



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

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN
PERGAMINO SECO CALIDAD *GOURMET*, EN EL DEPARTAMENTO DE
HUEHUETENANGO, GUATEMALA**

Roberto Antonio Flores López

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN
PERGAMINO SECO CALIDAD *GOURMET*, EN EL DEPARTAMENTO DE
HUEHUETENANGO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROBERTO ANTONIO FLORES LÓPEZ

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTIZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Norma Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN PERGAMINO SECO CALIDAD *GOURMET*, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de enero de 2017.


Roberto Antonio Flores López

Guatemala, 26 de febrero de 2018

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


Señor Director:

La presente es para hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación que lleva como título **“Diseño de una planta para la producción de café en pergamino seco calidad gourmet, en el departamento de Huehuetenango, Guatemala”**, redactado y desarrollado por el estudiante **Roberto Antonio Flores López** quien se identifica con carné universitario **200611260** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, quien fue debidamente asesorado.

Con la revisión y corrección del presente trabajo de graduación hago constar que ha alcanzado los objetivos propuestos y requisitos de ley apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente,


Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
Ingeniera Industrial
Col. 9988

Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
INGENIERA INDUSTRIAL
Col. 9988



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN PERGAMINO SECO CALIDAD GOURMET, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Roberto Antonio Flores López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2018.

/mgp

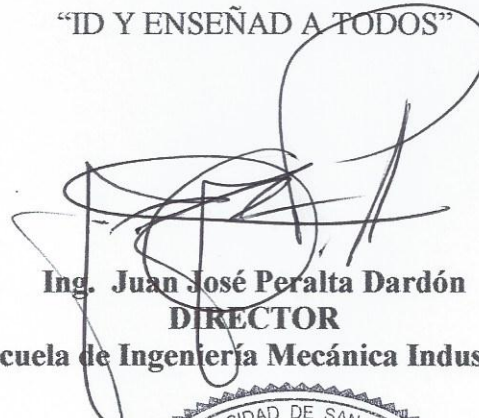
Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424



REF.DIR.EMI.074.018

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 DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN PERGAMINO SECO CALIDAD GOURMET, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Roberto Antonio Flores López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2018.

/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 DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN PERGAMINO SECO CALIDAD GOURMET, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Roberto Antonio Flores López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Fuente de sabiduría, por guiar siempre mi camino y estar a mi lado.
- Mis padres** Carlos Flores y Emma López, por el amor, sacrificio, dedicación, consejos y apoyo. Siempre serán mi inspiración.
- Mi esposa** Alexia Torres de Flores, por su apoyo incondicional.
- Mi hijo** Eduardo Flores, por ser mi fuente de inspiración para seguir adelante.
- Mis hermanas** Ericka y Lucía Flores López, por el apoyo y consejos recibidos en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitir que me desarrollara académicamente para cumplir la meta de ser ingeniero.
Facultad de Ingeniería	Por facilitarme conocimientos a utilizar en mi vida profesional y personal.
Ingeniera asesora	Por el apoyo recibido para la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE CAFÉ PERGAMINO.....	1
1.1. Plantas industriales.....	1
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Clasificación.....	2
1.1.3. Diseño de plantas.....	5
1.1.4. Metodología del diseño de plantas.....	6
1.2. Planta de procesamiento de café en pergamino.....	11
1.2.1. Café pergamino.....	11
1.2.2. Procesos directos del beneficiado seco.....	11
1.2.3. Procesos auxiliares del beneficiado seco.....	15
1.2.4. Maquinaria y equipo del beneficiado seco.....	15
1.2.5. Subproductos del beneficiado seco.....	17
1.2.6. Almacenamiento del producto terminado.....	18
1.2.7. Calidades del producto terminado.....	19
1.2.8. Edificaciones.....	20
2. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	23
2.1. Factores que intervienen en la localización.....	23

2.1.1.	Materia prima	23
2.1.2.	Transporte	24
2.1.3.	Mano de obra	26
2.1.4.	Combustibles y energía.....	29
2.1.5.	Servicios Básicos	33
2.1.6.	Drenajes y eliminación de desperdicios	35
2.1.7.	Factores de la comunidad	36
2.1.8.	Hospitales y centros de salud.....	37
2.1.9.	Proveedores	37
2.1.10.	Legislación	38
2.1.11.	Topografía del terreno	39
2.2.	Ubicación de la planta desde distintos puntos de vista	43
2.2.1.	Económico.....	44
2.2.2.	Social.....	44
2.2.3.	Tecnológico	44
2.2.4.	Mercado	45
2.3.	Métodos cuantitativos para la localización	45
2.3.1.	Factores ponderados	45
2.3.2.	Centro de gravedad.....	47
2.3.3.	Transporte	51
2.4.	Evaluación y selección de las alternativas de localización.....	51
2.4.1.	Comparación de costos.....	51
2.4.2.	Análisis de factores ponderados	52
2.4.3.	Análisis de ventajas e inconvenientes	55
2.4.4.	Detalle del terreno seleccionado	55
3.	DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO	57
3.1.	Tipo de edificio	57
3.1.1.	Paredes.....	61

3.1.2.	Columnas.....	62
3.1.3.	Puertas y persianas	65
3.1.4.	Muro perimetral.....	66
3.1.5.	Pintura	67
3.2.	Tipo de techo	68
3.2.1.	Forma del techo.....	69
3.2.2.	Material del techo	76
3.2.3.	Pintura	77
3.3.	Iluminación	77
3.3.1.	Iluminación natural.....	78
3.3.2.	Iluminación artificial	80
3.3.2.1	Método de cavidad zonal.....	80
3.3.2.2	Método de rendimiento	87
3.4.	Ventilación.....	93
3.4.1.	Número de ventanas	95
3.4.2.	Forma de las ventanas	96
3.4.3.	Material para las ventanas.....	96
3.4.4.	Ubicación de las ventanas.....	97
3.5.	Áreas exteriores	98
3.5.1.	Estacionamientos	99
3.5.2.	Garita de seguridad	103
3.5.3.	Áreas de carga y descarga	105
3.5.4.	Báscula camionera	106
3.5.5.	Áreas verdes.....	107
3.5.6.	Plano de las instalaciones.	108
4.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	111
4.1.	Determinación de espacios	111
4.1.1.	Diagramas de procesos	112

4.1.2.	Diagrama relacional de espacios	116
4.1.3.	Factores que influyen en la relación de espacios..	118
4.2.	Análisis del recorrido del producto	119
4.2.1.	Distancias mínimas de recorrido.	120
4.2.2.	Diagrama de recorrido de materiales	123
4.3.	Consideraciones en la distribución en planta	125
4.3.1.	Factor material	125
4.3.2.	Factor maquinaria	126
4.3.3.	Factor hombre	133
4.3.4.	Factor edificio	136
4.3.5.	Limitaciones prácticas	136
4.4.	Distribución en planta.....	138
4.4.1.	Ubicación de la maquinaria	138
4.4.2.	Ubicación del equipo	141
4.4.3.	Zonas de almacenamiento	143
5.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	151
5.1.	Costo total del proyecto.....	151
5.1.1.	Terreno.....	152
5.1.1.1	Costo del terreno.....	152
5.1.1.2	Preparación del terreno.....	153
5.1.1.3	Drenajes	153
5.1.1.4	Muro perimetral del terreno	154
5.1.2.	Edificio.....	155
5.1.2.1	Paredes	156
5.1.2.2	Techo	157
5.1.2.3	Piso	158
5.1.3.	Interior del edificio	158
5.1.3.1	Iluminación	159

	5.1.3.2	Accesos	159
	5.1.3.3	Divisiones entre áreas	160
5.1.4.		Área de producción.....	161
	5.1.4.1	Maquinaria y equipo	161
	5.1.4.2	Requerimientos para instalación de maquinaria y equipo	163
5.1.5.		Áreas complementarias	164
	5.1.5.1	Garita	164
	5.1.5.2	Jardinización.....	165
	5.1.5.3	Oficinas.....	166
	5.1.5.4	Baños	168
	5.1.5.5	Áreas sociales	170
CONCLUSIONES			171
RECOMENDACIONES.....			173
BIBLIOGRAFÍA.....			175
ANEXOS.....			179

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura general de la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas.....	4
2.	Regiones cafetaleras en el departamento de Huehuetenango	23
3.	Proyecciones de población, municipio de Huehuetenango.....	29
4.	Tarifas vigentes en el 2016 de la Empresa Eléctrica Municipal de Huehuetenango	32
5.	Mapa en relieve del municipio de Huehuetenango	41
6.	Mapa de altimetría del municipio de Huehuetenango	41
7.	Terreno ubicado a la orilla de la CA-1 Las Vegas, municipio de Huehuetenango	42
8.	Mapa de amenazas por deslizamientos.....	43
9.	Coordenadas de los ingresos de materia prima en el municipio de Huehuetenango	49
10.	Localización de la planta dentro del municipio de Huehuetenango según las coordenadas obtenidas con el método de gravedad	50
11.	Diseño de las columnas de hormigón	64
12.	Diseño de las paredes de bloques de cemento	65
13.	Diseño del muro perimetral.....	67
14.	Figura del techo para calcular su área.....	71
15.	Forma del techo con monitor – vista frontal	76
16.	Distribución de láminas de polipropileno color claro en el techo del edificio – vista aérea	79
17.	Distribución de lámparas dentro de la nave industrial.....	86

18.	Diseño de las ventanas	96
19.	Distribución de las ventanas en el área de producción	98
20.	Diseño del estacionamiento para empleados y visitas dentro del beneficio de café seco	100
21.	Diseño del estacionamiento para vehículos pesados dentro del beneficio de café seco	102
22.	Diseño del área de descarga para vehículos pesados dentro del beneficio de café seco	103
23.	Plano de la garita – vista aérea	104
24.	Plano de la báscula camionera – vista aérea	107
25.	Plano de las instalaciones	109
26.	Diagrama de operaciones del proceso de procesamiento de café en pergamino seco calidad gourmet.....	112
27.	Diagrama de flujo del proceso de trillado de café en pergamino seco.....	113
28.	Diagrama del flujo de proceso de clasificación mecánica de café oro calidad gourmet.....	114
29.	Diagrama de flujo del proceso de clasificación por color de café oro calidad gourmet.....	115
30.	Diagrama de flujo del proceso de homogenizar café oro calidad gourmet.....	116
31.	Diagrama relacional de espacios – área de producción	117
32.	Diagrama de recorrido de café en pergamino seco.....	124
33.	Dimensiones promedio del saco.....	125
34.	Dimensiones promedio de un saco con 1,5 quintales de café en oro.....	126
35.	Imagen de una trilla para café en pergamino seco.....	127
36.	Imagen de una clasificadora de café en oro por tamaño	128
37.	Imagen de una clasificadora por densidad de café en oro	129

38.	Imagen de una banda para escogido manual de café en oro	130
39.	Silo para mezclar café en oro	131
40.	Imagen de una banda transportadora de sacos de altura variable	133
41.	Distribución de maquinaria	139
42.	Distribución del equipo dentro de las instalaciones	143
43.	Tendida de sacos de café pergamino - distribución A	144
44.	Tendida de sacos de café pergamino – distribución B.....	145
45.	Tendida de sacos de café en oro - distribución A	147
46.	Tendida de sacos de café en oro -distribución B	148
47.	Distribución de zonas de almacenamiento	150
48.	Diseño del bordillo con césped – vista planta	166

TABLAS

I.	Distribución de café pergamino a comprar dentro del departamento de Huehuetenango, Guatemala	24
II.	Factores de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango	46
III.	Puntajes ponderados de las alternativas de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango.....	47
IV.	Volumen de café a recibir por ubicación	49
V.	Costo de los terrenos según ubicación dentro del municipio de Huehuetenango.....	52
VI.	Factores de los costos de instalación y operación de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango.....	53

VII.	Puntajes ponderados de las alternativas de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango	54
VIII.	Cuadro de ventajas e inconvenientes de ubicar la planta en aldea Chivacabé municipio de Huehuetenango en comparación de ubicarla en la parte sur del casco urbano	55
IX.	Factores internos que influyen en la decisión del tipo de edificio a construir para un beneficio de café	57
X.	Factores externos que influyen en la decisión del tipo de edificio a construir para un beneficio de café	58
XI.	Pendiente de las cubiertas según el material utilizado	69
XII.	Nivel de luz necesario dentro de las áreas de almacenamiento y producción	81
XIII.	Niveles de reflectancia.....	81
XIV.	Factor de mantenimiento	82
XV.	Cálculos de relaciones de cavidad zonal	84
XVI.	Nivel de luz necesario dentro de las áreas de almacenamiento y producción	87
XVII.	Coeficientes de reflexión.....	88
XVIII.	Distribución de lámparas dentro de la oficina del administrador.....	90
XIX.	Cálculo de iluminación artificial en la oficina del bodeguero	90
XX.	Cálculo de iluminación artificial en la oficina de control de calidad.....	91
XXI.	Cálculo de iluminación artificial en área de recepción	92
XXII.	Cálculo de iluminación artificial en el área de mantenimiento.....	92
XXIII.	Cálculo de iluminación artificial en el área para marcar sacos	93
XXIV.	Cálculo de superficies y necesidades de máquinas e instalaciones...	140
XXV.	Costos totales para la elaboración del proyecto	151
XXVI.	Listado de paredes por construir en la nave industrial.....	156
XXVII.	Costo del techo de la nave industrial	157

XXVIII.	Área de piso por construir en el edificio industrial	158
XXIX.	Costo de luminarias por área	159
XXX.	Costos de compra e instalación de accesos al edificio industrial y sus diferentes áreas	160
XXXI.	Costo de aplicación de pintura a áreas de oficinas	161
XXXII.	Costo de la maquinaria sugerida.....	162
XXXIII.	Costo del equipo sugerido.....	162
XXXIV.	Requerimientos relacionados al diseño del edificio para instalar la maquinaria y equipo sugeridos	163
XXXV.	Costos de construcción de garita de seguridad	165
XXXVI.	Costos asociados a las oficinas de la planta de producción de café en pergamino seco	166

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kg	Kilogramo
km²	Kilómetro cuadrado
kW	Kilovatio
m	Metro
m²	Metro cuadrado
%	Porcentaje
qq	Quintal (100 libras españolas)
Q	Quetzal (moneda de Guatemala)
V	Voltio

GLOSARIO

Báscula	Dispositivo mecánico o electrónico que sirve para determinar el peso de un objeto. Su capacidad varía desde gramos hasta toneladas.
Capacidad industrial	En las empresas orientadas al proceso la capacidad industrial se define a menudo por alguna medida de tamaño, como el número de sillas en un restaurante o el número de camas de un hospital.
Catación de café	Proceso mediante el cual una persona profesional determina la calidad del café en cuanto a su aroma, gusto y apariencia.
Diagrama de recorrido	Se efectúa sobre un plano donde se sitúan las máquinas a escala, se traza una línea que indique la secuencia que seguirá el producto, permite lograr una mejor distribución en planta al ahorrar distancias y tiempo.
Diseño	Es obtener la mejor combinación de los factores hombre, máquina y materiales, con el objeto de conseguir la máxima economía en el trabajo, así como la seguridad y satisfacción de los trabajadores.

- Distribución de planta** Es el proceso de planificación para determinar la disposición física de estaciones de trabajo, departamentos, maquinaria, equipo, entre otras, dentro de una instalación para que los empleados y el equipo trabajen con mayor eficacia
- Edificaciones** Son los alojamientos de los sistemas de proceso y los sistemas auxiliares que cuentan con una adecuada disposición espacial, proporcionando condiciones ideales de trabajo, satisfacción, seguridad e higiene principalmente.
- Escogedura de café** Son los granos de café defectuosos que fueron retirados del proceso mediante el escogido electrónico de una máquina o el escogido manual efectuado por una persona.
- Estudio de localización** Es la fase de estudio que corresponde a la determinación de la ubicación o reubicación de una planta o local.
- Industria** Espacio donde se llevan a cabo un grupo de operaciones que tienen por fin transformar mecánica o químicamente sustancias orgánicas o inorgánicas en productos nuevos que satisfagan alguna necesidad humana.

Maquinaria	Es el conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita realizar un trabajo con un fin determinado, por ejemplo: transformar el estado de un recurso natural en otro para ser aprovechado por el hombre.
Método del centro de gravedad	Determina la mejor ubicación de una instalación con base en la ubicación geográfica de los puntos meta (destino), el volumen enviado y el costo de transporte.
Producción	Es un proceso sistemático en el cual intervienen materiales que atraviesan un proceso de transformación y prestación de servicio para obtener un producto y servicio final para la satisfacción de necesidades.

RESUMEN

Este trabajo consiste en el diseño de una planta para procesar café en pergamino seco en la ciudad de Huehuetenango, ya que actualmente la empresa Waelti-Schoenfeld exportadores de café cuenta únicamente con una agencia captadora de café pero no con un lugar para beneficiar el café.

Se menciona cada uno de los procesos del beneficiado seco del café, así como la maquinaria y equipo que se necesita para realizar dicho proceso.

Se realizó el estudio de localización de la planta dentro de la cabecera del departamento de Huehuetenango, considerando los factores importantes que determinan el buen funcionamiento de un beneficio seco. Dado el crecimiento e industrialización que se tiene en el departamento de Huehuetenango se confirmó que existen todos los requisitos necesarios para operar un beneficio de café seco sin ninguna complicación.

Se realizaron los cálculos e investigaciones necesarias para desarrollar el diseño de la planta para almacenar y procesar café en pergamino seco, también se propone la distribución de maquinaria y espacios dentro de las instalaciones que maximizan la productividad de los procesos, comodidad y seguridad a los trabajadores.

Para finalizar se encuentra un detalle de los costos estimados para llevar a cabo el proyecto en cada una de sus fases de construcción, según la propuesta realizada en este documento.

OBJETIVOS

General

Diseñar una planta para la producción de café en pergamino seco, que se ajuste a las necesidades de procesamiento del café calidad Gourmet de la región de Huehuetenango.

Específicos

1. Identificar entre las posibles alternativas de ubicación la localización que cumpla con las especificaciones necesarias para la producción de café pergamino.
2. Establecer los elementos que forman la estructura del edificio que se ajuste a las necesidades presentes y futuras de la empresa para la realización del diseño de la planta.
3. Definir los aspectos técnicos que contribuirán a mantener los niveles adecuados de iluminación, ventilación, ruido y limpieza en la planta de producción.
4. Determinar las dimensiones de las áreas de trabajo, capacidad de maquinaria y equipo, que sea la adecuada para el proceso y al mismo tiempo seguro para el personal.
5. Estimar los costos para la construcción y equipamiento de la planta procesadora de café según el diseño establecido.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la globalización ha aumentado la competitividad entre empresas, la cual obliga a las organizaciones productivas a buscar las mejores soluciones para optimizar sus procesos y generar servicios y productos con los mejores estándares de calidad y precios accesibles. Debido a esto la empresa Waelti-Schoenfeld Exportadores de café, S.A. busca expandir su capacidad de producción, construyendo una planta procesadora de café pergamino en el departamento de Huehuetenango, y así también acercarse más a los pequeños productores de café calidad Gourmet de la zona y mejorar la calidad de servicio que se ofrece.

Dado que el diseño de la planta es un tema de importancia para quienes desean construir una nueva o renovar una existente, en el presente trabajo se detallará la información relevante referente al diseño de una planta de producción de café pergamino calidad Gourmet en el departamento de Huehuetenango.

La distribución en planta debe lograr combinar la mano de obra, los materiales y el transporte de estos dentro de las instalaciones de una manera eficiente, es decir, se debe ordenar las áreas de trabajo y el equipo para que sea la más eficiente, económica y a la vez segura para los empleados, de manera que contribuya a un proceso altamente productivo que se verá reflejado en la reducción del costo de la producción.

1. PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE CAFÉ PERGAMINO

1.1. Plantas industriales

En la actualidad para cubrir la creciente demanda de todo tipo de artículos se ha creado la necesidad de construir lugares donde se facilite el almacenamiento y producción de una manera adecuada. Es por ello que hoy en día hay más lugares destinados a este fin y cada vez se construyen de manera más eficiente aplicando las técnicas de ingeniería.

1.1.1. Definición

Una planta industrial también conocida como fábrica es el espacio físico formado por máquinas, equipos, herramientas e instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados donde se logre la transformación de una o varias materias primas o energías, mediante uno o varios procesos preestablecidos, los cuales pueden agregar ingredientes o materiales para obtener productos intermedios o de consumo final.

El hombre dentro de este conjunto representa un elemento clave, ya que debe cumplir funciones de planificación, organización, dirección y control, procurando utilizar racionalmente los elementos de producción, para obtener el mayor rendimiento de los materiales, maquinaria y equipos.

1.1.2. Clasificación

- **Proceso continuo:** es una planta que trabaja durante 24 horas al día sin interrupciones planificadas salvo paradas programadas por mantenimiento a la maquinaria o para cubrir emergencias no previstas que podrían generar grandes pérdidas a este tipo de industrias. Como ejemplo de este tipo de plantas se tiene: refinerías petroleras, fábricas de cemento, de acero, entre otros.
- **Proceso repetitivo o en serie:** es una planta donde la fabricación de sus productos, generalmente homogéneos, se realiza por lotes. Este tipo de plantas debe de hacer paradas para realizar pequeños ajustes en su maquinaria en el cambio de un lote a otro, de no ser necesario por la naturaleza del producto, también puede trabajar durante 24 horas continuas pero no por razones de producción sino por el requerimiento de la cantidad de productos a fabricar. Como ejemplo de este tipo de plantas se tiene: la industria del calzado, de ropa, vehículos, entre otros.
- **Proceso intermitente:** llamada también producción a pedido, dado que para iniciar su proceso productivo, necesita previamente un requerimiento de producción, es decir, que primero se vende el producto y luego se fabrica. Se caracterizan por su pequeño volumen de producción y sus productos son fabricados bajo especificaciones ordenadas por el cliente. Como ejemplo de este tipo de plantas se tiene: fábricas de aviones, barcos, vehículos espaciales, entre otros.

- Por el tipo de procesos predominantes
 - Mecánico: plantas donde todos o la mayor parte de sus procesos involucran el ensamble o conformación mecánica de diferentes partes. Por ejemplo: talleres de herrería, carpintería, ebanistería, entre otros.
 - Químico: plantas donde todos o la mayor parte de sus procesos modifican la estructura interna o naturaleza de los materiales que manipulan, o realizan mezclas de los mismos. Por ejemplo: industria del petróleo, pinturas, farmacéuticas, entre otros.
- Por las materias primas predominantes: se clasifican por el tipo de materia prima predominante que utilizan para su proceso productivo. Por ejemplo: industrias cafetaleras, madereras, petroleras, entre otros.
- Por el tipo de productos obtenidos: de similar manera a la clasificación por materias primas, estas se clasifican por el tipo de productos predominante que fabrican, pudiendo ser para consumo final o como producto intermedio, es decir, que otra industria lo utilice como materia prima. Por ejemplo: la industria alimenticia, textil, del cemento, entre otros.
- Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU): se basa en la naturaleza de su actividad económica relacionada a su sistema productivo. Es una clasificación establecida por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y adoptada por los países integrantes de esta organización.

En esta clasificación todas las industrias dedicadas a un mismo tipo de actividad económica, figuran bajo un mismo grupo de CIIU, no importa donde se encuentre esta industria. Este tipo de clasificación es útil cuando se solicitan préstamos a través de organismos internacionales de financiamiento, como el Banco Interamericano de Desarrollo o el Fondo Monetario Internacional¹.

Figura 1. **Estructura general de la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas**

Las categorías individuales de la CIIU se han agregado en las 21 secciones siguientes:

Sección	Divisiones	Descripción
A	01-03	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
B	05-09	Explotación de minas y canteras
C	10-33	Industrias manufactureras
D	35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E	36-39	Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación
F	41-43	Construcción
G	45-47	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas
H	49-53	Transporte y almacenamiento
I	55-56	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
J	58-63	Información y comunicaciones
K	64-66	Actividades financieras y de seguros
L	68	Actividades inmobiliarias
M	69-75	Actividades profesionales, científicas y técnicas
N	77-82	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
O	84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
P	85	Enseñanza
Q	86-88	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
R	90-93	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas
S	94-96	Otras actividades de servicios
T	97-98	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio
U	99	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales

Fuente: CIIU. *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.*

¹ LANDAETA, Jeraldith. *Plantas Industriales.* <https://es.slideshare.net/JeraldithL/plantas-industrial>. [Consulta: 15 de marzo de 2016].

1.1.3. Diseño de plantas

El diseño de plantas industriales es un trabajo de gestión que aplica los conocimientos de la ingeniería industrial y tiene por objeto dar respuestas a los requerimientos espaciales, funcionales y de seguridad, que se tengan en el momento, así también considerando los requerimiento futuros de un edificio industrial que se dedique a la producción de bienes o servicios, de manera eficaz y eficiente. Los resultados se verán reflejados en el costo de la producción, generando mayores beneficios a la comunidad en general, ofreciendo productos de gran calidad a precios justos y competitivos.

El diseño industrial es una disciplina proyectual, tecnológica y creativa, que se ocupa tanto de la proyección de productos aislados o sistemas de productos, como del estudio de las interacciones inmediatas que tienen los mismos con el hombre y con su modo particular de producción y distribución; todo ello con la finalidad de colaborar en la optimización de los recursos de una empresa, en función de sus procesos de fabricación y comercialización (entendiéndose por empresa cualquier asociación con fines productivos)².

La infraestructura exterior e interior de la planta, su localización y distribución tiene una incidencia directa en la comodidad, la economía, la rentabilidad y la seguridad de la empresa. El diseño de plantas se aplica al iniciar una nueva empresa o cuando se desee modificar o ampliar una existente.

Los mínimos conocimientos que debe poseer la persona encargada de diseñar una planta de producción se tienen: matemáticas, materiales y procesos

² RODRÍGUEZ, Gerardo, *Manual de diseño industrial; curso básico*. p. 46

de fabricación, organización de la producción, mercadotecnia, economía, ecología, teoría del diseño, ergonomía, electricidad, productividad, control de calidad, seguridad e higiene, resistencia de materiales, contabilidad, legislación, administración, entre otros.

- El ingeniero industrial y el diseño de planta: el profesional en la ingeniería industrial es la persona que tiene como función integrar a las personas, máquinas, materiales y procesos con el fin de proporcionar una operación eficaz y eficiente. Como objetivo fundamental de la ingeniería industrial está el incrementar la productividad de cualquier industria, reduciendo costos y aprovechando al máximo los recursos disponibles; esto se logra desde el nacimiento de la empresa, con el diseño de la planta. El ingeniero industrial con ayuda de los conocimientos adquiridos debe: identificar la mejor localización para la planta, establecer la mejor edificación, diseñar con base en criterios científicos los planos del edificio y distribuir la maquinaria maximizando el uso del espacio disponible y la capacidad productiva.

1.1.4. Metodología del diseño de plantas

La metodología se define de manera sencilla como los pasos a seguir o la manera de proceder para realizar una investigación o ejecutar un proyecto. Para la realización de un buen diseño de planta se deben considerar todos los factores involucrados y cumplir ciertos pasos o procedimientos en determinado orden. Los factores indispensables que se deben considerar para un buen diseño de planta son:

- Localización de la planta: es el proceso de encontrar la ubicación adecuada para instalar una planta industrial, para ello se necesita tener

claro los requerimientos: el tipo de producto que se hará, la cantidad a producir, el número de trabajadores, las habilidades y conocimientos que deberán tener, la materia prima que se utilizará, el crecimiento esperado, entre otros.

Decidir el lugar adecuado para instalar una planta industrial requiere la toma de decisiones en consideración de diversos y numerosos factores, todos ellos analizados desde varios puntos de vista: económico, social, ambiental, tecnológico y de mercado principalmente³.

El proceso de localización de la planta se realiza en dos etapas:

En la primera se analiza y decide la zona o región en la que se localizará la planta, se le define como estudio de macrolocalización, en ella se toman criterios como la cercanía a la materia prima, al consumidor final, mano de obra especializada, el precio de la mano de obra, cultura de la comunidad, marco jurídico, entre otros, y en la segunda se analiza y elige la ubicación específica dentro de la región previamente seleccionada, y se le define como estudio de microlocalización, donde se realiza el análisis de diversos factores como el costo de los terrenos, el costo de construcción, accesos a comunicaciones terrestres, los recursos materiales, recursos humanos, acceso a servicios básicos, restricciones de la zona (legislaciones), impacto ambiental, manejo de desechos, entre otros, ya que una vez instalada la planta, si se tienen problemas para operar debido a no haber tomado en cuenta algún factor importante, reubicarla ocasionaría grandes pérdidas monetarias e inclusive el cierre de operaciones de una industria. Por el contrario si se elige una buena

³ SOLÍS SOTO, Ángel Cristian. *Localización y distribución de una planta industrial de café en el estado de Hidalgo*. p. 132.

ubicación, los beneficios se verán reflejados en la alta productividad y rendimiento de la organización.

- Diseño estructural de la planta: el diseño de la estructura de las instalaciones establecerá la forma en que los activos tangibles de una empresa, apoyarán al cumplimiento de los objetivos trazados por dicha empresa. La planeación del diseño de la planta implica establecer la mejor manera en que la configuración de los ambientes apoye a la actividad de producción.

Es un arreglo físico de las instalaciones (maquinaria, equipo, terreno, edificio), para optimizar las relaciones entre el recurso humano, el flujo de los materiales y los métodos requeridos para lograr los objetivos de la empresa de manera eficiente, económica y segura. Para ello se debe realizar un estudio adecuado sobre las necesidades que se tendrán debido al tipo de proceso que se llevará a cabo en la industria. Se debe controlar el nivel de iluminación, ventilación, ruidos, espacios en pasillos, tamaño de los almacenes, áreas de carga y descarga de materiales y producto terminado, área de producción, áreas administrativas, seguridad perimetral, seguridad industrial, hacer un uso eficiente del espacio cúbico del edificio, entre otros.

- Diseño del proceso: establece la manera en que las actividades productivas de una industria deben desarrollarse, en función del tipo de producto o servicio a elaborar y condicionado por factores específicos de cada organización para llevar a cabo dichas operaciones. En este paso se establecen las entradas, las operaciones, los flujos y los métodos para la producción de bienes y servicios. Existen varias razones por las que debe diseñarse un proceso, por ejemplo: un nuevo

producto, un producto existente con modificaciones significativas, variación en la demanda, los cambios en las estrategias que afectan la producción, un desempeño del proceso actual insuficiente, el crecimiento de la competencia, la automatización por medio de nuevas tecnologías, la disponibilidad de los insumos, entre otros, que obliga a un rediseño del proceso.

Es necesario tomar en cuenta numerosos factores al momento de diseñar un proceso, entre ellos se tienen. La capacidad productiva inicial y proyectada de la actividad.

- La tecnología que se usará considerando la capacidad financiera
 - Los niveles de rotación de inventarios previstos, considerando el tipo de producto que se elaborará.
 - La maquinaria, equipo, y las herramientas asignadas al manejo de materiales
 - El crecimiento proyectado del sistema de producción con base en la demanda esperada
 - La flexibilidad para realizar cambios en el proceso propuesto
 - La secuencia de los procedimientos u operaciones de las distintas actividades.
 - El grado de automatización de la producción
 - La seguridad de los trabajadores, así como de la maquinaria, equipo e instalaciones
-
- Distribución en planta: La distribución en planta busca combinar la mano de obra, los materiales y el transporte de estos dentro de las instalaciones de una manera eficiente, es decir, si se tiene la ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica y que sea

a la vez la más segura y satisfactoria para los empleados, de tal manera que se contribuya a un proceso productivo eficaz que se verá reflejado en el costo de la producción.

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Esta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección⁴.

Aplica tanto a procesos industriales de fabricación de productos así como de prestación de servicios. Consiste en combinar la mano de obra, materiales y el flujo de estos dentro de la planta de una manera eficiente y económica, que contribuyan a cumplir con los objetivos estratégicos y que a la vez sea segura y promueva alta productividad en sus procesos.

Se deben de prever los posibles conflictos que puedan surgir al momento de echar en marcha el proceso productivo de la empresa, asegurarse de cumplir con las normas de seguridad internas y externas que se exijan, con realizar modificaciones futuras sin necesidad de ejecutar gastos mayores para reemplazar o agregar maquinaria o equipo, evitar que los empleados sufran accidentes o fatiga innecesaria por el mal diseño de las estaciones de trabajo y de ser necesario expandir la capacidad productiva sin tener necesidad de comprar un terreno adicional.

⁴SALAZAR LOPEZ, Bryan. *Diseño y distribución en planta*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>. [Consulta: 14 de mayo de 2017]

1.2. Planta de procesamiento de café en pergamino

Una planta de procesamiento de café en pergamino o también conocida como beneficio seco es el lugar destinado al retrillado, clasificación, mezcla y envasado del café en pergamino, listo para pasar a su siguiente etapa de preparación, según el uso que se le dé, por ejemplo: tostarlo y molerlo, prepararlo para ser café soluble, entre otros.

1.2.1. Café pergamino

Se conoce como café pergamino al grano de café que se obtiene luego del proceso de beneficiado húmedo; proceso que consiste en separar el grano de café maduro de la pulpa que lo envuelve, donde se utiliza el agua como principal herramienta, es por ello que el último proceso del beneficiado húmedo es secar el grano despulpado hasta el grado de humedad entre 11 y 12,5 % con ayuda del sol o de secadores mecánicos conocidos como guardiolas. Cuando ya se tiene el grano de café dentro del rango de humedad anteriormente indicado, se le denomina café pergamino, dado que al grano aún lo envuelve una cascarilla de color amarillenta llamada pergamino.

1.2.2. Procesos directos del beneficiado seco

Son los procesos necesarios para producir un lote de café en grano oro con las características que el cliente necesita. Estos pasos representan el flujo de operación de un beneficio seco.

- Prelimpieza: consiste en separar de los granos de café pergamino los cuerpos o materias que se encuentren mezcladas dentro de los sacos o envases que almacenan el café pergamino. Es importante realizar este

procedimiento al inicio para evitar daños en la maquinaria que recibirá el café en los siguientes procesos, así también ayuda en mantener un proceso limpio y evitar la contaminación del café. Entre algunas materias que comúnmente se apartan en este proceso están: piedras grandes, hojas secas, pitas, alambres, palos, monedas, casquillos de balas, entre otros.

- Despedregar: en este proceso se separan del café pergamino las piedras que tienen un tamaño similar al de un grano de café pergamino, dado que en el proceso anterior únicamente separa piedras de mayores dimensiones, se necesita realizar este proceso justo después del proceso de pre limpieza.
- Trillado: en este proceso se remueve del grano de café el endocarpio conocido como cascarilla o pergamino y una película plateada que se encuentra adherida al grano luego de retirar el pergamino llamada espermodermo. En este proceso luego de remover el pergamino del grano de café, se separa el cascabillo (nombre que se le da a la cascarilla cuando ya no está adherida al grano) del grano de café en oro (se le llama así, cuando ya no tiene el pergamino adherido al grano).
- Clasificación por tamaño: en este proceso se clasifican los granos de café oro por su tamaño, esto se consigue haciendo pasar los granos de café oro a través de dos o más mallas que poseen agujeros de distintos tamaños donde se separan según la necesidad o requerimiento de producción. Las unidades de tamaño que generalmente se utilizan se dan en fracciones de sesenta y cuatro de pulgada, siendo las más comunes 10, 15, 16, 17, 18 y 19. En este proceso también se pueden separar

algunos tipos de grano que por su genética se forman de distinta manera que el resto, entre ellos se menciona: grano elefante, y grano caracol.

- Clasificadoras por densidad: las clasificadoras por densidad son máquinas que como su nombre lo indica, clasifican el café en oro según la densidad del grano. Un grano de café en oro con mayor densidad, es de mayor calidad, al contrario los granos de menor densidad que su estructura es muy porosa es café de baja calidad o posee algún defecto, por ejemplo: granos quebrados, brocados, sin madurar entre otros. Los tres elementos que se ven involucrados para realizar esta separación son: la vibración que junto al aire que levanta los granos más livianos los aparta de los más pesados, la inclinación tanto longitudinal (para que el café se transporte a través de la máquina), como transversal (para que el café más liviano se deslice hacia la parte baja).
- Escogido por color: los granos de café poseen distintas tonalidad de color que ayuda a identificar posibles defectos o problemas que el grano posee a causa de enfermedades o daños que sufrió durante su cosecha o procesos anteriores, en esta etapa se clasifican los granos sanos de los que presenten alguna deficiencia.
- Escogido manual: es una técnica antigua que aún se utiliza en algunas plantas de beneficiado seco, principalmente cuando se trabaja café de calidad gourmet. La principal ventaja que posee este tipo de escogido es el grado de precisión con que se pueden clasificar los granos de café. En este proceso se retiran los granos que posean algún defecto que mecánicamente en los procesos anteriores no sea posible de separar, dado que la forma de identificarlos es por una tonalidad distinta en el color del grano. Algunos de los colores que pueden presentar los granos

de café son: negros, rojizos, blanqueados, amarillos, entre otros, defectos que suelen originarse principalmente cuando el grano crece en la mata de café. Existen dos formas de escogido manual:

- Estacionaria, que consiste en ubicar a la persona que escoge en una mesa y sentarla frente al café, para ir seleccionando los granos defectuosos y apartarlos en otro recipiente.
- En línea continua, que consiste en pasar el café en una banda de arrastre que está en constante movimiento frente a las personas encargadas de escoger los granos defectuosos, y únicamente tienen la oportunidad de retirarlos en el momento cuando pasa frente a ellas.

La ventaja de la forma estacionaria es que se consigue clasificar de manera muy precisa un lote de café, pero el proceso es más lento y se necesita más personal en comparación de la forma en línea continua.

- Escogido electrónico: este tipo de escogido lo realiza una máquina de escogido electrónico que posee lectores ópticos donde compara la tonalidad del color de cada grano con la base de datos de tonalidades de granos defectuosos, que previamente se deben de ingresar, al encontrar que el grano en análisis posee la tonalidad de un grano defectuoso lo separa del resto. Estas máquinas vinieron a reemplazar el escogido manual, reduciendo costos y aumentando considerablemente la productividad de las plantas. Hoy en día existen máquinas de escogido electrónico capaces de clasificar 300 quintales de café en oro por hora.

1.2.3. Procesos auxiliares del beneficiado seco

Los procesos auxiliares son aquellos que no tienen una incidencia directa con el procesamiento de las materias primas, pero son necesarios para cumplir con los objetivos de producción. Entre los procesos auxiliares en el procesamiento de café en pergamino seco se tiene:

- Mezcla de café en oro: las mezclas de café en oro se realizan para ofrecer al cliente distintas características de cuerpo y taza que se percibe al momento de catar el café. Debido a las distintas alturas, condiciones climáticas, métodos de producción al que se somete el café desde su producción en la finca, se obtienen distintas calidades las cuales se pueden mezclar para obtener características únicas al gusto del cliente final. El proceso se realiza en silos de distintas capacidades donde se depositan las distintas calidades de café y por medio de un elevador de cangilones se revuelve el café dentro del silo.

1.2.4. Maquinaria y equipo del beneficiado seco

Son todos los dispositivos mecánicos y electrónicos que permiten realizar alguna modificación al estado del grano en pergamino o clasificarlo según la necesidad que se posea.

- Prelimpiadoras: las máquinas pre limpiadoras se encargan de apartar del proceso todo aquello que no sean granos de café. Posee una malla metálica con agujeros que está vibrando para que pase el café a través de ella y las materias extrañas como pitas, basura, entre otros. se quedan en la parte superior.

- Despedregadora: la máquina despedregadora sirve para separar las piedras pequeñas de los granos de café, que por ser del mismo tamaño no se han logrado separar en los procesos anteriores. La despedregadora se basa en la densidad del producto para separarlo, es decir, aunque tengan el mismo tamaño la densidad de una piedra es más grande que la de un grano de café y por medio del ajuste correcto de tres elementos: vibración, inclinación y aire los elementos con diferente densidad se separan.
- Trillado: la máquina trilladora de café sirve para retirar del grano el endocarpio comúnmente llamado cascarilla o pergamino y la película plateada llamada espermodermo. Está formada por dos cámaras internas: en la primera se remueve el pergamino y en la segunda el espermodermo, en ambas los granos de café rozan entre un eje metálico y las paredes de la cámara generando una fuerza de fricción. Durante el proceso de trillado una turbina de succión retira el cascabillo suelto de los granos de café y lo envía a una tolva de almacenamiento.
- Clasificadora por zaranda: esta máquina se encarga de clasificar los granos de café por tamaño. Su forma de clasificar es haciendo pasar los granos de café en oro a través de varias láminas de metal perforadas con agujeros de distintos tamaños que se encuentran en movimiento, donde se van separando de los granos más grandes a los más pequeños según la necesidad o requerimiento.
- Clasificadora por densidad: la clasificadora por densidad es una máquina que clasifica los granos de café en oro según su densidad. Los tres elementos que se utilizan para realizar esta separación son: la vibración que traslada los granos de café más pesados al lado izquierdo de la

máquina, la inclinación longitudinal que sirve para que el café se transporte a través de la máquina y la inclinación transversal que junto con el aire sirve para que el café más liviano se deslice hacia el lado derecho de la máquina.

- Banda de escogido manual: es una máquina que posee una banda de arrastre sin fin, que traslada los granos de un punto a otro, mientras se trasladan los granos de café sobre la banda, las personas encargadas del escogido van retirando los granos defectuosos del proceso.
- Escogedora electrónica: la máquina de escogido electrónico posee lectores ópticos que analizan el color de cada grano de café, comparándolo con tonalidades de granos defectuosos que previamente fueron cargados a la memoria por el operador. Estas máquinas poseen un alto rendimiento, reduciendo considerablemente el costo del escogido, su mantenimiento y consumo eléctrico es bajo y necesita ser operada por un técnico especializado.

1.2.5. Subproductos del beneficiado seco

Los subproductos de una actividad son aquellos que surgen como resultado de un determinado proceso industrial o reacción química al que se somete la materia prima, pueden denominarse secundarios, ya que se obtienen además del primario que es el objeto principal de un proceso industrial. La diferencia de un subproducto con un residuo, es básicamente que al subproducto se le puede dar uso para otro fin que también genere utilidad, en cambio, un residuo es un desecho al que ya no se le puede dar uso en beneficio de otra actividad.

En el proceso de beneficiado seco el subproducto que se obtiene es el cascabillo, que es el resultado de separar al pergamino del grano de café, se obtiene en el proceso de trillado, es un subproducto que representa alrededor del 17 % del peso del café en pergamino seco y es un material utilizado en el beneficiado húmedo para secar el café en máquinas secadoras que lo usan como combustible, dado sus características físicas es capaz de generar calorífico con más eficiencia que la leña. También existen otras aplicaciones como el biocompost, sustratos de algunos cultivos, incluso obtener cartones, entre otras.

1.2.6. Almacenamiento del producto terminado

Son las áreas donde se almacena el resultado o producto del último proceso, juegan un papel importante, ya que de ahí depende que el producto llegue a manos de los consumidores con las características y calidad deseada, de nada sirve tener un proceso limpio y cuidadoso si cuando se almacena el producto final, se hace de la manera incorrecta provocando así contaminación o daños al producto. También se debe procurar que la forma de almacenamiento sea propicia para contabilizar y darle la correcta rotación a los productos para evitar pérdidas por mal manejo, así como aprovechar el espacio cúbico y garantizar la seguridad del producto.

Dependiendo las características de cada producto se deberán de tomar en consideración las condiciones de diseño de las bodegas de almacenamiento. Los factores más comunes que pueden dañar la calidad del café en oro son:

- Humedad relativa en el ambiente
- Olores en el ambiente
- Plagas como roedores, insectos, entre otros.

- Contacto con sustancias químicas
- Contacto directo con el agua
- El uso de artículos para fumigación de plagas

El café en oro generalmente se almacena en sacos de nilón o yute que contienen cada uno 150 libras, y se tienden arriba de tarimas de madera y a no menos de 50 centímetros de distancia de una pared, para evitar el daño por contacto con la humedad de las instalaciones.

1.2.7. Calidades del producto terminado

La calidad del producto terminado en el beneficiado seco dependerá principalmente de la calidad de la materia prima, por supuesto que durante el procesamiento se consigue retirar granos defectuosos que provocan problemas en el proceso de tostado y por ende en la calidad final de la taza. El proceso de beneficiado seco no mejora las propiedades físicas de la materia prima, únicamente clasifica los granos de café por tamaño, densidad y color, logrando así separar los granos que poseen las mejores características que aportan valor a la calidad final de la taza del resto de granos defectuosos que restan valor a la calidad del producto final.

Para determinar la calidad del producto terminado se consideran sus características físicas del grano como el aspecto, el tamaño, el olor, la hendidura del grano, así como características organolépticas como la fragancia, la acidez, el cuerpo, el sabor en general.

- Tipos de café en Guatemala
 - Natural

- Prima lavado
- Extra prima lavado
- Semiduro
- Duro
- Estrictamente duro
- Robusta
- Maragogype⁵

1.2.8. Edificaciones

Es la construcción que guarda el alojamiento de los procesos de producción, maquinaria, del personal y de los materiales. El objetivo del edificio es proteger la maquinaria, equipo, materia prima, materiales y producto terminado de factores que pueden causarle daño por ejemplo: las condiciones climáticas, desastres naturales, atracos, entre otros.

El diseño del edificio debe de satisfacer las demandas del proceso productivos que se llevará a cabo dentro de él, se debe contar con planos detallados de cada uno de los pisos del edificio, donde indique todas las características del mismo, como son ventanas, las paredes, columnas, escaleras, tuberías y similares. Esto contribuirá a incrementar los niveles de producción, protección física del producto y de seguridad industrial.

Existen distintos tipos de edificios, la forma y tamaño se verán restringidos por factores externos como: tamaño del terreno, topografía del terreno, accesos a la vía pública, disponibilidad de recursos financieros para la construcción, restricciones que regulen el tipo de materiales a utilizar, entre

⁵ Asociación Nacional del Café (Guatemala). *El Beneficio seco*. http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=BeneficioHumedo_BeneficioSeco. [Consulta: 6 de marzo de 2016].

otros. Existen también factores internos que condicionan el tipo de edificio a utilizar, entre ellos se tienen: el tipo de proceso que se tendrá, la cantidad de personal, el tipo de producto que se elaborará, la capacidad de producción que se desea, la circulación de los materiales, la expansión que se tenga programada realizar, entre otros.

- Clasificación de los tipos de edificios
 - Edificio de un nivel: este tipo de edificio generalmente es más utilizado, se caracteriza por ser construido alrededor del proceso que sigue el producto final y por su facilidad en realizar cambios en la distribución de la maquinaria y flujo del proceso. Existen varios factores necesarios para que este tipo de construcción sea la mejor opción, entre los principales se tienen: el costo del terreno debe ser económico, la extensión del terreno debe ser grande, el flujo de los materiales en el proceso no debe depender de la gravedad.
 - Edificio de varios niveles: por lo general se realizan este tipo de edificaciones cuando el costo del terreno es muy alto, la cantidad de terreno disponible es muy limitado, cuando se puede aprovechar la fuerza de la gravedad para movilizar los materiales dentro del flujo del proceso. Las edificaciones son más costosas ya que deben ser construidas con concreto armado y el producto que se elabore debe ser de fácil manejo sin necesidad de vehículos como montacargas.
 - Edificio de aplicación general: son edificios que se adaptan con facilidad a distintos tipos de procesos o métodos de producción, generalmente se utilizan en operaciones de montaje, tratamiento o elaboración donde se fabrican distintos productos con gran facilidad.

El costo inicial es menor dado que los métodos de construcción están estandarizados y los materiales y mano de obra son fáciles de conseguir. Se puede recuperar con facilidad la inversión, ya que su forma se adapta a diversos procesos abriendo así la posibilidad de venta a diferentes entidades.

- Edificios de aplicación específica: estos edificios son más costosos, se vuelven obsoletos con más facilidad, no se adaptan fácilmente a cambios en los procesos o métodos de producción y por su diseño enfocado específicamente a un tipo de proceso difícilmente se podrá vender a otra entidad.⁶

⁶ TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala, 2012. 256 p.

2. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

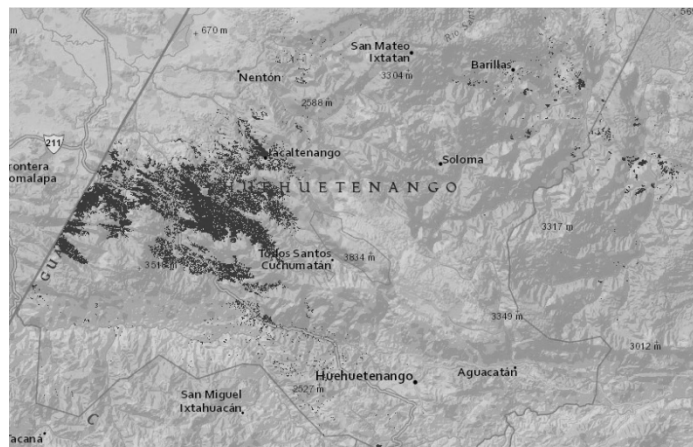
2.1. Factores que intervienen en la localización

Son aquellos factores que tienen una relación directa con los procesos que tendrá la planta y que se deben evaluar previamente a tomar una decisión sobre la ubicación física de la planta.

2.1.1. Materia prima

La materia prima que utilizará la planta en diseño es el café en pergamino seco calidad gourmet de la región de Huehuetenango. Anacafé en la figura 2 se muestran las principales zonas de producción dentro del departamento:

Figura 2. **Regiones cafetaleras en el departamento de Huehuetenango**



Fuente: Asociación nacional del café (Anacafé).

La ubicación de la materia prima que se utilizará en la planta para procesar de café pergamino calidad gourmet se localiza en los siguientes municipios del departamento de Huehuetenango:

Tabla I. **Distribución de café pergamino a comprar dentro del departamento de Huehuetenango, Guatemala**

Municipio	Extensión (km ²)	Distancia de la cabecera departamental (kms)	Café pergamino a comprar (qqqs)	Producción (%)
San Pedro Necta	119	48,7	9 750,00	19,50
La Democracia	136	63,7	9 100,00	18,20
La Libertad	104	60,4	8 250,00	16,50
Santiago Chimaltenango	39	41,8	625,00	1,25
San Antonio Huista	156	90,8	8 300,00	16,60
Jacaltenango	212	80,2	3 700,00	7,40
Unión Cantil	43	83,3	3 500,00	7,00
Santa Bárbara	132	15,3	350,00	0,70
Cuilco	592	63,0	5 000,00	10,00
Nentón	787	105,0	650,00	1,30
Santa Cruz Barillas	1 112	146,0	475,00	0,95
Todos Santos Cuchumatán	269	51,3	300,00	0,60
Total			50 000,00	100,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Transporte

Para el correcto funcionamiento de la planta de producción de café pergamino se debe contar con acceso a transporte pesado, dado que la materia prima se traslada principalmente en camiones y cabezales con furgón

así como el producto terminado se traslada en cabezales con contenedores de 20 y 40 pies. Según el Reglamento de la Ley de Tránsito de Guatemala, se especifica por transporte pesado según el artículo 9, inciso b, aquellos vehículos que:

- Pesados con más de 3,5 toneladas métricas de peso bruto máximo:
 - Autobuses, camiones
 - Remolcadores o cabezales; y
 - Camiones con remolque (*Reglamento de Tránsito*, p. 9)

Para la ubicación de la planta dentro de la ciudad de Huehuetenango se debe considerar la restricción de circulación de transporte pesado que tienen las siguientes zonas:

- Zona 1 del municipio de Huehuetenango
- Zona 2 del municipio de Huehuetenango
- Zona 4 del municipio de Huehuetenango
- Zona 5 del municipio de Huehuetenango
- Zona 7 del municipio de Huehuetenango
- Zona 8 del municipio de Huehuetenango

La principal vía de acceso a la ciudad de Huehuetenango y la ruta donde el transporte pesado circula con mayor facilidad, seguridad y sin restricciones de horario es por la carretera Interamericana (CA-1), también se comunica por rutas alternas con otros municipios pero no son muy transitadas por este tipo de transporte debido al tráfico que se genera y el estado de las carreteras.

El nombre de los lugares que se ubican frente al paso de la carretera Interamericana y se encuentran más cerca de la ciudad de Huehuetenango son:

- Cruce a Piedras Negras
- Zona 11 del municipio de Huehuetenango (Cambote, Las vegas)
- Zona 12 del municipio de Huehuetenango (Chimusnique)
- Zona 13
- Aldea Chivacabé

2.1.3. Mano de obra

El recurso humano es el más importante en toda industria, es el recurso que puede marcar la diferencia de una empresa a otra dado que no se puede igualar ni copiar en su totalidad. Se debe contar con personal altamente calificado para realizar cada una de las actividades que se realicen dentro de la planta para aprovechar el cien por ciento del resto de los recursos. Al buscar la mejor localización de una planta se debe prever que en la comunidad se pueda encontrar al personal con los conocimientos, habilidades, aptitudes y experiencia para cubrir las plazas que se crearán. Si cerca de donde se ubique la planta no se cuenta con personas que cubran los requisitos que se necesitan para desempeñar las diferentes funciones, se tendrá que buscar fuera del área, generando costos extras o bien arriesgando a no encontrar al candidato idóneo.

Para el funcionamiento de una planta procesadora de café pergamino seco se necesita personal con al menos sexto primaria que se encargará de realizar actividades de esfuerzo físico como trasladar la materia prima, el producto terminado, personal con estudios de diversificado que deberán operar las máquinas del beneficiado seco, llevar el control de la bodega, realizar análisis al producto en proceso, y una persona con estudios universitarios que

deberá realizar procesos administrativos en la localidad. Dado que en este caso el beneficio que se está diseñando forma parte de una empresa que posee actualmente oficinas en el departamento de Guatemala, donde se realizan el resto de actividades administrativas para el funcionamiento de las plantas, no se requerirá de personal que realice procesos más específicos.

Para asegurar que dentro del municipio de Huehuetenango se puede encontrar personas con los distintos niveles de educación que se necesita, se describe a continuación los niveles de escolaridad que actualmente posee el municipio de Huehuetenango: preprimaria, primaria, básico, diversificado y universitario.

- Nivel preprimario: para la educación preprimaria actualmente existen alrededor de 117 establecimientos, de los cuales el 32 % son privados y 68 % son escuelas públicas. De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Educación y el Instituto Nacional de Estadística INE, para este nivel educativo el porcentaje de cobertura bruta es de 56,67 %.
- Nivel primario: para el nivel de primaria existen alrededor de 123 establecimientos educativos, de los cuales el 67 % son escuelas públicas y el 33 % establecimientos privados. De acuerdo a las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Educación y el Instituto Nacional de Estadística INE, el porcentaje de cobertura bruta para este nivel es de 95,57 %.
- Nivel básico: para el nivel de educación básica en el municipio de Huehuetenango existen alrededor de 84 establecimientos, de los cuales el 17 % para el sector público y 83 % para el sector privado. De acuerdo a

las estadísticas proporcionadas por la Coordinación Técnica Administrativa - CTA- del municipio de Huehuetenango, el nivel de educación básica posee una tasa de cobertura neta de 53,61 %.

- Nivel diversificado: en el municipio de Huehuetenango existen alrededor de 55 establecimientos educativos, de los cuales solamente el 9 % son del sector público y el 91 % del sector privado, que ofrecen diferentes carreras, entre las cuales se pueden mencionar: Bachiller en Ciencias y Letras, Perito en Administración de Empresas, Bachiller en Computación con Orientación Ocupacional, Perito Contador, Secretariado Ejecutivo en Computación, Bachiller en Electricidad, Secretariado Bilingüe con Especialidad en Computación, Perito Contador con Especialidad en Computación, Bachiller Industrial y Perito en Diseño Gráfico y Computación, Bachiller en Dibujo Técnico y de Construcción, Secretariado Bilingüe, Secretariado y Oficinista, Bachiller Industrial y Perito en Electricidad, Bachiller Industrial y Perito en Computación, Bachiller en Turismo y Hotelería, Maestro de Educación Primaria Bilingüe, Maestra de Educación Para el Hogar, Maestro de Educación Primaria Urbana y Bachiller Industrial y Perito en Mecánica Automotriz, entre otros. Las estadísticas proporcionadas por la Coordinación Técnica Administrativa del municipio, indican que el nivel de educación diversificado posee una tasa de cobertura neta de 64,28 %
- Nivel universitario: en cuanto a la educación superior se tiene la presencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Centro Universitario de Noroccidente CUNOROC y la Facultad de Humanidades), Universidad Rafael Landívar, Universidad Mariano Gálvez, Universidad Rural de Guatemala, Universidad Panamericana y la Universidad Galileo.

Según las proyecciones de población estimadas por el INE, el crecimiento poblacional del municipio de Huehuetenango va a un ritmo de 2,7 % anual durante el período del 2002 a 2011, para el 2015 Huehuetenango cuenta con una población de 118 925 personas de las cuales el 53 % son mujeres y el 47 % son hombres. A continuación se presenta una tabla que contiene los resultados del censo 2002 y las proyecciones hasta el 2020⁷.

Figura 3. **Proyecciones de población, municipio de Huehuetenango**

Sexo	2002	2006	2011	2015	2020
Femenino	45 467	51 235	57 499	61 522	66 574
Masculino	40 541	44 352	50 962	57 403	64 335
Total	86 008	95 587	108 461	118 925	130 909

Fuente: INE, 2002.

Con toda la información anterior se puede considerar el municipio de Huehuetenango como una región idónea donde se cuenta con mano de obra con diversidad de niveles de escolaridad, aumentando así las posibilidades de encontrar y formar un equipo de trabajo completo y capacitado que trabaje en la planta de procesamiento que se está diseñando.

2.1.4. Combustibles y energía

La principal fuente de energía que utilizará la planta procesadora de café en pergamino es la energía eléctrica. Todas las máquinas que están

⁷ Instituto Nacional de Estadística, *Caracterización departamental Huehuetenango 2013* (diciembre 2014). <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/07/20/yYXFscGDOuzXzAzSVWOzGnaa1WSaqajj.pdf>. [Consulta: 10 de abril 2016].

relacionadas con el proceso directo e indirecto son accionadas por motores eléctricos por lo general de 240 V, también se utiliza equipo complementario como básculas, computadoras, bandas transportadoras, elevadores, iluminación, entre otros, que utiliza 120 V. Se debe confirmar que en la región que se evalúa para ubicar la planta ofrezca este servicio indispensable para el funcionamiento.

Dentro del municipio de Huehuetenango la empresa que presta el servicio de energía eléctrica es la Empresa Eléctrica Municipal de Huehuetenango⁸.

Así, las tarifas dependen únicamente del nivel de tensión (MT, BT) en que está conectado el usuario, y si se consume en punta o fuera de punta, no en función del uso final de la energía. En ese sentido se clasifican en tres categorías:

- Categoría A
 - Usuarios con servicio en baja tensión
 - Menor o igual a once kilovatios (kW)
 - Baja tensión simple (BTS); baja tensión simple social (BTSS).

- Categoría B
 - Usuarios con servicio en baja o media tensión: baja tensión con demanda en punta (BTDP), baja tensión con demanda fuera de punta (BTDFP), baja tensión horaria (BTH), media tensión con

⁸ Comisión Nacional de Energía Eléctrica, *Distribuidoras de electricidad en Guatemala*. http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=105. [Consulta: 12 de marzo 2016].

demanda en punta (MTDP), media tensión con demanda fuera de punta (MTDFP), media tensión horaria (MTH).

- Mayor de 11 kilovatios (kW)
- Categoría C
 - Usuarios con servicio en baja o media tensión que cumplan con los requisitos establecidos en la legislación vigente para obtener la calidad de gran usuario⁹

En la figura 4 se muestra de manera general los servicios y tarifas que se están utilizando actualmente en el área a investigar, dado que aún no se conoce el requerimiento exacto que la planta va necesitar para funcionar. Las condiciones de suministro (potencia y energía) son pactadas con el distribuidor o cualquier otro suministrador (comercializador). No tiene tarifa máxima. Solamente se le define un pago máximo por el uso de la red, denominado peaje en función de transportista.

⁹ Comisión Nacional de Energía Eléctrica, *Tipos de Tarifas*. <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/usuario/Categorias%20tarifarias.html>. [Consulta: 12 de marzo 2016].

Figura 4. **Tarifas vigentes en el 2016 de la Empresa Eléctrica Municipal de Huehuetenango**

RESOLUCIÓN	CNEE-94-2016 CNEE-95-2016
Tarifa: Social - TS	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	10.070747
Cargo por Energía (Q/kWh)	1.179029
Tarifa: Baja Tension Simple - BTS	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	10.070747
Cargo por Energía (Q/kWh)	1.407649
Tarifa: Baja Tension con demanda fuera de punta - BTDfp	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	231.627194
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	0.960688
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	34.813487
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	40.276092
Tarifa: Baja Tension con demanda en punta - BTDP	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	231.627194
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	0.960688
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	50.089815
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	60.00245
Tarifa: Media Tension con demanda fuera de punta - MTDfp	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	805.659807
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	0.870919
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	42.159282
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	27.43337
Tarifa: Media Tension con demanda en punta - MTDp	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	805.659807
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	0.870919
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	34.724869
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	21.895679
Tarifa: Baja Tension Horaria - BTH	Valor
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	231.627194
Cargo Unitario por Energía en Punta (Q/kWh)	0.960688
Cargo Unitario por Energía Intermedia (Q/kWh)	0.960688
Cargo Unitario por Energía en Valle (Q/kWh)	0.960688
Cargo Unitario por Potencia de Punta (Q/kW-mes)	33.034429
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	64.471596
Tarifa: Media Tension Horaria - MTH	Valor

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

<http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/pliegos.php>. Consulta: octubre de 2018.

Para obtener el precio relativo del combustible super, regular y diésel en el municipio de Huehuetenango, se tomaron datos de 5 gasolinera al azar de diferente empresa y se pudo comprobar que el costo del combustible se incrementa un 2,7 %, aproximadamente Q.0,50 más en relación al precio promedio en el área metropolitana según el Ministerio de Energía y Minas del mismo día. Siendo esto una ventaja al no incrementarse el costo del transporte debido a los insumos (combustible y lubricantes).

2.1.5. Servicios básicos

Los servicios básicos que son necesarios para el funcionamiento adecuado de una planta procesadora de café pergamino seco están:

- Agua

El agua juega un papel poco importante en el proceso del beneficiado seco, el uso que se le da es para los servicios sanitarios, duchas y regar áreas verdes. No se necesita que sea agua potable, ya que esto se puede sustituir comprando agua potable envasada. La administración de los sistemas de agua dentro del municipio de Huehuetenango en el casco urbano es realizado por la Municipalidad por medio de la Fontanería Municipal, en el área rural existe gestión y administración de los proyectos por parte de comités, algunos COCODE y pozos propios¹⁰.

- Bancos

Tanto para la seguridad de los colaboradores que laborarán dentro de la planta, así como para la empresa, se debe contar con bancos ubicados en los alrededores de la planta, para efectuar pagos como planillas, pago a proveedores de servicios, impuestos, entre otros.

En la ciudad de Huehuetenango actualmente se cuenta con una red bancaria completa donde se puede encontrar servicios como: agencias bancarias, cajeros automáticos y autobancos. Por la relación dependiente que

¹⁰ Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (Guatemala), *Plan de desarrollo Departamental de Huehuetenango: SEGEPLAN, 2011.*
<http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=229;pdm-huehuetenango>. [Consulta: 25 de marzo 2016].

se tendrá con las oficinas centrales ubicadas en la ciudad de Guatemala, el uso de los bancos para movilizar el dinero es un aspecto muy importante el cual está totalmente cubierto con la presencia de más de 12 distintas agencias bancarias entre las cuales se mencionan: Banco de desarrollo rural, Banco Industrial, Banco de los Trabajadores, Banco G&T Continental, Banco del Reformador, Banco Agromercantil, todos ubicados dentro del casco urbano del municipio de Huehuetenango.

- Seguridad

La seguridad como en toda actividad comercial y productiva, es de suma importancia y en la planta procesadora de café pergamino no es la excepción. El café ha sido por años un producto vulnerable a ser parte de hechos delictivos por el alto valor económico que posee y la facilidad de comercialización dentro del mercado nacional luego de ser robado, por ello es indispensable contar con toda la seguridad posible, sin que esto se convierta en un costo muy grande. Contar con la presencia cercana de la policía nacional civil, el ejército de Guatemala son opciones que pueden generar mayor seguridad en las operaciones sin generar un costo extra.

En el municipio de Huehuetenango se encuentra la comisaría 43 que pertenece al área de distrito occidente ubicada en la 3era calle entre 4ta y 5ta avenida zona 1 Huehuetenango, Huehuetenango. Además se encuentra desde el 2004, según Acuerdo Gubernativo núm. 240-2004, la Quinta Brigada de Infantería Mariscal Gregorio Solares ubicada en aldea Lagunas zona 10 Huehuetenango, Huehuetenango, con responsabilidad operacional de los departamentos de Huehuetenango, Totonicapán, Sololá, El Quiché y cabecera departamental de Quetzaltenango.

Se cuenta con empresas privadas que prestan el servicio de seguridad ubicadas dentro del municipio como: seguridad y vigilancia El Ébano, S.A, Servicios de protección, S.A., Grupo Escorpión, entre otras.

2.1.6. Drenajes y eliminación de desperdicios

Como se mencionó anteriormente el proceso de beneficiado seco no genera contaminación alguna a fuentes de agua, debido a que en su proceso no se utiliza. El agua que generará la planta de procesamiento de café pergamino seco será únicamente la procedente de los servicios sanitarios, duchas y limpieza. De igual manera la basura o todo material considerado como desecho y que se necesite eliminar dentro de la planta, será de tipo orgánico como hojas, ramas, cáscaras, entre otros, y de tipo inorgánico como plásticos, cartón, entre otros, que se presentan en poca cantidad y deberá ser canalizada a vertederos o rellenos sanitarios. No se genera desechos peligrosos.

El subproducto que se genera durante el beneficiado seco es el cascabillo, que se utiliza principalmente como combustible para generar calor; el fin principal de este producto es la venta a personas dueñas de fincas que desean secar su café utilizando el calor generado al quemar el cascabillo.

En el municipio de Huehuetenango algunas personas en el casco urbano descargan sus drenajes al río Selegua lo cual afecta a las comunidades del municipio y de otros municipios vecinos, otras personas optan por crear fosas sépticas. Debido a que no existe cultura, los servicios de recolección y traslado de basura en algunos sectores son irregulares y no existen áreas con capacidad para soportar los volúmenes que se generan actualmente, la disposición final de la basura, se realiza en un vertedero municipal a cielo abierto que se ubica en el caserío Tres Cruces municipio de Aguacatán, con

una vida útil de unos cuantos años, al cual se vierten entre 50 y 70 toneladas de basura al día. Otras comunidades dentro del municipio trasladan la basura a un basurero ubicado en jurisdicción del municipio de Malacatancito¹¹.

2.1.7. Factores de la comunidad

Según datos del Instituto Nacional de Estadística la población del municipio de Huehuetenango es mayoritariamente joven y femenina, principalmente comprendido entre 0 a 24 años, que representa el 66 % de la población. Otro aspecto importante es que en el municipio solamente el 4 % de la población es indígena, principalmente de la etnia Mam. La población urbana que viven en la cabecera municipal representan el 70,47 %; el resto de comunidades se encuentra clasificada como área rural y representa el 29,53 %.

En la cabecera municipal y en la periferia urbana principalmente zona 11, 12, 13 y aldea Chivacabé que son áreas frente a la carretera interamericana se ubican pequeñas y medianas industrias de diferente índole, algunas de ellas han tenido iniciativas propias de exportación de productos.

Dado el crecimiento relativo del comercio, servicios e industria en la cabecera municipal que genera empleo de mano de obra calificada y no calificada de la población del interior del municipio y del departamento, son bien aceptados por la comunidad proyectos de inversión que cumpliendo con todas las normas y reglamentos del municipio, generen más fuentes de empleo en beneficio de las personas del municipio y aledaños.

¹¹ Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (Guatemala), *Plan de desarrollo Departamental de Huehuetenango: SEGEPLAN, 2011.* <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=229;pdm-huehuetenango>. [Consulta: 25 de marzo 2016].

2.1.8. Hospitales y centros de salud

Es importante considerar al ubicar una planta la cercanía con centros de atención médica donde puedan cubrir emergencias o bien atender enfermedades de tipo común que puedan afectar el desempeño diario de los colaboradores. Mientras más personas se planeen que laboren dentro de la empresa, aumentan los casos de enfermedades y lesiones que puedan darse y tener un hospital ya sea público o privado cerca de las instalaciones es una ventaja que puede ahorrar costos extras e inclusive la necesidad de instalar un consultorio médico dentro de la planta.

Dentro del municipio de Huehuetenango se cuenta con el Hospital Nacional de Huehuetenango Dr. Jorge Vides Molina ubicado en aldea Las Lagunas zona 10 Huehuetenango, Huehuetenango, que presta su servicio de forma gratuita en el sector, el centro de salud sur ubicado en la zona 5 y el centro de salud norte ubicado en la zona 3, ambos en el municipio de Huehuetenango, también cuenta con los servicios del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social ubicado en la 5ta. avenida 1-25 zona 8 Huehuetenango, Huehuetenango para los trabajadores que puedan gozar de este servicio, asimismo, servicios de la iniciativa privada como hospitales de los cuales se mencionan: hospital Sagrada Familia, hospital Privado López, hospital Altuve, entre otros, clínicas para las diferentes ramas médicas, laboratorios clínicos, farmacias, todos ubicados dentro del municipio de Huehuetenango.

2.1.9. Proveedores

El municipio de Huehuetenango que es la cabecera departamental tiene un desarrollo económico basado principalmente en el sector de industria, comercio y servicios, también tiene un sector industrial y agropecuario pero este

se da en su mayoría en aldeas y caseríos del resto de municipios del departamento. El municipio constituye un puente comercial hacia el resto de municipios del departamento y de ellos hacia afuera, ya que en él se encuentran las principales empresas comercializadoras; existe un desarrollo de centros de acopio de los productos que entran y salen del municipio.

Debido a esto es posible conseguir la mayoría de bienes y servicios complementarios que necesitará la planta en diseño para funcionar por ejemplo: artículos de ferretería para mantenimiento a las instalaciones, mantenimiento a las máquinas, artículos de oficina, mantenimiento a equipo de computación, artículos de limpieza, servicio de internet, artículos de jardinería, repuestos para vehículos, entre otros, se puede tener opción a elegir entre varias opciones y la tendencia es al crecimiento de proveedores que vendrán a ampliar el comercio en la localidad.

2.1.10. Legislación

Son todas las leyes y reglamentos que regirán el funcionamiento de la planta, es muy importante investigar a fondo debido a la magnitud de los inconvenientes que se pueden generar al construir y habilitar una planta en un lugar que posea alguna restricción legal que entorpezca el óptimo funcionamiento.

- Reglamentos municipales

La cabecera municipal de Huehuetenango cuenta con los siguientes reglamentos: del Concejo Municipal, drenaje sanitario, agua, viáticos, multas o infracciones de la empresa eléctrica, tren de aseo, construcción, mercado de la terminal, uso de calles y avenidas, policía municipal de tránsito; que tienen

como objetivo mejorar sus ingresos, ordenar los servicios municipales, ofrecer servicios de calidad, entre otros. El 28 de septiembre de 2010, se publica según acta núm. 015/2009, la aprobación de: un plan de tasas municipales, rentas, frutos, productos, multas y demás tributos para la municipalidad, esto para mejorar sus ingresos y prestación de servicios¹².

Dentro del proceso de administración de los recursos naturales se cuenta con la oficina municipal de ambiente, la cual impulsa actualmente el cobro de impuestos por consumos familiares, siendo el único impuesto derivado del aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente que se cobra dentro del municipio.

Los reglamentos que aplican al tipo de actividad a la que se dedicará la planta de producción de café pergamino seco principalmente son: la regulación del transporte pesado en algunas zonas de Huehuetenango, uso de drenajes, agua, extracción de basura y lo relacionado a la conservación del medio ambiente, no siendo ninguna de las anteriores regulaciones motivo para impedir la instalación de la planta dentro del municipio de Huehuetenango.

2.1.11. Topografía del terreno

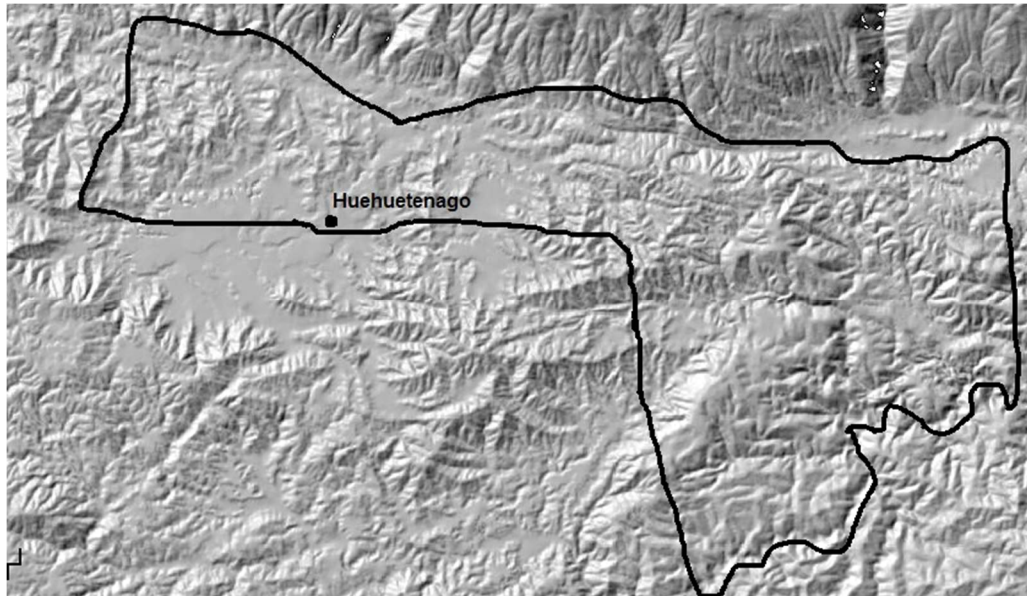
La estabilidad de la estructura depende de la calidad y resistencia del suelo, es importante conocer el perfil del terreno, la existencia de vertidos, canalizaciones y servicios enterrados, la existencia de posibles fallas, terrenos expansivos, terrenos agresivos, existencia y ubicación de rellenos, pozos,

¹² Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (Guatemala), *Plan de desarrollo Departamental de Huehuetenango: SEGEPLAN, 2011.* <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=229;pdm-huehuetenango>. [Consulta: 25 de marzo 2016].

galerías, depósitos enterrados, la naturaleza y configuración de las cimentaciones de los edificios colindantes, entre otros.

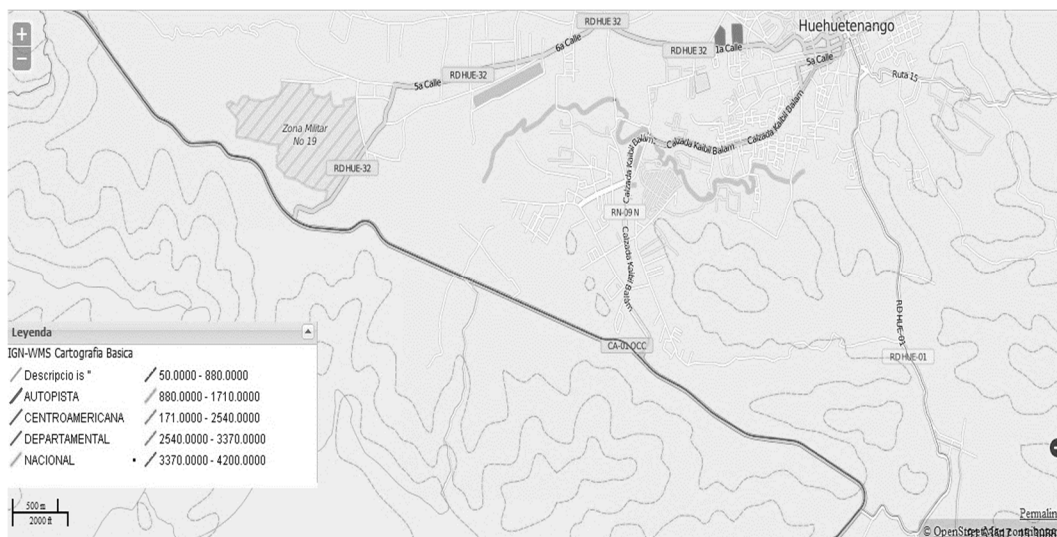
El municipio de Huehuetenango tiene una extensión territorial de 204 kilómetros cuadrados, tiene una altitud media de 1 901 metros sobre el nivel del mar, limita al sur con el municipio de Malacatancito donde se encuentra la carretera Interamericana o CA-1, que es el ingreso principal al municipio de Huehuetenango y sirve de paso para el resto de municipios del departamento de Huehuetenango. Estos terrenos que debido a su ubicación frente a la carretera y sin tener restricción de transporte pesado ha sido utilizado por industrias de diferente índole y a pesar que son en parte quebrados e irregulares, no existen dentro de su área montañas de importancia, ya que se encuentra en las faldas de la Sierra Los Cuchumatanes. Actualmente, los dueños de las tierras a orilla de carretera se han dedicado a aplanar los terrenos removiendo las pequeñas colinas para comercializar estas áreas.

Figura 5. **Mapa en relieve del municipio de Huehuetenango**



Fuente: Infraestructura de datos espaciales.

Figura 6. **Mapa de altimetría del municipio de Huehuetenango**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional/Geoportal.

Como se puede observar en la figura 6 las curvas de nivel indican que dentro del área urbana del municipio de Huehuetenango se encuentran planicies más extensas y conforme se va alejando de casco urbano se empiezan a encontrar pequeñas montañas que rodean la ciudad.

Los terrenos son consistentes en su mayor parte están compuestos de arcillas arenosas, color pardo claro que presentan un alto porcentaje de carbonatos que permiten una buena resistencia para construcciones con carga, los terrenos en general son planos, depende de la ubicación exacta del cual se esté interesado habrá que trabajarlo pero esto impactaría directamente en el costo de compra.

Figura 7. **Terreno ubicado a la orilla de la CA-1 Las Vegas, municipio de Huehuetenango**



Fuente: municipio de Huehuetenango, Huehuetenango.

Las vulnerabilidades geológicas entendiéndose por estas: terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas, deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias y amenazas hidrometeorológicas como: viento, lluvia o cambios bruscos de temperatura, según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia en una escala de 1 a 5 donde el valor de 5 indica pérdidas totales de bienes materiales o humanos; la cabecera municipal de Huehuetenango se encuentra en la escala número 2 de bajo impacto¹³.

Figura 8. **Mapa de amenazas por deslizamientos**



Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

2.2. Ubicación de la planta desde distintos puntos de vista

Es importante considerar varios factores y no únicamente el económico al momento de tomar la decisión sobre la ubicación de la planta, sin restarle

¹³ Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Guatemala), *Plan de desarrollo Departamental de Huehuetenango: SEGEPLAN, 2011.* <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=229;pdm-huehuetenango>. [Consulta: 25 de marzo 2016].

importancia a la parte financiera, existen otros puntos de vista como el social, tecnológico y de mercado que pueden afectar considerablemente el rendimiento que tendrá la planta.

2.2.1. Económico

Los precios promedio de los terrenos que se ubican frente a la carretera CA-1 dentro del municipio de Huehuetenango varían en relación a la cercanía del casco urbano y topografía propia del terreno. Todos cuentan con los mismos servicios, accesibilidad y restricciones. La seguridad es relativa al tipo de negocio que se instale, la infraestructura y personal que se asigné a este factor.

2.2.2. Social

La creación de una planta de procesamiento de café pergamino seco dentro de la ciudad de Huehuetenango, forma parte del desarrollo económico con que cuenta actualmente el municipio, para los habitantes de la región esto es traducido a fuentes de trabajo, no solo directos como será el personal contratado por la empresa, sino, mejora a la economía local debido a los servicios que serán requeridos por la empresa y serán comercios de esta región los satisfarán. El nivel de seguridad es aceptable, los índices de delincuencia en la región son bajos, los reglamentos y políticas municipales no son prohibitivas para el libre funcionamiento de la planta.

2.2.3. Tecnológico

La ciudad de Huehuetenango cuenta diversidad de servicios que van desde energía eléctrica para diferentes tipos de consumidores, servicio de comunicaciones, internet, autobancos, servicios de transporte, paquetería

incluso servicios avanzados como un aeropuerto situado en el casco urbano, que harán lograr una mayor eficiencia en los procesos que la planta de procesamiento de café pergamino seco pueda necesitar.

2.2.4. Mercado

El producto principal que la planta de procesamiento de café pergamino seco generará es el café en oro calidad gourmet, la empresa tiene el cien por ciento de sus clientes que demandan este tipo de café en el extranjero principalmente en Estados Unidos, Japón y países Europeos, por lo que se deberá de trasladar por vía terrestre en cabezales con contenedor desde la ciudad de Huehuetenango hasta Puerto Quetzal o Puerto Barrios, donde se exportan vía marítima. Actualmente la única ruta que lleva directo de Huehuetenango hacia cualquiera de los dos puertos es la carretera Interamericana sobre la cual se planifica instalar la planta y así minimizar el costo de traslado del producto terminado.

2.3. Métodos cuantitativos para la localización

Son los métodos de análisis que se basan en los números para identificar la mejor opción tomando en cuenta distintos factores.

2.3.1. Factores ponderados

Este modelo permite identificar las características difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones, ya que al tener varios factores que impactan de distinta manera y magnitud sobre el resultado de las operaciones de la planta se debe evaluar sobre el criterio de cuáles impactan más.

Tabla II. **Factores de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango**

Factor de localización		Factor (%)	Alternativas			
			Sur	Norte	Oeste	Este
1	Materia prima	10	5	1	5	2
2	Transporte	7	5	2	5	2
3	Mano de obra	10	5	3	5	4
4	Combustible y energía	12	5	3	5	5
5	Servicios básicos	8	5	3	4	2
6	Drenajes y eliminación de desperdicios	2	3	4	3	2
7	Factores de la comunidad	4	4	4	3	3
8	Hospitales y centro de salud	2	5	2	4	3
9	Proveedores	5	5	2	4	3
10	Legislación	10	3	3	4	3
11	Topografía del terreno	10	5	2	4	1
12	Costo del terreno	20	1	4	2	3
Totales		100	51	33	48	33

Fuente: elaboración propia.

Para calcular la puntuación global de cada alternativa se debe de multiplicar el peso ponderado de cada factor por la puntuación de cada una de las alternativas propuestas.

Tabla III. **Puntajes ponderados de las alternativas de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango**

Factor de localización		Factor (%)	Alternativas			
			Sur	Norte	Oeste	Este
1	Materia prima	10	50	10	50	20
2	Transporte	7	35	14	35	14
3	Mano de obra	10	50	30	50	40
4	Combustible y energía	12	60	36	60	60
5	Servicios básicos	8	40	24	32	16
6	Drenajes y eliminación de desperdicios	2	6	8	6	4
7	Factores de la comunidad	4	16	16	12	12
8	Hospitales y centro de salud	2	10	4	8	6
9	Proveedores	5	25	10	20	15
10	Legislación	10	30	30	40	30
11	Topografía del terreno	10	50	20	40	10
12	Costo del terreno	20	20	80	40	60
Totales		100	392	282	393	287

Fuente: elaboración propia.

Basándose en los puntajes ponderados de la tabla III, la localización al oeste del municipio de Huehuetenango (aldea Chivacabé), representa el sitio preferido, aunque la localización al sur del municipio (entrada al casco urbano por la carretera CA-1) le sigue muy cerca como segunda opción.

2.3.2. Centro de gravedad

Este método consiste en establecer la ubicación de los clientes y proveedores en coordenadas x, y y los volúmenes de materia prima y producto terminado que se van a mover, para definir una coordenada de localización que

minimice los costos de transporte entre las empresas con las que se tiene contacto (proveedores y clientes) y la planta.

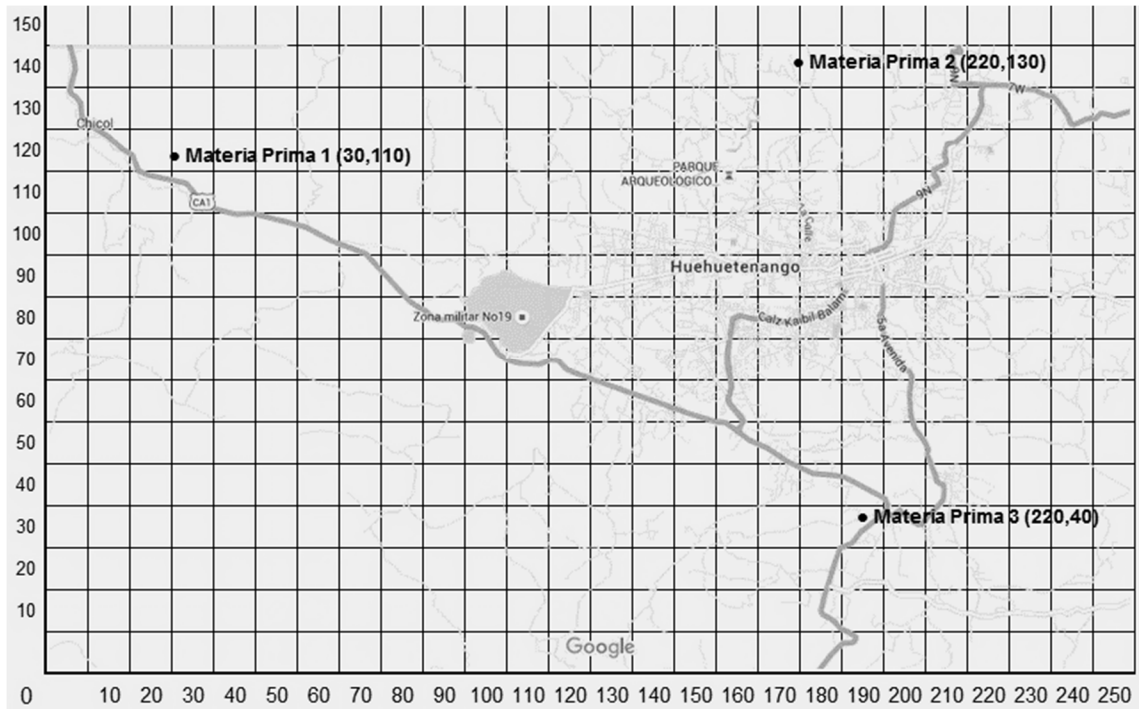
- Promedio de coordenadas en X

$$\text{CoordX} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i v_i)}{\sum_{i=1}^n (v_i)}$$

- Promedio de coordenadas en Y

$$\text{CoordY} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i v_i)}{\sum_{i=1}^n (v_i)}$$

Figura 9. **Coordenadas de los ingresos de materia prima en el municipio de Huehuetenango**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Tabla IV. **Volumen de café a recibir por ubicación**

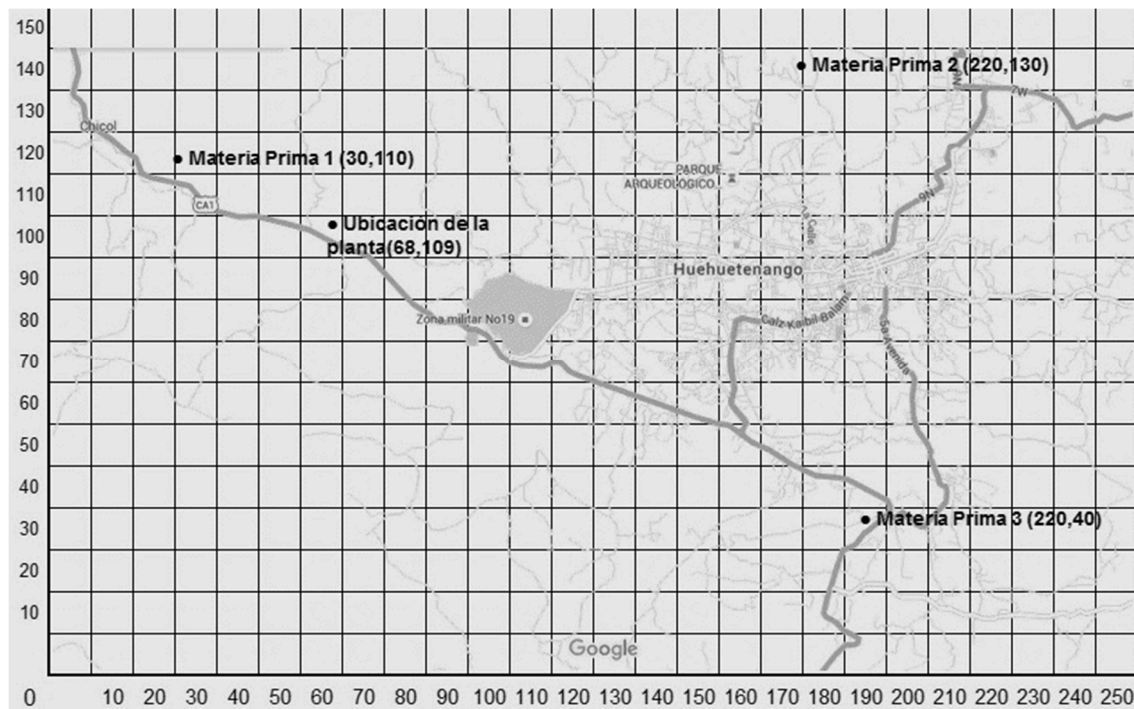
Localización	Coord. X	Coord. Y	Volumen
Materia prima 1	30	110	40 000
Materia prima 2	220	130	7 000
Materia prima 3	220	40	3 000
Total			50 000

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Coord X} = \frac{(30 * 40\,000) + (220 * 7\,000) + (220 * 3\,000)}{(40\,000 + 7\,000 + 3\,000)} = 68$$

$$\text{Coord Y} = \frac{(110 * 40\,000) + (130 * 7\,000) + (40 * 3\,000)}{(40\,000 + 7\,000 + 3\,000)} = 108,6$$

Figura 10. **Localización de la planta dentro del municipio de Huehuetenango según las coordenadas obtenidas con el método de gravedad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Según las coordenadas obtenidas por el método de gravedad, indica que la ubicación más favorable para la recepción de la materia prima es al oeste del

municipio de Huehuetenango, área donde se encuentra la aldea Chivacabé dado que por ahí ingresará la mayor parte de café pergamino seco, procedente de los municipios de mayor producción dentro del departamento de Huehuetenango.

2.3.3. Transporte

Este método permite determinar el mejor plan de envíos desde un cierto número de orígenes (oferta) a cierto número de destinos (demanda) a manera que minimice el costo total de producción y transporte. Debido a que el proyecto de instalación de una planta para procesar café pergamino seco dentro de la ciudad de Huehuetenango a su inicio únicamente tendrá un origen (la planta que se está diseñando), se determina que todo el café de calidad gourmet de la región occidente del país se procesará en esta planta y su producto se exportará al extranjero vía marítima por los puertos Quetzal, Santo Tomás de Castilla y Puerto Barrios.

2.4. Evaluación y selección de las alternativas de localización

Para la evaluación y selección de las alternativas de localización, se utiliza los siguientes criterios.

2.4.1. Comparación de costos

Toda la información que antecede lleva a la conclusión que se tienen dos alternativas viables para localizar la planta: ubicar la planta al oeste del municipio de Huehuetenango en la parte de aldea Chivacabé o ubicarla en la parte sur a orilla de la carretera Interamericana de circunvalación al casco urbano.

Tabla V. **Costo de los terrenos según ubicación dentro del municipio de Huehuetenango**

Núm.	Ubicación	Costo (Q/mt²)	Disponibilidad de terrenos
1	Aldea Chivacabé	Q 450,00	Alta
2	Zona 12 Chimusinique, Huehuetenango	Q 700,00	Media
3	Zona 10 Huehuetenango	Q 1 000,00	Media
4	Zona 13, Las Vegas, Huehuetenango	Q 1 100,00	Baja

Fuente: elaboración propia.

Los costos son significativamente distintos debido a la distancia en que se encuentra la aldea Chivacabé del municipio de Huehuetenango en relación al casco urbano, los terrenos que se ubican cerca de la parte urbana tienen gran plusvalía pero para el proyecto de diseño de la planta para procesar café pergamino seco calidad gourmet, no es estrictamente necesario ubicar la planta tan cerca del casco urbano, de hecho según los análisis anteriores se puede trabajar con la misma eficiencia y costos en la parte oeste del municipio.

2.4.2. Análisis de factores ponderados

De manera similar como se utilizó este método para identificar las características difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones, se utiliza nuevamente para evaluar los costos tanto de instalación como de operación en cada una de las ubicaciones seleccionadas que impactan de distinta manera y magnitud sobre el resultado de las operaciones de la planta.

Tabla VI. **Factores de los costos de instalación y operación de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango**

Factor de localización		Factor (%)	Alternativas	
			Aldea Chivacabé	Sur del casco urbano
1	Energía eléctrica	18	5	3
2	Servicio de comunicación	3	4	5
3	Servicio de internet	3	3	5
4	Costo del transporte - materia prima	5	5	5
5	Costo del transporte - producto terminado	8	4	5
6	Extracción de basura	2	1	3
7	Agua	4	1	4
8	Proveedores	6	3	5
9	Impuestos	15	5	2
10	Costo del terreno	20	5	1
11	Costo de construcción	16	4	3
Totales		100	40	41

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Puntajes ponderados de las alternativas de localización de la planta para procesar café pergamino seco dentro del municipio de Huehuetenango**

Factor de localización		Factor (%)	Alternativas	
			Aldea Chivacabé	Sur del casco urbano
1	Energía eléctrica	18	90	54
2	Servicio de comunicación	3	12	15
3	Servicio de internet	3	9	15
4	Costo del transporte - materia prima	5	25	25
5	Costo del transporte - producto terminado	8	32	40
6	Extracción de basura	2	2	6
7	Agua	4	4	16
8	Proveedores	6	18	30
9	Impuestos	15	75	30
10	Costo del terreno	20	100	20
11	Costo de construcción	16	64	48
Totales		100	431	299

Fuente: elaboración propia.

Basándose en los puntajes ponderados de la tabla VII, la localización en la aldea Chivacabé del municipio de Huehuetenango, representa la ubicación que minimiza los costos de instalación y de operación de la planta para procesar café pergamino seco calidad gourmet dentro del municipio de Huehuetenango.

2.4.3. Análisis de ventajas e inconvenientes

Se muestra la tabla VIII con el análisis de ventajas e inconvenientes:

Tabla VIII. **Cuadro de ventajas e inconvenientes de ubicar la planta en aldea Chivacabé municipio de Huehuetenango en comparación de ubicarla en la parte sur del casco urbano**

Ventajas	Inconvenientes
Cercanía a la mayor fuente de materia prima (café pergamino calidad gourmet) debido a que ingresa por el lado oeste de la carretera CA-1.	Lejanía del punto de salida para el producto terminado (café oro calidad gourmet) a los puertos de exportación.
En promedio al día existe menos tránsito en esta área para facilitar el movimiento de camiones y cabezales.	La carretera Interamericana es la única ruta de entrada y salida a esta área.
El costo del terreno es significativamente menor que el costo de los terrenos cerca del casco urbano.	La mano de obra se concentra en el casco urbano del municipio, esto implica que la mayor parte del personal deberá trasladarse hacia la aldea.
Los impuestos relacionados al inmueble son menores a las áreas cerca del casco urbano.	Actualmente el área es poco poblada por lo que podría ser más vulnerable a hechos delictivos.
Existe más disponibilidad de tierra para comprar.	Los proveedores de insumos secundarios se encuentran ubicados principalmente en el casco urbano.

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Detalle del terreno seleccionado

Debido a que la empresa por cumplimiento a procesos internos aún no tiene un terreno seleccionado al momento de elaborar este documento, se elaboró una lista con las características que debe cumplir el terreno para maximizar los recursos disponibles en el diseño de la planta para la producción de café en pergamino seco, según los análisis realizados anteriormente:

- El terreno debe tener un ancho mínimo de 61 metros y un largo mínimo de 101 metros.
- El terreno debe ubicarse en el oeste del municipio de Huehuetenango en el área de aldea Chivacabé, preferiblemente cerca del casco urbano.
- El terreno debe tener acceso a la ruta interamericana CA-1 que atraviesa el municipio de Huehuetenango, preferiblemente ubicado sobre la ruta.
- El terreno debe contar con acceso a energía eléctrica.
- La inclinación del terreno no debe exceder del 8 %.

3. DISEÑO GENERAL DEL EDIFICIO

3.1. Tipo de edificio

El edificio Industrial debe de diseñarse con base en las necesidades que la empresa posee, a raíz de varios factores como: métodos de almacenamiento de materia prima y producto terminado, tipo de proceso, maquinaria, cantidad de personal, topografía del terreno, disponibilidad de espacio, métodos de transporte interno, expectativas de crecimiento, entre otros, así también considerar la situación financiera de la empresa y normas y reglamentos municipales que afecten en si al edificio. Ya que el edificio es el alojamiento de los procesos de producción, de los materiales y del personal que brindará protección a la maquinaria y los materiales contra las inclemencias del clima, plagas, robo o daño de terceros entre otras causas de deterioro.

Tabla IX. **Factores internos que influyen en la decisión del tipo de edificio a construir para un beneficio de café**

Factor	Descripción
Materia prima	Café en pergamino seco
Producto terminado	Café en oro
Método de almacenamiento de materia prima	Estibado sobre tarimas de madera
Método de almacenamiento del producto terminado	Estibado sobre tarimas de madera
Tipo de proceso productivo	Producción por lotes o intermitente
Distribución de la maquinaria	En línea
Transporte interno	Carretilla de mano
Tiempo de construcción	Sin restricción

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Factores externos que influyen en la decisión del tipo de edificio a construir para un beneficio de café**

Factor	Descripción
Disponibilidad de espacio	Limitado por el costo del terreno
Vulnerabilidades geológicas e Hidrometeorológicas	De bajo impacto
Normas y reglamentos municipales sobre el edificio en si	No existe ninguna norma ni reglamento municipal que limite la construcción del edificio en sí.
Topografía del terreno	Llano
Transporte externo	Vehículo liviano y pesado
Delincuencia	Bajo según los índices de criminalidad a nivel nacional por departamento 2016 de la secretaría técnica del consejo nacional de seguridad en su reporte estadístico enero 2016.

Fuente: elaboración propia.

- Análisis de los factores internos:
 - Materia prima

El café en pergamino seco se almacena generalmente en sacos de polipropileno, comúnmente llamado de nilón o en sacos de kenaf, ambos con capacidad de 100 libras promedio. El café en pergamino seco se debe cuidar de agentes externos que pueden deteriorar su calidad, estos agentes son: la humedad, olores fuertes, plagas, el calor y químicos. Por lo anterior se almacena sobre tarimas de madera, en lugares secos, ventilados, alejados de agentes químicos o de productos que emanen olores penetrantes como combustibles, lubricantes o pesticidas, no debe tener contacto con paredes, suelo ni techo para evitar el cambio de humedad por contacto. Se espera cubrir una demanda de 5 000 000,00 de libras equivalentes a 50 000,00 quintales de

café en pergamino, esto quiere decir que se espera almacenar alrededor de 50 000 sacos dentro de la bodega de materia prima.

- Producto terminado

El café en oro de alta densidad se almacena en sacos de kenaf cada uno con 150 libras de peso y el café en oro de baja densidad en sacos de nilón cada uno con 125 libras de peso. El café en oro de igual manera que el café en pergamino seco se debe cuidar de agentes externos que pueden deteriorar su calidad, estos agentes son: la humedad, olores fuertes, plagas, el calor y químicos. Por lo anterior se almacena sobre tarimas de madera, en lugares secos, ventilados, alejados de agentes químicos o de productos que emanen olores penetrantes como combustibles, lubricantes o pesticidas, no debe tener contacto con paredes, suelo ni techo para evitar el cambio de humedad por contacto. Según la demanda en pergamino que se desea cubrir, se espera obtener alrededor de 38 000 quintales de café en oro de alta calidad (unos 25 334 sacos) y 3 000 quintales de café en oro de baja calidad (unos 2 400 sacos), esto quiere decir que se espera almacenar alrededor de 27 234 sacos dentro de la bodega de producto terminado.

- Método de almacenamiento materia prima y producto terminado

Como se mencionó anteriormente el café en sacos se almacena sobre tarimas de madera de 1,5 metros de ancho por 3 metros de largo. Al grupo de sacos acomodados en una superficie plana se le conoce como tendido de sacos, un grupo de tendidos en el mismo espacio se le conoce como plancha, dependiendo del número de sacos que se desee almacenar en el lote así se calcula el ancho y largo de la plancha, se debe considerar la altura

máxima que puede tener la plancha, puede tener una o varias tarimas de madera dependiendo el espacio designado en bodega.

- Tipo de proceso productivo

El beneficio de café seco en pergamino calidad gourmet que se está diseñando, procesará lotes de café de fincas específicas, por lo tanto para vender este tipo de café se envía previamente una muestra al cliente y dependiendo de las características que posea el cliente acepta o rechaza el lote. Cuando se realiza una venta se crea una orden de proceso en el beneficio, por lo tanto, este tipo de producción es por lote o intermitente. El diseño del edificio ayuda tener este dato para considerar el tiempo que la materia prima va a estar en bodega.

El tiempo de cosecha del café en el departamento de Huehuetenango es aproximadamente de diciembre a marzo, dependiendo de las condiciones climáticas que afectaron durante el año de crecimiento del grano, por lo tanto es el tiempo donde se debe comprar el café en pergamino seco, que es la materia prima, para trabajar durante todo el año. Esto indica que se debe considerar un área de bodega de materia prima que pueda almacenar la cantidad de café en pergamino que se desea comercializar durante un año. La bodega de producto terminado debido al tipo de producción que se tiene deberá de almacenar temporalmente el café en oro antes de su exportación y los subproductos antes de su venta local, esto beneficia en no almacenar por mucho tiempo los lotes de café en bodega y ahorrar espacio.

- Distribución de la maquinaria

El beneficiado seco de café consiste en procesar el café en pergamino para obtener café en oro clasificado, para conseguir esto el café en pergamino pasa por distintos procesos que en su mayoría lo realiza maquinaria especializada y algunos procesos como la clasificación por color que puede realizarlo una persona. El flujo del café dentro del beneficio seco es casi siempre lineal, sin embargo, se puede alterar el orden dependiendo la calidad del café o el resultado que se desee obtener. Por ejemplo existen lotes de café en pergamino que se encuentran tan limpios que sólo deben de reentrillarse para exportarse y otros lotes que tienen muchos granos defectuosos y deben reclasificarse dos o más veces por cierto proceso.

- Transporte interno

Tanto la descarga de la materia prima, el traslado del producto de bodega a maquinaria, así como la carga a los contenedores del producto terminado para su exportación, se transporta por medio de carretillas de mano de dos ruedas, que son conducidas por una persona. No se debe contemplar espacios para montacargas, sin embargo, sí se debe considerar pasillos con suficiente espacio para transitar varias carretillas de mano a la vez y dónde colocar el elevador de sacos tipo faja que se utiliza para subir los sacos de café a la parte más alta de las planchas.

3.1.1. Paredes

Las opciones de materiales que se tienen actualmente para la fabricación de paredes y muros hoy por hoy se han diversificado ampliamente. Se pueden levantar desde paredes metálicas hasta muros de plástico que se pueden lavar

con agua y jabón. Así, gracias al fulminante avance de las técnicas constructivas, las opciones son mucho más amplias para todo tipo de proyecto que se esté diseñando. Incluso los nuevos sistemas conviven con las normas tradicionales de edificación, es decir, la mampostería de ladrillos comunes, de bloques cerámicos o de cemento.

El material con que se fabriquen las paredes del beneficio seco debe cumplir ciertas funciones como brindar seguridad, ocupar poco espacio, mantener las áreas limpias, alejar a las plagas y contribuir con manejo de la temperatura interior del beneficio.

Considerando las ventajas y el costo inicial de inversión, así como el costo de mantenimiento, la mampostería de bloques de cemento se ajusta de mejor manera a las necesidades de la nave industrial para un beneficio seco. Debido a su resistencia brinda un alto grado de seguridad, el repello hecho de cal o de cemento protege la pared evitando los daños del viento y absorbiendo el agua para que esta se evapore antes de penetrar en su interior, impide el paso de la mayoría de plagas, así como protege de las inclemencias del clima y amenazas naturales como sismos, deslaves, huracanes, entre otros.

Las paredes tendrán 7 metros de altura que será el alto de las columnas de acero que sostendrán el techo de la nave industrial, las dimensiones de los bloques de cemento que se utilizarán es de 0,15 metros de ancho x 0,20 metros de alto x 0,40 metros de largo.

3.1.2. Columnas

Las columnas principalmente sostienen cargas a compresión, transmiten las cargas de los pisos superiores hacia el suelo a través de la cimentación,

debido a que la nave industrial en diseño es de un nivel, las columnas deberán soportar únicamente la carga del techo. Los muros que cubrirán el perímetro del galpón, así como los muros que servirán de divisiones internas se construirán de bloques de cemento y las columnas que darán soporte a estos muros deberán de resistir las cargas horizontales que son provocadas por viento y por sismos principalmente.

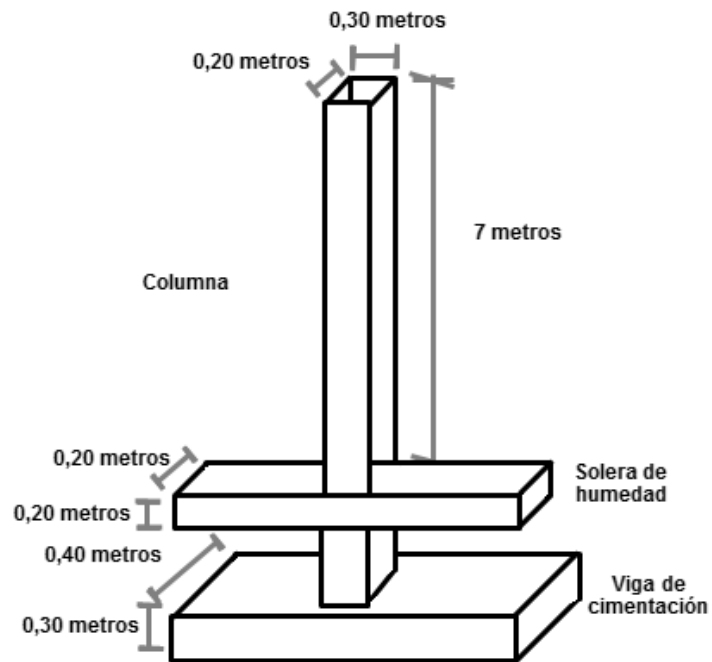
- Materiales de las columnas

Según las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala, deberán de construirse a base de concreto armado que consiste en combinar el hormigón con varillas de hierro corrugado de 3/8" llamadas armaduras para reforzarla.

- Dimensiones de las columnas

Según las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala, deberán hacer del mismo espesor de los muros en este caso de 0,30 metros de ancho x 0,20 metros de fondo x 7 metros de altura.

Figura 11. **Diseño de las columnas de hormigón**



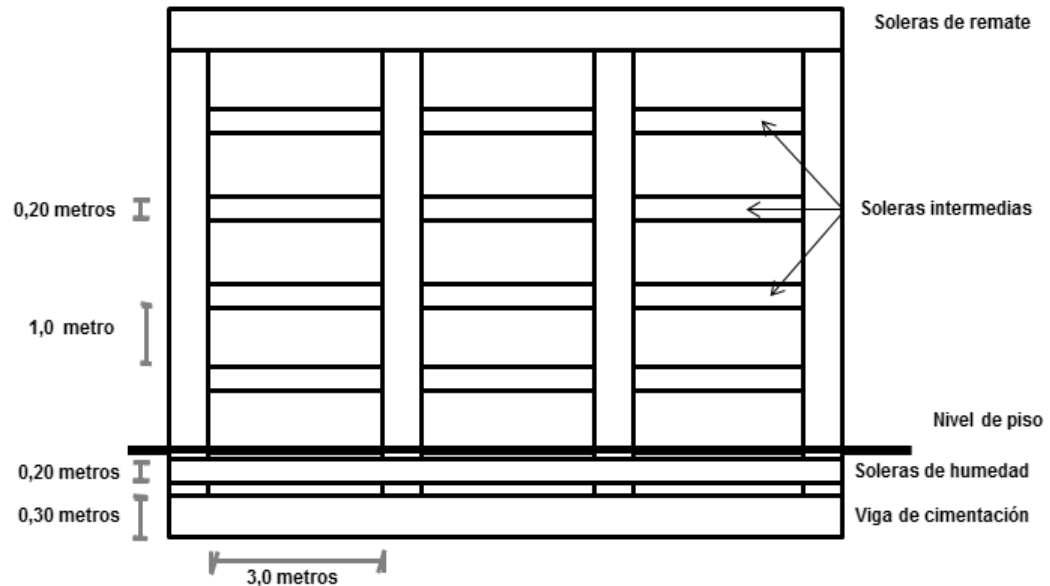
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Ubicación de la columnas

Cumpliendo con las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala, se colocarán a los extremos de los muros, en los marcos de las persianas y puertas, y a una distancia de 3 metros entre cada una debido a la altura del muro.

Las soleras intermedias no deben exceder del 75 % del largo del muro, por lo que en este caso se deben de ubicar a un metro de distancia debidamente anclada en las columnas de los extremos.

Figura 12. **Diseño de las paredes de bloques de cemento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.1.3. Puertas y persianas

Los accesos a los diferentes ambientes del beneficio son importantes de considerar en el diseño de la planta debido a su contribución en aspectos de seguridad, tanto físico de los bienes que se encuentren dentro, así como del control de acceso a las diferentes áreas.

Para las áreas de carga y descarga de producto, donde por lo general se utilizan medios de transporte grandes como camiones y cabezales con furgón, deberá instalarse persianas metálicas enrollables de 3 metros de ancho por 4 metros de altura, su apertura y cierre deberá ser automático accionado por un motor eléctrico, debido al tamaño de las persianas para facilitar la operación y brindar un extra a la seguridad de acceso. Las persianas traen un mecanismo para colocar candados y así proteger el acceso. En áreas donde se desee

restringir el paso peatonal y de transporte pero se desea conservar un flujo de viento para mantener el nivel de ventilación adecuado se debe colocar una persiana tipo celosía que permite el paso del viento, de igual manera cuentan con apertura automática y mecanismos para colocar candados.

A las áreas internas del beneficio como oficinas administrativas, sanitarios, bodega de materiales, taller, entre otros. se utilizarán puertas metálicas abatibles, su mecanismo de cerradura dependiendo el área específica puede ser mecánica (chapa convencional de apertura manual o eléctrica) o de apertura electrónica por medio de sistemas biométricos que regulan el acceso al personal y ayuda con tareas como medición de tiempos de entrada y salida, ente otros.

Para la entrada principal al beneficio seco deberá instalarse un portón con estructura metálica corredizo con sistema de apertura y cierre automático por medio de un motor eléctrico que sea accionado únicamente dentro de la garita de control de acceso, este mecanismo automático deberá contar con sensores infrarrojos colocados en el área de desplazamiento del portón para evitar el cierre cuando exista un obstáculo en el camino. El portón tendrá como mínimo la altura del muro perimetral y tendrá un mecanismo para colocar candado en caso de ser necesario.

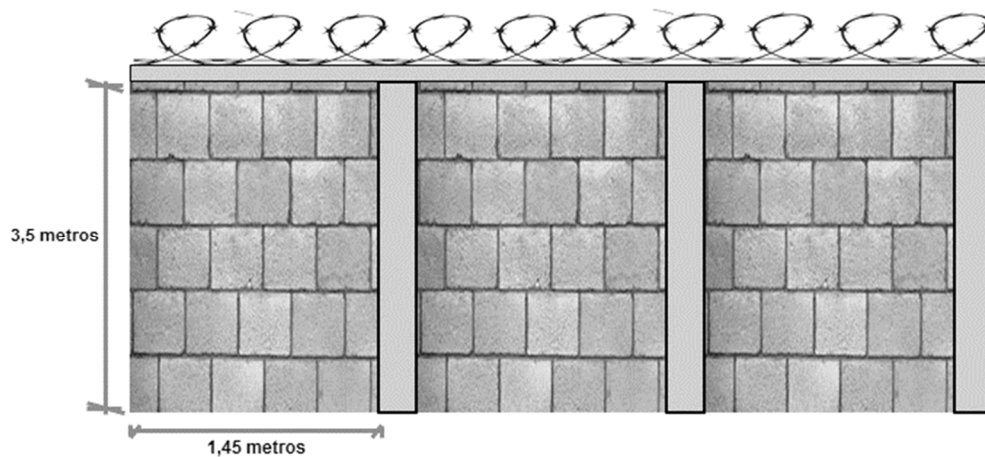
3.1.4. Muro perimetral

El muro perimetral se construirá con concreto prefabricado, son rápidos de instalar, dan una buena presentación de las instalaciones, tienen larga duración y brindan las mismas características que los muros fabricados con bloques de cemento. La desventaja más significativa es que son más vulnerables a las amenazas climatológicas como inundaciones, deslaves y

similares. La altura del muro considerando el precio, la resistencia del material y el objetivo primordial que es delimitar el área del terreno con los colindantes, así como dar privacidad de los movimientos que se realicen dentro, debe ser de 3,5 metros de altura a partir del nivel del suelo y se deberá instalar en la parte superior alambre con púas de acero inoxidable para evitar el ingreso de personas no deseadas.

El muro perimetral tendrá una longitud de 271,20 metros lineales que forman el perímetro del terreno menos los 7 metros de ancho que tendrá el portón de acceso principal a las instalaciones.

Figura 13. **Diseño del muro perimetral**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.1.5. **Pintura**

Es necesario aplicar pintura al hormigón para protegerla de plagas, inclemencias del clima y extender su vida útil. Hoy en día existe en el mercado una gran cantidad de tipo de pinturas que se adaptan al material y necesidades específicas que se tengan.

- Pintura en paredes perimetrales

Por tratarse de superficies exteriores sufren formaciones de hongos y verdín, esto deteriora el material y la estética exterior de la empresa, que para eliminar será necesario lavar manualmente o con algún dispositivo de agua a presión incurriendo en gastos probablemente mayores al costo de prevenir el crecimiento de dicho hongos. Para evitar esto se recomienda aplicar en las paredes perimetrales una pintura a base de agua y cal que debido a las propiedades de la cal previene el crecimiento de hongos en las paredes.

- Pintura en paredes interiores

Para el interior de la nave industrial la pintura que deberá aplicarse es a base de agua, de un color claro para incrementar la reflectancia, que brinde protección a las paredes y mejore la estética de los ambientes.

3.2. Tipo de techo

Se optará por instalar un techo de dos aguas (se le llama agua a cada uno de los planos inclinados que forman el techo), con este tipo de techo se aprovecha la altura del terreno y esto favorece a almacenar más café dentro de una misma área, además el café dentro del proceso de producción se traslada de una máquina a otra por medio de elevadores de cangilones que miden entre 5 hasta 9 metros de altura, deberá contar con un monitor que es una estructura de dos aguas elevada a lo largo de la cúspide del techo, que va paralela a la cubierta principal, sirve para iluminar y principalmente ventilar el área debajo del techo.

3.2.1. Forma del techo

Para determinar la pendiente de las cubiertas es necesario considerar el tipo de material que se utilizará, el clima donde se ubica el edificio, entre otros, es muy importante determinarlo correctamente, ya que una pendiente muy pequeña puede ocasionar el colapso del techo por acumulación de agua o una pendiente muy grande incrementará innecesariamente los costos del techo.

Tabla XI. **Pendiente de las cubiertas según el material utilizado**

TIPO DE CUBIERTA	GRADOS	PENDIENTE
Azoteas	3	0,052
Lámina galvanizada	15	0,268
Lámina asbesto	20	0,364

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3*. Aspectos técnicos, tipos de cubierta. p. 95.

Al ver la tabla XI y dado que en el diseño se utilizará lámina galvanizada se tomaría el dato de 15 grados pero al considerar otros factores como la pintura de la lámina que puede generar que el agua no corra adecuadamente sobre el techo y considerando el nivel de precipitación promedio de 974,9 milímetros, según la tabla llamada datos meteorológicos de los departamentos – departamento de Huehuetenango (ver anexo 1), se recomienda utilizar una pendiente de 20° por cada agua del techo.

Se deberá crear primero una estructura a base de costaneras donde se atornillarán las láminas que cubrirán el techo, estas costaneras se apoyarán en las columnas de acero de la nave industrial, además se deberá instalar un sistema de recepción de agua pluvial que incluye canales y bajadas de agua para ser depositadas en la red de drenajes.

- Cálculo del material

El techo se construirá de lámina troquelada esmaltada al horno calibre 26 de 13 pies de largo x 1,12 metros de ancho.

El área útil de estas láminas es el siguiente:

Ancho útil = 1 metro

Largo útil = 3,80 metros

Área útil = 3,80 metros.

Para determinar el número de láminas realizamos los siguientes cálculos:

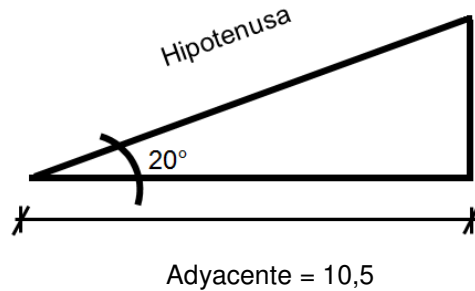
- Galpón 1

Para calcular el área por cubrir se necesita tener el largo y ancho del techo, como este se encuentra con una inclinación de 20 grados se encuentra el ancho con la siguiente fórmula:

$$\text{Cos}(\phi) = \text{adyacente} / \text{hipotenusa}$$

Al verlo de forma gráfica se tiene lo siguiente:

Figura 14. **Figura del techo para calcular su área**



Fuente: elaboración propia.

Se despeja la fórmula para encontrar la hipotenusa y se sustituyen los valores:

$$\text{Hipotenusa} = 10,50 / \cos (20^\circ)$$

$$\text{Hipotenusa} = 11,17 \text{ metros}$$

El largo del techo del galpón 1 es de: 52,60 metros

$$\text{Área por cubrir: } 52,60 \times 11,17 = 587,54 \text{ metros cuadrados}$$

Como el techo es a dos aguas y las dimensiones son iguales se multiplica por dos para obtener el área total del galpón 1:

$$\text{Área total} = 587,54 \times 2 = 1\,175,08 \text{ metros cuadrados.}$$

Se instalarán 3 carreras de láminas en cada agua del techo.

El techo tiene 52,60 metros por lo que se necesitan 53 láminas para cubrir cada carrera.

En las dos aguas se necesitan = 318 láminas conformadas de la siguiente manera:

- 24 láminas de polipropileno claro.
 - 294 láminas galvanizada.
-
- Galpón 2

De igual manera que se realizó el cálculo del galpón 1, se sustituyen los valores en la fórmula con los datos del galpón 2:

$$\text{Hipotenusa} = 9,50 / \cos (20^\circ)$$

$$\text{Hipotenusa} = 10,11 \text{ metros}$$

El largo de un agua del techo del galpón 2 es de: 52,60 metros

$$\text{Área por cubrir: } 52,60 \times 10,11 = 531,79 \text{ metros cuadrados}$$

El largo de la otra agua del techo del galpón 2 es de: 28,35 metros

$$\text{Área por cubrir: } 28,35 \times 10,11 = 286,62 \text{ metros cuadrados}$$

$$\text{Área total} = 818,41 \text{ metros cuadrados.}$$

Se instalarán 3 carreras de láminas en cada agua del techo.

El primer agua del techo tiene 52,60 metros por lo que se necesitan 53 láminas para cubrir cada carrera.

Total de láminas primer agua = 159 láminas

La segunda agua del techo tiene 30,35 metros por lo que se necesitan 31 láminas para cubrir cada carrera

Total de láminas segunda agua = 93 láminas

El total de láminas del galpón 2 se distribuye de la siguiente manera:

- 19 láminas de polipropileno claro.
- 233 láminas galvanizada.

- Galpón 3

De igual manera que se realiza el cálculo del galpón 1, se sustituyen los valores en la fórmula con los datos del galpón 3:

$$\text{Hipotenusa} = 10,50 / \cos (20^\circ)$$

$$\text{Hipotenusa} = 11,17 \text{ metros}$$

El largo del techo del galpón 1 es de: 28,35 metros

$$\text{Área por cubrir: } 28,35 \times 11,17 = 316,65 \text{ metros cuadrados}$$

Como el techo es a dos aguas y las dimensiones son iguales se multiplica por dos para obtener el área total del galpón 1:

$$\text{Área total} = 316,65 \times 2 = 633,30 \text{ metros cuadrados.}$$

Se instalarán 3 carreras de láminas en cada agua del techo.

El techo tiene 30,35 metros por lo que se necesitan 93 láminas para cubrir cada carrera.

En las dos aguas se necesitan = 186 láminas conformadas de la siguiente manera:

- 14 láminas de polipropileno claro.
 - 172 láminas galvanizada.
-
- Monitor

Para determinar las dimensiones del monitor que se instalará en el techo de la nave industrial se deben de realizar los siguientes cálculos:

1. Calcular el volumen total de aire que se debe evacuar del edificio.

Volumen = (volumen del piso a la parte superior de las paredes) + (volumen de la parte superior de las paredes a la parte superior del techo)

Volumen = 6 151,95 + 1 678,60

Volumen total = 7 830,55 metros cúbicos

Tomando como base la tabla de renovación del aire en número de veces / hora (ver anexo 2), se puede calcular la cantidad de aire a evacuar:

Volumen total por evacuar: $7\ 830,55 \times 4 = 31\ 322,20$ metros cúbicos.

Tomando como base la fórmula para calcular la cantidad de aire que entra en un edificio:

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q = flujo del aire en metros cúbicos / hora

C = coeficiente de entrada de la ventana

A = área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V = velocidad del aire

Tomando como base la tabla datos meteorológicos de los departamentos – departamento de Huehuetenango extraída de la página web del INSIVUMEH (ver anexo 1) se considera para efectos del cálculo una velocidad promedio del aire de 7,5 kilómetros por hora actuando perpendicularmente en el edificio.

Se despeja el área en la fórmula y se sustituyen valores:

$$A = Q / (C * V)$$

$$A = 31\,322,20 / (0,50 * 7\,500)$$

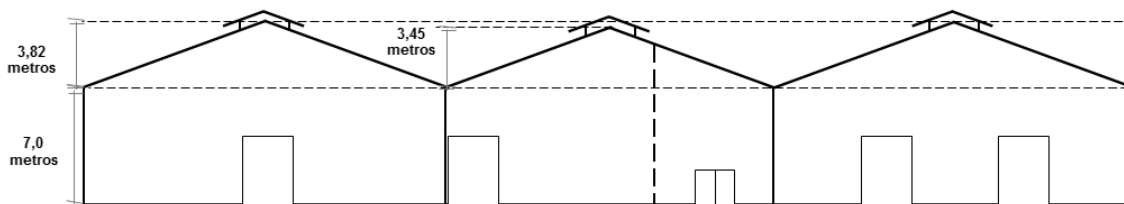
$$A = 8,35 \text{ metros cuadrados}$$

El monitor en cada uno de los dos galpones que formarán la bodega de materia prima tendrá un largo de 50,60 metros x una altura de 0,30 metros de alto = 15,18 metros cuadrados por lado.

El monitor del galpón que formarán la bodega de materia terminada tendrá un largo de 28,35 metros x una altura de 0,30 metros de alto = 8,50 metros cuadrados por lado.

En ambos casos el monitor se fijará directamente a la estructura del techo, de igual manera se utilizará costanera y lámina para formarlo. Como lo demuestran los cálculos realizados, el área es suficiente para permitir la salida del calor generado dentro de las instalaciones y al mismo tiempo que no se convierta en un riesgo para la integridad de lo que se encuentre bajo el techo, se instalará un cedazo a largo de todo el monitor, en ambos lados, para evitar la entrada de cualquier tipo de animales.

Figura 15. **Forma del techo con monitor – vista frontal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.2.2. **Material del techo**

- Para la estructura del techo donde se atornillarán las láminas se utilizará costanera tipo C de 6" x 2" x 1/16".
- Marco tipo viga alma llena
- La lámina que se utilizará será troquelada calibre 26 legítimo de Aluzinc, que es una mezcla de aluminio y zinc que alarga la vida útil del acero

entre tres y seis años más, tiene mejor resistencia ante la abrasión debido a su dureza y tiene una mejor reflectividad lumínica y térmica

- Los tornillos con que se fijarán las láminas serán polser de 1/4" x 1 1/2" con punta de broca y empaque
- Cedazo metálico
- Hierro plano de 1/2" x 1/4" para fijar el cedazo en el monitor

3.2.3. Pintura

Debido a que toda la estructura es metálica se debe aplicar una pintura anticorrosiva que permita alargar el tiempo de vida útil del material. El color deberá ser blanco para que incremente la reflectancia de luz.

3.3. Iluminación

Las personas son capaces de rendir más y mejor mediante una adecuada iluminación, pueden mejorar su estado de alerta, su sueño y su bienestar en general. Es por ello que la iluminación adecuada deberá basarse no sólo en necesidades técnicas, sino también en las biológicas del ser humano

La iluminación de la nave industrial es un tema financieramente importante, ya que impacta directamente en costo de operación de la industria debido a que se puede ahorrar consumo eléctrico diseñando un sistema de iluminación natural que permita aprovechar la luz del sol durante el día para realizar las operaciones del beneficiado seco sin ningún riesgo o deficiencia por mala iluminación.

También es necesaria diseñar el sistema de iluminación artificial que servirá para trabajar cuando la luz natural no esté presente o no sea suficiente.

Para esto se debe evaluar cada área por separado, ya que presentan necesidades específicas según la actividad que se realice en cada una de ellas.

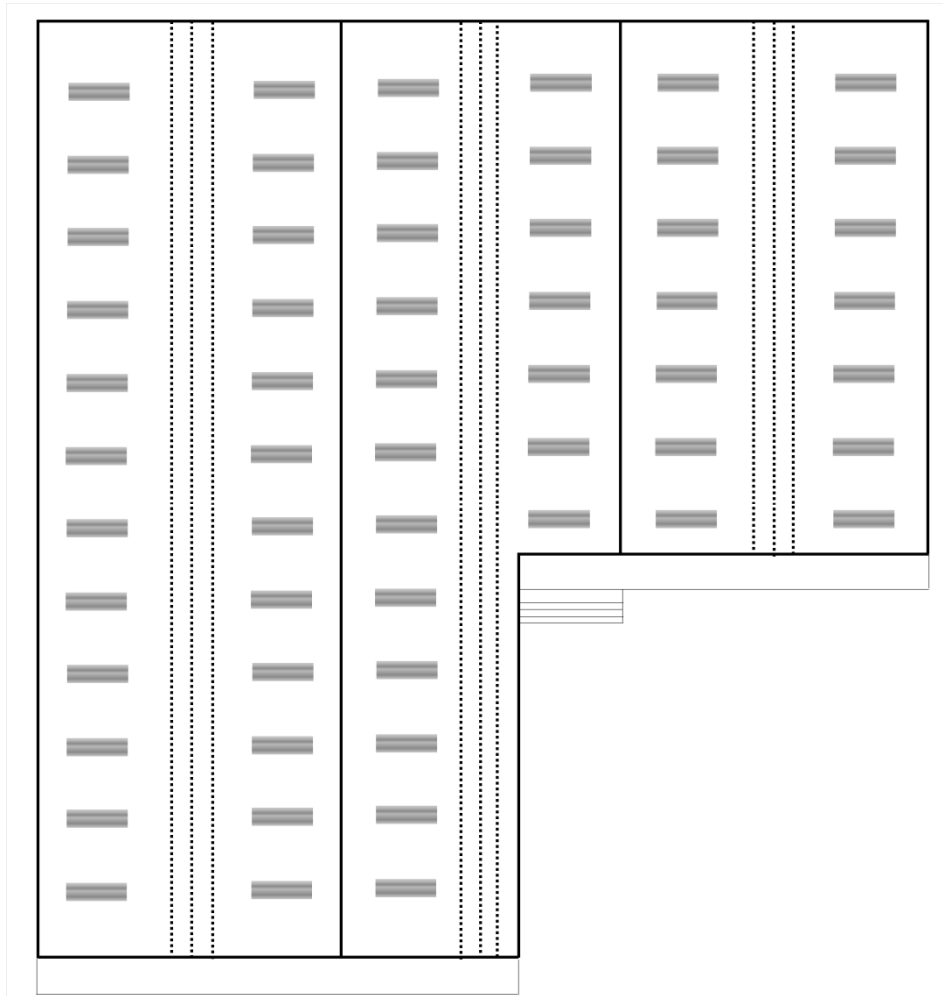
3.3.1. Iluminación natural

Las características así como la disponibilidad de la luz natural dependen de la latitud, meteorología y momento del día. La cantidad de luz que se recibe en la tierra varía según la proximidad a las costas o tierra adentro. Para obtener la calidad, cantidad y distribución interior de iluminación que se desee en cada área de la empresa se necesita que funcionen en conjunto los sistemas de iluminación natural formada por la cenital, lateral y la reflejada por el piso y muros.

Para diseñar correctamente la iluminación de un edificio industrial deben de considerarse las siguientes premisas:

- La ubicación del sol y su recorrido durante el día en el edificio.
- Integrar la iluminación desde el inicio y no agregarse en una fase posterior.
- Determinar la cantidad de luz que necesitamos en cada área.
- Elegir la forma, color y materiales del interior del edificio a manera que maximice la iluminación dentro de él.

Figura 16. **Distribución de láminas de polipropileno color claro en el techo del edificio – vista aérea**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.3.2. Iluminación artificial

Se debe diseñar un sistema de iluminación artificial para usarse en ausencia de la luz natural, para determinar el tipo y cantidad de luminarias necesarias, así como su distribución dentro de la planta se realizó análisis según la actividad, forma y dimensiones que tendrá la planta industrial.

3.3.2.1. Método de cavidad zonal

Este método permite calcular la cantidad de iluminación que se necesita instalar en el interior de un edificio, de manera que su distribución sea uniforme sobre las superficies horizontales. Se basa en la premisa que la luz producida por una lámpara es reflejada por todas las superficies del área.

Para aplicar este método se deben de seguir los siguientes pasos:

- Definir según la tabla de niveles necesarios de luz que proporciona la sociedad de ingeniería de iluminación IES.

Las bodegas de almacenamiento de materia prima y de producto terminado del beneficio de café seco no requiere de iluminación específica, las tareas que se realizan es de trasladar los bultos de café que son de gran volumen cada uno, de igual manera el área de producción, ya que cada máquina posee su propia iluminación y las luminarias de la bodega servirán para iluminar los pasillos y la maquinaria en general, se elige la opción C con 100 luxes.

Tabla XII. **Nivel de luz necesario dentro de las áreas de almacenamiento y producción**

C	100 – 150 – 200	Trabajos de gran contraste o tamaño
---	-----------------	-------------------------------------

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3. Iluminación artificial.*
p.126.

- Elegir el nivel de reflectancia de la luz en las superficies

Tabla XIII. **Niveles de reflectancia**

Superficie	Color	Factor de reflexión
Suelo	oscuro	0,1
Pared	claro	0,5
Techo	medio	0,3

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3. Iluminación artificial.*
p.127.

- Determinar las condiciones ambientales que prevalecen en el área.

El beneficiado seco de café es un proceso que inevitablemente genera mucho polvillo tanto en las áreas de almacenamiento como en el área de producción, debido a esto se toma un factor de mantenimiento 0,6 según corresponde el valor en la tabla.

Tabla XIV. **Factor de mantenimiento**

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3. Iluminación artificial.*
p.127.

- Determinar la altura adecuada a la que se deberán de instalar las iluminarias. Tomando como base la tabla de altura ideal de lámparas, para locales con iluminación directa, semidirecta y difusa se hacen los siguientes cálculos:

$$\text{Mínimo: } h = (2 / 3) * (h' - 1,10)$$

$$\text{Óptimo: } h = (4 / 5) * (h' - 1,10)$$

Donde h' = altura del local de piso a cielo y 1,10 es el valor medio asumido de la altura del área de trabajo.

$$H' = 7 \text{ metros}$$

Al operar las fórmulas se obtienen las alturas de instalación ideal de las lámparas:

$$\text{Mínimo} = 3,93 \text{ metros}$$

$$\text{Óptimo} = 4,72 \text{ metros.}$$

- El tipo de luminaria que se utilizará considerando el bajo costo de inversión, de consumo eléctrico y mantenimiento es lámparas de vapor de

mercurio de 100 W con un flujo lumínico de 7 900 lúmenes, instaladas a una altura de 4,5 metros

- Cálculo de relaciones de cavidad zonal

$$Rca = 5 * Hca * (L + A) / (L * A)$$

$$Rcp = 5 * Hcp * (L + A) / (L * A)$$

$$Rcc = 5 * Hcc * (L + A) / (L * A)$$

Donde:

Hca = diferencia de altura entre la parte inferior de la luminaria y donde se desarrolla la tarea. En este caso es: 3,4 metros.

Hcp = diferencia de altura entre el piso y donde se desarrolla la tarea. En este caso es: 1,10 metros

Hcc = diferencia de altura entre la parte inferior de la luminaria y el cielo. En este caso es: 2,5 metros

Dimensiones del área:

Largo: 50,4 metros

Ancho: 61,0 metros

Al realizar los cálculos en las fórmulas de relaciones de cavidad zonal se obtiene lo siguiente:

Tabla XV. **Cálculos de relaciones de cavidad zonal**

hca	3,4
hcp	1,1
hcc	2,5
L	50,4
A	61

$$Rca = \frac{5 * (3,14) * (50,4 + 61)}{(50,4 * 61)} = \mathbf{0,57}$$

$$Rcp = \frac{5 * (1,1) * (50,4 + 61)}{(50,4 * 61)} = \mathbf{0,20}$$

$$Rcc = \frac{5 * (2,5) * (50,4 + 61)}{(50,4 * 61)} = \mathbf{0,45}$$

Fuente: elaboración propia.

- A partir de esta información se obtiene la reflectancia efectiva de la cavidad del piso, en la tabla de reflectancias (ver anexo 3):

$$Pf = 0,1$$

$$Pp = 0,5$$

$$Rcp = 0,2$$

Se obtiene un Pcc = 10

- Luego se obtiene el valor del coeficiente de utilización, al interceptar los siguientes datos en la tabla de coeficiente de utilización (ver anexo 4).

$$Pcc = 10$$

$$Pp = 0,5$$

$$Rca = 0,57$$

Se obtiene el valor $K = 0,61$

Con estos valores se calcula el flujo lumínico con la siguiente fórmula:

$$\text{Flujo lumínico} = (\text{área} * \text{intensidad lumínica deseada}) / \text{factor de mantenimiento} * K$$

$$\text{Flujo lumínico} = (2\,447,20 * 50 \text{ lux}) / 0,6 * 0,61$$

$$\text{Flujo lumínico} = 334\,317 \text{ lux}$$

- Cálculo de lámparas necesarias:

$$1 \text{ lámpara} = 7\,900 \text{ lúmenes}$$

$$\text{Número de lámparas} = \text{flujo lumínico} / \text{potencia por lámpara}$$

$$\text{Número de lámparas} = 334\,317 / 7\,900$$

$$\text{Número de lámparas} = 43 \text{ lámparas}$$

$$\text{Área cubierta por este número de lámparas} = \text{área} / NL$$

$$AC = 2\,447,2 / 43$$

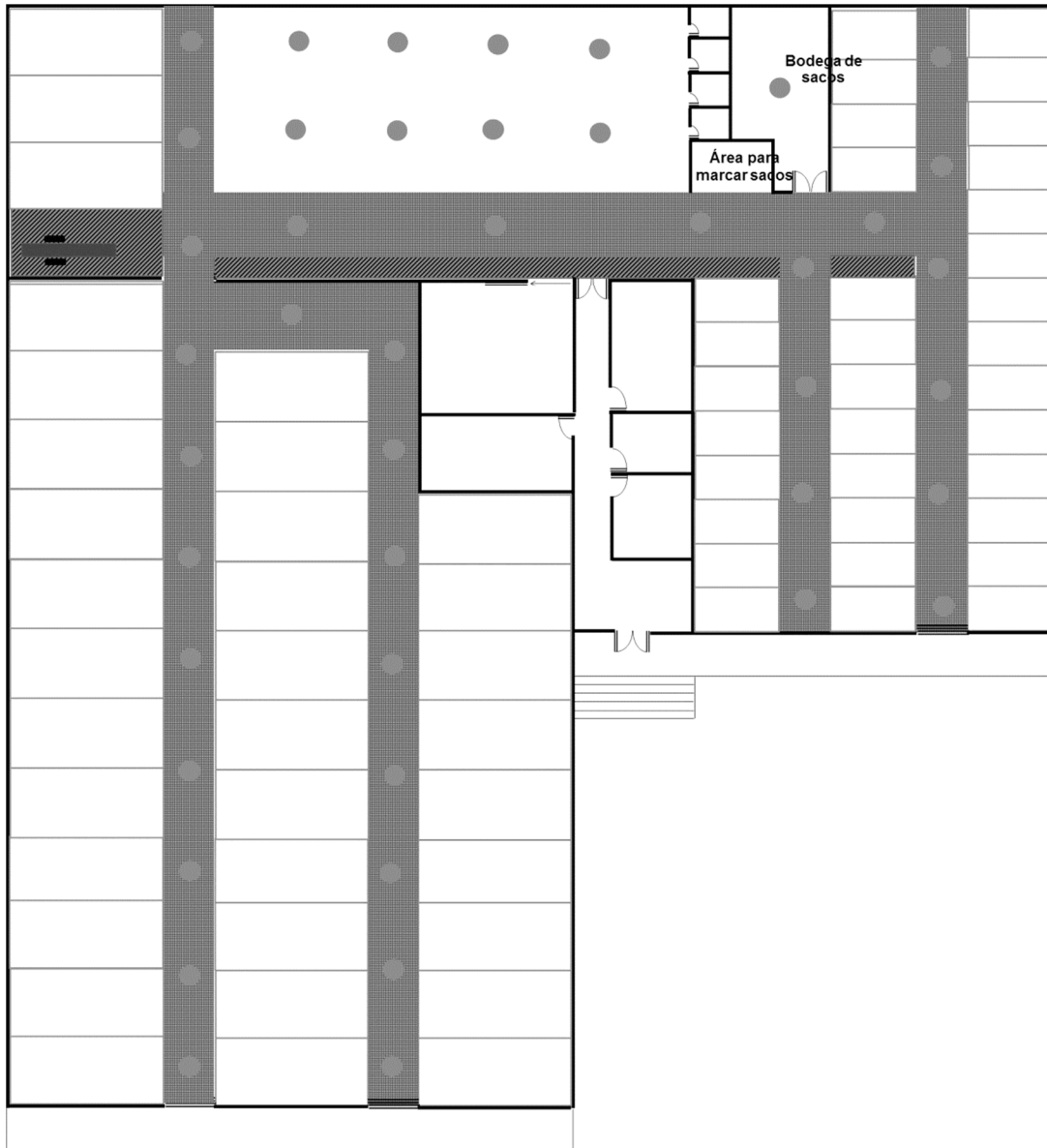
$$AC = 56,91$$

El espacio entre cada lámpara se calcula de la siguiente manera:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{56,91} = 7,54$$

Según las dimensiones de la nave industrial la distribución de las lámparas queda de la siguiente manera:

Figura 17. **Distribución de lámparas dentro de la nave industrial**



Fuente: elaboración propia, empenado AutoCAD 2013.

3.3.2.2. Método de rendimiento

Para el diseño de iluminación artificial en las áreas de oficina, taller, control de calidad y recepción del beneficio de café se tomó como base el método de rendimiento, ya que se realizarán actividades ordinarias que no necesitan un cálculo específico.

A continuación se realizan los cálculos para determinar la cantidad de luminarias necesarias en cada área anteriormente mencionada:

- Oficina administrador
 - Nivel lumínico según tabla de niveles necesarios de luz, dependiendo de la actividad. Se toma el valor de 300 considerando que es una oficina donde se revisaran papeles con una calidad de impresión regular a buena.

Tabla XVI. **Nivel de luz necesario dentro de las áreas de almacenamiento y producción**

D	200 – 300 – 500	Lectura de originales y fotocopias buenas
---	-----------------	---

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3. Iluminación artificial.* p.126.

- Tipo de luminaria: difusión general
- Escoger los colores del ambiente.

Tabla XVII. **Coefficientes de reflexión**

Color	Coef. De reflexión %	Claros
Colores pálidos	60-70	

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3. Iluminación artificial.* p.133.

- Coeficiente de mantenimiento.

K= 0,6 – bajo mantenimiento

- Calcular la relación de ambiente (RR) con la siguiente fórmula:

$$RR = WL / H (W + L)$$

Donde

W = ancho del ambiente, en este caso es de: 3,15 metros

L = largo del ambiente, en este cases es de: 9 metros

H = altura de la lámpara sobre la superficie de trabajo, en este caso es de: 2,2 metros

Sustituyendo los datos se tiene

$$RR = (3,15 * 9) / 2,2 * (3,15 + 9)$$

$$RR = 1,06$$

- Cálculo de coeficiente de utilización (K)

Según la tabla de coeficientes de utilización (K) se obtiene el valor.

$$K = 0,35$$

- Se calcula el flujo lumínico total por medio de la siguiente fórmula:

$$FL = E * S / K * K'$$

Donde E es la iluminancia en luz, S la superficie en metros cuadrados, K el coeficiente de utilización y K' el factor de mantenimiento.

Al reemplazar en la fórmula los valores se obtiene el valor:

$$FL = 300 * (3,15 * 9) / 0,35 * 0,6$$

$$FL = 40\ 500 \text{ lux}$$

- Cálculo de lámparas necesarias

$$1 \text{ W} = 80 \text{ lumens}$$

$$4 \text{ lámparas} \times 40 \text{ W c/u} = 160 \text{ W}$$

$$160 \text{ W} \times 80 \text{ lumens} = 12\ 800 \text{ lumens} / \text{lámpara de 4 tubos}$$

$$NL = 40\ 500 / 12\ 800$$

$$NL = 4 \text{ lámparas}$$

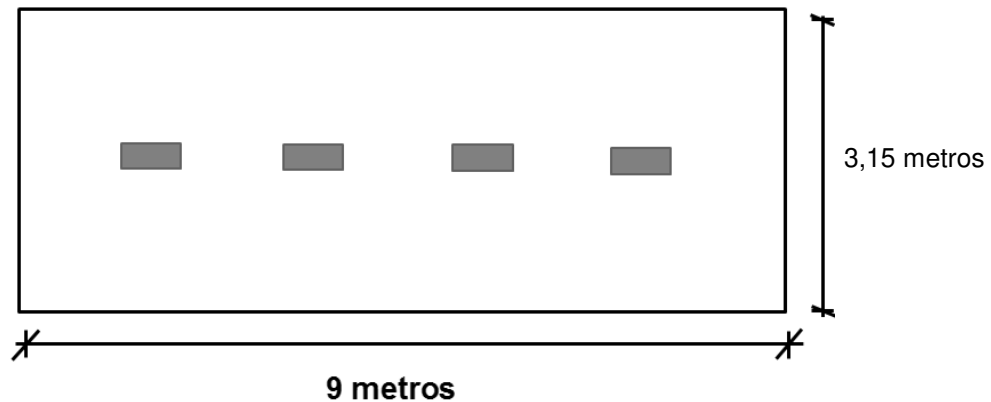
$$AC = \text{área} / NL = 28,35 / 4 = 7,1$$

$$\text{Espaciamiento} = \sqrt{AC} = \sqrt{7,1} = 2,66 \text{ metros}$$

$$NLL = \text{largo} / E = 9 / 2,66 = 3,38 = 4 \text{ lámparas}$$

$$NLA = \text{ancho} / E = 3,15 / 2,66 = 1,18 = 1 \text{ lámpara}$$

Tabla XVIII. **Distribución de lámparas dentro de la oficina del administrador**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Oficina del bodeguero

Por medio del método de rendimiento se realiza el cálculo de iluminación artificial adecuada que le corresponde a este departamento.

Tabla XIX. **Cálculo de iluminación artificial en la oficina del bodeguero**

Datos	Resultados
Actividad	Lectura de impresiones de calidad regular a buena
Nivel de luz	300 luxes
Largo de la oficina	5
Ancho de la oficina	4
Tipo de lámparas	Lámpara de 4 tubos de 40 W c/u.
Total de lámparas	3 lámparas
Distribución de lámparas (L x A)	3 x 1

Fuente: elaboración propia.

- Oficina de control de calidad

Por medio del método de rendimiento se realiza el cálculo de iluminación artificial adecuada que le corresponde a este departamento.

Tabla XX. **Cálculo de iluminación artificial en la oficina de control de calidad**

Datos	Resultados
Actividad	Trabajo de tamaño pequeño moderadamente difícil
Nivel de luz	1 000
Largo de la oficina	6,3
Ancho de la oficina	5
Tipo de lámparas	Lámpara de 4 tubos de 40 W c/u.
Total de lámparas	10 lámparas
Distribución de lámparas (L x A)	5 x 2

Fuente: elaboración propia.

- Área de recepción

Por medio del método de rendimiento se realiza el cálculo de iluminación artificial adecuada que le corresponde a esta área.

Tabla XXI. **Cálculo de iluminación artificial en área de recepción**

Datos	Resultados
Actividad	Área de orientación, corta permanencia
Nivel de luz	100
Largo de la oficina	7
Ancho de la oficina	2,45
Tipo de lámparas	Lámpara de 4 tubos de 40 W c/u.
Total de lámparas	1 lámpara
Distribución de lámparas (L x A)	1 X 1

Fuente: elaboración propia.

- Área de mantenimiento

Por medio del método de rendimiento se realiza el cálculo de iluminación artificial adecuada que le corresponde a esta área.

Tabla XXII. **Cálculo de iluminación artificial en el área de mantenimiento**

Datos	Resultados
Actividad	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño.
Nivel de luz	750
Largo de la oficina	9
Ancho de la oficina	6,3
Tipo de lámparas	Lámpara de 4 tubos de 40 W c/u.
Total de lámparas	16 lámparas
Distribución de lámparas (L x A)	4 X 4

Fuente: elaboración propia.

- Área para marcar sacos

Por medio del método de rendimiento se realiza el cálculo de iluminación artificial adecuada que le corresponde a esta área.

Tabla XXIII. **Cálculo de iluminación artificial en el área para marcar sacos**

Datos	Resultados
Actividad	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño.
Nivel de luz	750
Largo de la oficina	2,4
Ancho de la oficina	2,5
Tipo de lámparas	Lámpara de 4 tubos de 40 W c/u.
Total de lámparas	2
Distribución de lámparas (L x A)	1 X 2

Fuente: elaboración propia.

3.4. Ventilación

La ventilación dentro de la nave industrial puede ser natural, artificial o mixta, esta última se consigue diseñando sistemas que permitan la renovación del aire por medios que no necesitan la interacción de máquinas o dispositivos y con la ayuda de la circulación natural del viento. La ventilación es la acción de sacar el aire caliente y viciado que puede acumular diversas sustancias, tales como polvo en suspensión, compuestos orgánicos volátiles que pueden ser gérmenes patógenos al exterior de la estructura e ingresar aire más fresco para reducir la temperatura, mejorar el ambiente y calidad de oxígeno dentro. Las ventanas y los sistemas de iluminación con luz natural influyen en la carga

térmica de un edificio, no solo en la distribución de la luz natural y la entrada de aire.

Al diseñar un sistema óptimo de ventilación para la nave industrial se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Asegurar la salubridad del aire
- Controlar la humedad dentro de las instalaciones
- Reducir el polvo en suspensión y las concentraciones de gases
- Ayudar al acondicionamiento térmico del edificio
- Evitar el ingreso de patógenos que puedan penetrar vía aérea
- Facilitar la salida de humo en caso de incendios

Para el diseño de un beneficio seco el tema de ventilación es muy importante, debido a que el café en grano es susceptible a los cambios térmicos pudiéndose degradar su calidad, que implica directamente su valor debido a las condiciones climáticas en que se almacene o procese. El peso del grano de café está ligado al grado de humedad que este posea, para conservar el grano en determinado intervalo de tiempo es necesario regular la humedad del ambiente y esto se consigue con un buen sistema de ventilación.

- Ventilación natural

Este sistema se basa en el aprovechamiento de los flujos naturales del viento para renovar el aire dentro de las instalaciones sin utilizar algún elemento mecánico. Para ello se debe determinar la dirección del viento y ubicar entradas y salidas de aire estratégicamente para forzar el paso dentro de las instalaciones y así renovar constantemente la masa de aire interior.

En el beneficio seco de café se tendrá un monitor en el techo que facilitará el flujo de viento para retirar la masa de aire caliente hacia el exterior. Dentro de las paredes del área de bodega tanto de materia prima como de producto terminado del beneficio de café seco no se pueden colocar ventanas por el riesgo de que le entre humedad al producto y la vulnerabilidad que se incrementa de un robo. En las áreas de almacenamiento se tendrá únicamente la entrada de aire por las persianas y del lado de atrás en el área de producción donde se produce más calor y polvo debido al proceso se tendrán ventanas para cubrir el área restante.

3.4.1. Número de ventanas

Para determinar el número de ventanas necesarias que se deben de instalar en la nave industrial se considera el volumen de aire a renovar que fue calculado anteriormente:

Área de paso de las ventanas = 8,35 metros cuadrados.

Se instalarán ventanas de 0,75 metros de alto x 1 metro de ancho con lo cual se obtiene un área de 0,75 metros cuadrados por ventana

Número de ventanas = área total / área por ventana

Número de ventanas = 8,35 metros cuadrados / 0,75 metros cuadrados

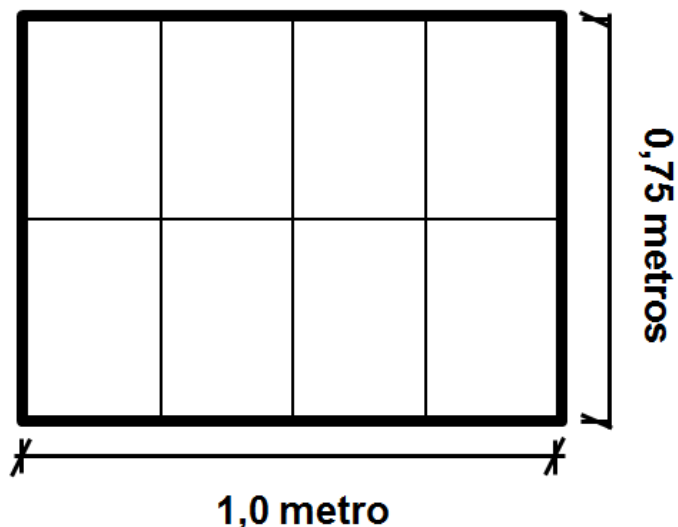
Número de ventanas = 12 ventanas

Se deben instalar 12 ventanas distribuidas en la pared de 31 metros de largo que está a lo largo del área de producción.

3.4.2. Forma de las ventanas

El marco de las ventanas deberán serán rectangulares como se menciona anteriormente de 1,0 metro de ancho por 0,75 metros de altura con un travesaño a 0,375 metros de la base y 3 montantes distribuidos cada 0,25 metros como lo muestra la figura 18.

Figura 18. **Diseño de las ventanas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.4.3. Material para las ventanas

Las ventanas que se colocarán en el beneficio seco de café pueden ser un área vulnerable para la extracción anómala del producto o facilitar el ingreso a personas no autorizadas a las bodegas de almacenamiento o el ingreso de animales, por ello se deben instalar mosquiteros metálicos conjunto a las ventanas que permitan el paso del viento e impidan el ingreso de animales

como insectos o plagas que puedan perjudicar la integridad del producto almacenado.

Para brindar más seguridad al producto que se almacenará dentro de las instalaciones los marcos de las ventanas deberán ser de angular metálico de 1 ¼" x 3/16" fundidos al marco de concreto, contarán con un travesaño y 3 montantes de hierro plano de 3/16" x 1" donde conjunto al marco se fijará el mosquitero metálico, no tendrá vidrio ni material similar, ya que se busca facilitar la salida del aire viciado del área de producción.

3.4.4. Ubicación de las ventanas

Las ventanas se ubicarán únicamente en el área de producción para facilitar la renovación del aire viciado producido por el calor de la maquinaria y el polvo que se genera en el proceso de trillado, dado que ubicarlas en las paredes de las bodegas por la altura de las planchas de café se bloquea el paso del viento y se expone el producto a las condiciones climáticas del exterior.

Para determinar su distribución a lo largo de la pared se realizan los siguientes cálculos:

Seis pares de ventanas separadas por 0,50 metros entre sí.

Espacio utilizado por cada par de ventanas = (ancho de ventana * 2) + distancia de separación.

Espacio utilizado por cada par de ventanas = (1 * 2) + 0,5 = 2,5 metros.

Espacio total de ventanas = espacio * número de pares

Espacio total de ventanas = 2,5 * 6 = 15 metros lineales.

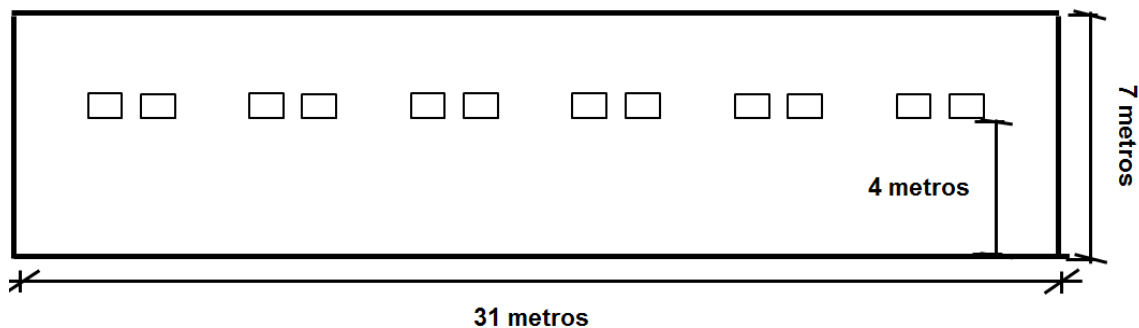
Ancho de la pared = 31 metros

Cantidad de espacios entre pares de ventanas = 7

Distancia entre cada par de ventanas = (ancho de pared – espacio total de ventanas) / cantidad de espacios

Distancia entre cada par de ventanas = $(31 - 15) / 7 = 2,28$ metros.

Figura 19. **Distribución de las ventanas en el área de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.5. **Áreas exteriores**

Son todas las áreas que se encuentran dentro del terreno pero fuera de la nave industrial que contiene las áreas de almacenaje, producción y administración de la empresa. Estas áreas poseen elementos que complementan los procesos necesarios para el buen funcionamiento del beneficio seco en general, por ello es importante definir sus características y así evitar problemas como falta de espacio para estacionar y movilizar dentro del beneficio camiones o cabezales con furgón, tropiezos con los procesos de carga y descarga de producto simultáneamente, estética de las instalaciones, entre otros.

3.5.1. Estacionamientos

Estimar la demanda de espacios para estacionar vehículos es un proceso complejo que involucra un número considerable de variables que no se pueden controlar ni predecir de manera exacta, es por ello que debe realizar el cálculo tomando en consideración dos variables muy importantes: el costo y la disponibilidad de terreno que se tenga para asignar el área con este fin. Para determinar el espacio que se necesita reservar para área de estacionamientos también es importante conocer el tipo de vehículos que se espera albergar y se clasifican de la siguiente manera:

- Vehículos menores: bicicleta y motocicleta
- Vehículos livianos: automóvil tipo sedán, automóvil tipo agrícola, pick-up
- Vehículos de carga: camión de uno o dos ejes de 3,5 toneladas de carga en adelante, cabezal con furgón, cabezal con contenedor de 20, 40 o 45 pies de largo

También la cantidad de vehículos por cada tipo que se esperan tener estacionados durante cierto período de tiempo.

- Estacionamiento para vehículos de trabajadores

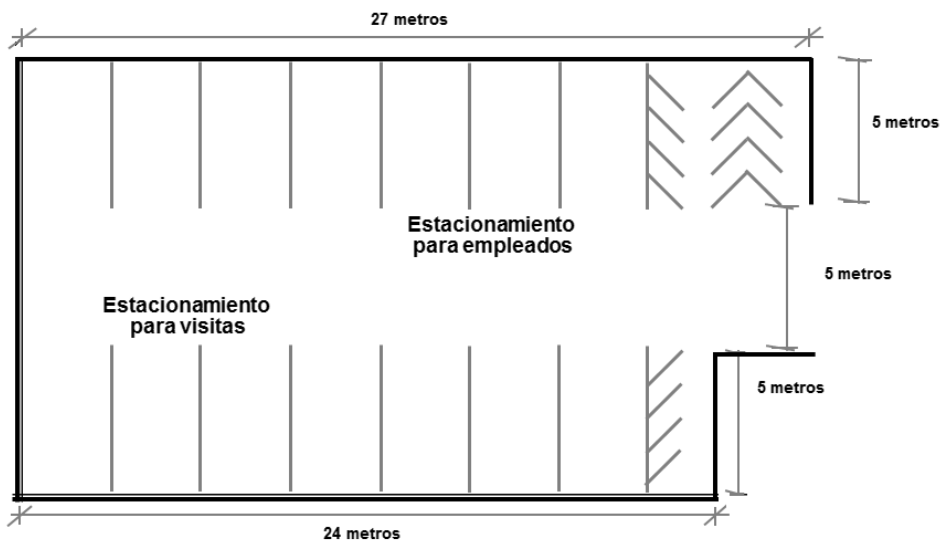
Es necesario reservar un área donde los colaboradores de la empresa puedan estacionar sus vehículos durante la jornada de trabajo, otorgándoles un lugar seguro y que no interfiera con las operaciones de la empresa. El espacio debe ser suficiente para que el número de colaboradores que se tengan puedan estacionar al menos un vehículo menor. También se debe considerar un área para estacionar los vehículos del área administrativa, que por lo general serán

vehículos livianos. Se reservarán 7 espacios de 5 metros de largo por 3 metros de ancho para vehículos livianos y 15 espacios para motocicletas.

- Estacionamiento para vehículos de visitas

Para atender de la mejor manera a las visitas que puedan recibir como clientes o proveedores de materia prima es necesario reservar un espacio para que puedan estacionar sus vehículos generalmente livianos dentro de las instalaciones. No se debe de invertir mucho espacio para este fin, pero es importante tenerlo designado y preferiblemente separado del estacionamiento para vehículos de trabajadores y de carga pesada. Se reservarán 7 espacios de 5 metros de largo por 3 metros de ancho para vehículos livianos y 5 espacios para motocicletas.

Figura 20. **Diseño del estacionamiento para empleados y visitas dentro del beneficio de café seco**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Estacionamiento para vehículos de carga

Es el área donde se estacionarán los vehículos que transporten materia prima, insumos o producto terminado, mientras esperan un proceso como carga o descarga dentro del beneficio. Por seguridad del producto que se transporte se debe de proveer a los vehículos de carga un espacio dentro de las instalaciones, mientras esperan una línea de cola para ser atendidos. Financieramente es difícil decidir cuánto espacio reservar para este fin, dado que un solo cabezal con furgón puede llegar a medir entre 17 a 19 metros de largo y 2,6 metros de ancho dependiendo de la marca y modelo del vehículo, además el espacio que necesitan para maniobrar dentro de las instalaciones, sin embargo, se debe considerar que la falta de espacio para ubicar a los transportistas previo a ser atendidos puede causar los siguientes problemas:

- Robo a los vehículos de carga por estacionar fuera de las instalaciones.
- Infracciones de tránsito por estacionar en áreas públicas no permitidas.
- Accidentes de tránsito.
- Tráfico por vehículos de carga detenidos intentando ingresar a las instalaciones.

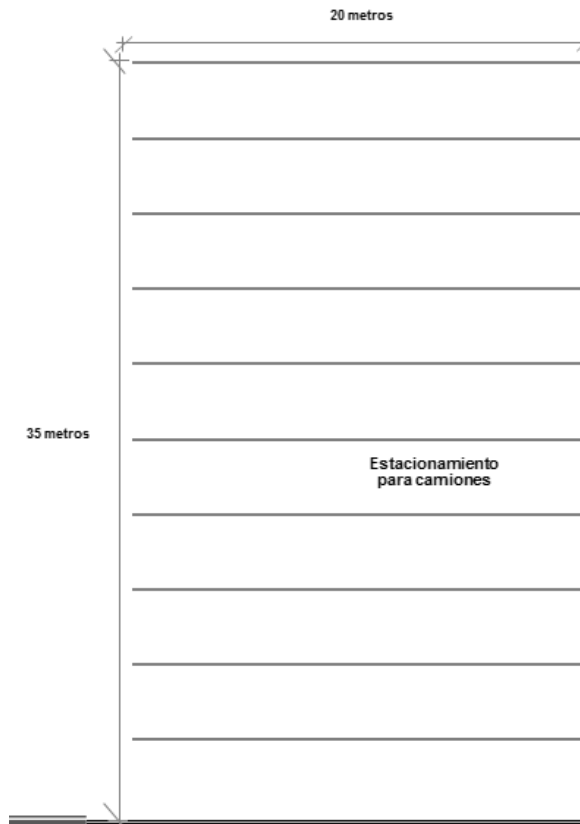
Y estos problemas generan malestar por parte de los proveedores o incremento en los costos por parte de transportistas, dañando el funcionamiento y relaciones con empresas exteriores.

Para evitar tener que reservar un área muy grande para estacionar vehículos de carga se debe de prever tener al menos un lugar de carga y un lugar de descarga donde se pueda trabajar simultáneamente para agilizar el

tiempo de atención a los proveedores y de esta manera reducir el número de vehículos en cola.

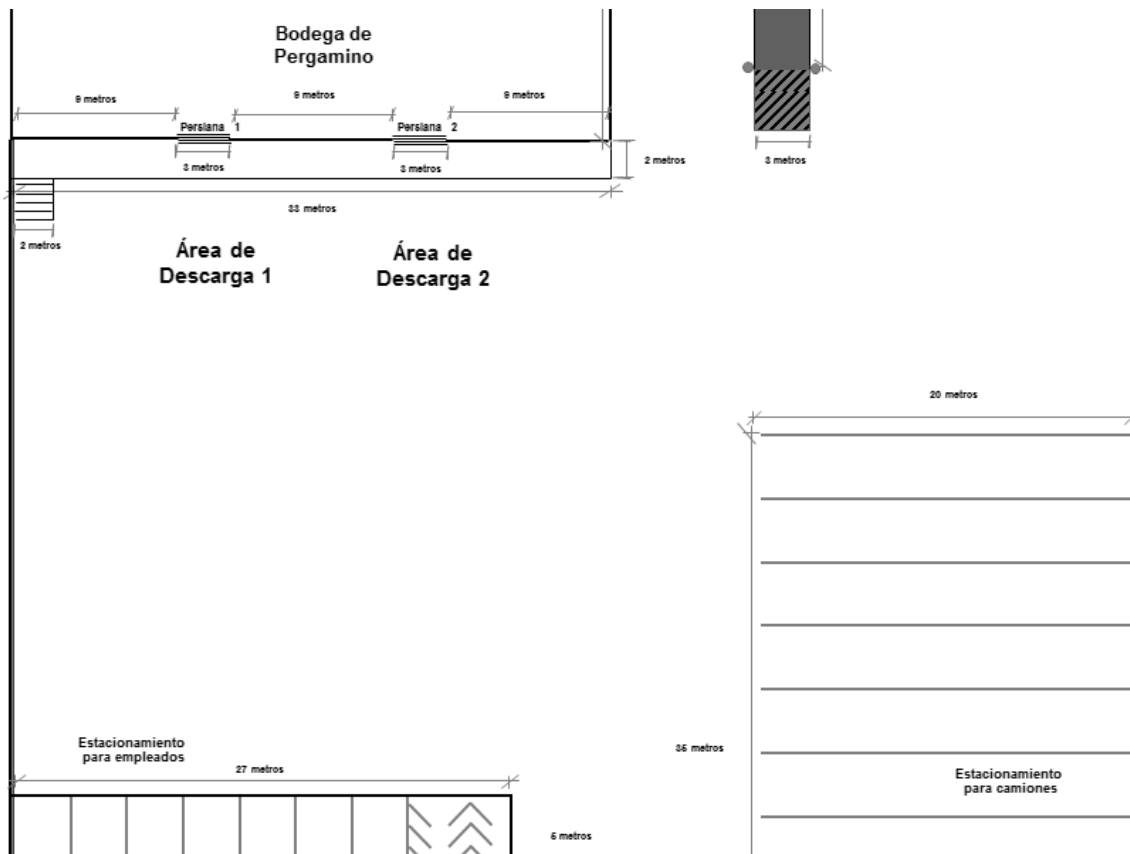
Se reserva un área de 35 metros de ancho por 20 metros de largo para estacionar vehículos de carga de más de 3,5 toneladas de capacidad. Se tiene una capacidad máxima de 10 cabezales con furgón de 45 pies de largo cada uno.

Figura 21. **Diseño del estacionamiento para vehículos pesados dentro del beneficio de café seco**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Figura 22. **Diseño del área de descarga para vehículos pesados dentro del beneficio de café seco**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

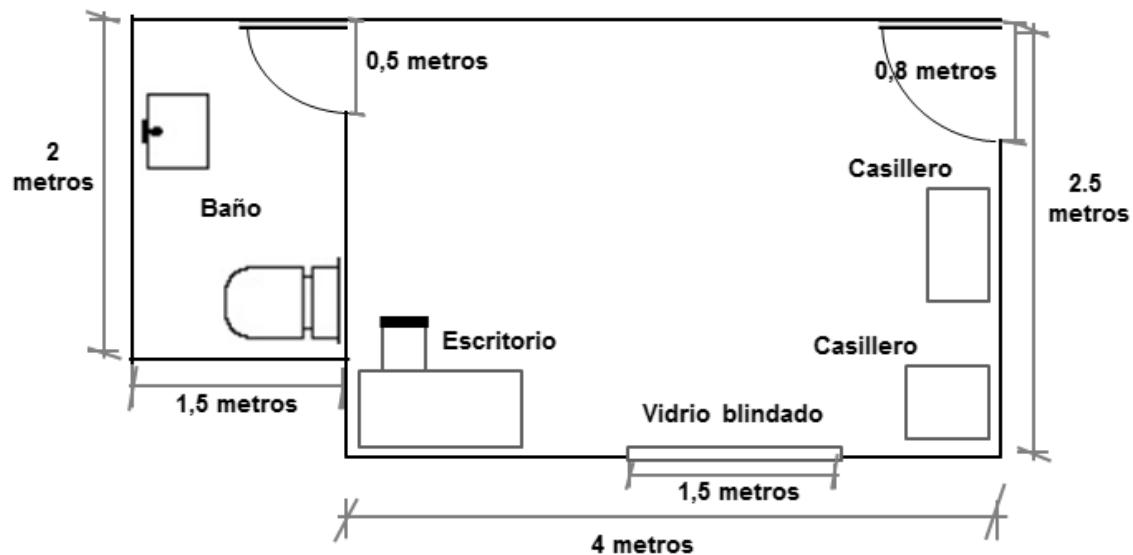
3.5.2. Garita de seguridad

Es la infraestructura que les permite a los agentes que brindan seguridad a las instalaciones resguardarse y al mismo tiempo intercambiar información con las personas que se encuentren afuera de las instalaciones y deseen ingresar. En esta área permanece un agente a tiempo completo para facilitar el ingreso o egreso de los colaboradores y personas externas a la empresa. La

garita debe de contar con un vidrio que les permita mantener contacto visual con el exterior de las instalaciones, debe de poseer un techo y paredes que los cubra de las inclemencias del clima y un servicio sanitario para evitar que el agente se ausente por mucho tiempo de su lugar de trabajo.

El área de trabajo que tendrá el agente dentro de la garita es de 4 metros x 2,5 metros, deberá contar con al menos un escritorio con una computadora, un casillero para guardar objetos personales, un casillero con llave para almacenar armas de los visitantes. Además contará con un baño de 2 x 1,5 metros para uso exclusivo del agente con acceso directo desde el área de garita.

Figura 23. **Plano de la garita – vista aérea**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.5.3. Áreas de carga y descarga

Es el área donde ingresa o sale producto de las instalaciones, debe facilitar este proceso y para ello se debe considerar el tipo de vehículo en que se transportará el producto, los métodos de carga y descarga que puede ser manual o por medio de montacargas, las dimensiones y peso del producto que se movilizará y las condiciones necesarias para ingresar y sacar el producto de la bodega.

El área de carga debe estar lo más próximo a la bodega de materia prima y de igual manera el área de descarga debe estar cerca de la bodega de producto terminado, en ambos casos es necesario que no se utilice la vía pública para este fin por seguridad y evitar inconvenientes como multas o atrasos por horarios restringidos. En el caso del beneficio seco el área de carga y descarga se encontrará dentro de las instalaciones y deberá cumplir con las siguientes características:

- Poseer un sobre techo que permita trabajar aun cuando este lloviendo sin que se moje el producto.
- La altura de la plataforma debe ser de un metro del nivel del piso para igualar la altura del piso de los furgones y así facilitar el proceso de carga y descarga de producto.
- Poseer iluminación para trabajar de noche.
- Deberá estar claramente identificado si es área de carga o descarga.

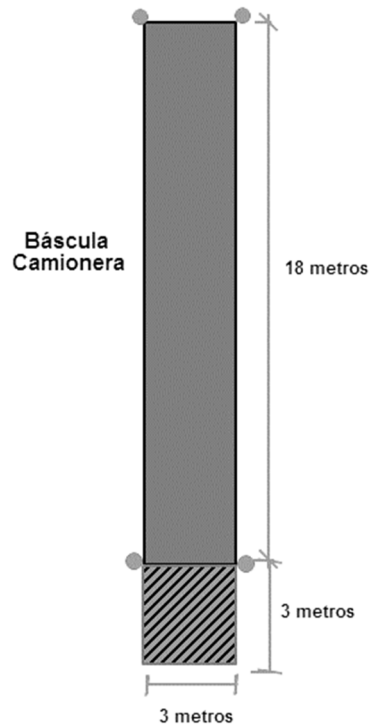
3.5.4. Báscula camionera

La báscula es un dispositivo que sirve para determinar el peso de un cuerpo, dependiendo de su aplicación pueden tener diferentes capacidades que van desde gramos hasta cientos de libras, estas últimas sirven para pesar vehículos de carga y así determinar el peso del producto que transportan.

En un beneficio seco de café es necesario instalar una báscula camionera que tenga tanto la capacidad de carga así como el tamaño para pesar un cabezal con un furgón de hasta 48 pies de largo, esto para brindar un mejor servicio de recepción de materia prima debido a la rapidez de descarga que se puede lograr al evitar pesar por partidas pequeñas los lotes de café que trasladen por ese medio.

En el diseño de la planta se debe considerar el espacio requerido para instalar la báscula y el área necesaria para entrar y salir de la plataforma de la báscula. Debe de contar con una cabina donde se encuentre el indicador digital y el operador de la báscula, el objetivo de esta área es proteger el indicador digital, así como al operador de las inclemencias del clima, debe de tener acceso visual a la plataforma de la báscula para operar de manera correcta la báscula.

Figura 24. **Plano de la báscula camionera – vista aérea**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.5.5. **Áreas verdes**

Las áreas verdes son espacios designados para cubrir con vegetación en este caso dentro del perímetro del terreno donde se ubicará el beneficio seco. Poseer áreas verdes dentro de las instalaciones beneficia de varias formas:

- Incrementa el ornato de las instalaciones
- Reduce la temperatura de uno a tres grados en sus alrededores
- Proporciona la imagen de una empresa más amigable con el medio ambiente

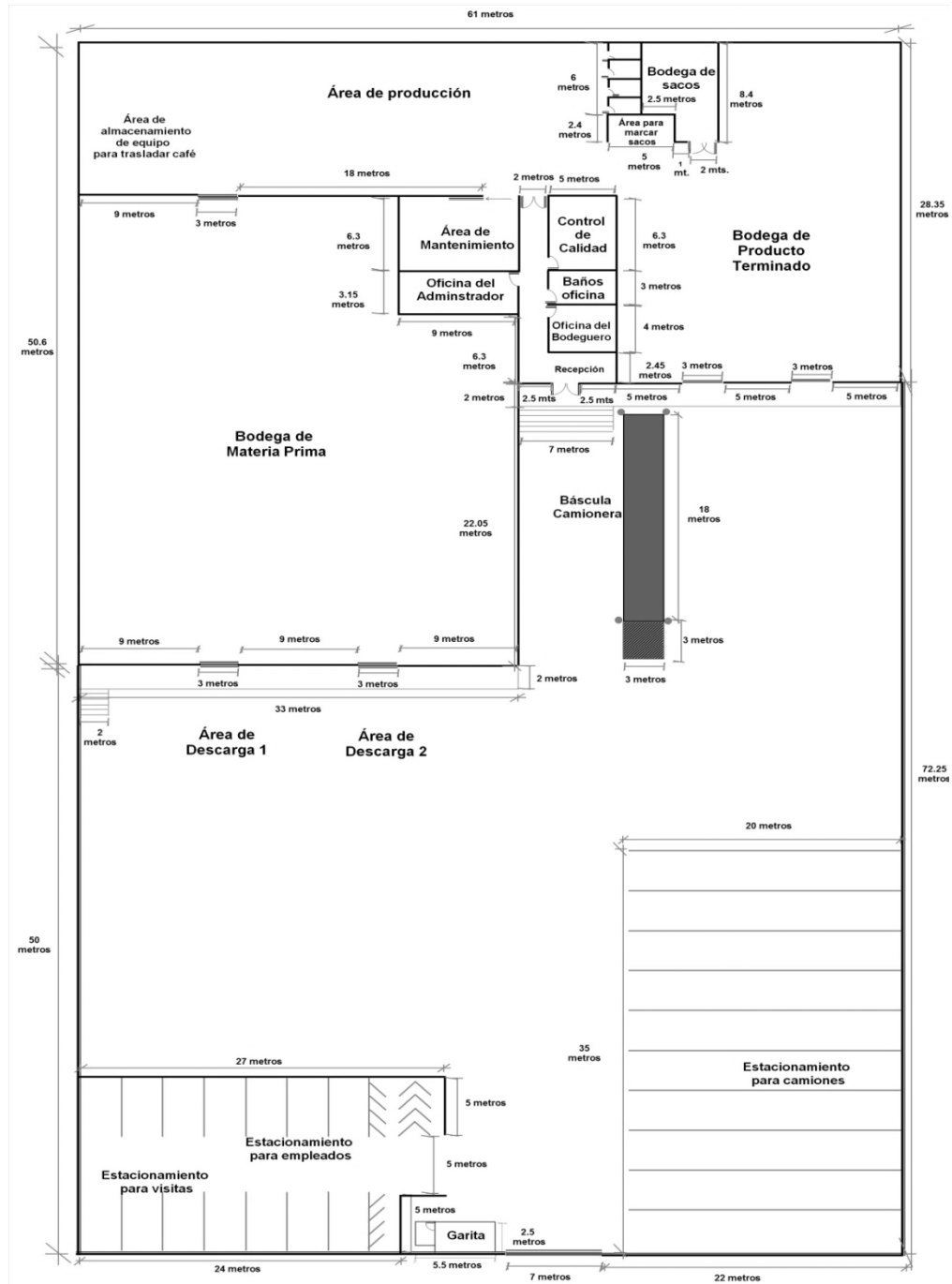
Para asignar estos espacios únicamente se necesita considerar que la vegetación que se planea tener no interfiera con los procesos internos de la empresa, que no faciliten el nacimiento o la propagación de cualquier tipo de plaga y que no atente con la seguridad de las instalaciones como sembrar un árbol que las raíces dañen los cimientos o sus ramas peligren en caer sobre un área de tráfico de vehículos o personas.

En el beneficio seco las áreas verdes podrán ser espacios junto a las zonas de paso peatonal en el ingreso y perímetro de las instalaciones, así como considerar un pequeño espacio verde donde sembrar un pequeño árbol con arbustos para decorar la vista del edificio.

3.5.6. Plano de las instalaciones

A continuación se muestra la propuesta del diseño de las instalaciones según los cálculos realizados:

Figura 25. Plano de las instalaciones



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4.1. Determinación de espacios

El objetivo de la distribución en planta es utilizar eficientemente todo el espacio dentro de la nave industrial para el almacenamiento, movilización de material, equipo y maquinaria de producción, servicios sanitarios, servicios administrativos y toda área que forme parte para del proceso productivo de la planta.

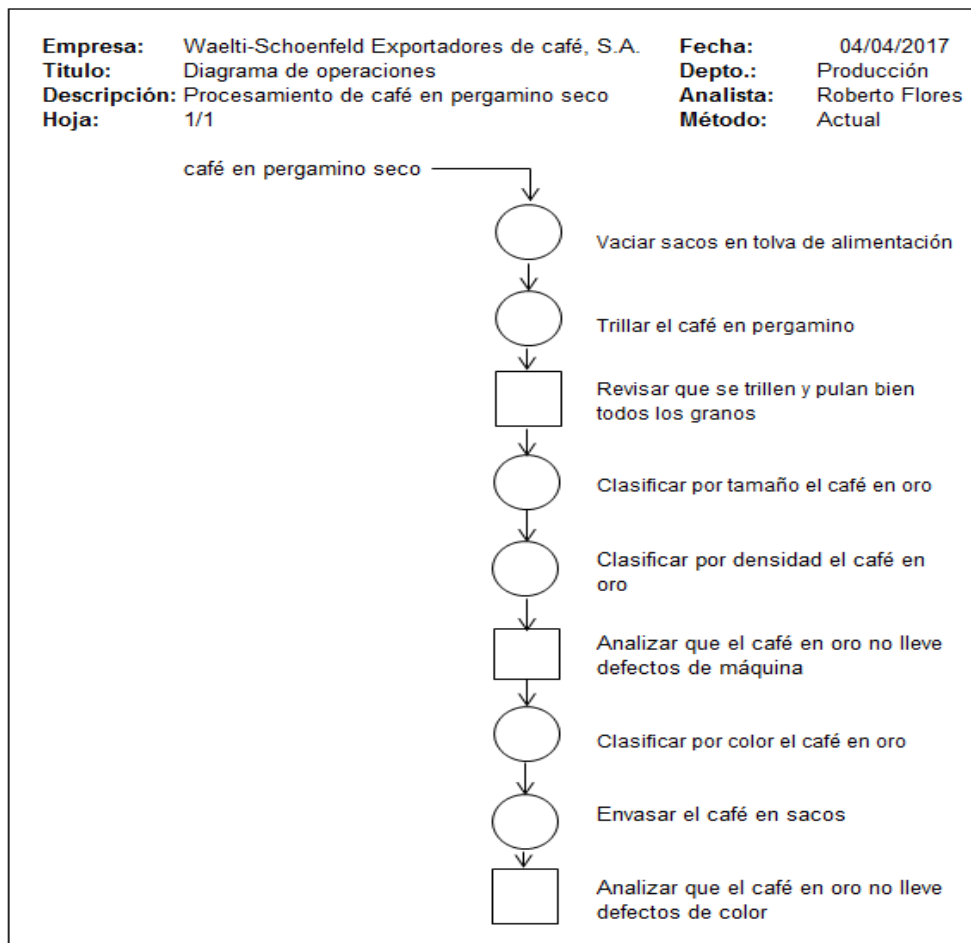
Es indispensable al momento de asignar y ordenar las áreas de trabajo, posición del equipo y maquinaria conseguir la máxima economía del trabajo mediante el movimiento de material según distancias mínimas, la seguridad y el mínimo esfuerzo para los trabajadores, así como flexibilidad para facilitar reajustes o ampliaciones.

La distribución que se propone para la planta de producción de café en pergamino seco queda eficientemente para las condiciones previstas en los análisis realizados, sin embargo, a medida que la organización crece, el volumen de producción aumenta, la tecnología en los procesos puede alterar el recorrido de los materiales sumando o restando procesos y cambios externos que se puedan dar, la distribución inicial puede no ser la adecuada y el momento de la redistribución se hace necesaria.

4.1.1. Diagramas de procesos

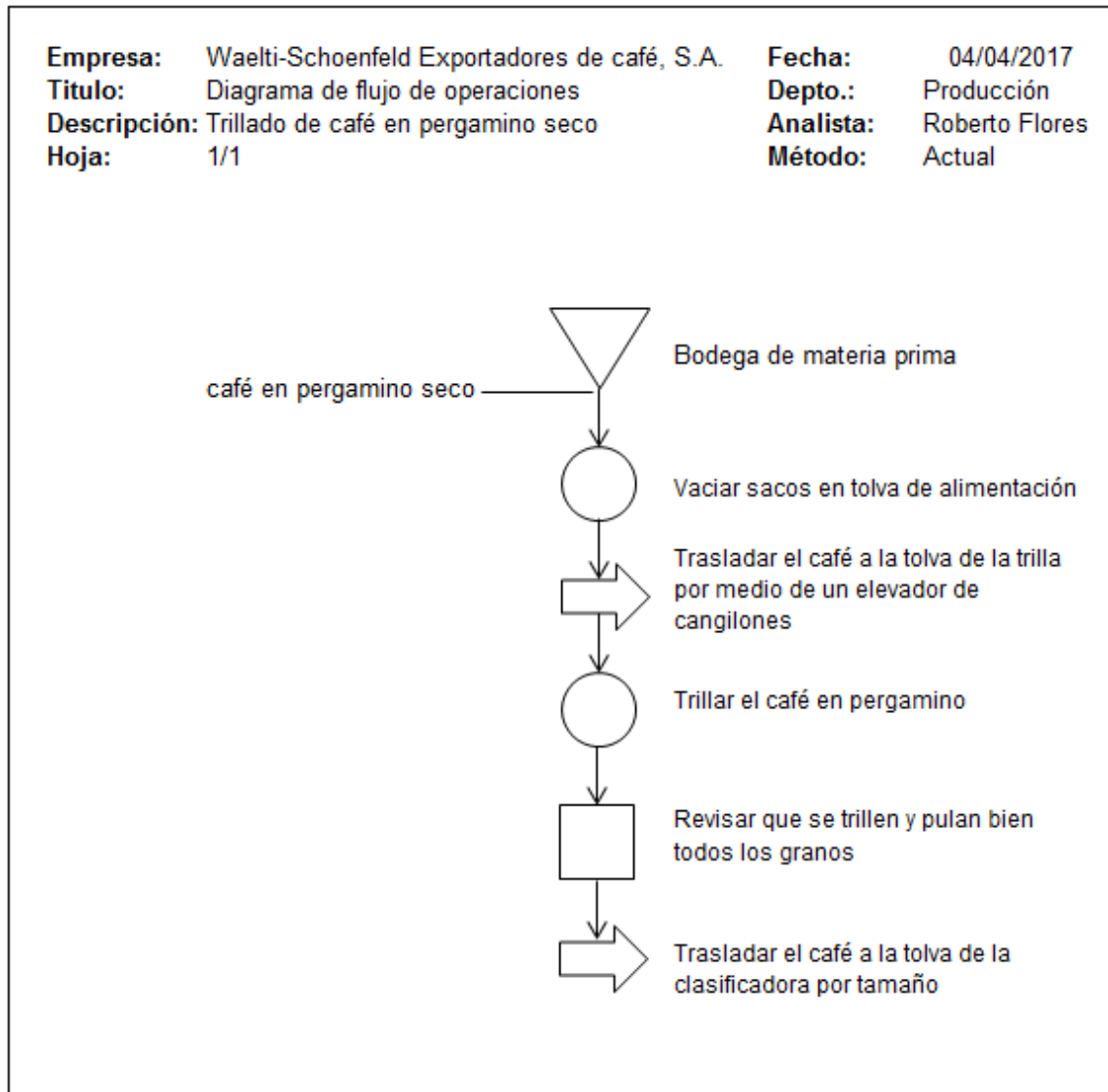
Este diagrama permite identificar y comprender en una representación gráfica las actividades contenidas en el proceso de producción de café en pergamino seco, mostrando en un orden cronológico todos los pasos que se deben considerar para la determinación de los espacios.

Figura 26. **Diagrama de operaciones del proceso de procesamiento de café en pergamino seco calidad gourmet**



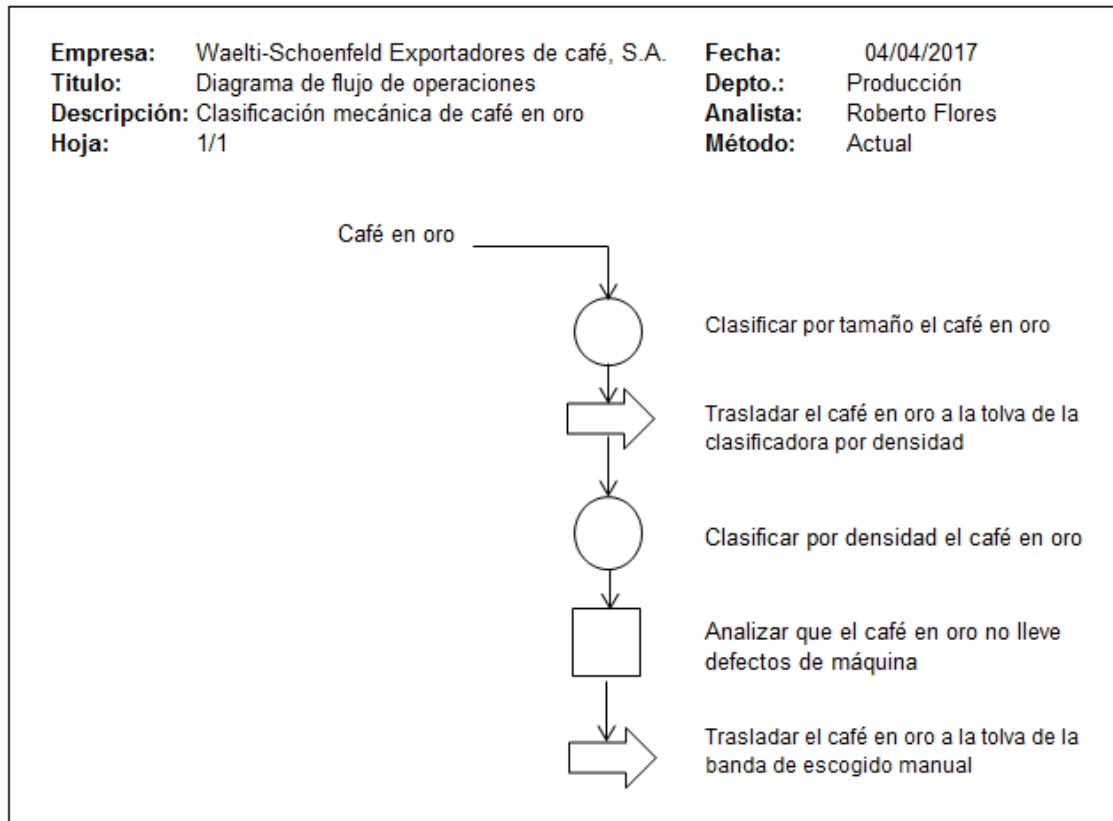
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Figura 27. **Diagrama de flujo del proceso de trillado de café en pergamino seco**



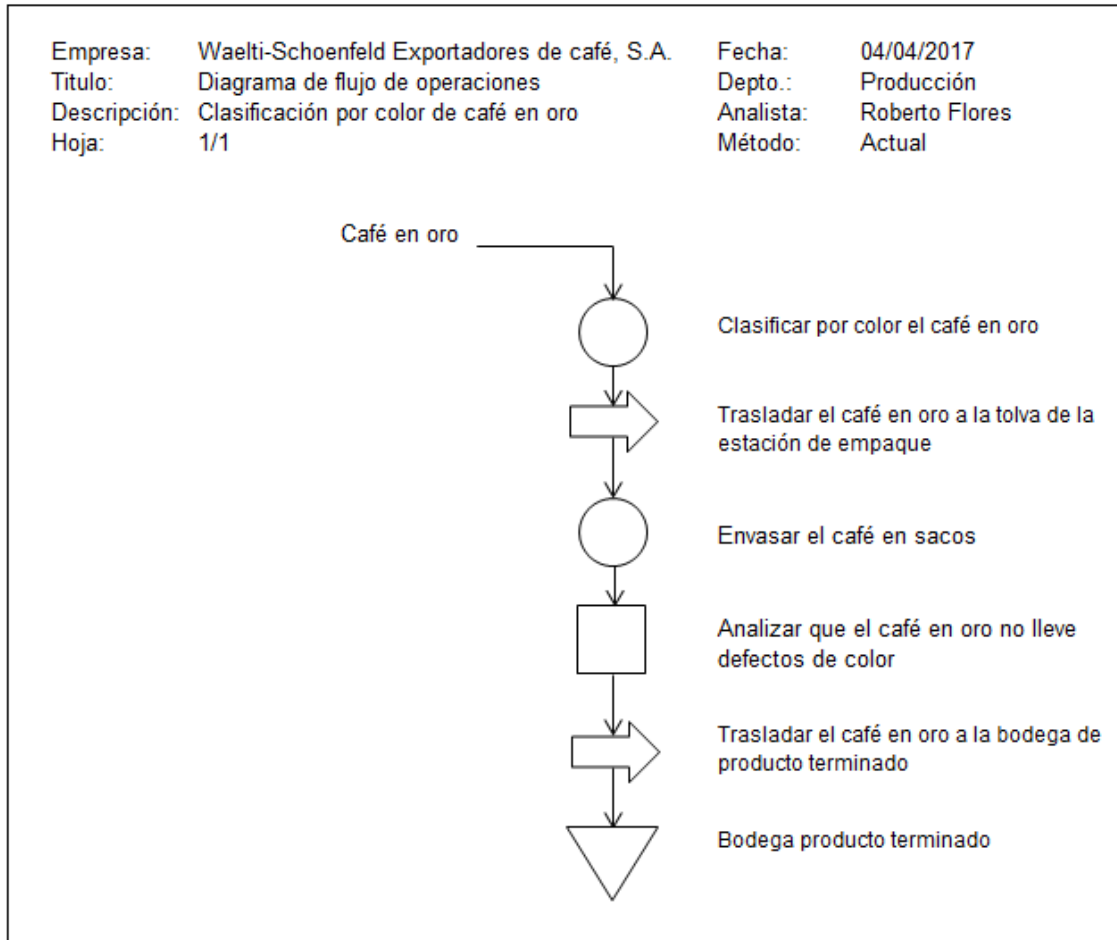
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Figura 28. **Diagrama del flujo de proceso de clasificación mecánica de café oro calidad gourmet**



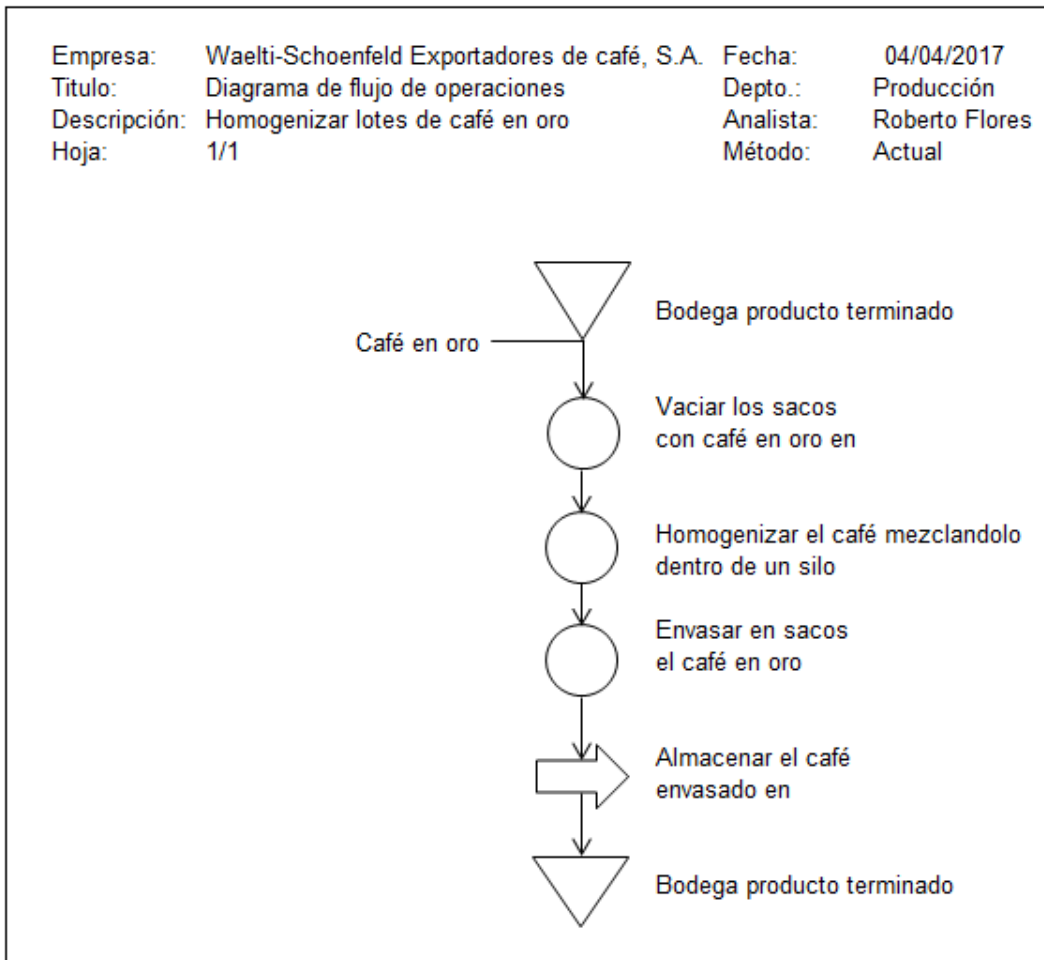
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Figura 29. **Diagrama de flujo del proceso de clasificación por color de café oro calidad gourmet**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Figura 30. **Diagrama de flujo del proceso de homogenizar café oro calidad gourmet**



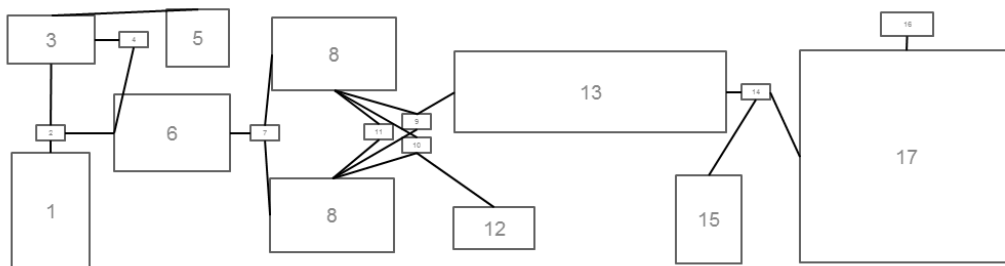
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

4.1.2. Diagrama relacional de espacios

El diagrama relacional de espacios permite identificar las necesidades de ubicación y proximidad en cada actividad, es similar al diagrama de recorrido con la diferencia de que los símbolos de cada actividad se realizan a escala, de

manera que el tamaño que ocupa sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad. Un paso importante para asignar la distribución en la planta es determinar la forma en la que se medirá la distancia entre ellas una vez ubicadas, y la forma de las áreas asignadas a cada actividad. Las diferentes características que posee cada proceso productivo condicionan el espacio requerido por una actividad, es por ello que no existe un procedimiento ideal para el cálculo de los requerimientos de espacio.

Figura 31. **Diagrama relacional de espacios – área de producción**



Núm.	Nombre
1	Tolva de alimentación a proceso
2	Elevador de tolva de alimentación
3	Trilla de café
4	Elevador de trilla
5	Cascabillera
6	Clasificadora por tamaño
7	Elevador de clasificadora por tamaño
8	Clasificadora por densidad
9	Elevador de primeras de densimétricas
10	Elevador de recírculo de densimétricas
11	Elevador de terceras de densimétricas
12	Silo para subproductos
13	Banda de escogido manual
14	Elevador de banda de escogido manual
15	Estación de empaque
16	Elevador de mezcladora
17	Mezcladora

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

4.1.3. Factores que influyen en la relación de espacios

En el diseño de la planta para producción de café en pergamino calidad gourmet los factores que influyen en la relación de espacios son:

- Cantidad de café en pergamino a almacenar

Según la demanda que se espera cubrir, la empresa debe de contar con un área de almacenamiento para 50 000 quintales de café en pergamino seco a la cosecha. El tiempo que transcurre para recibir esta cantidad de café puede ser desde 1 hasta 6 meses dependiendo cómo se da la cosecha del café en maduro y durante el tiempo de recepción también se tienen solicitudes de procesamiento y exportación que son los factores que determinarán la cantidad de materia prima que se posea en inventario dentro de la bodega en un momento determinado.

- Cantidad estimada de café oro a almacenar

La cantidad de café en oro que se estima almacenar se calcula con base en el café en pergamino a recibir y el rendimiento bruto promedio del café de la zona de Huehuetenango. El promedio del rendimiento bruto obtenido en los últimos 3 años dentro de la empresa Waelti-Schoenfeld Exportadores de café, S.A. al procesar café de la zona de Huehuetenango es de 1,23172, tomando este dato como base se calcula la cantidad de café oro de la siguiente manera:

Café oro = café en pergamino / rendimiento bruto promedio

Café oro = 50 000 qqs / 1,23172 = 40 593,64 qqs de café en oro

Para preservar la calidad del café, al tener una venta concreta no se procesa con mucha anticipación, ya que las características del café se conservan mejor cuando está en pergamino seco, entonces la bodega de producto terminado almacena el café en oro no más de 2 meses antes de ser despachado, con esto se puede crear un diseño que permita almacenar el 50 % de todo el café oro que se espera obtener como máximo en un momento determinado.

- Segregación del producto

En el proceso de beneficiar café se pueden obtener diferentes calidades de café en oro de primeras exportables dependiendo de las características geográficas y climatológicas de cada finca, por lo que se debe de respetar la trazabilidad de los lotes de café desde que se reciben en pergamino seco hasta que se despachan en café oro procesado. De la misma manera se pueden obtener diversidad de subproductos según lo requiera el cliente, entre los cuales se puede mencionar: Oro primeras, segundas de densimétricas, terceras de densimétricas, cuartas de densimétricas, escogedura de mujeres, caracol, zaranda 10, zaranda 13, zaranda 15, zaranda 16, zaranda 18, entre otros.

Por ello es necesario diseñar los espacios de la bodega de producto terminado más pequeños que los espacios de la bodega de materia prima para tener más disponibilidad de segregar el producto obtenido dentro de la bodega.

4.2. Análisis del recorrido del producto

En el diseño de la planta es importante buscar la eficiencia en el desarrollo de las actividades que realizarán los empleados y una manera

importante de lograrlo es reduciendo las distancias entre recorrido de materiales y producto terminado, con el fin de reducir distancias.

4.2.1. Distancias mínimas de recorrido

A continuación se describen los procedimientos del flujo del producto dentro de la planta de producción:

- Recepción de material

El café en pergamino seco ingresará a las instalaciones en vehículos de transporte pesado como camiones y furgones o transporte liviano como picop, descargado el producto en el área de descarga, esta puerta de acceso conecta directamente a la bodega de materia prima donde se almacena el café en pergamino seco para agilizar tanto el proceso de descarga como evitar tropiezos en la circulación de la materia prima con el producto en proceso o terminado dentro de las instalaciones.

El café se carga de forma manual en carretillas de mano directamente del vehículo y se ingresa a la bodega almacenándolo en forma de estibas ordenadas en el espacio asignado.

- Traslado de producto a proceso

El café en pergamino seco siendo el único producto que se procesará dentro del beneficio deberá de almacenarse junto al área donde inicie el proceso para reducir el tiempo de traslado del producto de la bodega hacia la maquinaria. El café se toma directamente de la bodega de materia prima, se

traslada por medio de carretillas de mano y se ubica cerca de la tolva inicial de alimentación del proceso.

Es recomendable asignar un espacio para almacenar café en pergamino seco temporalmente junto a la tolva inicial de alimentación al proceso para acumular el producto que ya está asignado a una orden de proceso y facilitar la alimentación a la maquinaria para así evitar retrasos.

- Traslado de producto terminado a bodega

El café en oro procesado se almacenará en la bodega de producto terminado, esta deberá estar junto al área de producción donde termina el proceso para facilitar y agilizar el traslado del café en oro y de esta manera evitar paradas no programadas en la maquinaria por acumular producto terminado en la última fase del proceso productivo.

El café previamente envasado en la estación de empaque se traslada por medio de carretillas de mano hacia el espacio asignado en la bodega de producto terminado donde se almacena en forma de estibas ordenadas.

- Despacho del producto terminado

El café en oro se traslada a su comprador en vehículos usualmente de carga pesada como camiones, que se ubicarán en el área de carga donde se encuentra la puerta de acceso que conecta directamente a la bodega de producto terminado donde se almacena el café en oro procesado, para agilizar tanto el proceso de carga como evitar tropiezos en la circulación del resto de producto dentro de las instalaciones.

El café envasado según los requerimientos del cliente se trasladan directamente de la bodega de producto terminado en carretillas de mano, hacia el vehículo designado para su traslado al exterior.

- Mezcla de lotes de café en oro

A solicitud del cliente se pueden mezclar lotes de diferentes fincas de café que debido a diferencias como altura, tipo de suelo o incluso microclima donde fue cosechado pueda tener diferencias que al mezclarlas se obtengan calidades aún más especiales. Para esto se traslada el café en oro de la bodega de producto terminado hacia la mezcladora donde luego de realizar la mezcla se traslada nuevamente hacia el área de producto terminado. Es por ello que la mezcladora debe de estar ubicada cerca de la bodega de café en oro (producto terminado).

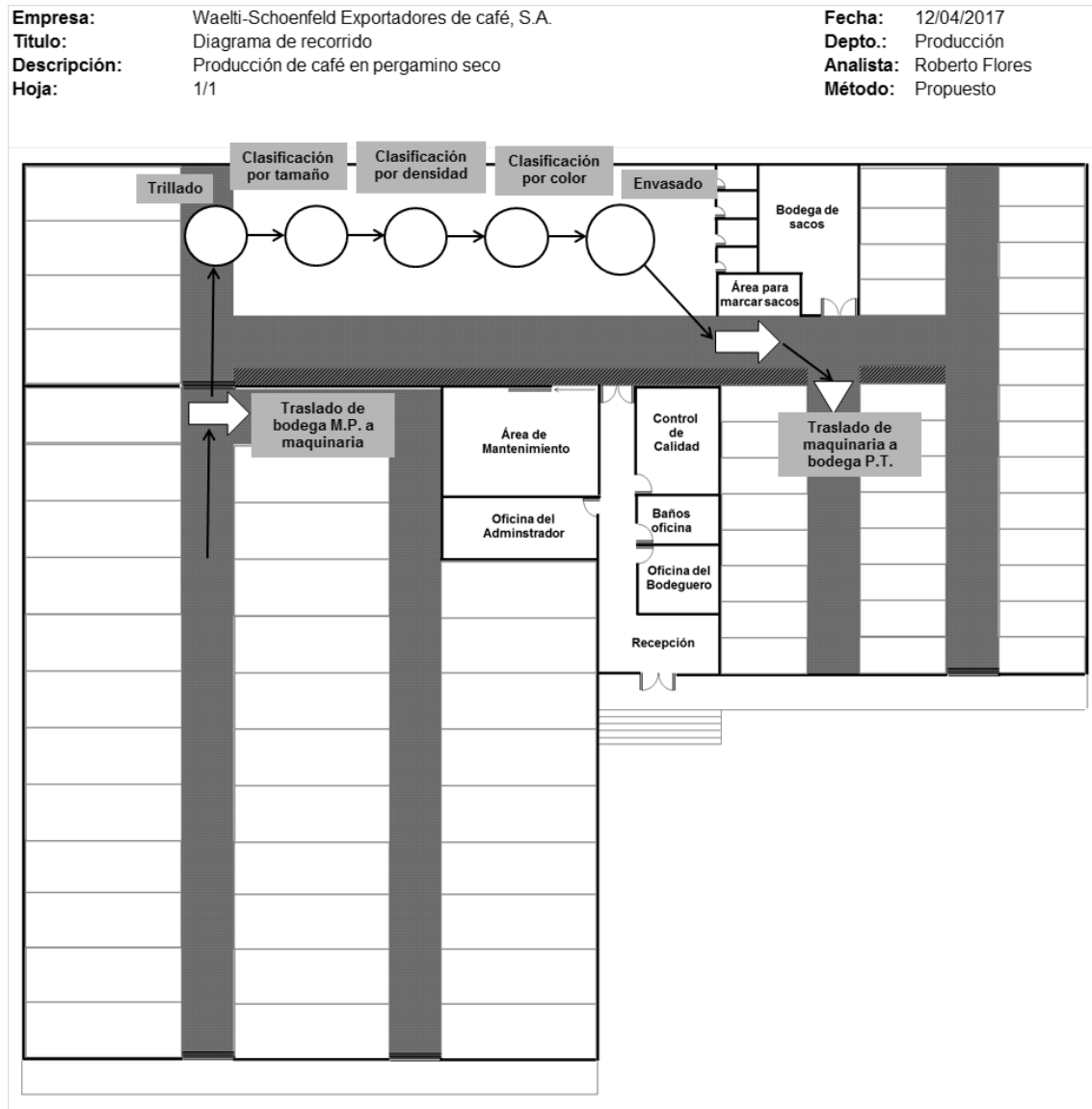
- Marcar sacos para envase de café en oro

Para identificar los diferentes lotes de café en oro que se despacha los sacos donde van envasados llevan impreso determinado texto solicitado por el cliente, esto se realiza por medio de un proceso auxiliar muy importante que es el marcado de sacos. La bodega de sacos, el área para marcar los sacos y la zona de empaque deben de estar ubicadas cerca para evitar gastar tiempo en trasladar sacos para envasar los lotes de producto terminado, así como los subproductos obtenidos en cada orden de proceso.

4.2.2. Diagrama de recorrido de materiales

En el beneficiado de café seco se tiene una distribución por producto o producción en cadena donde el recorrido del producto inicia en la bodega de materia prima donde se almacena el café en pergamino seco, luego se traslada al área de producción donde se ubica toda la maquinaria, luego se traslada a la bodega de producto terminado donde puede ser exportado directamente o aún puede pasar por un reproceso de ser necesario o realizar una mezcla de dos o más lotes según solicitud del cliente

Figura 32. Diagrama de recorrido de café en pergamino seco



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

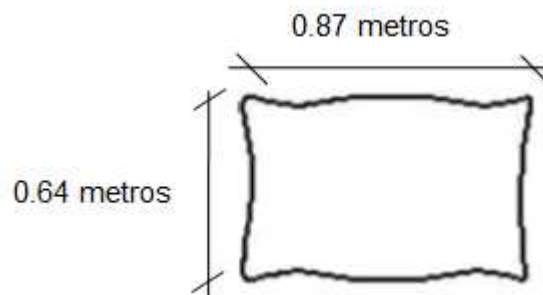
4.3. Consideraciones en la distribución en planta

Para distribuir correctamente todos los elementos que constituirán la planta para producir café en pergamino es necesario conocer todos los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. Para ordenar adecuadamente se debe conocer las características de los recursos físicos y las actividades que los colaboradores directos e indirectos deberán realizar dentro de las instalaciones de manera que sea la más eficiente en costos y al mismo tiempo la más segura.

4.3.1. Factor material

La materia prima es el café en pergamino seco, este se envasa en sacos de un quintal de peso, las dimensiones promedio de un saco son:

Figura 33. Dimensiones promedio del saco

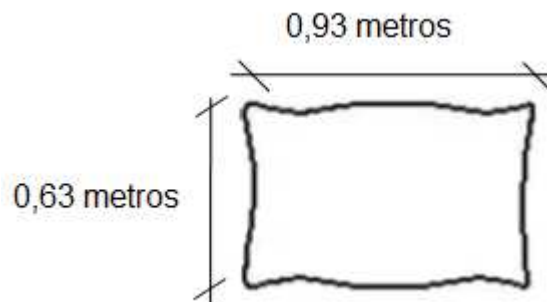


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Es importante mantenerlo en un lugar fresco y seco alejado de fuentes de olores, químicos y detergentes, así como fuera del alcance de cualquier tipo de plagas.

El café en oro procesado calidad primeras se envasa en sacos de kenaf con 150 libras de peso cada uno y el café en oro calidad inferior se envasa en sacos de nilón de 125 libras de peso cada uno, esto último debido a que el café de baja calidad tiene poca densidad, es decir, tiene más volumen y pesa menos. Las medidas promedio de un saco de café calidad primeras de 150 libras son:

Figura 34. **Dimensiones promedio de un saco con 1,5 quintales de café en oro**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

4.3.2. Factor maquinaria

La maquinaria en general que se utilizará en el beneficio seco, es necesario que cuente con una buena ventilación, iluminación, superficie plana y sólida, así como protegida de las condiciones climáticas. Cada máquina posee características particulares en su entorno para funcionar adecuadamente las cuales menciono a continuación:

- Trilla

Como se mencionó anteriormente su función es separar la película llamada cascabillo del grano por medio de fricción, al desprenderse esta película se retira del flujo del proceso por medio de una turbina de succión que la traslada a un silo de almacenamiento temporal donde luego se envasa para su disposición final. Debido a esto es necesario instalar un silo de almacenamiento temporal del cascabillo, así como la tubería que conecta la retrilla con dicho silo.

Figura 35. **Imagen de una trilla para café en pergamino seco**



Información técnica						
Modelo	Capacidad	Motor eléctrico	Peso neto	Dimensiones (m)		
	kg/h	HP	kg	Ancho	Largo	Alto
DEPOS-4	4 000	1 / 15 / 50*	3 700	2,30	3,60	3,70

Fuente: http://www.pinhalense.com.br/es.equipment.php?id_maquina=117#equipamentos-holder. Consulta: 8 de mayo 2017.

- Clasificadora por tamaño

La forma de operar de esta máquina es generando un movimiento oscilante de adelante para atrás para hacer que los granos se clasifiquen por cada una de las mallas de diferente tamaño que posee. Debido a esta vibración es necesario construir una base resistente en el piso para que no se fracture o se agriete con el tiempo, además es importante considerar que la máquina segregara el producto en tres tamaños que se deben manejar de manera independiente.

Figura 36. **Imagen de una clasificadora de café en oro por tamaño**



Información técnica						
Modelo	Capacidad	Motor eléctrico	Peso neto	Dimensiones (m)		
	kg/h	HP	kg	Ancho	Largo	Alto
PFA-II-04	5 000	3	2 420	1,45	4,40	1,20

Fuente:

http://www.pinhalense.com.br/es.equipment.php?id_maquina=185#equipamentos-holder

Consulta: 8 de mayo 2017.

- Clasificadora por densidad:

Esta máquina entrega tres diferentes productos: café de alta densidad que se traslada al siguiente proceso, café en oro de baja densidad o quebrado que se traslada a un silo de almacenamiento temporal donde luego se envasa para ser almacenado en bodega de producto terminado como café de baja calidad y una tercer salida que es un recírculo a la misma máquina para reprocesar el café que no se clasificó cuando paso por primera vez en la superficie de la máquina.

Figura 37. **Imagen de una clasificadora por densidad de café en oro**



Información técnica						
Modelo	Capacidad	Motor eléctrico	Peso neto	Dimensiones (m)		
	kg/h	HP	kg	Ancho	Largo	Alto
MVF-2A+TPR-2	4 000 / 5 400	5 / 0,5	1 140	1,20	3,25	3,20

Fuente: http://www.pinhalense.com.br/es.equipment.php?id_maquina=402#equipamentos-holder. Consulta: 8 de mayo 2017.

- Banda para escogido manual de café en oro

Esta máquina permite a un grupo de personas posicionarse frente al paso del café en grano oro sobre una banda de arrastre donde es posible identificar los granos que posean un color distinto al esperado y retirarlo del curso para evitar que estos granos formen parte del lote de café calidad primeras. Es necesario considerar que aparte de las dimensiones de la máquina en sí se debe dejar espacio para colocar a las personas que se encargarán de realizar el proceso de escogido manual. Esta máquina no genera subproductos, más que las escogeduras que las personas extraen y depositan en recipientes externos que luego se vacían y se almacenan en la bodega de producto terminado.

Figura 38. **Imagen de una banda para escogido manual de café en oro**



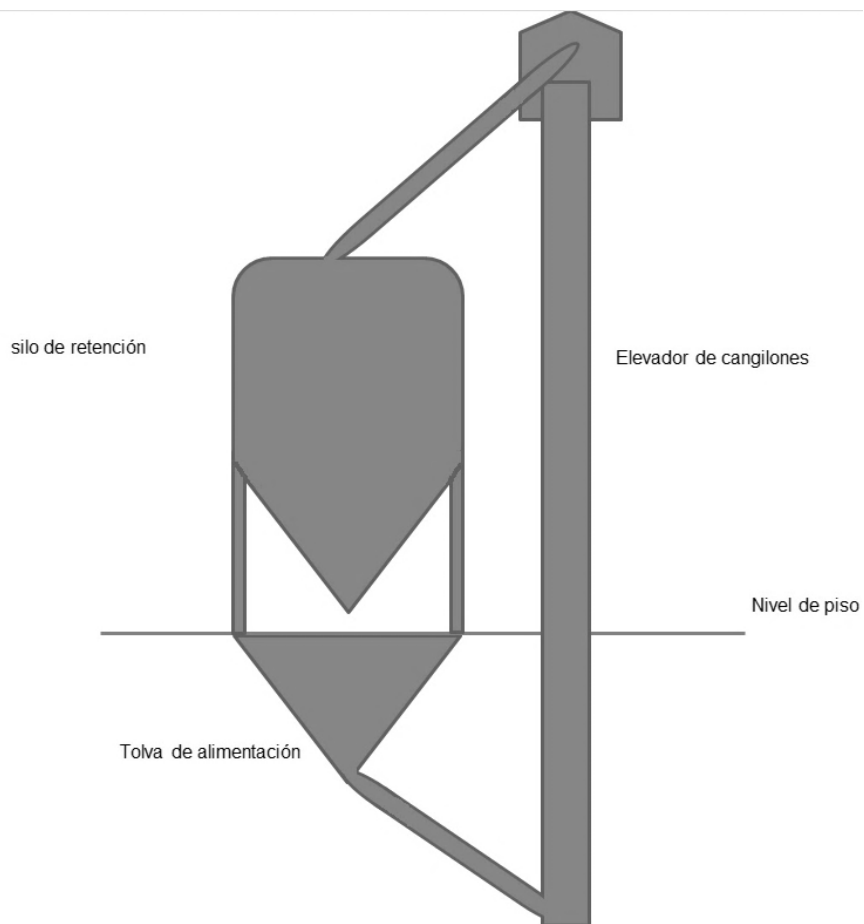
Información técnica						
Modelo	Capacidad	Motor eléctrico	Peso neto	Dimensiones (m)		
	kg/h	HP	kg	Ancho	Largo	Alto
Sin modelo	Hasta 4 000	3	750	1,4	7	1,1

Fuente: <http://www.hnosarceltda.com/equipos.html>. Consulta: 8 de mayo 2017.

- Silo para mezclar café en oro

Para homogenizar o mezclar lotes de café se utiliza un silo de retención de granos que posee diferentes salidas en la parte inferior y se pone a circular el café por medio de un elevador de cangilones para revolverlo y de esta manera conseguir una mezcla uniforme. A continuación se ilustra de manera gráfica el funcionamiento y forma del silo para mezclar café en oro.

Figura 39. **Silo para mezclar café en oro**



Continuación de la figura 39.

Información técnica					
Modelo	Capacidad del elevador	Motor eléctrico	Capacidad de almacenamiento	Dimensiones (m)	
	kg/h	HP	kg	Diámetro	Alto
Sin modelo	17 250	10	34 500	5,5	9,2

Fuente: elaboración propia.

- Carretillas y banda transportadora de sacos

El café tanto en pergamino como en oro se traslada de un lugar a otro dentro del beneficio por medio de carretillas donde se puede cargar hasta 5 quintales de café en pergamino y 7,5 quintales de café en oro, estas son impulsadas por personas y se necesita únicamente 1,2 metros de ancho para pasar, sin embargo, los pasillos deberán ser lo suficientemente anchos para maniobrar una banda transportadora de sacos que mide 1,5 metros de ancho por 5,65 metros de largo que sirve para subir los sacos con café a la parte alta de las planchas que pueden llegar a medir hasta 4 metros de altura donde se almacena el producto.

Figura 40. **Imagen de una banda transportadora de sacos de altura variable**



Información técnica						
Modelo	Capacidad	Motor eléctrico	Altura máxima	Dimensiones (m)		
	Sacos / min	HP	metros	Ancho	Largo	Alto
Sin modelo	30	1,5	7	1,65	15	0,40

Fuente: <http://www.begamaquinaria.com/banda-transportadora-sacos>. Consulta: Consulta: 8 de mayo 2017.

4.3.3. Factor hombre

La participación del hombre en el proceso de beneficiado seco al igual que muchos otros procesos productivos es muy importante, por ello en el diseño de la planta se debe buscar la forma de reducir las complicaciones para ejercer sus actividades y al mismo tiempo que las puedan realizar de manera

segura y eficaz. El hombre está involucrado directa o indirectamente en todas las etapas del beneficiado seco de café, a continuación se lista las actividades con una breve descripción de ellas:

- Almacenamiento de materia prima

Para determinar el peso bruto del café que se recibe se debe pesar el vehículo que contiene el café en pergamino, luego ubicarse en el área de descarga donde las personas encargadas deben de tomar los sacos con café en pergamino que se encuentran dentro de los vehículos de carga, transportarlos por medio de carretillas y almacenarlos en forma de estibas dentro de la bodega de materia prima haciendo uso de la banda transportadora de sacos, por último se debe de pesar nuevamente el vehículo para determinar la diferencia y ese resultado es el peso bruto, es decir, el peso del café más el peso de los sacos recibidos.

- Trasladar café en pergamino a proceso

En esta actividad las personas encargadas deben de tomar los sacos con café en pergamino almacenados dentro de la bodega de materia prima, trasladarlos por medio de carretillas, colocarlos frente a la tolva de alimentación, abrir los sacos y vaciarlos dentro de la tolva.

- Procesar el café en pergamino

Existe una persona encargada dentro del proceso de producción del café que vela por que la maquinaria funcione correctamente, realiza los ajustes necesarios y corrige cualquier variación no deseada, es necesario que esta persona tenga espacio donde moverse de forma segura entre las máquinas.

Además hay personas auxiliares del proceso que se encargan de descargar los silos de almacenamiento temporal de cascabillo y el de café de baja densidad, en ambos casos es necesario envasar el producto en sacos, pesarlos, costurarlos y trasladarlos hacia su lugar de almacenamiento designado.

- Almacenar el café en oro en bodega

En esta actividad las personas encargadas deben de envasar el café en oro retenido en el silo de producto terminado, pesar el café con el peso indicado por medio de una báscula electrónica, costurar el saco con una costuradora portátil, transportar el café en oro por medio de carretillas hacia la bodega de producto terminado y almacenarlo en estibas dentro de la bodega.

- Mezclar café en oro

En esta actividad las personas encargadas deben de trasladar el café en oro de la bodega de producto terminado hacia la tolva de alimentación de la mezcladora por medio de carretillas, vaciar los sacos dentro de la tolva y luego de realizar el proceso de mezcla, envasar en sacos nuevamente el café en oro, pesarlos, costurarlos y trasladarlos hacia la bodega de producto terminado donde se almacenan en forma de estibas.

- Manejo de sacos para envasar café

Cuando se reciben los sacos las personas encargadas deben de descargarlo del vehículo que los transporta, trasladarlos a la bodega de sacos donde se almacenarán según su tipo y uso que se tenga planificado. Para los sacos de exportación que aún se debe de realizar una marca, previo a envasar el café que se despachará, se necesita trasladarlos al área de marcado de

sacos donde se realiza la impresión y luego se almacenan nuevamente en la bodega hasta que se vayan a utilizar.

4.3.4. Factor edificio

En este caso no es una redistribución de la maquinaria sino, se está diseñando por primera vez, las dimensiones no son una limitante, ya que se está considerando la capacidad de almacenamiento de 50 000 quintales a la cosecha, así como una producción de 50 sacos de café oro por hora en la planta de producción de café en pergamino seco para diseñar las áreas. Sin embargo, si se tienen algunas limitantes como el tamaño del terreno debido al costo y disponibilidad debe ser lo más ajustado posible a lo necesario para reducir el costo inicial y encontrar un terreno disponible en el área de aldea chivacabé municipio de Huehuetenango según el estudio de localización realizado en este documento y con las medidas que se han determinado según el diseño de la nave industrial en este documento donde se necesita como mínimo 6 136,60 metros cuadrados idealmente distribuidos de la siguiente manera: 100,60 metros de largo por 61 metros de ancho.

4.3.5. Limitaciones prácticas

Para complementar un adecuado diseño es importante que posea flexibilidad de realizar cambios a los procesos o a la maquinaria y prever para que en el futuro sea posible y sin incurrir en grandes costos una expansión a la capacidad productiva de la planta. Los procesos externos que forman parte del buen funcionamiento de la planta también son actividades que se deben considerar para la distribución y deben de complementarse de manera que funcionen en armonía y sin perder la eficiencia. Los procesos externos que influyen en la distribución son:

- Control de calidad

El departamento de control de calidad debe de situarse cerca del área de producción para que las personas encargadas de controlar el proceso puedan tomar muestras constantemente sin perder tiempo en trasladarse e informar de cualquier ajuste que sea necesario realizar en la maquinaria para obtener la calidad esperada.

- Certificaciones

Para darle un valor agregado al producto muchas empresas que trabajan con café optan por obtener diferentes certificados como Rainforest Alliance, UTZ, que los acreditan como empresas responsables con el medio ambiente, con la parte social, entre otras. Para certificarse es necesario cumplir con una serie de requisitos, entre los cuales aplican algunos relacionados con la infraestructura de la planta, que las instalaciones sean adecuadas para la actividad que se realice, que sean seguras para sus trabajadores, que sean de fácil mantenimiento para conservar la limpieza y alejar las plagas.

- Mantenimiento a instalaciones, maquinaria y equipo

Es necesario contar con un departamento de mantenimiento que apoye con realizar mantenimientos preventivos, así como correctivos que sean necesarios a las instalaciones, maquinaria y equipo. Para ello se debe reservar un área donde puedan almacenar repuestos, lubricantes, herramienta y equipo que necesiten utilizar para realizar los trabajos solicitados, así como un espacio donde trabajar. También es importante considerar en la ubicación de la maquinaria que haya espacio donde realizar los trabajos y si fuera necesario

extraer una máquina en específico se pueda realizar sin tener que alterar el funcionamiento de otra máquina o equipo que se encuentre cerca.

4.4. Distribución en planta

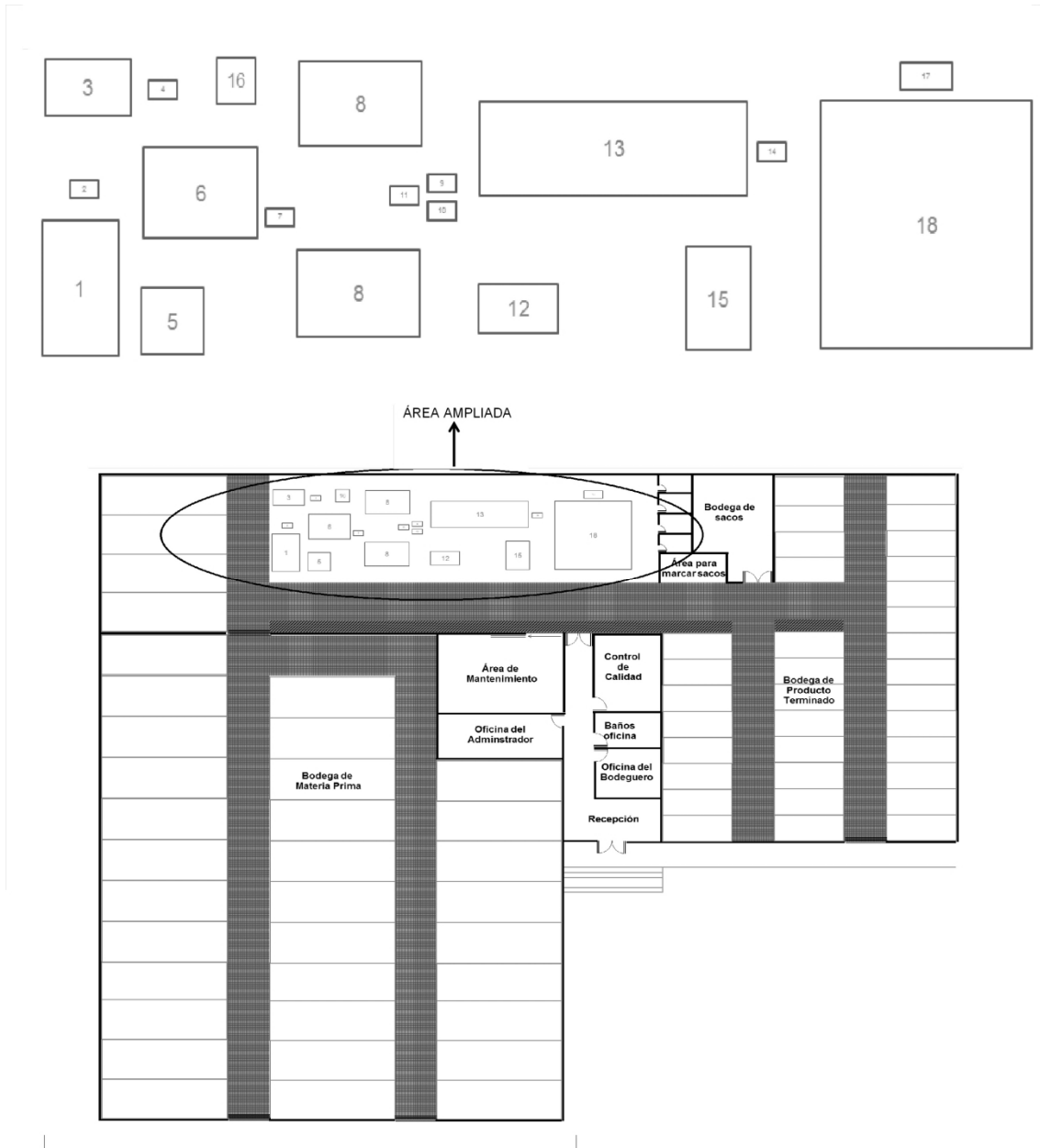
Al haber descritos las actividades que se realizarán dentro de la planta de producción de café en pergamino seco, las características de las maquinas, equipos y las personas involucradas en el proceso de producción de café en pergamino seco se tiene la capacidad de asignar una distribución que cumpla con los objetivos primarios de la planta como son: economía en los procesos, capacidad de almacenaje, eficiencia en la interrelación de las diferentes áreas de la empresa, seguridad y confort para los trabajadores y flexibilidad para futuros cambios o expansiones.

4.4.1. Ubicación de la maquinaria

La maquinaria se ubica según el orden establecido en el diagrama de procesos. Con esta distribución se consigue aprovechar lo mejor posible la superficie requerida para la instalación.

Se toma como base para calcular el área de las máquinas que se instalarán en el beneficio seco, las dimensiones de la maquinaria marca Pinhalense que indican las hojas técnicas, además hay equipo que debe construirse como los silos de retención de granos y la banda transportadora de sacos. Como en el diseño se está considerando una expansión en el futuro, la marca actual de la maquinaria puede variar, ya que las diferencias las absorbe el margen extra que se está tomando.

Figura 41. Distribución de maquinaria



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Tabla XXIV. **Cálculo de superficies y necesidades de máquinas e instalaciones**

Equipo y Maquinaria			ESPACIO REQUERIDO					NECESIDADES					
No.	Nombre	Marca	Ancho	largo	Altura / Profundidad	Área necesaria	Cubaje	Trabajadores	Silo de retención	Potencia	Aire comprimido	Combustible	Agua
1	Tolva de alimentación a proceso	N/A	2.00	3.00	3.00	6.00	18.00	5	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
2	Elevador de tolva de alimentación	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
3	Trilla de café*	Pinhalense	2.25	1.25	1.90	2.81	5.34	1	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
4	Elevador de trilla	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
5	Cascabilera	N/A	1.50	1.60	7.00	2.40	16.80	1	N/A	SÍ	NO	NO	NO
6	Clasificadora por tamaño*	Pinhalense	2.00	3.00	2.35	6.00	14.10	1	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
7	Elevador de clasificadora por tamaño	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
8	Clasificadora por densidad*	Pinhalense	1.90	3.20	3.20	6.08	19.46	1	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
9	Elevador de primeras de densimétricas	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
10	Elevador de recírculo de densimétricas	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
11	Elevador de terceras de densimétricas	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
12	Silo para subproductos	N/A	1.10	2.10	3.00	2.31	6.93	1	N/A	SÍ	NO	NO	NO
13	Banda de escogido manual	N/A	2.10	7.00	1.00	14.70	14.70	12	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
14	Elevador de banda de escogido manual	N/A	0.30	0.75	4.50	0.23	1.01	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
15	Estación de empaque	N/A	1.70	2.30	3.30	3.91	12.90	2	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
16	Elevador de mezcladora	N/A	0.60	1.35	10.00	0.81	8.10	N/A	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
17	Mezcladora	N/A	5.50	5.50	9.00	30.25	272.25	5	N/A	SÍ	SÍ	NO	NO
18	Transportadora de sacos	N/A	1.50	5.65	4.00	8.48	33.90	1	N/A	SÍ	NO	NO	NO
19	Estación de aire comprimido	Campbell hausefeld	1.00	1.00	1.55	1.00	1.55	1	N/A	SÍ	N/A	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Ubicación del equipo

El equipo que se utilizará en el beneficio de café seco que contribuye tanto en los procesos primarios como secundarios de la planta se describe a continuación:

- Compresor de aire

Debido a que el proceso de trillar café en pergamino seco produce bastante polvillo es necesario contar con un equipo de aire comprimido para desplazar el polvo y cascarillas para contribuir al buen desempeño de la maquinaria y mantener el ornato dentro de las instalaciones. Debido a las características del café no se puede utilizar algún método de limpieza que incluya líquido o que provoque humedad, debido a que deteriora la calidad del grano. El equipo de aire comprimido deberá situarse en un punto central del área de maquinaria e instalar tuberías para colocar tomas de aire en toda el área.

- Banda transportadora de sacos

La banda transportadora de sacos es un equipo móvil, dado que su función es subir a determinada altura los sacos en cualquier parte de la bodega de materia prima, como en la bodega de producto terminado. Deberá de almacenarse cuando no se esté usando en un lugar donde no interfiera con el movimiento de café ni genere una condición de riesgo para los trabajadores.

- Carretillas de mano

Los sacos se trasladan por medio de carretillas metálicas de dos ruedas que tienen capacidad de trasladar hasta 600 libras de café, para conservarlas en buen estado y mantener el orden dentro del beneficio se deberán de almacenar en el área designada.

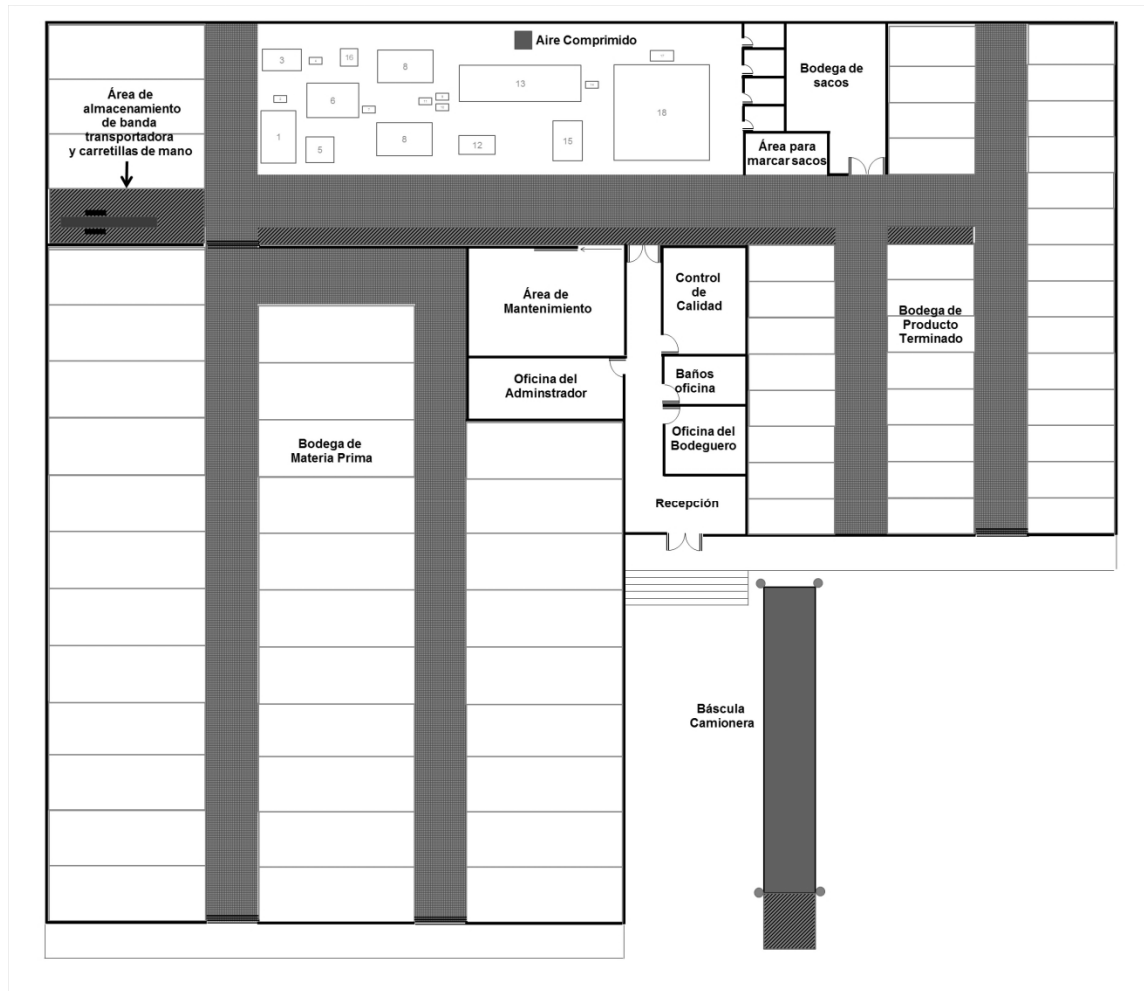
- Báscula camionera

Este equipo es el encargado de determinar el peso de un vehículo de carga, deberá situarse en la parte exterior de la nave industrial lo más próximo a las áreas de carga y descarga. Puede estar a la intemperie y es necesario ubicarla en un espacio donde puedan maniobrar cabezales con furgones de hasta 45 pies de largo. Las dimensiones de la báscula son: 18 metros de largo por 3 metros de ancho.

- Equipo para análisis físico de granos y catación

Este equipo se deberá de ubicar en un área específica para controlar la calidad del producto y del proceso. Deberá situarse cerca del área de producción para reducir el tiempo de traslado del operario en tomar muestras del proceso y regresar al laboratorio a analizarlo.

Figura 42. **Distribución del equipo dentro de las instalaciones**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

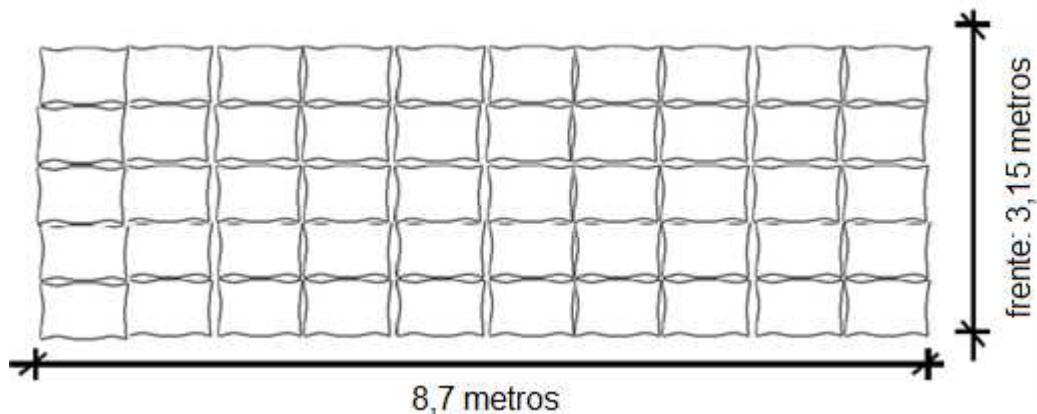
4.4.3. **Zonas de almacenamiento**

Para la planta de producción de café en pergamino seco se necesitan definir tres áreas de almacenamiento:

- Almacenamiento de café en pergamino seco

Se espera recibir alrededor de 50 000 quintales de café en pergamino seco para la producción durante una cosecha cafetalera, el tiempo de recepción del producto en promedio varía entre 3 a 5 meses dependiendo de la cosecha. El café en pergamino seco envasado en sacos se almacena sobre tarimas de madera en espacios de 3,15 metros de ancho por 8,70 metros de largo, dejando un espacio de 30 centímetros de distancia entre la plancha de café y la pared en tendidos como se muestra a continuación

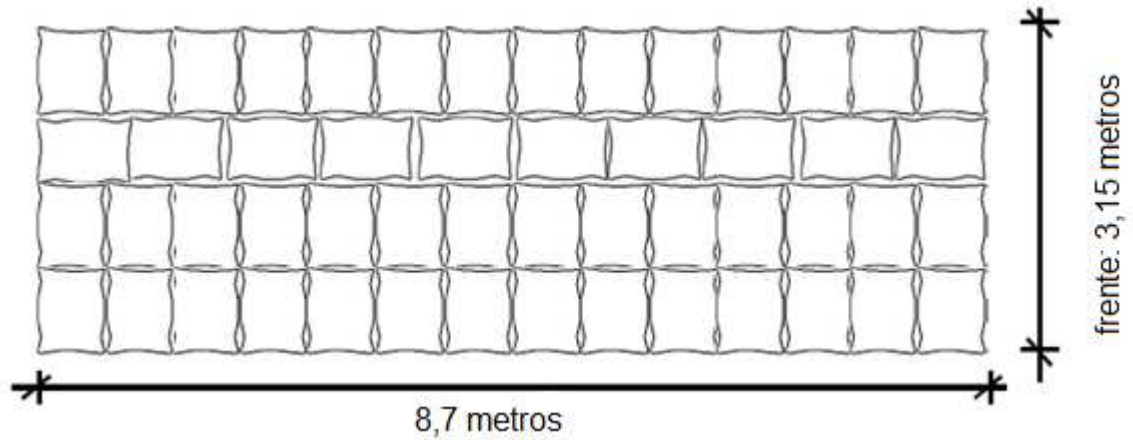
Figura 43. **Tendida de sacos de café pergamino - distribución A**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Con la anterior distribución de sacos se tienen una capacidad de 50 sacos por tendida.

Figura 44. **Tendida de sacos de café pergamino – distribución B**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Con la anterior distribución de sacos se tienen una capacidad de 52 sacos por tendida.

Para armar una plancha de café se deben de alternar ambas distribuciones para crear un amarre entre los sacos y lograr la estabilidad completa de la plancha.

Las planchas de café en pergamino tendrán una capacidad máxima de 24 tendidos alternados, con esto se calcula la altura teórica de una plancha de café:

Altura teórica de una plancha = altura teórica de un saco x número de tendidas por plancha

Altura teórica de una plancha = 0,22 metros x 24

Altura teórica de una plancha = 5,28 metros

Ahora se determina el número teórico de sacos que podrá almacenarse en una plancha de café con la configuración antes descrita:

Cantidad de sacos por plancha = cantidad de sacos por tendida con la distribución A por (total de tendidas por plancha / 2) + cantidad de sacos por tendida con la distribución B por (total de tendidas por plancha / 2)

Cantidad de sacos por plancha = $(50 \times (24 / 2)) + (52 \times (24 / 2))$

Cantidad de sacos por plancha = $(50 \times 12) + (52 \times 12)$

Cantidad de sacos por plancha = $(600) + (624)$

Cantidad de sacos por plancha = 1 224 sacos

Para determinar la capacidad máxima de la bodega se multiplica la cantidad de sacos por plancha por el número de espacios dentro de la bodega.

Capacidad máxima teórica de la bodega M.P = $1\ 224 \times 35$

Capacidad máxima teórica de la bodega M.P. = 42 840 sacos

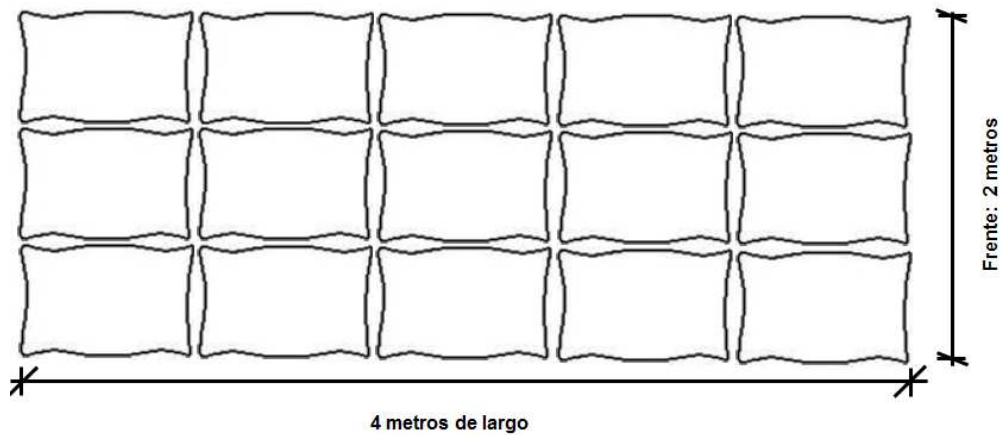
- Almacenamiento de café en oro

Como se mencionó anteriormente el café en oro no debe de almacenarse por mucho tiempo para conservar la calidad del producto, por ello la capacidad de la bodega de café en oro es menor al oro resultante de procesar todo el café en pergamino que pueda almacenar la bodega de materia prima.

El café en oro calidad primeras se envasa en sacos y de igual manera que el café en pergamino seco se almacena sobre tarimas de madera, en espacios de 2 metros de ancho por 5 metros de largo, dejando un espacio de

30 centímetros de distancia entre la plancha de café y la pared en tendidos como se muestra en figura 45.

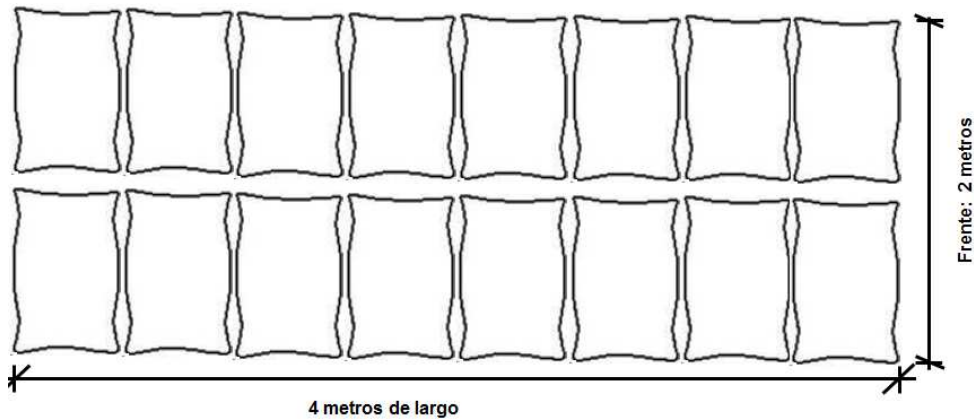
Figura 45. **Tendida de sacos de café en oro - distribución A**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Con la anterior distribución de sacos se tienen una capacidad de 15 sacos por tendida.

Figura 46. **Tendida de sacos de café en oro -distribución B**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Con la anterior distribución de sacos se tienen una capacidad de 16 sacos por tendida.

Para armar una plancha de café se deben de alternar ambas distribuciones para crear un amarre entre los sacos y lograr la estabilidad completa de la plancha.

Las planchas de café en pergamino tendrán una capacidad máxima de 20 tendidos alternados, con esto se puede calcular la altura teórica de una plancha de café:

Altura teórica de una plancha = altura teórica de un saco x número de tendidas por plancha

Altura teórica de una plancha = 0,20 metros x 20

Altura teórica de una plancha = 4 metros

Ahora se determina el número de sacos teóricos que podrá almacenarse en una plancha de café con la configuración antes descrita:

Cantidad de sacos por plancha = cantidad de sacos por tendida con la distribución A por (total de tendidas por plancha / 2) + cantidad de sacos por tendida con la distribución B por (total de tendidas por plancha / 2)

Cantidad de sacos por plancha = $(15 \times (20 / 2)) + (16 \times (20 / 2))$

Cantidad de sacos por plancha = $(15 \times 10) + (16 \times 10)$

Cantidad de sacos por plancha = $(150) + (160)$

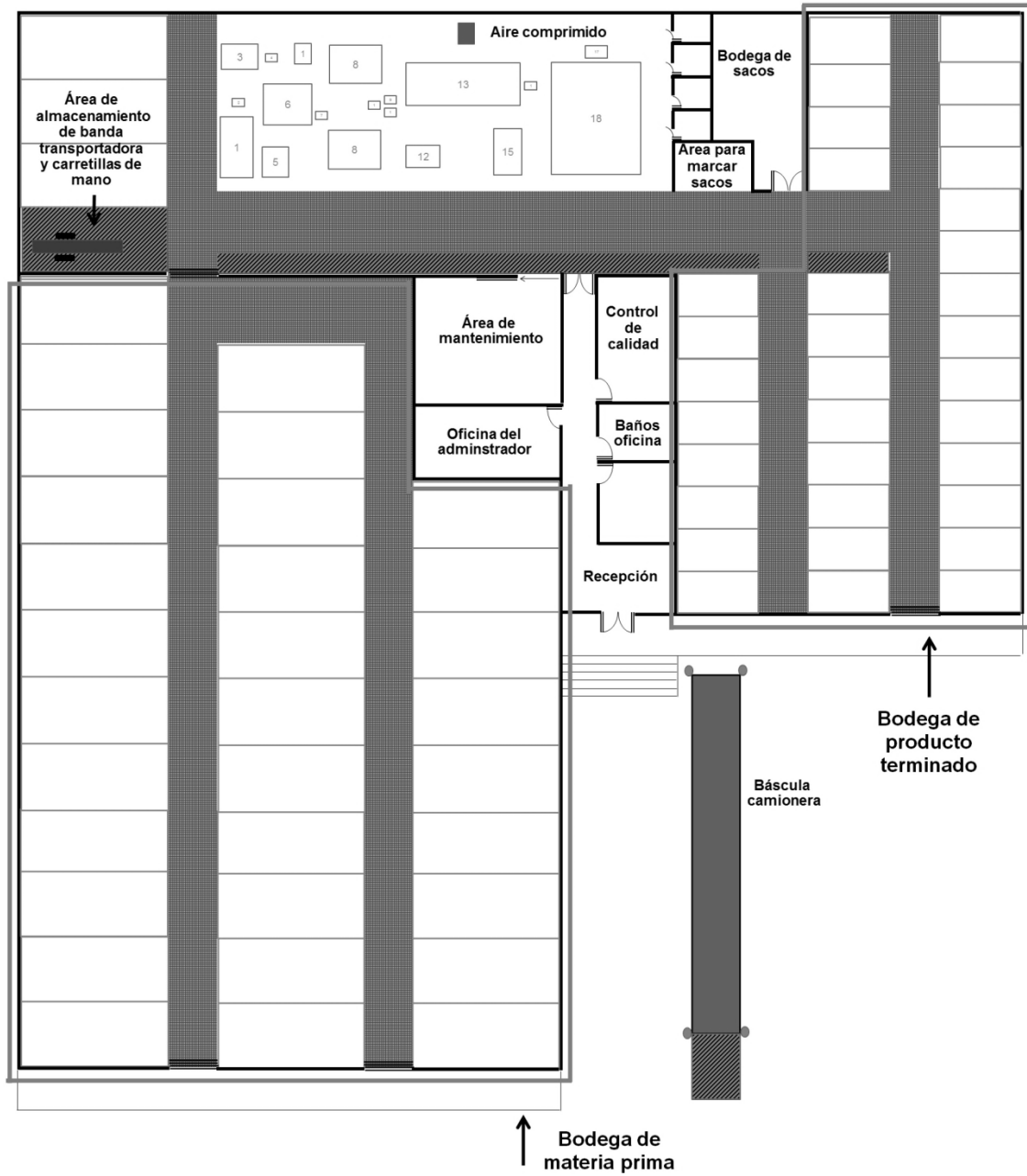
Cantidad de sacos por plancha = 310 sacos

Para determinar la capacidad máxima de la bodega se multiplica la cantidad de sacos por plancha por el número de espacios dentro de la bodega.

Capacidad máxima teórica de la bodega P.T. = 310×34

Capacidad máxima teórica de la bodega P.T. = 10 540 sacos

Figura 47. **Distribución de zonas de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1. Costo total del proyecto

Con base en el diseño propuesto para la planta de producción de café en pergamino seco en la ciudad de Huehuetenango se realizan los cálculos de los costos estimados para su construcción los cuales se detallan en el contenido de este capítulo y se resumen en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Costos totales para la elaboración del proyecto**

Descripción		Costo unitario	Sub total	%
Terreno	Costo del terreno	Q2 761 470	Q3 102 410	31
	Preparación del terreno	Q55 000		
	Instalación de desagües	Q37 000		
	Muro perimetral	Q248 940		
Edificio industrial	Estructura metálica	Q1 910 832	Q5 426 703	55
	Paredes	Q1 531 746		
	Techo	Q680 885		
	Piso	Q1 104 622		
	Iluminación	Q75 843		
	Accesos	Q112 050		
	Divisiones entre áreas	Q10 725		
Maquinaria y Equipo	Maquinaria	Q790 000	Q1 195 000	12
	Equipo	Q405 000		
Áreas complementarias	Garita	Q12 530	Q135 442	1
	Jardinización	Q22 268		
	Oficinas	Q93 004		
	Baños	Q7 640		
Totales		Q9 859 558	Q9 859 555	100

Tipo de cambio de referencia por dólares estadounidenses a febrero de 2018: 7.35801

Fuente: elaboración propia.

A continuación se detallan los costos mencionados en la tabla XXV.

5.1.1. Terreno

Dado que la empresa no posee actualmente un terreno ubicado en la ciudad de Huehuetenango, se realizó el estudio sobre la localización que mejor se adapte al proceso y necesidades de la planta de producción de café en pergamino seco, se prevé varios costos relacionados directamente al proceso de adquisición y preparación del terreno que se describen a continuación:

5.1.1.1. Costo del terreno

En el capítulo dos se realizó el análisis de localización donde se obtuvo como resultado que el área idónea para instalar la planta de producción de café en pergamino seco es dentro de la aldea Chivacabé en el departamento de Huehuetenango. El costo por metro cuadrado dentro de esta área es de Q.450,00

Según el diseño propuesto se necesita un terreno con las siguientes dimensiones:

- Largo = 100,60 metros.
- Ancho = 61 metros.
- Área = largo x ancho = 6 136,60 metros cuadrados
- Costo del terreno por metro cuadrado = Q.450,00
- Costo estimado del terreno = Q.2 761 470,00

5.1.1.2. Preparación del terreno

Al realizar un recorrido donde se ubican los terrenos disponibles dentro del área de aldea Chivacabé, Huehuetenango, Huehuetenango, se observa que la mayoría necesita primero adecuar el terreno para construir la nave industrial en él, dado las irregularidades que poseen.

Los resultados que se desean obtener con la preparación del terreno son los siguientes:

- Contar con una superficie plana en toda el área del terreno.
- Compactar lo máximo posible el suelo del terreno.
- Retirar materias orgánicas y tierra vegetal.
- Retirar piedras grandes y preparar el terreno para instalar desagües.

El costo de realizar esta operación con maquinaria pesada para construcción en un terreno de 6 136,60 metros cuadrados es de: Q.55 000,00.

5.1.1.3. Drenajes

La construcción de un sistema de drenaje es muy importante para evitar inundaciones durante el proceso de construcción de la nave industrial. Se debe utilizar como base el plano de las instalaciones para ubicarlos en los lugares necesarios y considerar el flujo de agua y desechos que transitarán en él, así como dejar un plano del sistema para facilitar su mantenimiento preventivo o correctivo en el futuro.

El proceso de construcción del sistema de drenajes se combina con la preparación del terreno, ya que la maquinaria pesada de construcción será la encargada de realizar las excavaciones para instalar la tubería.

El costo de la construcción del sistema de drenajes para el plano diseñado es de: Q.37 000,00

5.1.1.4. Muro perimetral del terreno

Un punto muy importante al momento de adquirir el terreno es delimitar sus dimensiones físicamente basándose en el plano catastrado. Para ello se construirá un muro perimetral con las especificaciones descritas en el capítulo tres.

Para obtener la distancia lineal del muro perimetral, es necesario calcular el perímetro del terreno, el cual se calculó de la siguiente manera:

- Largo del terreno = 100,60 metros
- Ancho del terreno = 61 metros

El perímetro es igual a la suma de todos sus lados:

$$P = (\text{largo} \times 2) + (\text{ancho} \times 2)$$

$$P = (100,6 \times 2) + (61 \times 2)$$

$$P = 323,20 \text{ metros lineales.}$$

El costo de instalación del muro perimetral en el área de aldea Chivacabé municipio de Huehuetenango, Huehuetenango para el diseño propuesto según cotización (ver anexo 5), es de: Q.248 940,90

5.1.2. Edificio

El costo de construir el edificio industrial con las dimensiones propuestas en el diseño de la planta para procesar café en pergamino seco se presupuestó a una compañía que se dedica a realizar este tipo de estructuras considerando la ubicación en el municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango.

El costo de la construcción del edificio industrial está compuesto por tres galpones que se detallan a continuación:

- Galpón núm. 1.

Esta estructura contendrá parte del área de almacenamiento de materia prima y parte del área de producción. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo = 50,60 metros

Ancho = 21 metros

- Galpón núm. 2.

Esta estructura contendrá el resto del área de almacenamiento de materia prima y parte del área de producción. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo = 50,60 metros

Ancho = 19 metros

- Galpón núm. 3.

Esta estructura contendrá el área de almacenamiento de producto terminado y área de almacenamiento de sacos. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo = 28,35 metros

Ancho = 21 metros

Costo de la estructura de acero: Q.1 910 832,00

5.1.2.1 Paredes

Como se menciona en el diseño propuesto las paredes serán de bloques de cemento sostenidos por columnas de concreto armado.

Para realizar el cálculo del costo de las paredes es necesario determinar el área de paredes a instalar y se resume en el siguiente cuadro:

Tabla XXVI. **Listado de paredes por construir en la nave industrial**

Descripción	Largo (metros)	Alto (metros)	Área (metros cuadrados)	Costo
Bodega M.P. / exterior	50,60	7,00	354,20	Q 228 459,00
Bodega M.P. / exterior A. descarga	27,00	7,00	189,00	Q 121 905,00
Bodega M.P. / exterior báscula	22,05	7,00	154,35	Q 99 555,75
Bodega M.P. / A. producción	21,00	7,00	147,00	Q 94 815,00
Bodega M.P. / mantenimiento	6,30	7,00	44,10	Q 28 444,50
Bodega M.P. / Of. administrador	3,15	7,00	22,05	Q 14 222,25
A. Producción / exterior	12,60	7,00	88,20	Q 56 889,00
A. Producción + P. terminado / exterior	61,00	7,00	427,00	Q 275 415,00

Continuación de la tabla XXVI.

A. Producción + A. mantenimiento + bodega de M.P.	32,00	7,00	224,00	Q 144 480,00
P. Terminado / exterior	28,35	7,00	198,45	Q 128 000,25
P. Terminado / exterior A. carga	21,00	7,00	147,00	Q 94 815,00
P. Terminado / oficinas	15,75	7,00	110,25	Q 71 111,25
A. mantenimiento	15,30	3,00	45,90	Q 29 605,50
Recepción	5,00	7,00	35,00	Q 22 575,00
Bodega de sacos	20,30	7,00	142,10	Q 91 654,50
Baños personal operativo	10,50	3,00	31,50	Q 20 317,50
Área para marcar sacos	4,90	3,00	14,70	Q 9 481,50
Área total de pared en metros cuadrados			2 374,80	Q1 531 746,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.2 Techo

Comprende la instalación de 699 láminas troqueladas esmaltadas al horno calibre 26, y 57 láminas de polipropileno sobre el techo de las tres bodegas. Además la construcción e instalación del monitor según diseño.

Tabla XXVII. **Costo del techo de la nave industrial**

Descripción	Láminas galvanizadas		Láminas de polipropileno		Total
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	
Galpón 1	294	Q 275,00	24	Q 380,00	Q 89 970,00
Galpón 2	233	Q 275,00	19	Q 380,00	Q 71 295,00
Galpón 3	172	Q 275,00	14	Q 380,00	Q 52 620,00
Mano de obra total					Q467 000,00
Total de costo de materiales + instalación					Q680 885,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.3 Piso

Comprende la construcción de 2 869,15 metros cuadrados de piso de concreto de 4 000 psi, de 15 centímetros de espesor, sin refuerzo, la superficie será alisada y sisado en cuadros de 3,00 x 3,00, con sello de sisas de material elastómero.

Los costos se resumen en la tabla XXVIII:

Tabla XXVIII. **Área de piso por construir en el edificio industrial**

Descripción	Área (m ²)	Tipo de piso	Costo por m ²	Costo Total
Bodega M.P.	1 613,10	cemento	Q 385,00	Q 621 043,50
Bodega P.T.	531,15	cemento	Q 385,00	Q 204 492,75
Área de producción	504,00	cemento	Q 385,00	Q 194 040,00
Bodega de sacos	40,20	cemento	Q 385,00	Q 15 477,00
Área para marcar sacos	6,00	cemento	Q 385,00	Q 2 310,00
Área de mantenimiento	56,70	cemento	Q 385,00	Q 21 829,50
Áreas de carga/descarga	118,00	cemento	Q 385,00	Q 45 430,00
Total				Q 1 104 622,75

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Interior del edificio

En esta parte se consideran los siguientes costos relacionados con la parte funcional del edificio industrial:

5.1.3.1. Iluminación

En el capítulo tres se realizaron los cálculos para determinar el número de luminarias que se necesita instalar en cada área de la planta de producción de café en pergamino seco.

Con base en el número de luminarias determinado se resume el costo en la siguiente tabla:

Tabla XXIX. Costo de luminarias por área

Descripción	Tipo de luminaria	Cantidad	Costo unitario	Total
Bodega M.P.	Lámpara LED 100W alta bahía	17	Q 1 467,00	Q24 939,34
Bodega P.T.	Lámpara LED 100W alta bahía	11	Q 1 467,00	Q16 137,22
Área de producción	Lámpara LED 100W alta bahía	14	Q 1 467,00	Q20 538,28
Bodega de sacos	Lámpara LED 100W alta bahía	1	Q 1 467,00	Q 1 467,02
Áreas de carga/descarga	Lámpara LED 100W alta bahía	6	Q 1 467,00	Q 8 802,12
Área para marcar sacos	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	2	Q 220,00	Q 440,00
Área de mantenimiento	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	16	Q 220,00	Q 3 520,00
Total				Q75 843,98

Fuente: elaboración propia.

5.1.3.2. Accesos

Según las necesidades de cada área se instalarán accesos que cumplan con los requisitos previamente descritos en este documento.

En la tabla XXX se resume el costo de cada acceso por área:

Tabla XXX. **Costos de compra e instalación de accesos al edificio industrial y sus diferentes áreas**

Descripción	Tipo de acceso	Cantidad	Costo unitario	Total
Bodega M.P.	Persiana eléctrica enrollable de 3 x 4 metros	2	Q19 500,00	Q 39 000,00
Bodega P.T.	Persiana eléctrica enrollable de 3 x 4 metros	2	Q19 500,00	Q 39 000,00
Área de producción	Puerta metálica de dos hojas	1	Q 1 200,00	Q 1 200,00
Bodega de sacos	Puerta metálica de dos hojas	1	Q 1 200,00	Q 1 200,00
Área de mantenimiento	Puerta metálica corrediza	1	Q 1 650,00	Q 1 650,00
Instalaciones general	Portón corredizo de acceso principal	1	Q30 000,00	Q 30 000,00
Total				Q112 050,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.3.3. Divisiones entre áreas

Las divisiones entre áreas se realizarán por medio de paredes internas de 3 metros de altura. Por las actividades que se realizan dentro no es necesario que sean tan altas. Los costos de construcción fueron calculados en la sección de paredes en este mismo capítulo, ahora se estima el costo de pintar estos ambientes, como se muestra a continuación:

Tabla XXXI. **Costo de aplicación de pintura a áreas de oficinas**

Descripción	Área (metros cuadrados)	Costo por metro cuadrado	Costo total
Área de mantenimiento	85,80	Q 25,00	Q 2 145,00
Of. Administrador	69,90	Q 25,00	Q 1 747,50
Of. Bodeguero	51,00	Q 25,00	Q 1 275,00
Of. Control de calidad	64,80	Q 25,00	Q 1 620,00
Baños oficinas	45,00	Q 25,00	Q 1 125,00
Pasillo oficinas	67,80	Q 25,00	Q 1 695,00
Recepción.	44,70	Q 25,00	Q 1 117,50
Costo total de pintura + aplicación			Q10 725,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.4. Área de producción

El espacio que se reservó para el área de producción incluye inicialmente la maquinaria y equipo indispensable para el buen funcionamiento de la planta para producción de café en pergamino seco, según el proceso adoptado, el cual se describe los costos a continuación.

5.1.4.1. Maquinaria y equipo

Se detalla el costo de la maquinaria y equipo que se necesita esencialmente, se cotizó con una marca aceptada en el mercado y sirve únicamente como referencia para concientizar de la inversión en maquinaria y equipo que se necesita realizar.

En las tablas XXXII y XXXIII se resumen los costos de la maquinaria y equipo que se sugiere según el proceso adoptado.

Tabla XXXII. **Costo de la maquinaria sugerida**

Nombre	Marca	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Trilla de café*	Pinhalense	1	Q 225 000,00	Q 225 000,00
Clasificadora por tamaño*	Pinhalense	1	Q 125 000,00	Q 125 000,00
Clasificadora por densidad*	Pinhalense	2	Q 195 000,00	Q 390 000,00
Banda de escogido manual	Sin marca	1	Q 50 000,00	Q 50 000,00
Costo Total				Q 790 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Costo del equipo sugerido**

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tolva de alimentación a proceso	1	Q 25 000,00	Q 25 000,00
Elevador de tolva de alimentación	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Elevador de trilla	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Silo para cascabillo	1	Q 10 000,00	Q 10 000,00
Elevador de clasificadora por tamaño	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Elevador de primeras de densimétricas	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Elevador de recírculo de densimétricas	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Elevador de terceras de densimétricas	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Silo para subproductos	1	Q 10 000,00	Q 10 000,00
Elevador de banda de escogido manual	1	Q 16 500,00	Q 16 500,00
Estación de empaque	1	Q 75 000,00	Q 75 000,00

Continuación de la tabla XXXIII.

Elevador de mezcladora	1	Q 18 000,00	Q 18 000,00
Mezcladora	1	Q 80 500,00	Q 80 500,00
Transportadora de sacos	1	Q 48 000,00	Q 48 000,00
Estación de aire comprimido	1	Q 23 000,00	Q 23 000,00
Costo Total			Q405 000,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.4.2 Requerimientos para instalación de maquinaria y equipo

Los requerimientos para la instalación de la maquinaria y equipo sugerido en este diseño se detallan en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. **Requerimientos relacionados al diseño del edificio para instalar la maquinaria y equipo sugeridos**

Nombre de la maquinaria o equipo	Fosa	Base reforzada a nivel de piso	Instalación eléctrica	Toma de aire comprimido	Toma de combustible	Toma de agua o desagüe
Tolva de alimentación a proceso	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO
Elevador de tolva de alimentación	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Trilla de café*	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Elevador de trilla	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Silo para cascabillo	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
Clasificadora por tamaño*	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Elevador de clasificadora por tamaño	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Clasificadora por densidad*	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO

Continuación de la tabla XXXIV.

Elevador de primeras de densimétricas	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Elevador de recírculo de densimétricas	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Elevador de terceras de densimétricas	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Silo para sub-productos	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO
Banda de escogido manual	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
Elevador de banda de escogido manual	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO
Estación de empaque	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Elevador de mezcladora	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	NO
Mezcladora	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Transportadora de sacos	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO
Estación de aire comprimido	NO	NO	SÍ	N/A	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

5.1.5. Áreas complementarias

Los costos relacionados a la construcción y habilitación de estas áreas se describen a continuación:

5.1.5.1 Garita

El detalle de los costos para construir la garita de seguridad donde se ubican los agentes para recibir a las personas que deseen ingresar a las instalaciones se resume en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Costos de construcción de garita de seguridad**

Descripción	Área (metros cuadrados)	Costo por metro cuadrado / Unidad	Costo total
Paredes	48,00	Q 65,00	Q 3 120,00
Terraza	13,00	Q 350,00	Q 4 550,00
Puerta metálica de una hoja para garita	N/A	Q 500,00	Q 500,00
Puerta metálica de una hoja para baño	N/A	Q 300,00	Q 300,00
Piso de cemento	13,00	Q 85,00	Q 1 105,00
Artículos para baño	N/A	Q 555,00	Q 555,00
Ventana de vidrio blindado	N/A	Q 2 400,00	Q 2 400,00
Costo total			Q12 530,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.5.2 Jardinería

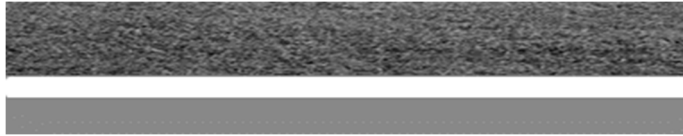
Para la mejora de la estética de la planta para procesar café en pergamino seco se sembrará césped en las orillas de las áreas de estacionamiento.

El costo para construir estos bordillos por metro lineal es de: Q.175,00 y se tienen 127,25 metros lineales de área para construir el bordillo.

El costo total es de: Q.22 268,75

El diseño del bordillo que se construirá en toda el área de parqueos fuera de las bodegas de la planta de producción se muestra a continuación:

Figura 48. **Diseño del bordillo con césped – vista planta**



Fuente: elaboración propia.

5.1.5.3 Oficinas

A continuación se resumen los costos para la construcción de las oficinas dentro de la nave industrial

Tabla XXXVI. **Costos asociados a las oficinas de la planta de producción de café en pergamino seco**

- Costo del piso

Descripción	Área (m ²)	Tipo de piso	Costo por m ²	Costo Total
Of. administrador	28,35	cerámico	Q 185,00	Q 5 244,75
Of. bodeguero	20,00	cerámico	Q 185,00	Q 3 700,00
Control de calidad	31,50	cerámico	Q 185,00	Q 5 827,50
Baños oficinas	15,00	cerámico	Q 185,00	Q 2 775,00
Pasillo oficinas	26,60	cerámico	Q 185,00	Q 4 921,00
Recepción.	17,15	cerámico	Q 185,00	Q 3 172,75
Totales				Q 25 641,00

Continuación de la tabla XXXVI.

- Costo del techo

Descripción	Área (m ²)	Tipo de techo	Costo por m ²	Costo Total
Of. administrador	28,35	Concreto	Q 405,00	Q 11 481,75
Of. bodeguero	20,00	Concreto	Q 405,00	Q 8 100,00
Control de calidad	31,50	Concreto	Q 405,00	Q 12 757,50
Baños oficinas	15,00	Concreto	Q 405,00	Q 6 075,00
Pasillo oficinas	26,60	Concreto	Q 405,00	Q 10 773,00
Recepción.	17,15	Concreto	Q 405,00	Q 6 945,75
Totales				Q 56 133,00

- Costo de la iluminación

Descripción	Tipo de luminaria	Cantidad	Costo unitario	Total
Of. Administrador	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	4	Q 310,00	Q 1 240,00
Of. Bodeguero	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	3	Q 310,00	Q 930,00
Control de calidad	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	10	Q 310,00	Q 3 100,00
Baños oficinas	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	2	Q 310,00	Q 620,00
Pasillo oficinas	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	3	Q 310,00	Q 930,00
Recepción	Lámpara de 2' x 2' tipo led de 36 W	1	Q 310,00	Q 310,00
Totales				Q 7 130,00

Continuación de la tabla XXXVI.

- Costo de las puertas

Descripción	Tipo de acceso	Cantidad	Costo unitario	Total
Of. administrador	Puerta de MDF de una hoja	1	Q 450,00	Q 450,00
Of. bodeguero	Puerta de MDF de una hoja	1	Q 450,00	Q 450,00
Control de calidad	Puerta de MDF de una hoja	1	Q 450,00	Q 450,00
Baños oficinas	Puerta de MDF de una hoja	1	Q 450,00	Q 450,00
Recepción	Puerta de vidrio de dos hojas	1	Q 2 300,00	Q 2 300,00
Totales				Q 4 100,00
Costos Totales				Q 93 004,00

Fuente: elaboración propia.

5.1.5.4. Baños

Los costos asociados a la construcción de los baños para el personal operativo se detallan a continuación:

- Piso

Se construirá piso de cemento alisado, el área por cubrir es de 15,00 metros cuadrados con un costo de Q.85,00 por metro cuadrado se tiene un total de Q.1 275,00

- Techo

Se construirá un techo de concreto, el área por cubrir es de 15,00 metros cuadrados con un costo de Q.350,00 por metro cuadrado se tiene un total de Q.5 250,00

- Puertas

Se instalarán puertas metálicas de una hoja con chapa tipo pasador, cada una con un costo de Q.225,00, para cada uno de los 4 baños se tiene un total de Q.900,00.

- Iluminación

Se instalará una lámpara tipo led circular de 22 W con un costo de Q.53,75, en cada uno de los 4 baños se obtiene un total de: Q.215,00

- Accesorios para baños

Se instalará por cada baño un inodoro y un lavamanos con los siguientes valores:

Inodoro: Q.399,95

Lavamanos: Q.154,95

Costo de instalación: Q.200,00

Costo por baño: Q.754,90

Costo de instalación de los accesorios para los cuatros baños: Q.3 019,60

El costo total por la construcción de los baños para el personal operativo dentro de la planta es de: Q.7 640,00

5.1.5.5. Áreas sociales

En el diseño propuesto de las instalaciones para la planta de producción de café en pergamino seco calidad gourmet dentro de la ciudad de Huehuetenango, no se propone la construcción de un área social para los colaboradores, sin embargo, se cuenta con suficiente espacio para autorizar a que un tercero instale una caseta móvil para comida dentro de las instalaciones y brindarles el servicio de alimentación a los colaboradores. Esto no genera ningún costo adicional en la elaboración del proyecto.

CONCLUSIONES

1. Dado los resultados obtenidos al realizar el estudio de localización de la planta, se determinó la ubicación dentro del área de aldea Chivacabé municipio de Huehuetenango, que cumple con las especificaciones necesarias para que la planta de producción de café en pergamino seco pueda funcionar sin complicaciones técnicas ni legales, aprovechando de mejor manera los recursos disponibles.
2. El diseño de la infraestructura fue realizado con base en las necesidades planteadas por la empresa y la región, así también considerando las eventualidades que puedan darse en un futuro a mediano y largo plazo. Cada aspecto del diseño de las instalaciones fue estudiado de manera independiente y luego relacionado con las partes que interactuarán con él para evaluar su desempeño.
3. Los análisis técnicos cumplen con las necesidades de iluminación, ventilación y mantenimiento, y el diseño propuesto realizado con base en métodos de ingeniería de plantas como cavidad zonal y rendimiento para determinar la cantidad y distribución de luminarias, según la actividad que se realice en cada área, se calculó el sistema de ventilación para renovar los 31 322,20 metros cúbicos de aire por hora que contribuyen a mantener un ambiente satisfactorio.
4. Luego de realizar el estudio de distribución de planta, se propone dentro del diseño de las instalaciones la distribución de la maquinaria, equipo y departamentos necesarios para integrar la planta para la producción de

café en pergamino seco y obtener una capacidad de procesamiento de 100 quintales de café en pergamino por hora que cubre con la demanda de 50 000 quintales anuales que se estima comprar.

5. Con base en el diseño propuesto se estima una inversión total de Q.9 859 555 equivalentes a US\$.1 339 975 según el tipo de cambio de referencia de Q.7,35801/US\$ y se desglosa de la siguiente manera: Q.3 102 410 costo del terreno, Q. 5 562 145 costo de la construcción de la nave industrial y Q.1 195 000 el costo de la maquinaria propuesta. El costo del terreno e infraestructura de planta por metro cuadrado es de: US\$.191/m².

RECOMENDACIONES

1. Localizar un terreno dentro del área determinada que cumpla con las dimensiones y especificaciones que se describen en este documento.
2. Asegurarse que se cumplan los diseños propuestos de manera exacta y si es necesario realizar alguna modificación, se debe de evaluar el impacto que pueda tener con el resto de aspectos del diseño.
3. Implementar un plan de mantenimiento preventivo mensual para conservar en buenas condiciones las instalaciones y los sistemas de iluminación y ventilación que se proponen en este diseño.
4. Evaluar los impactos en la producción de manera independiente y global antes de realizar un cambio en la distribución de la maquinaria o áreas de trabajo a la que se propone en este diseño.
5. Revisar y cumplir las leyes municipales, nacionales y ambientales del proceso de construcción de la planta para producir café en pergamino seco dentro de la ciudad de Huehuetenango.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Nacional del Café (Guatemala). *El Beneficio seco*. [en línea]. <http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=BeneficioHumedo_BeneficioSeco>. [Consulta: 6 de marzo de 2016].
2. BRACHO, Elías. *Capacidad de planta*. [en línea]. <<https://dl.dropboxusercontent.com/u/270808123/PI/TEMA3P2CapacidadyCalculodeMaquinas.pdf>>. [Consulta: 26 de abril de 2016].
3. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel. *Localización de instalaciones, administración de las operaciones*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Mar del Plata. Volumen 13. [en línea]. <http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf>. [Consulta: 10 de mayo de 2016].
4. CASP VANACLOCHA, Ana, *Diseño de industrias agroalimentarias*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra. España: Ediciones Mundi-Prensa, 2005. 276 p.
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Distribuidoras de electricidad en Guatemala*. [en línea]. <http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=105>. [Consulta: 12 de marzo 2016].

6. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Tipos de Tarifas*. [en línea]. <<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/usuario/Categorias%20tarifarias.html>>. [Consulta: 12 de marzo 2016].
7. FERNÁNDEZ, Antonio. *Edificios Industriales*. [en línea]. <<http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/EdIndFilminasClase2014Final.pdf>>. [Consulta: 11 de marzo de 2017].
8. GARCIA SABATER, José Pablo. *Diseño de sistemas Productivos y logísticos* [en línea]. <<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>>. [Consulta: 20 de abril de 2017]
9. Instituto Nacional de Estadística. *Caracterización departamental Huehuetenango*. [en línea]. <<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/07/20/yYXFscGDOuzXzAzSVWOzGnaa1WSaqajj.pdf>>. [Consulta: 10 de abril 2016].
10. ————. *República de Guatemala: Compendio estadístico de Educación 2013*. [en línea]. <<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/09/17/jO6xllGSskMn2WpçHQfga47xBoriOVcC.pdf>>. [Consulta: 3 de abril 2016].
11. LANDAETA Jeraldith. *Plantas Industriales*. Chile: Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, 2017. 186 p.

12. REYES MAYEN, Rodolfo. *Diseño de una planta de café tostado y molido*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 94 p.
13. RODRIGUEZ, Gerardo. *Manual de diseño industrial*. 3a ed. México: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., 2005. 96 p.
14. SALAZAR LOPEZ, Bryan. *Diseño y distribución en planta*. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>>. [Consulta: 14 de mayo de 2017].
15. SAMPIERI HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ-COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación*. 4a ed. México: McGraw-Hill. 2006. 265 p.
16. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Guatemala), *Plan de desarrollo Departamental de Huehuetenango: SEGEPLAN, 2011*. [en línea]. <<http://www.segeplan.gob.gt/portal/index.php/biblioteca-documental/category/61-huehuetenango?download=229:pdm-huehuetenango>>. [Consulta: 25 de marzo 2016].
17. SOLÍS SOTO, Ángel Cristian. *Localización y distribución de una planta industrial de café en el estado de Hidalgo*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Instituto de ciencias básicas e ingeniería, Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2008. 166 p.

18. TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: editorial Universitaria, 2012. 256 p.

19. YANES ALONZO, Nestor Armando. *Diseño y mejoramiento del sistema de planificación de la producción y plan de mantenimiento preventivo para un beneficio seco de café*. Trabajo de graduación Ing. Mecánico Industrial, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 206 p.

ANEXOS

Anexo 1. Datos meteorológicos de los departamentos

Localidad	Elevación Msnm).	Temperaturas	Absolutas	Precipitación	Brillo Solar	Humedad	Velocidad de Viento	Evaporación
		Max - Min (C.º)	Max - Min	(Milímetros)	TotalHrs/Pro medio Mes.	Relativa (en %)	(Kms/hr.)	(Milímetros)
Departamento de Huhuetenango								
Huhuetenango	1870	25.4 - 9.9	34.0 - -5.5	974.9	219	72	7.5	146.6
Cuilco	1120	30.7 - 14.8	40.6 - 3.5	985.2	-99	71	-99	-99
San Pedro Necta	1700	24.8 - 13.2	33.5 - 0.4	1475.3	-99	71	-99	-99
San Pedro Soloma	2260	19.3 - 7.4	29.0 - -3.0	2138.8	-99	86	-99	-99
Todos los Santos	2480	18.6 - 6.8	27.0 - -3.0	1256.3	99	85	-99	-99




Fuente: INSIVUMEH. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>. Consulta: mayo de 2017.

Anexo 2. Renovación de aire, número de veces por hora

Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémica	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas capítulo 3*.p.102

Anexo 4. **Tabla de coeficiente de utilización (k)**

distribución tipica	Pcc Pp	Reflectancia																
		60			70			50			30			10				
		70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	RCA	coeficientes de utilización, método cavidad zonal, Pcp = 20																
$\frac{c}{100}$ 	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
$\frac{c}{100}$ 	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.36	.28	.34	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.26	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19
$\frac{c}{100}$ 	1	.98	.96	.95					.92	.91	.90				.87	.86	.85	
	2	.94	.91	.89					.89	.87	.86				.85	.84	.83	
	3	.90	.87	.85					.87	.85	.83				.83	.82	.80	
	4	.87	.83	.81					.84	.81	.80				.81	.79	.78	
	5	.83	.80	.77					.81	.78	.76				.79	.77	.75	
	6	.81	.77	.75					.79	.76	.74				.77	.75	.73	
	7	.78	.74	.72					.76	.73	.71				.74	.72	.70	
	8	.75	.72	.69					.74	.71	.69				.72	.70	.68	
	9	.73	.69	.67					.72	.68	.66				.70	.68	.66	
	10	.70	.67	.64					.69	.66	.64				.68	.66	.64	

Fuente: TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 130.

Anexo 5. Cotización muro perimetral



Espacio Arquitectura.
Móvil: 4520 0211 / 59160986
Email: grupoespacio@hotmail.es
Web: espacioestudioarq.blogspot.com

- Nombre comercial: **Espacio, arquitectura y Diseño**
- Razón Social: **Espacio Arquitectura**
- Persona contacto (Nombre): **José Otoniel Calderón Ávila**
- Celular: **4520 0211 / 5916 0986**
- Sitio Web: **www.espacioestudioarq.blogspot.com**
- Dirección: **5 avenida 7-221 zona 1, Huehuetenango.**
- Correo electrónico: **grupoespacio@hotmail.es**
- NIT (Empresa): **3487448-8**
- Condiciones de pago: **65 % al inicio del proyecto, 25 % al cumplir el 50 % del avance físico y 10 % contra entrega del mismo.**

CIRCULACIÓN BODEGA WAELTI-SCHOENFELD, HUEHUETENANGO.

Descripción de proyecto:

El proyecto consiste en la construcción de 324 metros lineales de circulación de poste y blocon (Precon o Monolit según decisión del cliente) así como la fundición de cada agujero de poste en las medidas indicadas en los planos de construcción, también se ha considerado como un costo anexo la construcción de columnas para dar rigidez y un remate en la parte superior que se denomina solera final, también se consideró el sellado de placas para evitar movimiento.

A continuación se detalla cada renglón y se adjunta sus respectivos costos:

COSTOS INDIVIDUALES DESGLOSADOS BLOCON + POSTE PRECON:

PROYECTO CIRCULADO PRECON			
1	Blocon y poste PRECON	Q	105,995.00
2	Fundición de agujeros	Q	13,425.00
3	Mano de obra, supervisión, planos	Q	88,000.00
4	Sellado de placas	Q	2,350.00
5	Columnas porton	Q	3,000.00
	TOTAL	Q	212,770.00
	IVA + ISR	Q	36,170.90
	TOTAL	Q	248,940.90

Costo total doscientos cuarenta y ocho mil novecientos cuarenta con 90/100.

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 3 MESES

FORMA DE PAGO: 65 % al inicio del proyecto, 25 % al cumplir el 50 % del avance físico y 10 % contra entrega del mismo.

Fuente: E.S.P.A.C.I.O.

Anexo 6. **Cotización lámpara high bay**

**LAMPARA TIPO CAMPANA LED
HIGH BAY / LOW BAY**

Marca: LIGHT-TEC

WATT

100W

Color

BLANCO (6000K)

CAMPANA

ALUMINIO



Q1,467.02

Cantidad 1


Codigo: 100.20.LED

Zona 9: SI

Zona 4: Bajo pedido**

Fuente: E.S.P.A.C.I.O.


Anexo 7. Cotización pintura interior y exterior

FECHA: DÍA / MES / AÑO 21 / 09 / 17			COTIZACIÓN N° 0006115		
SEÑOR: Roberto Flores					
NIT: _____ CÓDIGO DE CLIENTE: _____					
FACTURA A NOMBRE DE: _____					
DIRECCIÓN: _____					
CONDICIONES DE PAGO:			PERSONA DE CONTACTO	TELÉFONO	
CONTADO: <input type="checkbox"/>			LUGAR DE DESPACHO		
CRÉDITO: <input type="checkbox"/> 15 DÍAS <input type="checkbox"/> 30 DÍAS <input type="checkbox"/>			Paleta Montufar		
CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	DESC	PRECIO TOTAL
1	galón	Dauostec Emarel Blanco Aceite	244.95	25%	183.71
1	galón	Dauostec Plus Blanco Latex	139.7	25%	134.25
					
TIENDA No. 17		VENDEDOR: Esteban	AUTORIZADO POR:		
NOMBRE CLIENTE		AUTORIZACIÓN DEL CLIENTE			
OBSERVACIONES					

ESTA COTIZACIÓN TIENE VALIDEZ POR _____ DÍAS

Fuente: La Paleta.

Anexo 8. Cotización accesorios para baño

 SAMBORO <small>Pisos • Azulejos • Fachadas</small>		COTIZACION	
ROBERTO FLORES CIUDAD.		Fecha de Cotizacion: 21/09/2017 Fecha de Impresion: 21/09/2017 Cotizacion No. COT-0126933-17 Pedido. Despacho. Codigo de Cliente: GUASV09A019 Codigo de Vendedor: CCANEL	
	Codigo: VCEPIBR031031A522TERM Cantidad: 2.00 Unidad de Medida: M2 Detalle del Producto: BRASILIA PISO CERAMICO 522 TERRACOTA 31.6 X 31.6 A Valor Unitario: 49.95	Valor Total: 99.90	
	Codigo: VLOLABR000000ABRABLAB Cantidad: 1.00 Unidad de Medida: U Detalle del Producto: BRASILIA LAVAMANOS REDONDO BLANCO Valor Unitario: 154.95	Valor Total: 154.95	
	Codigo: VLOPDBR000000ABRABLAB Cantidad: 1.00 Unidad de Medida: U Detalle del Producto: BRASILIA PEDESTAL REDONDO BLANCO Valor Unitario: 114.95	Valor Total: 114.95	
	Codigo: VLOSABR000000ABRABLAB Cantidad: 1.00 Unidad de Medida: U Detalle del Producto: BRASILIA SANITARIO REDONDO BLANCO Valor Unitario: 399.95	Valor Total: 399.95	
Codigo: FLETE_0G Detalle del Producto: FLETE PARA BODEGA ZONA 9 DETALLE G Valor Unitario: 1.00	Cantidad: 0.00 Unidad de Medida: U Valor Total: 0.00		
	Codigo: VADCEPG000020AXXXGRIX Cantidad: 1.00 Unidad de Medida: U Detalle del Producto: PEGATEC PLUS ADHESIVO PARA CERAMICA GRIS 20kg Valor Unitario: 26.95	Valor Total: 26.95	

Fuente: Samboro.

Anexo 9. Cotización persianas enrollables

GUATEMETAL

Ruta 3, 0-14, Zona 4
 Tels: 2332-3182 - 23316765 - 23344344
 portonesuuropeos@guatemetal.com
 www.guatemetal.com



PRESUPUESTO - CONTRATO

Nº M - 46

Cliete: Sr. Roberto Flores
 Dirección: Guatemala, Guatemala.
 Teléfono: 4009-6863
 E-mail: ing.roberto.a.flores@gmail.com
 Fecha: 12/09/2017

Descripción del producto

FABRICACIÓN E INSTALACION DE CORTINAS METÁLICAS			
Cantidad	Descripción		Valor
*	Cortina 1 / Bodega A		
*	Fabricación de cortina metálica de 3 x 4 metros		
*	Instalación de cortina metálica		
*	Instalación de motor central italiano con botonera	Q	19,500.00
*	Cortina 1 / Bodega B		
*	Fabricación de cortina metálica de 3 x 4 metros		
*	Instalación de cortina metálica		
*	Instalación de motor central italiano con botonera	Q	19,500.00
*	Cortina 1 / Bodega C		
*	Fabricación de cortina metálica de 3 x 4 metros		
*	Instalación de cortina metálica		
*	Instalación de motor central italiano con botonera	Q	19,500.00
*	Cortina 2 / Bodega C		
*	Fabricación de cortina metálica de 3 x 4 metros		
*	Instalación de cortina metálica		
*	Instalación de motor central italiano con botonera	Q	19,500.00
	Nota: es necesario que el cliente instale un tomacorriente 110V para cada motor en la parte superior		
Total			Q 78,000.00

Condiciones de pago: 75 % al dar la orden y 25 % al finalizar
 Otros: 3 años de garantía en cortinas nuevas
 Tiempo de entrega: 10-12 días para fabricación y 3-4 días en obra

Representante Guatemetal: María Olga Hidalgo

GUATEMETAL, expresamente se reserva la propiedad de la o las cortinas que se contraten, mientras no le sea cancelado en su totalidad e precio estipulado en este contrato y por lo tanto autorizo a dicha empresa retirar la o las cortinas en la propiedad donde fueron instaladas sin ningún tramite judicial y bajo mi estricta responsabilidad y ninguna para GUATEMETAL.
 Renunciando al fuero de mi domicilio. La suma recibida como anticipo quedará en concepto de daños y perjuicios.
 NOTA: La energía eléctrica, todo trabajo de albañilería, incluyendo fundición de cajuelas y cualquier color adicional de pintura, diferente al color negro que usamos como acabado final, correpo por cuenta del cliente.
 Pasados 30 días no se aceptan reclamos de ningún tipo por su mercadería.
 *Por cada cheque rechazado se recargará Q.75.00, reservándose el derecho de proceder judicialmente.

Guatemetal

Aceptado

Fuente: Guatemetal.

Anexo 10. Cotización construcción de las bodegas



17 Avenida 19-70 Zona 10,
Edificio Torino, Nivel 10, Oficina 1011
Guatemala, Guatemala, C.A.

PBX: 22036739, FAX: 22036701
www.construccionesindustrialesgt.com
Email:
infoconstruccionesindustriales@gmail.com
fiueroa_fa@gmail.com

Guatemala, 12 de Septiembre de 2,017
Cotizacion No: 114-17

Señores
WELTI SCHOENFELD S.A.
Ciudad

Atn: Sr. Roberto Flores Lopez

Estimados Señores:

A continuación tenemos el agrado de presentarles cotización por la " Construcción de Dos Bodegas" en sus instalaciones de Aldea Chivacabe, Huehuetenango, con las siguientes características:

1) DIMENSIONES:

- Altura de Paredes: 7.00 metros mas cimentación
- Area Total Tres Bodegas: 2,869.15 metros cuadrados

2) ESPECIFICACIONES:

2.1) ESTRUCTURA DE ACERO:

Comprende la fabricación, flete e instalación de la estructura de acero necesaria para cubrir el área anteriormente descrita, con las siguientes características:

- Tipo de Lamina: Troquelada esmaltada al horno cal. 26
- Tipo de Largueros: Costanera "C" de 6" x 2" x 1/16"
- Tipo de Marcos: Alma Llena, sección I
- Accesorios:
- Canal de lamina lisa esmaltada al horno cal. 24
- Bajadas de agua de PVC de 6"
- Templetes entre largueros
- Tensores Diagonales entre Marcos
- Vigas Rigidantes entre columnas

Continuación del anexo 10.

2.2) OBRA CIVIL:

Comprende la construcción de los siguientes rubros de obra civil:

2.2.1) Bases de Cimentacion

2.2.2) Paredes Laterales

2.2.3) Paredes de Culatas

2.2.4) Drenajes de Aguas Pluviales

2.2.5) Base de Material Selecto

2.2.6) Piso de Concreto

2.2.7) Persianas Metalicas y accesos

PRECIO OBRA CIVIL: Q 1,530,000.00 + IVA

RESUMEN DE PRECIOS UNA BODEGA:

1) Estructura de Acero:	Q 853,050.00
2) Obra Civil:	Q 1,530,000.00

PRECIO TOTAL:	Q 2,383,050.00
12% IVA	Q 285,966.00
PRECIO TOTAL IVA INCLUIDO:	Q 2,669,016.00

PRECIO TOTAL DOS BODEGAS: Q 5,338,032.00

FORMA DE PAGO:

- 25% Al aceptar esta cotización
- Resto a convenir de acuerdo al avance de los trabajos contratados

TIEMPO DE EJECUCION:

- 6 Meses a Partir de la fecha de recibido el anticipo

Fuente: Cotizaciones Industriales.