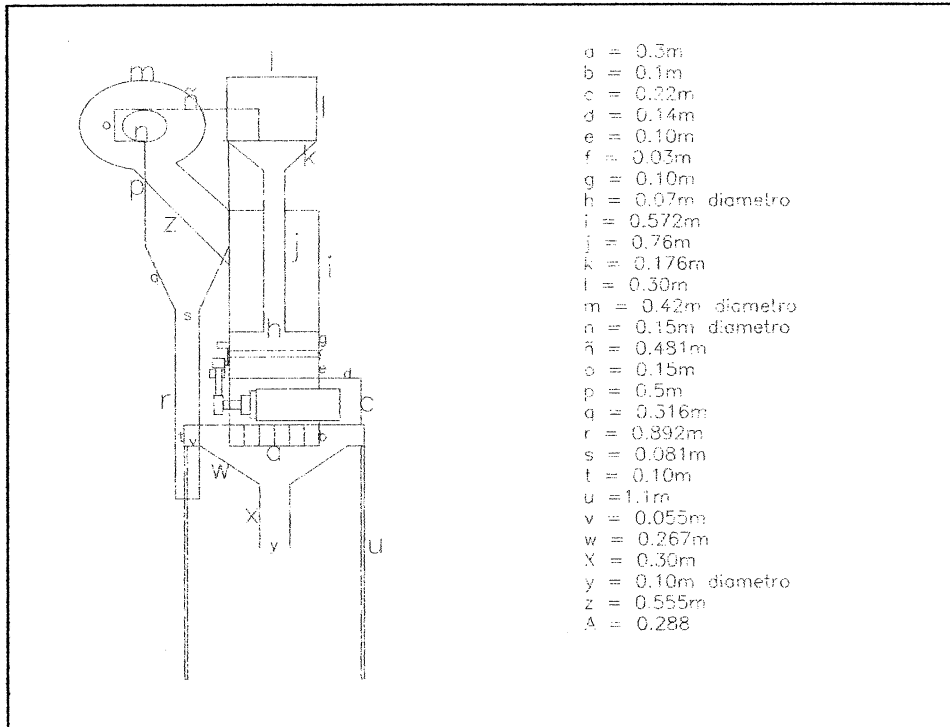
Figura 37. Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista lateral



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En está figura se puede observar la catadora en otra vista con sus respectivas dimensiones.

Figura 38. Dibujo de la catadora neumática de la planta piloto vista de atrás



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

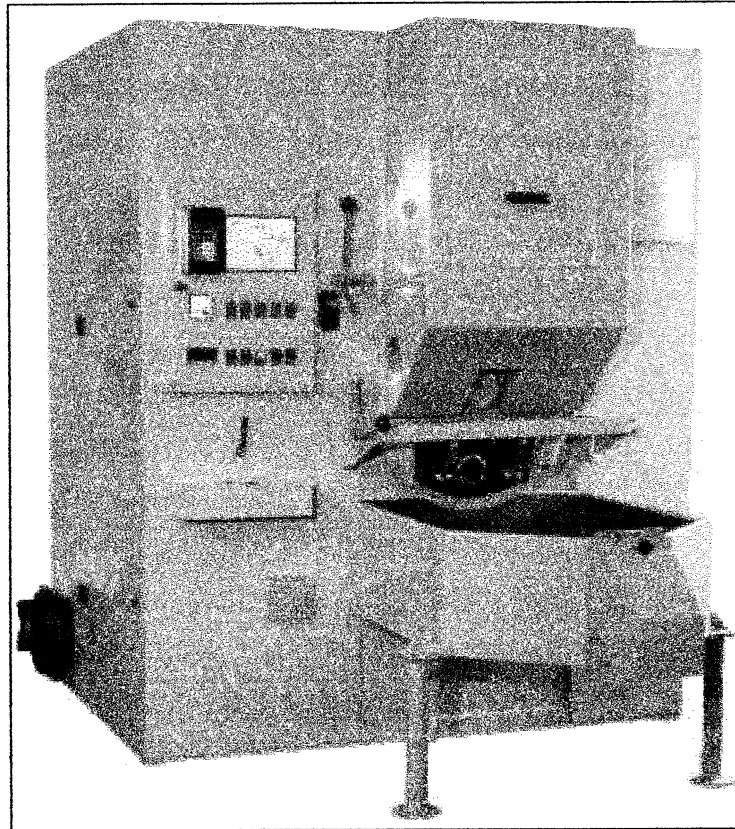
En esta figura se puede observar la catadora neumática en otra vista con sus respectivas dimensiones.

- Tostador

En el área de café tostado se necesita un tostador con una capacidad de tostar 10,736 libras de café por semana, con una producción de 2,148 libras por día, el tostador ideal para esta producción es un tostador Lilla para pequeñas cantidades, el cual se presenta a continuación.

Tostador Lilla para pequeñas cantidades de café modelo HB 30 E con una capacidad de 300 libras por hora, una altura de 2.5 metros y 2 metros de ancho.

Figura 39. Tostador Lilla



Fuente: <http://www.lilla.com.br/> , julio 2006

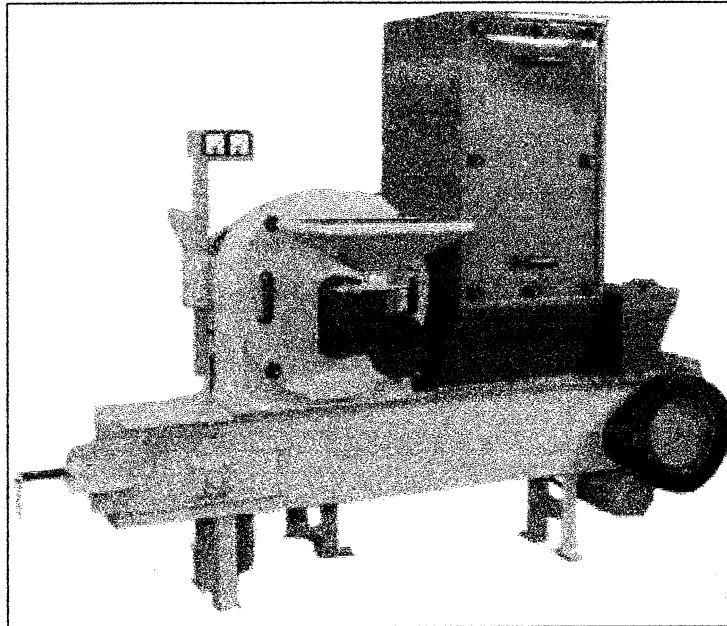
Tostador Lilla con una capacidad de producción de 300 libras de café por hora, 2,400 libras por día, 12,000 libras de café por semana.

- Molino

En el área de molinos se necesita un molino con una capacidad para moler 10,000 libras/semana, 2,000 libras/día. El molino con estas características se presenta a continuación.

Molino de café modelo CMP 1

Figura 40. Molino de café



Fuente: <http://www.lilla.com.br/> julio 2006

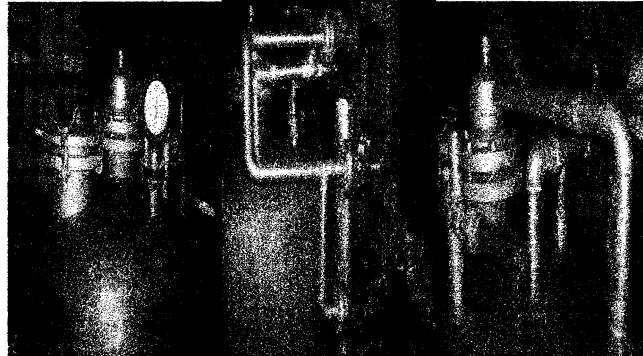
Este molino de café tiene una capacidad de producción de 1,500 libras de café por hora, 12,000 libras de café por día, 60,000 libras de café por semana.

- Columnas de acero inoxidable

En el área de extracción se diseñaron 7 columnas de acero inoxidable con una capacidad de 24,415 libras/semana, 4,883 libras/día, con un diámetro de 0.62 metros y una altura de 0.70 metros. Que tengan una capacidad de 135 libras de café, 14 libras de trigo y 54 galones de agua, el dibujo del banco de extracción se puede apreciar en la figura 35 y los dibujos con sus medidas correspondientes de una columna se pueden apreciar en la figura 36 y 37, las fotos que se muestran a continuación se puede apreciar las diferentes vistas de una columna.

La cual tiene un manómetro para medir la presión a la cual se está trabajando, la tubería por la cual se le introduce agua caliente la cual está representada por el color verde, la transferencia fría que la de color azul, y la transferencia caliente la cual está representada por el color café al igual que la tubería para descarga de café, una tubería que sirve para purgar cada columna, también cuenta con una manga la cual introduce el café a cada columna, en la parte inferior de la columna se puede observar que cada columna tiene un calentador de extracto el cual se utiliza para hacer la transferencia caliente a cada columna, a continuación las fotos de las columnas y los dibujos con sus dimensiones correspondientes.

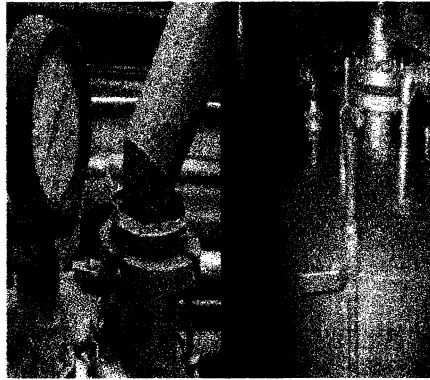
Figura 41. Parte superior una columna de extracción de café



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar la parte superior de una columna de extracción la cual tiene un manómetro que registra las diferentes presiones, tubería de agua caliente, de transferencia fría y de transferencia caliente.

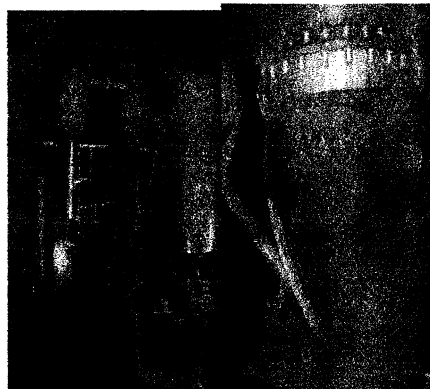
Figura 42. Introduciendo café a una columna por medio de una manga



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar nuevamente el manómetro, el orificio donde se introduce el café ya tostado y molido por medio de una manga y la tubería de purga.

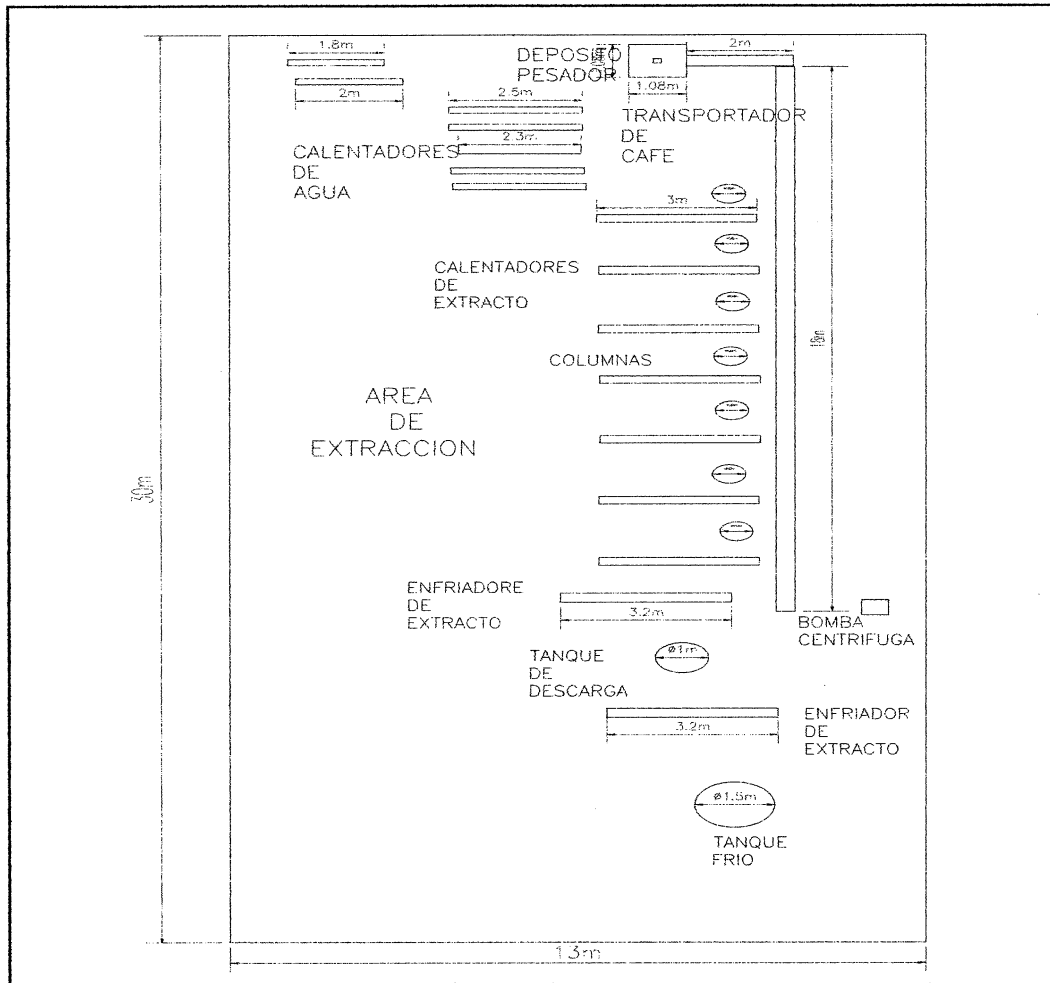
Figura 43. Parte inferior de una columna de extracción de café



Fuente: Propia, tomadas de la planta actual, agosto 2008

En esta figura se puede observar la parte inferior de una columna de extracción, la cual consta de un calentador de extracto que eleva la temperatura y comunica con la columna siguiente, la parte inferior de la columna tiene una tapadera que está sujeta con tornillos, en esta parte se elimina el vagazo del café llamado granza.

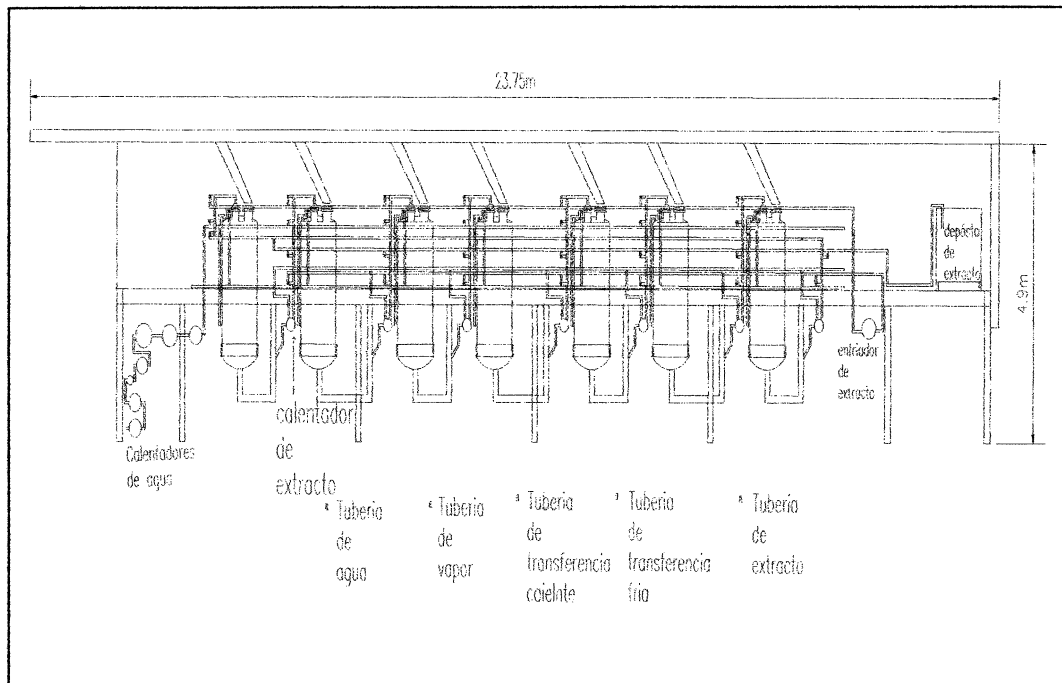
Figura 44. Plano del área de extracción de la planta piloto vista en planta



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En esta área de extracción se encuentran 7 calentadores de agua, las 7 columnas de extracción, los 7 calentadores de extracto, un enfriador de extracto de transferencia fría, el depósito de descarga, un enfriador de extracto y un depósito frío de almacenamiento.

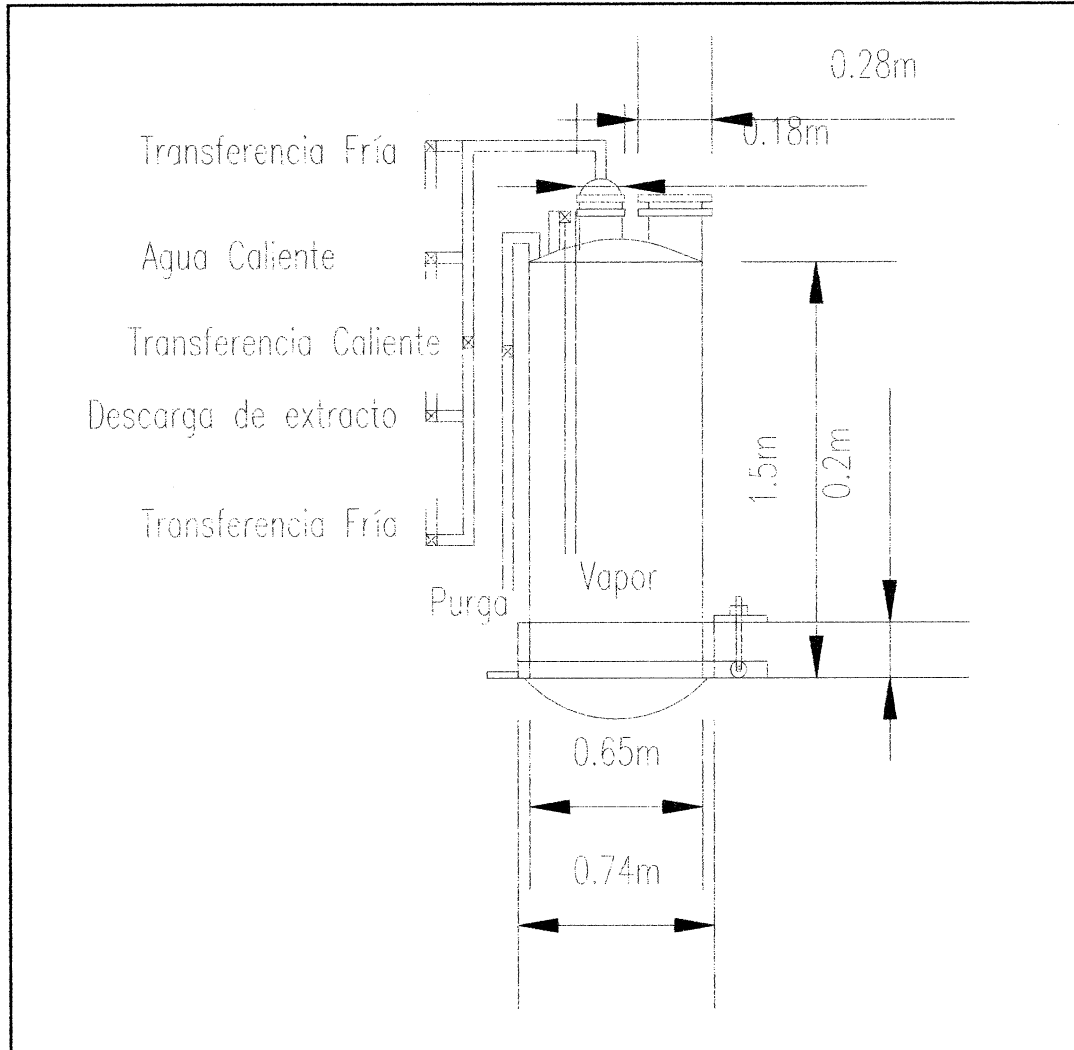
Figura 45. Dibujo del banco de extracción de la planta piloto vista lateral



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En esta figura se puede observar el banco de extracción en vista lateral el cual inicia con sus 7 calentadores de agua, las 7 columnas de extracción, los 7 calentadores de extracto, un enfriador de extracto, el enfriador de extracto de transferencia fría, el depósito de descarga y las tuberías de transferencia, las llaves de agua caliente, llaves de transferencia fría, llaves de descarga, es importante saber que las columnas están conectadas por medio de las llaves de transferencia caliente y las llaves de transferencia fría y los calentadores de extracto, la primer columna en inicio de operaciones es la que se llena con agua a una altura de 4 pulgadas para luego llenarlas con café tostado y molido, el resto de las columnas ya se llenan con extracto a una altura de 4 pulgadas.

Figura 46. Dibujo de una columna del banco de extracción

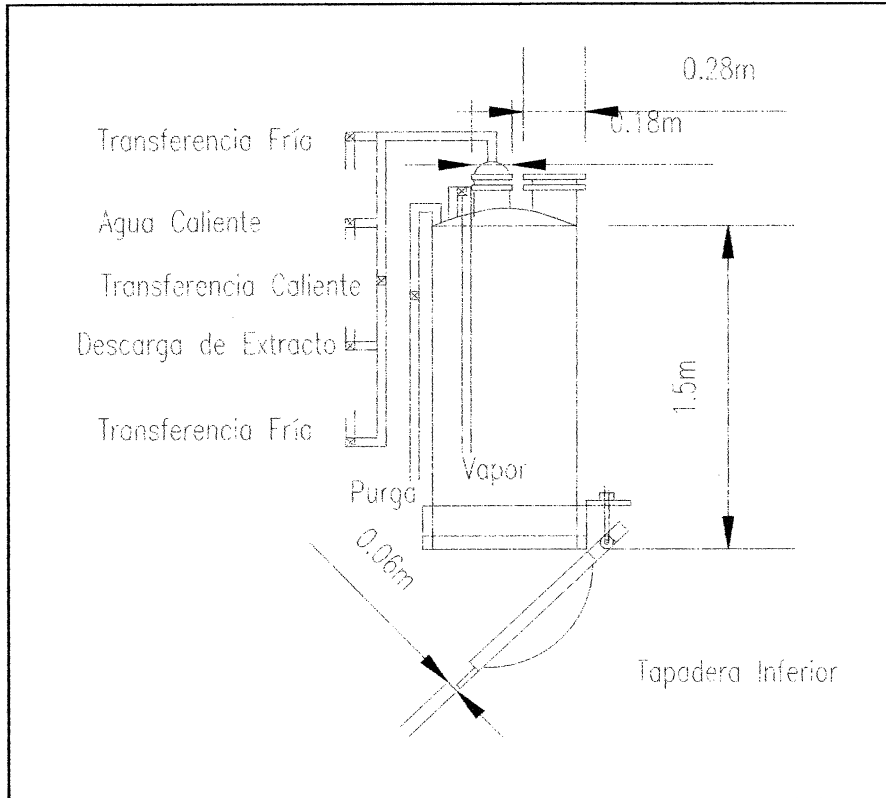


Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En esta figura se puede observar una columna de extracción con su respectiva tubería y sus dimensiones, se puede apreciar las 2 llaves de transferencia fría, la llave de agua caliente, la llave de transferencia caliente, la llave de descarga, la llave de calentamiento de vapor, la llave de purga, la columna se encuentra cerrada por sus tapaderas tanto la superior donde introduce el café tostado y molido como la inferior donde se elimina el vagazo del café llamado granza, las medidas de la columna son específicas

para la planta piloto para la capacidad de producción que se requiere de 5,000 libras de café soluble.

Figura 47. Dibujo de una columna del banco de extracción con tapadera inferior destapada



Fuente: Propia, con base diseños realizados, agosto 2008

En esta figura se puede observar la columna de extracción con su respectiva tubería y llaves de transferencia, además se puede apreciar la tapadera inferior destapada donde se elimina la granza, recordando que la columna se puede destapar siempre y cuando se haya eliminado el agua que contiene y su presión que indique el manómetro sea igual a cero, para lo cual las llaves de transferencia fría, la llave de transferencia caliente, la llave de agua caliente, la llave de calentamiento de vapor deben estar cerradas para que no se tenga fuga de vapor, de agua o de extracto, la única llave que debe estar abierta es la llave de purga que nos indica al igual que el

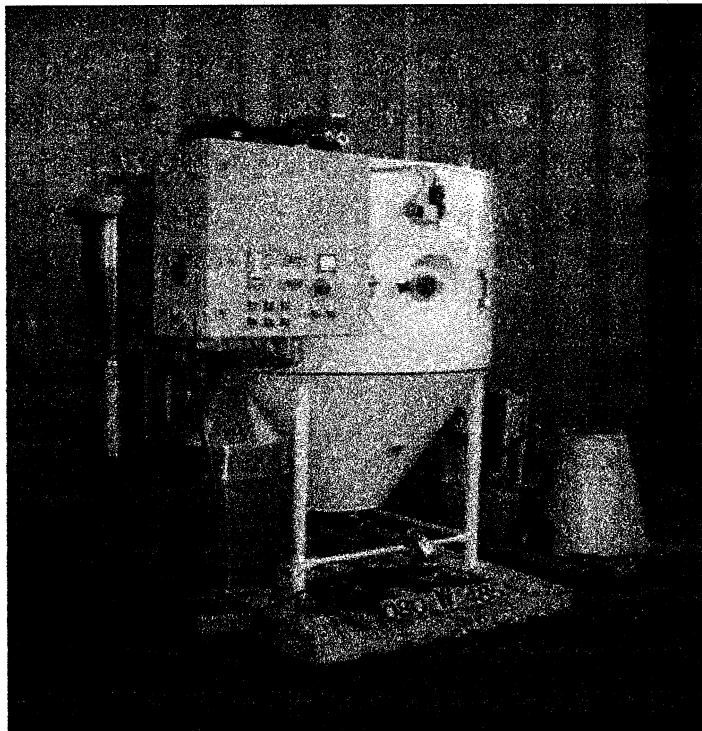
manómetro que dentro de la columna solo se encuentra la granza sin vapor ni agua.

- Secadora

En el área de secado se necesita una torre de secado con una capacidad de secar 5,000 libras por semana, 1,000 libras por día.

La secadora Niro Atomizer tiene una capacidad de producción de secado de 70 libras por hora, tiene una altura de 2.5 metros, de frente tiene 1.8 metros y de fondo 1.7 metros.

Figura 48. Secadora de café para la planta piloto



Fuente: <http://www.niro.com> julio 2006

La capacidad de producción de la secadora Niro Atomizer es de 70 libras por hora, 560 libras de café soluble por turno, en esta área se trabajarán 3 turnos para una producción de 1,680 libras de café soluble por día, 8400 libras de café soluble por semana.

- Molino de café soluble

En el área de molino de café seco se necesita una capacidad de producción de 1,000 libras por día, este molino sirve para bajar la densidad al café si fuera necesario.

Figura 49. Molino de café soluble



Fuente: propia, tomada de la planta actual, julio 2008

Este molino de café sirve para quebrar el café de tal forma que si la secadora de café produce café soluble con alta densidad, en este molino se bajara la densidad quebrando el café, la capacidad de producción de este molino es de 300 libras de café por hora, 2,400 libras de café por día, 12,000 libras por semana.

- Empaque

En el área de empaque se necesita una máquina con una capacidad de 120 libras de café soluble por hora, 1,000 libras de café soluble por día, 5,000 libras de café soluble a la semana en sobres de 8 gramos.

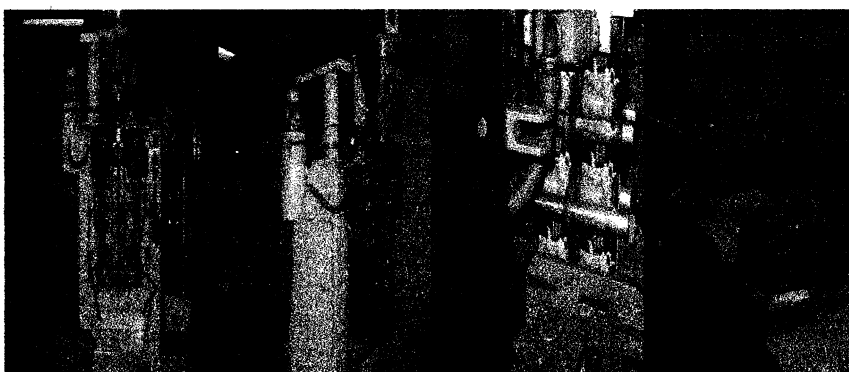
- Características del empaque:

Sachet trilaminado: (laca con papel pouch de espesor 35 micras + foil aluminio de espesor 7 micras + PEBD de espesor 35 micras)

Peso total de la estructura es de 94 g/m², el empaque debe contar con sistema de apertura fácil en los bordes superiores e inferiores del empaque.

- El rotulado debe contener la siguiente información:
 - Nombre del producto
 - Componentes.
 - Aportes nutricionales
 - Peso neto.
 - Nombre y dirección del fabricante.
 - Fecha de fabricación mes/año y vencimiento mes/año.
 - Número del lote de fabricación.
 - Registro sanitario vigente

Figura 50. Máquina EMZO llenadora de café en sobres



Fuente: propia, tomada de la planta actual, julio 2008

Está es una máquina que se utilizan para llenar sobres de 8 gramos, la capacidad actual que tiene está máquina EMZO es de 375 libras de café soluble por hora, 3,000 libras de café soluble por día, 15,000 libras de café soluble a la semana.

Para la producción de 5,000 libras de café soluble de la planta piloto es toda la maquinaria que se necesita.

Para un mejor análisis de la fabricación de pruebas de café, se presentan a continuación los diagrama de flujo, de recorrido, y la distribución de la maquinaria de la planta piloto.

3.1.1. Diagrama de flujo de la planta piloto

Este diagrama ayuda a tener un mejor análisis en lo respecta a que no se tienen demoras que ocasionen costos en el proceso de fabricación de pruebas de café.

Descripción del proceso de la producción del café soluble:

El café oro sale de la bodega de la materia prima que se encuentra localizada a cinco metros el desplazamiento dura un minuto, a través de elevadores de cangilones y llega al área de limpieza, está limpieza tarda 60 minutos y limpia 375 libras de café. Seguidamente es transportado por los elevadores de cangilones en un minuto al área de tostado donde tarda sesenta minutos.

Luego es trasladado a cinco metros de distancia haciendo un minuto al área de tostado de café que por lo regular quitando la cascara y la suciedad queda solo 268 libras de café.

Luego de tostado el café es inspeccionado y se extrae media libra para dicha inspección este proceso dura diez minutos. Seguidamente es trasportado al área de molienda a cinco metros de distancia por el elevador de cangilones, tardándose un minuto.

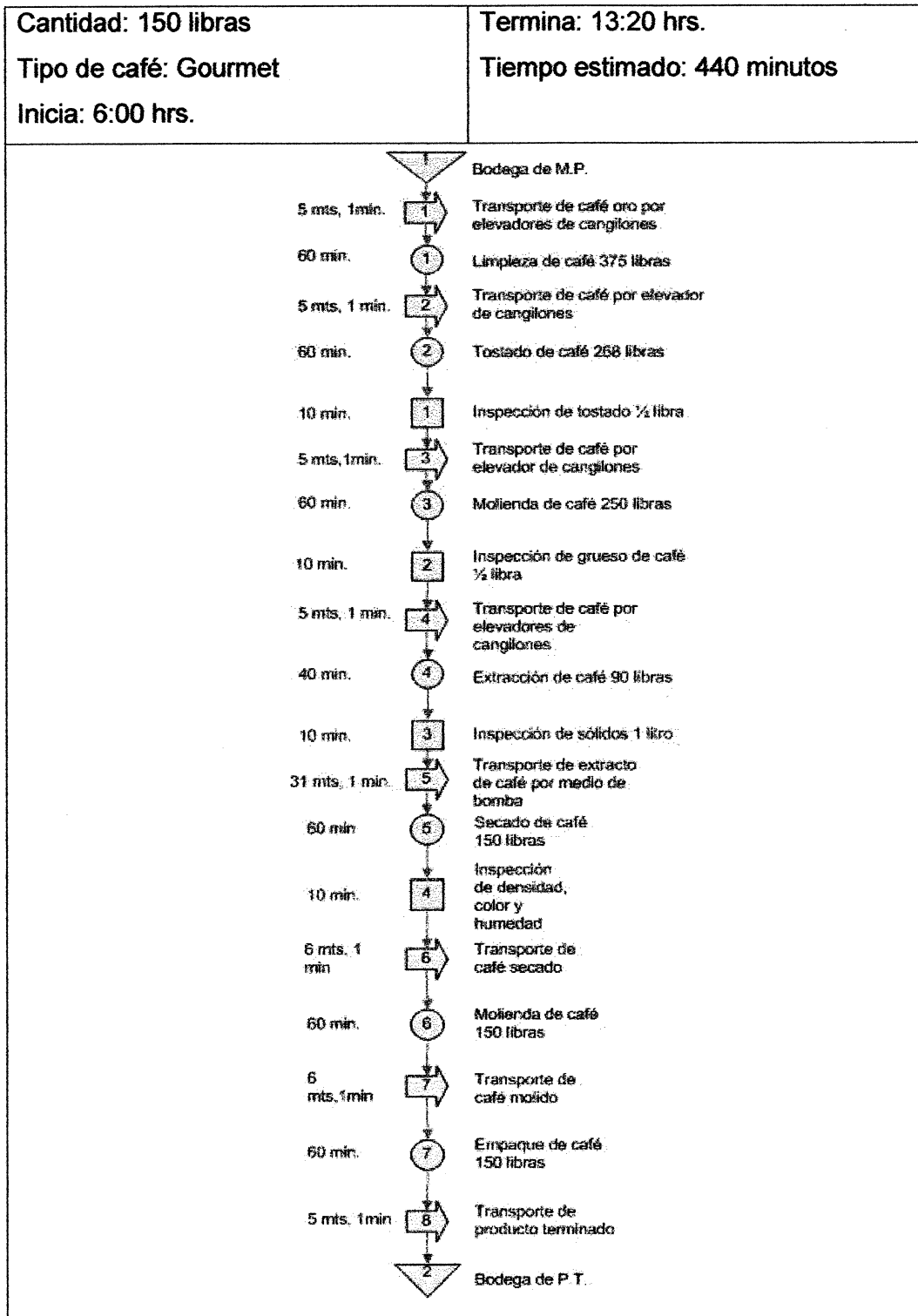
El área de molienda tiene un capacidad para 250 libras aquí se muele el café durante 60 minutos. Luego es inspeccionado extrayendo media libra

para su análisis este análisis dura diez minutos. Después es trasladado por elevadores de cangilones a 5 metros tardándose un minuto al área de extracción. En el área de extracción de café se utiliza noventa libras de café esto tarda cuarenta minutos la extracción se inspecciona durante 10 minutos y se extrae los sólidos del líquido, el extracto del café es transportado por medio de bombas lo cual dura treinta y un minutos, el líquido es secado en el área de secado y se produce 150 libras de café este proceso dura sesenta minutos.

Ya secado el café soluble, es inspeccionado que la densidad color y humedad sea correcta este proceso dura diez minutos, luego es transportado a seis metros el transporte dura un minuto. El área de molienda de café soluble es molido nuevamente, el café con este proceso dura sesenta minutos.

Ya molido el café soluble es trasladado a seis metros tardándose un minuto al área de empaque. En el área de empaque el café es empacado este proceso que dura sesenta minutos, seguidamente es transportado cinco metros de distancia haciéndose un minuto al área de bodega de producto terminado.

Figura 51. Diagrama de flujo







Fuente: propia, diseño de la planta piloto, julio 2008

Resumen

El diagrama de flujo para la fabricación de pruebas de café, tiene una duración de 440 minutos y una distancia recorrida de 68 metros en donde no existe ninguna demora.

Tabla XVI. Resumen del diagrama de flujo

Evento	Símbolo	Número	Tiempo (min)	Distancia (mts.)
Operaciones		7	400	
Inspecciones		4	40	
Transporte		8	8	68
Almacenaje		2		
	TOTAL	21	448	68

Fuente: propia, diseño de la planta piloto, julio 2008

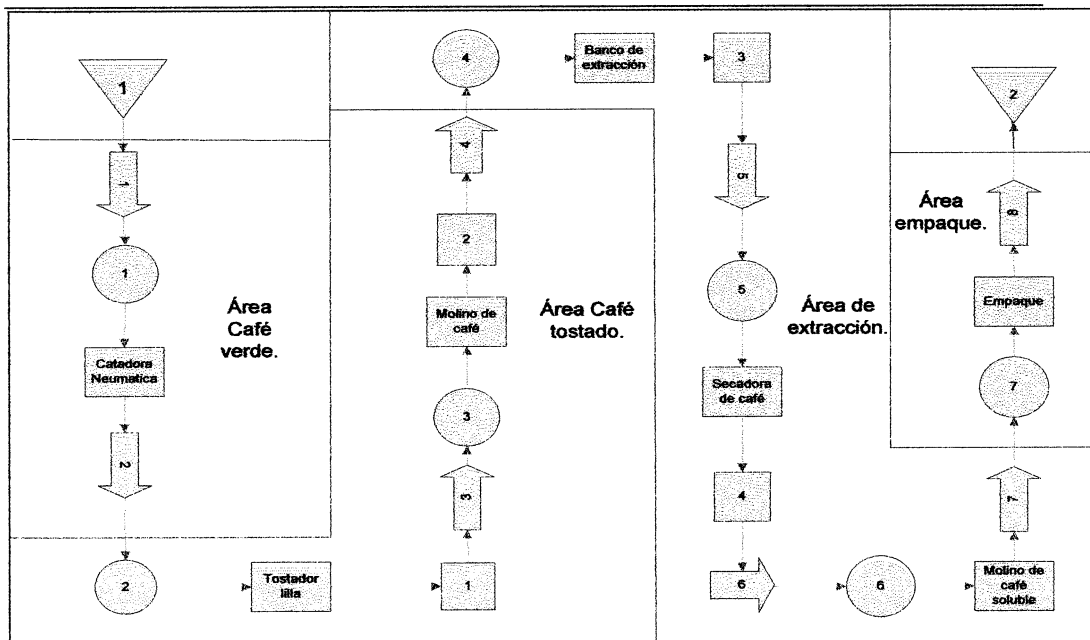
3.1.2 Diagrama de recorrido

El recorrido inicia en el área de café verde y termina en el área de producto terminado.

Descripción del recorrido:

Los procesos inician en la bodega de materia prima, donde el café oro es llevado al área de catación donde es limpiado automáticamente luego es llevado al área de tostado donde es tostado e inspeccionado. Molido y molido es llevado al área de extracción, ya líquido el café es trasladado al área de secado para luego se molido nuevamente, ya molido es llevado al área de empaque para luego se almacenado en la bodega de producto terminado.

Figura 52. Diagrama de recorrido



Fuente: propia, diseño de la planta piloto, julio 2008

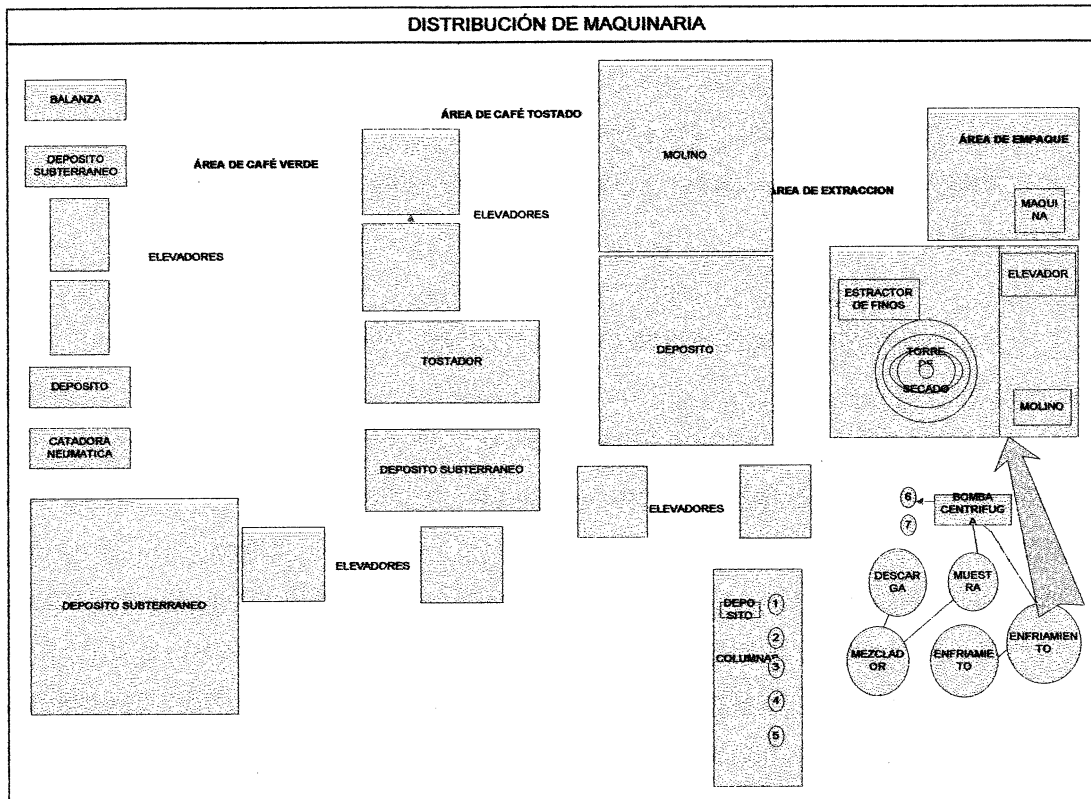
3.1.3. Distribución de la maquinaria

En la distribución de la maquinaria se determino por el orden del proceso del tal forma que no ocasiona ninguna demora y la mínima distancia recorrida.

Descripción de la distribución de maquinaria:

Los procesos inician en la bodega de materia prima, de allí son pesados en la balanza por ello la primera máquina que se coloca es la balanza, el café oro es llevado al área de catación ingresan el café al depósito subterráneo y estos son llevados por elevador a la catadora neumática donde es limpiado automáticamente, luego es llevado al área de tostado donde la maquina tostadora lilla, lo tuesta. Por depósitos subterráneos es llevado al área de extracción donde el café es pasado por las columnas, ya liquido el café es trasladado al área de secado a través de la bomba centrífuga al área de secado, donde la secadora, lo granula y paso por un filtro para luego se molido nuevamente, ya molido es llevado al área de empacado para luego se almacenado en la bodega de producto terminado.

Figura 53. Distribución de maquinaria



Fuente: propia, diseño de la planta piloto, julio 2008

3.2. Análisis de costos de la planta piloto

En este estudio se determinaron los costos totales de la inversión entre ellos se tienen las inversiones fijas en el caso de terreno, construcción, infraestructura, maquinaria y todo aquel gasto que solo se haga una vez, también contaremos con las inversiones intangibles en los que se encuentra: estudios técnicos de ingeniería, organización y licencias, sin faltar las inversiones de capital de trabajo, la inversión necesaria para que inicien las operaciones de la planta piloto hasta que sea capaz de obtener los ingresos que permita que opere por sí misma.

En el caso de la planta piloto es una inversión que afectará la calidad del producto actual aportando datos necesarios para mejorar procesos en la

producción y por último se encuentran las inversiones de operación y mantenimiento entre ellas se puede mencionar, la mano de obra, materia prima, servicio de energía eléctrica, teléfono, y reparaciones, todo esto para cuantificar la inversión total del "Diseño e Implementación de una planta piloto para fabricación de pruebas de café para la industria de Café S.A.

3.2.1. Localización industrial

Para la localización óptima de la planta piloto se tomo en cuenta el costo, en el cual se presentan dos opciones las cuales se describen a continuación

En este estudio se cuenta con dos alternativas, la opción A que se refiere a una planta nueva instalada por la compañía Lilla y la opción B que es comprar la maquinaria necesaria en diferentes partes, unas nuevas y otras usadas en buen estado.

Opción A

Es la alternativa que presenta la compañía Lilla en instalar completamente la planta piloto de acuerdo a la producción requerida, la cual tiene un costo de 9 millones de dólares, el tipo de cambio a la fecha es de Q. 7.54 Quetzales por dólar.

Tabla XVII. Datos de inversión para la opción A

Inversiones Fijas:	Q.67,860,000.00
Inversiones Intangibles:	0
Inversiones de Capital:	Q 71,704,280.44
Inversiones de Operación y Mantenimiento:	Q. 3,844,280.44

Fuente: Propia, con base al estudio realizado, agosto 2008

Tabla XVIII. Costo de mano de obra para un año de producción

Área	Número de Operarios	Sueldo por mes por operario	Sueldo por año
Limpiar y tostar	1	3,500	42,000
Extracción	6	4,000	288,000
Secadora	3	4,000	144,000
Empaque	3	9,000	108,000
Jefe	1	5,000	70,000
Sub Total			652,000

Fuente: Propia, con base al estudio realizado, agosto 2008

Área de empaque se trabaja un turno diurno

1 operador de máquina Q. 3,800.00

1 llenador de sobres Q. 2,600.00

1 empacador Q. 2,600.00

Total Q. 9,000.00

Banco de extracción se trabaja en tres turnos

2 operadores por turno

En el secado de café se trabaja en tres turnos

1 operador por turno

Tabla XIX. Costo de materia prima para un año de producción

Materia Prima	Café en Oro Quintales	Costo	Total
Semana	15	800c/u	12,000
Mes	60	800c/u	48,000
Año	720	800c/u	576,000

Fuente: Propia, con base al estudio realizado, agosto 2008

Tabla XX. Costo de material extra para un año de producción

Material Extra	Q. 1,838,408.83		1,838,408.83
Diesel	12,000 galones/año	Q 20.30 galón	243,600.00
Energía Eléctrica	441912 kilovatios/año	Q 1.209/vatio	534,271.61
Total			2,616,280.44

Fuente: Propia, con base al estudio realizado, agosto 2008

Material extra: papel del sobre de la presentación de 8 gramos, se necesita 960 rollos de papel para un año de producción, cada rollo tiene un peso de 49.8 kilogramos, cada rollo rinde 14,400 sobres de la presentación de 8 gramos, el precio del rollo es por kilo el cual tienen un precio de \$ 5.10 y se necesita producir 13, 824,000 sobres al año.

$$(960 \text{ rollos})(49.8\text{kg})(\$5.10)(Q7.54) = Q 1, 838,408.83 \text{ al año}$$

Opción B

Es la alternativa de comprar la maquinaria por separado, el tipo de cambio por dólar es de Q. 7.54.

Tabla XXI. Costo de maquinaria

MÁQUINARIA	PRECIO
TOSTADOR	Q. 449,527.26
SECADORA	Q. 271,440.00
BANCO DE EXTRACCION	Q. 4,000,000.00
MOLINO	Q. 52,780.00
CALDERA	Q. 599,430.00
TOTAL	Q. 5,373,177.26

Fuente: Propia, con base al estudio realizado, agosto 2008

Tabla XXII. Datos de inversión para la opción B

Inversiones Fijas:	Q.5,373,177.26
Inversiones Intangibles:	0
Inversiones de Capital:	Q. 9,217,457.70
Inversiones de Operación y Mantenimiento:	Q. 3,844,280.44

Fuente: Propia, con base al análisis, agosto 2008

De las dos alternativas se tomó la opción B que es la de comprar la maquinaria por separado, ya que la que tiene un menor costo.

CONCLUSIONES

1. Es muy rentable construir una planta piloto instalándola por separado, y con maquinaria usada.
2. Para diseñar e implementar una planta piloto es necesario conocer todos los requerimientos necesarios de cada área del proceso de café soluble, esta información se obtuvo evaluando las diferentes capacidades de producción, como resultado se diseñó la planta piloto de acuerdo a producción que se necesita.
3. Se propone el diseño de una planta piloto con las capacidades necesarias de la maquinaria para lograr una producción de 5,000 libras semanales de café soluble, para realizar pruebas para introducir nuevas variedades de café.
4. En la planta piloto se tiene la capacidad, por ser pequeña para mejorar los procesos actuales, ya que se pueden trabajar con pequeños lotes y así tener una mejora continua.
5. El costo de la instalación de la planta piloto es rentable tomando en cuenta las ventas actuales con que cuenta la empresa, por ello la mejor opción para la construcción de la misma es comprar las máquinas por separado y algunas usadas para reducir los costos.

RECOMENDACIONES

1. Al gerente de producción se le propone que se implemente la planta piloto, para la fabricación de las pruebas que se requieren para mejorar los procesos actuales.
2. Que la planta piloto también ayudará a la capacitación de la mano de obra calificada y no calificada como también para la inducción de nuevo personal.
3. La planta piloto ayudará a la tener una mejor competitividad en el Tratado de Libre Comercio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Garrido Tánchez, Luis Fernando. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para motores eléctricos de una planta productora de café soluble. Trabajo de graduación de Ingeniero Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería 2002.
2. Hellriegel/Jackson/Slocum Administración un enfoque basado en la competencia, novena edición Thompson.
3. <http://www.aaronequip.com> junio de 2006
4. <http://www.lilla.com.br/> junio de 2006
5. <http://www.niro.com> junio de 2006
6. Reglamento específico de localización industrial del municipio de Guatemala.
7. García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos McGraw-HILL.
8. Torres Méndez, Sergio Antonio. Ingeniería de Plantas.
9. Fabían Grijalva, Walter Reynaldo. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble. Trabajo de graduación de Ingeniero Mecánico. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería 2003.