



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO TÉCNICO EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE
AMARANTO REVENTADO PARA AGRICULTORES EN EL
ESTADO DE TLAXCALA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

Ing. Elías González Alvarado

DIRECTOR:

Dr. Rodolfo Eleazar Pérez Loaiza

CO-DIRECTOR

Dr. Héctor Domínguez Martínez

Diciembre 2018.

Apizaco, Tlax., 07 de Septiembre de 2018

ASUNTO: Aprobación del trabajo de Tesis de Maestría.

DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.
P R E S E N T E.

Por este medio se le informa a usted, que los integrantes de la **Comisión Revisora** para el trabajo de tesis de maestría que presenta el **ING. ELIAS GONZÁLEZ ALVARADO**, con número de control **M15370015**, candidato al grado de **Maestro en Ingeniería Administrativa** y egresado del Instituto Tecnológico de Apizaco, cuyo tema es: **"ESTUDIO TÉCNICO EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE AMARANTO REVENTADO PARA AGRICULTORES EN EL ESTADO DE TLAXCALA"**, fue:

APROBADO

Lo anterior, al valorar el trabajo profesional presentado por el candidato y constatar que las observaciones que con anterioridad se le marcaron así como correcciones sugeridas para su mejora ya han sido realizadas

Por lo que se avala se continúe con los trámites pertinentes para su titulación.

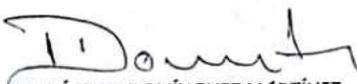
Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

LA COMISIÓN REVISORA



DR. RODOLFO ELIAZAR PÉREZ LOAIZA

DR. JOSÉ ADRIAN TREVERA JUAREZ



DR. HÉCTOR DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ



DR. JORGE LOIS CASTAÑEDA GUTIÉRREZ

C. p - Interesado



Apizaco, Tlax., 10 de Septiembre de 2018

No. OFICIO: DEPI/445/18

ASUNTO: Se Autoriza Impresión de Tesis de Grado.

ING. ELIAS GONZÁLEZ ALVARADO,
CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO
EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
No. de Control: M15370015,
PRESENTE.

Por este medio me permito informar a usted, que por aprobación de la Comisión Revisora asignada para valorar el trabajo, mediante la Opción: I Tesis de Grado por Proyecto de Investigación, de la Maestría en Ingeniería Administrativa, que presenta con el tema: "ESTUDIO TÉCNICO EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE AMARANTO REVENTADO PARA AGRICULTORES EN EL ESTADO DE TLAXCALA" y conforme a lo establecido en el Procedimiento para la Obtención del Grado de Maestría en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo le emite la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar un ejemplar del mismo debidamente encuadernado y seis copias en CD en formato PDF, para presentar su Acto de Recepción Profesional a la brevedad.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®
PENSAR PARA SERVIR, SERVIR PARA TRIUNFAR®

DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIO
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Cp - Consecutivo.

JFCV/JLCG*mebr



Carretera Apizaco - Tzompantepec, esquina con Av. Instituto Tecnológico S/N,
Conurbado Apizaco - Tzompantepec, Tlaxcala, Mex., C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala,
Tel (01) 241-417 20 10, Ext. 146, 246 e-mail posgrado@itapizaco.edu.mx



Índice

Cap. III	7
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Estado del arte	8
1.2 Planteamiento del problema.	11
1.3 Justificación del estudio o investigación.	13
1.4 Objetivo General	14
1.5 Objetivos Específicos	14
1.6 Alcances y limitaciones.	14
1.7 Preguntas de Investigación.	14
1.8 Metodología del estudio técnico en la industrialización de amaranto reventado para agricultores en el Estado de Tlaxcala	15
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Planeación de un estudio de diseño de instalaciones.	17
2.1.1 Metas del diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.....	17
2.1.2 Metodología para la planeación y diseño de las instalaciones.....	18
2.1.3 Importancia de las normas ISO en la planeación y diseño de las instalaciones.....	19
2.2 Sistema de producción	19
2.2.1 Funciones del sistema de producción	20
2.3 Diseño de un proceso productivo.	21
2.3.1 Hoja de proceso	21
2.3.2 Manejo de materiales.....	22
2.3.3 Flujo total de la planta	22
2.4 Requisitos normativos	22
2.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008.....	23
2.5 Localización de la planta	26
2.5.1 Método para localización de planta centro de gravedad	26
2.6 Áreas requeridas en una empresa	27
2.6.1 Bodegas	27
2.6.2 Estacionamientos	27
2.6.3 Casilleros y regaderas	27
2.6.4 Sanitarios	28
2.6.5 Comedores o cafeterías.....	28
2.6.6 Pasillos.....	28
2.7 Métodos de distribución interna de la planta	29
CAPITULO III DESARROLLO DEL PROYECTO	30
3.1 Introducción	30
3.2 Localización de la planta reventadora de amaranto	30
3.2.1 Requisitos para la localización	30
3.3 Método de centro de gravedad para la localización de planta	31
3.4 Sistema de producción de reventado de amaranto	34
3.5 Diseño de proceso de reventada semilla de amaranto	37
3.5.1. Hoja de proceso para el reventado de semilla de amaranto.	37
3.5.2 Diagrama de flujo del reventado de amaranto	38
3.6 Maquinaria y equipo	42
3.6.1 Almacén de semilla de amaranto.....	42
3.6.3 Limpiadora de amaranto.....	43
3.6.2 Máquina reventadora de amaranto.....	44
3.6.4 Máquina de secado de semilla de amaranto.....	45
3.6.5 Humidificador de semilla de amaranto.....	45
3.6.6 Báscula	46
3.6.7 Enfriadora.....	46
3.7 Organigrama de la empresa	47

De acuerdo con el organigrama propuesto anteriormente se necesita 3 personas de confianza con perfil de ingeniería o licenciatura y 7 personas para el área de producción, calidad y mantenimiento.....	47
3.8 Distribución interna de la planta reventadora de amaranto	48
3.8.1 Técnica de relaciones.....	48
3.9 Calculo de dimensiones del edificio	52
3.9.1 Cálculo de oficinas y sanitarios	52
3.9.2 Cálculo de sanitarios.....	52
3.9.3 Cálculo de Área de Casilleros	53
3.9.4 Almacén de producto terminado.....	53
3.9.5 Capacidad Instalada.....	53
3.9.6 Distribución de planta de reventado de amaranto.....	54
3.10 Obra civil.....	54
3.11 Plano de cimentación	56
3.12 Plano eléctrico	58
3.13 Plano hidráulico	59
3.14 Plano sanitario	60
3.15 Planos de instalación de Gas L.P.....	61
3.16 Determinación de costos.....	62
3.16.1 Costo preliminar y de cimentación	62
3.16.2 Costos de Drenaje e instalación hidrosanitaria.	63
3.16.3 Costos de Muros, columnas y castillos	64
3.16.5 Costo de instalación eléctrica, gas y acabados en muros.....	65
3.16.6 Costo de acabados especiales, muebles-sanitarios, limpieza y el proyecto.	65
A continuación, en la tabla 3.13 se muestra el presupuesto total de la infraestructura para la nave industrial de reventado de amaranto.	66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	69
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1 Conclusiones.....	71
5.2 Recomendaciones.....	72
Referencias	73
Anexo A Plano de cimentación	75
Anexo B Plano de cimentación (detalles).....	76
Anexo C Plano de instalación eléctrica	77
Anexo D Plano de instalación hidráulica	78
Anexo E Plano de instalación sanitaria	79
Anexo F Plano de instalación de gas L.P.	80
Anexo G Plano de vista exterior	81
Anexo H Plano de vistas	82
Anexo I Plano Vista	83
Anexo J Plano de distribución	84

Índice figuras

Cap. I

Fig 1. 1 Efecto de temperatura por aire caliente y aire supercalentado.....	9
Fig 1. 2 Producción de amaranto en Tlaxcala	11
Fig 1. 3 Ciclo del amaranto	12
Fig 1. 4 Metodología del proyecto	16

Cap. III

Fig 3. 1 Localización de productores de amaranto.....	32
Fig 3. 2 Localización de la nave industrial.....	34
Fig 3. 3 Sistema de producción del amaranto reventado.....	35
Fig 3. 4 Diagrama de Flujo de amaranto reventado.	39
Fig 3. 5 Acondicionamiento de semilla de amaranto.	40
Fig 3. 6 Reventado de amaranto.....	41
Fig 3. 7 Enfriado de amaranto reventado	41
Fig 3. 8 Almacenamiento de amaranto reventado.....	42
Fig 3. 9 Almacenamiento se semilla de amaranto.....	43
Fig 3. 10 Maquina vibro-cribadora circular	43
Fig 3. 11 Maquinaria para el reventado de amaranto.	44
Fig 3. 12 Maquina de secado de para semilla de amaranto.	45
Fig 3. 13 Modulo humidificador para semilla de amaranto.	46
Fig 3. 14 Basculas de 1000 kg y 10-40 kg.	46
Fig 3. 15 Organigrama de la empresa	48
Fig 3. 16 Relación entre áreas	50
Fig 3. 17. Distribución interna por técnica de relaciones	51
Fig 3. 18 Distribución de la nave de reventado de amaranto	51
Fig 3. 19 Distribución de la nave industrial.	54
Fig 3. 20 Terreno para la construcción de nave	55
Fig 3. 21 Plano de cimentación	56
Fig 3. 22 Plano de cimentación (detalles).	57
Fig 3. 23 Plano de instalación eléctrico.....	58
Fig 3. 24 Plano de instalación hidráulica	59
Fig 3. 25 Plano de instalación sanitaria.....	60
Fig 3. 26 Plano de instalación de gas L.P.....	61

Índice tablas

Cap. II

Tabla 2. 1 Información mínima en bitácora	25
Tabla 2. 2 Propiedades físicas de la semilla.	25
Tabla 2. 3 Técnicas de distribución de planta.	29

Cap. III

Tabla 3. 1 Producción de amaranto en Tlaxcala	32
Tabla 3. 2 Localización de intervalos de cada municipio.	33
Tabla 3. 3 Hoja de ruta	38
Tabla 3. 4 Diagrama de relaciones.	49
Tabla 3. 5 Cantidad y tamaño de sanitarios.....	52
Tabla 3. 6 Cantidad y tamaño de sanitarios.....	52
Tabla 3. 7 Costo preliminares y de cimentación.	63
Tabla 3. 8 Costos de drenaje e instalación hidrosanitaria.	63
Tabla 3. 9 Costo de muros, columnas y castillos.	64
Tabla 3. 10 Costo de techumbre, albañilería, aluminio y cristal, y herrería.....	64
Tabla 3. 11 Costo de instalación eléctrica, gas y muros.....	65
Tabla 3. 12 Costo de acabado especial, muebles-sanitarios, limpieza y proyecto	65
Tabla 3. 13 Total de inversión total de infraestructura.....	66
Tabla 3. 14 Costo de maquinaria para amaranto reventado	67
Tabla 3. 15 Inversión total.....	68

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Estado del arte

En México, el amaranto producido es principalmente usado como cultivo comercial. Las técnicas de monocultivo pueden datar de la época azteca cuando amaranto se cultiva a gran escala en "cajas", en las afueras de la ciudad de México el amaranto se sigue cultivando en chinampas aztecas o "jardines flotantes", un sistema agrícola ingeniosa practica en diversas formas por los mayas, los pre-Inca pueblos del lago Titicaca, y otras culturas de América del Sur (Erickson, 1987). Además, es una planta cultivada, domesticada y utilizada en México desde hace más de 4000 años (Alejandre Iturbide & Valdés Lozano, 2012). En el sistema de chinampas de México, los semilleros son creados con barro fértil de los canales de algas ricas que atraviesan las parcelas. Cuando las plantas están a unos 20 cm de altura se trasplantan con un metro de separación aproximadamente, en campos de tierras altas y fertilizadas. En el Estado de Morelos las semillas crecen directamente en la tierra, con una separación de 30 a 36 centímetros entre cada planta y entre cada hilera o surco una separación de 60 a 100 centímetros. Los agricultores seleccionan las semillas por especie, color y rendimiento. Después de los 15 días de nacimiento de las plantas son fertilizadas. (Early, 1990)

En el estudio (Konishi, y otros, 2014) dan a conocer un procedimiento mejorado para realizar el reventado de amaranto usando aire caliente, llamado sistema de lecho fluidizado (FBS), se ha desarrollado recientemente. Las condiciones de operación en el procedimiento es hacer estallar la semilla de amaranto, considerando factores tales, como la temperatura o la velocidad de flujo de aire caliente, que se pueden controlar con este procedimiento, así para reducir al mínimo los problemas mencionados anteriormente. En cuanto a los medios de calor, existe otro método para estallar las semillas de amaranto utilizando vapor de agua sobrecalentado (SHS), recientemente se ha aplicado a la elaboración de alimentos y al cocinar los, en un prueba con este procedimiento observaron que, la gelatinización del almidón en rodajas de papa se produce más rápidamente en una corriente de SHS a 260 C que en el aire caliente, el vapor se condensa en la superficie de las rebanadas y por lo tanto las transferencias de calor mucho más rápido. En este estudio se realizó la prueba con los métodos SHS y FBS de para hacer estallar las semillas de amaranto y como resultado de los dos métodos utilizados

para el reventado de amaranto se obtuvo las siguientes graficas de acuerdo al radio de expansión y al tiempo calentando, y a la temperatura del gas empleado. (Konishi, y otros, 2014)

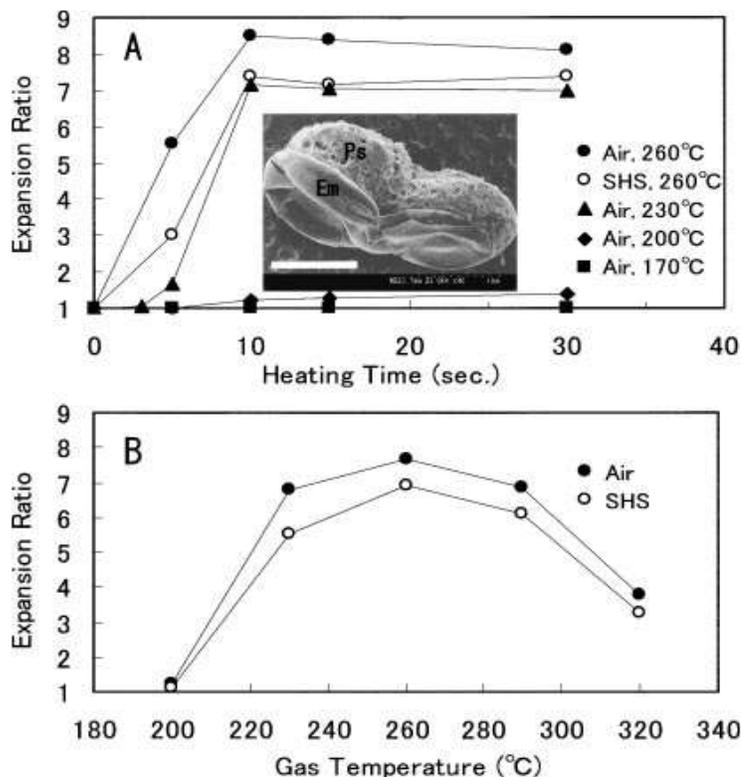


Fig 1. 1 Efecto de temperatura por aire caliente y aire supercalentado
Fuente: Konishi, 2004

De acuerdo a (Ciganek, Pisarikova, & Zraly, 2007) La forma más común de tratamiento del grano es "asando" a 160 ° C a 170 ° C bajo presión normal o aumentada. Las grietas de granos, aumenta su volumen y se obtiene sabor a nuez. El grano tratado se utiliza como un suplemento de la nutrición racional. Sin embargo, el tratamiento térmico puede resultar en la destrucción de proteínas y lípidos componente de amaranto y la formación de sustancias indeseables debido a la reacción de Maillard.

El amaranto es un grano que es rico en proteínas, aminoácidos y minerales. Los granos son pequeños, alrededor de 1.0-1.5 mm de diámetro, y tienen una forma lenticular. Una vez que las semillas se extraen, la densidad se reduce a una sexta parte de la original. El reventado es

la operación más común que se realiza sobre las semillas, ya que la baja densidad del producto aparecido y de alto valor proteico que un aditivo ideal para bocadillos saludables. Hasta la fecha, no existe ningún proceso conocido para hacer estallar fácilmente semillas de amaranto en cantidades moderadas. Por ejemplo las palomitas de maíz no son adecuadas ya que los granos de amaranto son significativamente más pequeños y también requieren temperaturas más altas para ampliar. El uso de un lecho fluido es ampliamente considerado como el mecanismo óptimo que hace estallar, ya que permite un funcionamiento continuo y mayor superficie de contacto entre la semilla y el aire calentado. (Innovation, 1984).

En el amaranto, además de la producción en sí, es importante considerar la capacidad de reventado del grano cuando se somete a altas temperaturas, ya sea por contacto con una superficie caliente o en cámaras con aire a temperaturas altas. Sometiendo al grano de amaranto en estas condiciones se forman granos reventados similares a las palomitas de maíz, que son utilizados en la elaboración de dulces y harina de amaranto. Se considera que la capacidad del grano para reventar, es un carácter de herencia cuantitativa, lo que implica una gran influencia del ambiente sobre este carácter. La capacidad de los granos de amaranto para reventar, está determinada por la presencia de perispermo en la semilla que está formado por moléculas de almidón. (Barrales & Torres, 1993)

De acuerdo a (Mejía, 2003) los productos de amaranto, una vez obtenidos los productos se empacan en dos tipos de material de empaque (polipropileno laminado y poliéster polietileno) y se sometió a todos los tratamientos a un almacenamiento utilizando diferentes condiciones: normal (25°C, 50% Hr); acelerada (30°C, 75% Hr) y extrema (35°C, 100% Hr), durante un período de tres meses, con la finalidad de evaluar el tiempo de vida de anaquel en cada tratamiento.

El uso comercial más común de amaranto, es como un bocadillo (alegrías en México; turrone en Perú) realizados mezclando las semillas estallada con melaza. Harina de amaranto (pinole en México; Mashka en el Perú), se obtiene moliendo las semillas estallada en una piedra de molienda, es el siguiente uso más común. Con menor frecuencia en México tamales también se hacen con la harina. (Early, 1990)

Según (Tovar, y otros, 1989), un criterio de la calidad de un lote de semillas de amaranto es su capacidad de chasquido. Como para el procesamiento de las semillas y su textura, el volumen de expansión y el rendimiento después de estallar son factores importantes. Dependen de los

procedimientos, la variedad de amaranto, y el contenido de humedad de la semilla. En cuanto al procedimiento para hacer estallar la semilla, la calefacción en una placa calefactora se ha hecho tradicionalmente, aunque hay algunos problemas con el producto: baja recuperación de semillas reventados debido al calor y la eficiencia falta de homogeneidad, y oscurecimiento o carbonatación por el sobrecalentamiento. Estas desventajas también pueden disminuir el valor nutricional, como en una pérdida de lisina disponible debido a la reacción de amino carbonilo.

1.2 Planteamiento del problema.

En la actualidad la producción de amaranto ha ido en aumento en el Estado de Tlaxcala, en el año 2005 se produjo 190 toneladas para el año 2014 se produjeron 3510 toneladas (Pesquera, 2015), como se muestra en la figura 1.2 Producción de amaranto en Tlaxcala expone el tipo de cultivo en el Estado de Tlaxcala en la superficie sembrada en hectáreas, la superficie cosechada, la producción en toneladas, el rendimiento toneladas por hectárea, el precio por tonelada y su valor de producción en miles de pesos, se observa que hubo un aumento de más de 12 veces la producción de amaranto.

ESTADO Tlaxcala Ciclo: Ciclicos y Perennes 2005 Modalidad: Riego + Temporal						
Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 Acelga	88	88	793.6	9.02	5,059.83	4,015.48
2 Agave	12	0	0	0	0	0
3 Ajo	13	13	24	1.85	3,840.00	92.16
4 Alfalfa verde	3,524.00	3,524.00	223,467.90	63.41	405.08	90,521.27
5 Amaranto	184	184	190	1.03	10,200.00	1,938.00

ESTADO Tlaxcala Ciclo: Ciclicos y Perennes 2014 Modalidad: Riego + Temporal						
Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 Acelga	93	93	1,121.00	12.05	4,286.49	4,805.15
2 Ajo	51	51	238	4.67	14,386.55	3,424.00
3 Alfalfa verde	3,002.00	2,947.00	196,699.00	66.75	667.51	131,297.64
4 Amaranto	2,491.00	2,491.00	3,509.40	1.41	13,368.27	46,914.60

Fig 1. 2 Producción de amaranto en Tlaxcala
Fuente: SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera)

Pero uno de los principales problemas que encuentra el productor de grano de amaranto es no tener un producto final para el consumo, por lo tanto, un posible producto es amaranto inflado o reventado, por lo que ha originado considerar un proceso industrial de transformación contando con un espacio adaptado y una línea de producción con máquinas reventadoras de amaranto, pero debido a la falta de conocimientos técnicos e ingenieriles, no ha sido posible diseñarlo.

Sin embargo, para que se pueda llegar al amaranto reventado se tendrá que contar con un proceso de transformación donde se tenga que clasificar la semilla de acuerdo a su tamaño, su humedad y otros factores que puedan influir en el reventado y puedan ocasionar merma en el amaranto reventado.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo donde se especifica el proceso que debe seguir la semilla de amaranto desde la preparación de la semilla de amaranto hasta la transformación del amaranto.



Fig 1. 3 Ciclo del amaranto
Fuente: Elaboración propia, 2017

Preparación de la tierra a sembrar

En esta etapa el agricultor realiza la preparación de la tierra donde se sembrará el amaranto, se prepara por con dos trabajos, uno es el “barbecho”, se utiliza un arado de dos alas o de discos, y el segundo es el “rastreo”, se utiliza el implemento una rastra de discos dentados.

Sembrado de la semilla de amaranto

Esta etapa es el sembrado de la semilla de acuerdo a los agricultores se utiliza alrededor de 1 a 1.5 kilogramos de semilla y se utiliza una máquina de precisión con un ajuste para el tamaño de la semilla de amaranto.

Preservación de la semilla

Esta etapa los agricultores realizan los trabajos necesarios para conservar las semillas en buenas condiciones, algunos de los trabajos que realizan son el deshierbe, los productores lo hacen de forma manual, con una herramienta o de forma mecanizada con un implemento llamado “cultivador”.

Cosecha del amaranto

El agricultor recoge la semilla de amaranto, usualmente la hace de la forma tradicional, es decir, segar las plantas de amaranto, ya cuando se encuentran secas, golpea las plantas de amaranto para que caigan las semillas de amaranto.

1.3 Justificación del estudio o investigación.

Actualmente, debido a que los agricultores de amaranto solo cuentan con la materia prima (semilla de amaranto) es necesario apoyar a los agricultores en los conocimientos ingenieriles para poder realizar un estudio técnico para la industrialización de la semilla de amaranto.

El estudio técnico constatará de 5 fases, 1. Localización de proyecto, 2. Distribución de la planta, diseño de proceso, obra civil y costos generales, más adelante en el apartado de la metodología se explicará de forma más detallada de cada uno de los puntos mencionados anteriormente.

Uno de los beneficios adquiridos para los agricultores será dar un valor agregado al producto, el producto que se obtendrá por medio de la industrialización de la semilla de amaranto es amaranto reventado, en base a esto, pueden tener una mayor ganancia económica para sus familias y dar trabajo a los habitantes de la comunidad.

1.4 Objetivo General

Realizar un estudio técnico en la industrialización de la semilla de amaranto para el beneficio de los agricultores del Estado de Tlaxcala.

1.5 Objetivos Específicos

- Reconocer volúmenes de producción de semilla
- Describir metodología de proyecto de amaranto
- Describir las características antes del proceso de reventado de la semilla de amaranto
- Identificar las condiciones para construcción de la nave industrial.
- Conocer los costos para maquinaria e infraestructura.

1.6 Alcances y limitaciones.

Para este proyecto sólo se tomará en cuenta la producción de los agricultores de amaranto del Estado de Tlaxcala específicamente la producción del Grupo lo Natural del Altiplano y de acuerdo su producción total que adquiere durante el año.

En cualquier proyecto las limitaciones son un factor importante para poder llevar un negocio continuación se presentan algunas en este proyecto:

- El recurso económico.
- El tiempo que se lleva a cabo.
- La implementación del proceso para el reventado de amaranto
- La construcción de la nave industrial.

1.7 Preguntas de Investigación.

1. ¿Cuáles son las propiedades o características de la semilla de amaranto para el proceso de reventado?

2. ¿Cuál será el beneficio de los productores de semillas de amaranto con la construcción de una nave industrial?
3. ¿Habrá alguna utilidad, mediante la construcción de una empresa de reventado de amaranto y con su equipo?

1.8 Metodología del estudio técnico en la industrialización de amaranto reventado para agricultores en el Estado de Tlaxcala

La metodología empleada para el desarrollo del estudio técnico consta de 5 pasos principales. Localización del proyecto en esta etapa se define la localización geográfica, en la distribución de planta se determina la distribución de la empresa como es la maquinaria, oficinas, áreas de producción, almacén, etc. En el diseño del proceso se presenta la descripción del proceso del amaranto reventado, así como, la maquinaria o equipo empleado apoyado con la hoja de proceso, en obra civil se muestra planos arquitectónicos, como de cimentación, hidráulico, electricidad, vista, de gas L.P. y en costos generales solo se presentan los costos generales de construcción de la nave y también de la maquinaria y equipo.

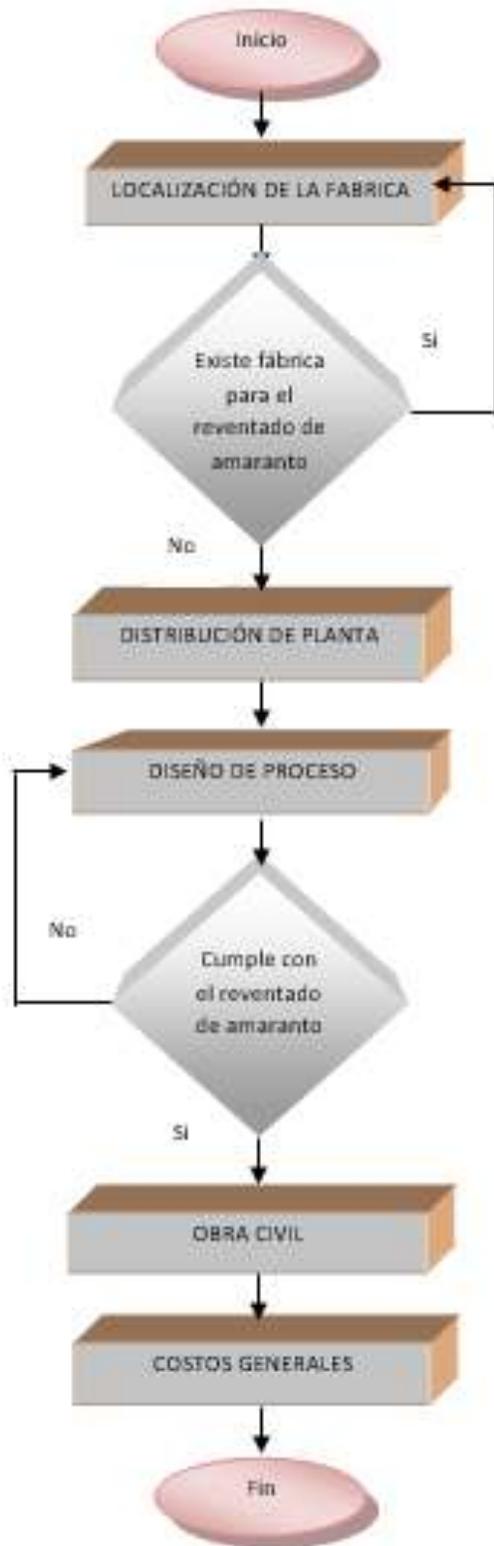


Fig 1. 4 Metodología del proyecto
Fuente: Elaboración propia, 2017

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Planeación de un estudio de diseño de instalaciones.

Se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una empresa. Incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales.

La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración, y el equipo de manejo de materiales. El manejo de materiales se define sencillamente como mover material. Las mejoras en el manejo de materiales han tenido un efecto positivo sobre los trabajadores más que cualquier otra área de diseño del trabajo y la ergonomía. Es posible incorporar con facilidad sistemas de manejo de materiales con tecnologías de punta en los equipos para capturar datos en forma automática, y en sistemas de inspección automática con varios propósitos de calidad y productividad. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.1.1 Metas del diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales

El conjunto correcto de metas garantiza un diseño exitoso de las instalaciones. Sin metas, los planeadores de las instalaciones se encuentran sin dirección y el primer paso es el enunciado de la misión principal. Un enunciado de misión comunica las metas primarias y la cultura de la organización al planeador de las instalaciones. Las metas que se pueden considerar son:

1. Minimizar los costos unitarios y del proyecto. No significa comprar la máquina más barata porque la más cara produciría el costo unitario más bajo.
2. Optimizar la calidad. En el diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, el planeador debe tomar en cuenta la calidad en cada fase del proceso.
3. Promover el uso eficaz de personal, equipo, espacio y energía. La productividad es una medida del uso y es la razón de la salida a (dividida entre) la entrada.
4. Proporcionar a los empleados conveniencia, seguridad y comodidad. Un factor de la productividad, también es tema de las relaciones laborales. Si usted diseña plantas con

servicios inconvenientes para los empleados, les está diciendo todo el tiempo que la compañía no se preocupa por ellos.

5. Controlar los costos del proyecto. El costo del diseño de las instalaciones y proyecto del manejo de materiales debe determinarse antes de presentar el plan a la dirección.

6. Alcanzar la fecha de inicio de la producción. El éxito del proyecto depende de que el producto entre a tiempo al mercado. Así, quien planea debe cumplir dichos objetivos. Si hay un comienzo tardío, los empleados quizá no puedan hacer nada por la producción perdida.

7. Dar flexibilidad al plan. los diseñadores necesitan anticipar hacia dónde van a expandirse, seleccionar equipo versátil y móvil, y diseñar construcciones que sean capaces de albergar una gran variedad de usos. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.1.2 Metodología para la planeación y diseño de las instalaciones

- Determinar lo que se producirá.
- Calcular cuántos artículos se fabricarán por unidad de tiempo.
- Definir qué partes se fabricarán o comprarán terminadas,
- Determinar cómo se fabricará cada parte.
- Determinar la secuencia de ensamblado.
- Establecer estándares de tiempo para cada operación.
- Determinar la tasa de la planta (tiempo de procesamiento).
- Calcular el número de máquinas necesarias.
- Balancear líneas de ensamble o celdas de trabajo.
- Estudiar los patrones de flujo del material para establecer cuál es el mejor (la distancia más corta a través de la instalación).
- Determinar las relaciones entre actividades.
- Hacer la distribución de cada estación de trabajo.
- Identificar las necesidades de servicios para el personal y la planta, y proporcionar el espacio requerido.
- Identificar las necesidades de oficina y hacer la distribución necesaria.
- Desarrollar los requerimientos de espacio total a partir de la información anterior.
- Seleccionar el equipo de manejo de materiales.

- Asignar el área de acuerdo con el espacio necesario.
- Desarrollar un plan gráfico y la forma de la construcción.
- Construir un plan maestro.
- Buscar fallas y ajustar.
- Buscar las aprobaciones, acepte los consejos y cambie lo necesario.
- Instalar la distribución.
- Comenzar la producción.
- Ajuste lo que se requiera y finalice el reporte del proyecto y desempeño presupuestal.
(E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.1.3 Importancia de las normas ISO en la planeación y diseño de las instalaciones

ISO 9000 y otros estándares de calidad se han convertido en un factor importante de contribución en las operaciones de muchas empresas de manufactura y servicios. La distribución de una instalación sólo es tan eficaz como el equipo administrativo y el plan que éste sigue para operar la compañía. Un sistema eficaz de administración por calidad refuerza y complementa los aspectos físicos de las instalaciones y permite maximizar el rendimiento de la inversión en los activos físicos de la organización, como el equipo para la producción. Además, la compañía debe asegurar que tiene recursos adecuados. Estos recursos son los siguientes, pero no se limitan a ellos: personal calificado, equipo adecuado y niveles suficientes de inventario. La compañía debe determinar y proporcionar los recursos adecuados para implantar y mantener el sistema de administración por calidad e incrementar la satisfacción del cliente.

La empresa debe planear y desarrollar los procesos necesarios para la venta del producto. Hace falta que los requerimientos del consumidor se consideren, y deben determinarse procesos específicos para lograr la satisfacción del cliente. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.2 Sistema de producción

La producción es la creación de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad a través de sistemas de producción. Un sistema de producción es un conjunto

integrado de procesos, clientes, proveedores, métodos y recursos organizados para transformar insumos en productos satisfactorios y se basa en una estructura de procesos que interactúan entre sí.

Algunos de los propósitos de un sistema de producción son:

1. Transformar requerimientos de los clientes y planes estratégicos de la organización en productos competitivos.
2. Lograr valor agregado para clientes, organización y sociedad por medio de los recursos humanos, financieros y económicos utilizados.
3. Proporcionar a la organización un mecanismo eficiente y eficaz para ofrecer productos que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes.
4. Desarrollar, producir y mantener un producto o servicio que sea el más económico, útil y satisfactorio para todas las partes interesadas.
5. Lograr excelencia en la forma de ser, pensar y actuar de todo el personal reflejada en la calidad, productividad y competitividad del sistema.
6. Controlar y asegurar la calidad de sus productos. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.2.1 Funciones del sistema de producción

La función operativa para transformar insumos en productos en concordancia con la demanda del mercado, los recursos disponibles y la capacidad técnica y gerencial.

La función gerencial para planificar, dirigir y controlar los resultados esperados de la organización en función de sus objetivos.

La función técnica para diseñar la capacidad de la organización en el cumplimiento de los requerimientos de la calidad y productividad.

La función económica para optimizar el valor agregado de los recursos utilizados en términos de calidad, productividad y competitividad.

Factores de producción

1. Recursos Financieros y Humanos: Es el capital humano que tiene la función de realizar el trabajo intelectual y el trabajo manual que, en conjunto conduce al logro de los objetivos

2. Infraestructura: Son las instalaciones, equipos, maquinaria, herramientas y la tecnología utilizada por el personal para optimizar la productividad del trabajo
3. Insumos: Son los materiales, las materias primas, la energía y la información que requieren los procesos para ser transformados en productos
4. Tecnología: Son los conocimientos técnicos, la informática, los métodos y los procesos requeridos para que el funcionamiento del personal y la infraestructura. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.3 Diseño de un proceso productivo

Para el diseño de un proceso se debe considerar que como se va a producir el producto y todos sus componentes, la información que se necesita para la fabricación es la siguiente:

1. Secuencia de operaciones para manufacturar cada parte del producto (las partes que “hace” la empresa, porque las que “compra” no son problema suyo).
2. Maquinaria, equipo, herramientas y accesorios, entre otros, que son necesarios.
3. Secuencia de operaciones en el ensamblado y el empaque.
4. Tiempo estándar para cada elemento de manufactura (esto podría estar a cargo de otro departamento de la compañía).
5. Determinación de velocidades del transportador de montaje para las celdas, líneas de ensamble y empaque, y pintura u otros sistemas de terminado.
6. Balanceo de las cargas de trabajo en las líneas de ensamble y empaque.
7. Asignación de trabajos en las celdas de manufactura.
8. Desarrollo de un plano de la estación de manufactura para cada operación, con la inclusión de todos los principios de economía de movimientos y ergonomía. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.3.1 Hoja de proceso

La hoja de ruta acompañaría al material de una operación a otra, diciendo a los operadores lo que tienen que hacer. También informará al personal de la planta acerca del número de parte,

el nombre de ésta, la cantidad por producir (se deja en blanco hasta que se necesita), el número de operación, la descripción de ésta, los estándares de tiempo son parte importante de las hojas de ruta. Éstos se usan para determinar cuántas máquinas son necesarias en la distribución; son otra parte importante de la información que puede provenir de otro grupo dentro del departamento de ingeniería de manufactura, pero en muchas compañías son desarrollados por el diseñador de las instalaciones. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.3.2 Manejo de materiales

El *análisis de flujo* es el corazón de la distribución de la planta y el comienzo del plan de manejo de materiales. El flujo de una parte es la trayectoria que ésta sigue mientras se mueve a través de la planta. El análisis de flujo no sólo considera la trayectoria que cada parte sigue por la planta, sino también trata de minimizar: **1.** la distancia que viaja **2.** Los retrocesos, **3.** El tráfico cruzado, y **4.** El costo de la producción. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.3.3 Flujo total de la planta

El *tráfico cruzado* ocurre donde las líneas de flujo se cruzan. Es indeseable y una mejor distribución tendrá pocas trayectorias que se intersequen. Cualquier cruce de tráfico es un problema, debido a las complicaciones de congestión y seguridad que provoca. La mayor parte del tráfico cruzado se elimina con la colocación apropiada del equipo, los servicios y los departamentos. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.4 Requisitos normativos

Para asegurar la calidad de los productos o los servicios por la organización a sus clientes, la ISO 9000 tiene establecidos los requisitos básicos que deberán ser considerados durante la planificación del sistema de producción:

- I. La organización debe planificar el desarrollo de los procesos necesarios para la realización del producto
- II. Durante la planificación de la realización del producto, se debe determinar:

- a) Los objetivos de la calidad y requisitos para el producto.
- b) Las necesidades de establecer procesos documentados y proporcionar recursos específicos para el producto.
- c) Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo para el producto, así como los criterios para su aceptación.
- d) Los registros requeridos para evidenciar cumplimiento de requisitos de los procesos de realización del producto. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

Parámetros del desarrollo de un sistema de producción.

- Calidad. Producto bien hecho, entregado a tiempo en el lugar apropiado, todo el tiempo.
- Productividad. Eficiencia y eficacia de los procesos operativos.
- Competitividad. Clientes satisfechos comprando cada vez más productos.

En una empresa donde se cumple los tres puntos anteriores con todos los clientes, la empresa tendrá una mejora continua.

2.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008

Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

- Esta Norma Oficial Mexicana establece las disposiciones y especificaciones sanitarias que deben cumplir el transporte y almacenamiento de cereales destinados para consumo humano, así como el proceso de las harinas de cereales, sémolas o semolinas, alimentos preparados a base de cereales, de semillas comestibles, de harinas, de sémolas o semolinas o sus mezclas y los productos de panificación.
- No son objeto de esta norma, las botanas y los alimentos a base de cereales para lactantes y niños de corta edad.

- Esta Norma Oficial Mexicana establece los nutrimentos que se deben adicionar y restituir en las harinas de trigo y de maíz nixtamalizado y su nivel de adición, exceptuándose las utilizadas para: frituras, como texturizantes o espesantes y base para harinas preparadas.
- Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional para las personas físicas o morales que se dedican al proceso o importación de los productos objeto de esta Norma destinados a los consumidores en el Territorio Nacional

Esta norma se complementa con las siguientes normas oficiales mexicanas o las que la sustituyan:

- Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-028-FITO-1995, Por la que se establecen los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de granos y semillas, excepto para siembra.
- NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- Modificación a la NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Registro de:	Información
Almacenamiento	a) Lugares donde se almacenan los cereales que rebasen el límite máximo. b) Origen de los productos. c) Fechas de recepción y de movilización de los productos. d) Localización de los puntos de calentamiento.
Análisis del producto	Físicos del grano: a. Porcentaje de humedad. b. Porcentaje de grano dañado.

	<ul style="list-style-type: none"> c. Temperatura. d. Resultados. e. Fechas. <p>Aflatoxinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Resultados. b. Zonas muestreadas. c. Fechas. d. Métodos utilizados
--	--

Tabla 2. 1 Información mínima en bitácora

Fuente: Norma Oficial Mexicana, NOM-130-SSA1-1995

Los cereales que se empleen como materia prima en la elaboración de los productos objeto de este apartado deben ajustarse a la siguiente disposición:

El productor de grano, el comercializador del mismo y el industrial, cada uno en el ámbito de su responsabilidad deben observar que los plaguicidas que se empleen en el tratamiento de granos y semillas almacenados, en medios de transporte, en áreas de almacenamiento, espacios vacíos y para el control de roedores, así como para la desinfestación y protección de granos almacenados a granel o en costales, cumplan con los límites de uso y no excedan los niveles máximos residuales establecidos en el Catálogo de Plaguicidas de la CICOPLAFEST.

Los productos objeto de este apartado, además de sujetarse a lo establecido en el Reglamento deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Determinación	Límite máximo
Humedad	15%
Materia extraña	No más de 50 fragmentos de insectos, no más de un pelo de roedor y estar exentos de excretas, en 50 gr de producto.

Tabla 2. 2 Propiedades físicas de la semilla.

Fuente: Norma Oficial Mexicana, NOM-130-SSA1-1995

2.5 Localización de la planta

2.5.1 Método para localización de planta centro de gravedad

De acuerdo a (E. Meyers & P. Stephens, 2006) una técnica matemática utilizada para encontrar la localización de un centro de distribución que minimice los costes de distribución.

El método tiene en cuenta la localización de los clientes, el volumen de artículos transportados y los costes de transporte, para encontrar la mejor utilización del centro de distribución y es el método que se eligió para la localización de la empresa de reventado de amaranto.

Procedimiento: método del centro de gravedad.

1. Situar las localizaciones posibles en un sistema de coordenadas.
2. El lugar en el que situar el origen de coordenadas y la escala a utilizar es arbitrario, lo que importa es que las distancias relativas se representen correctamente.
3. Lo anterior se puede hacer de una forma muy sencilla dibujando una cuadrícula en un mapa.
4. El centro de gravedad vendrá determinado por las siguientes ecuaciones:

$$C_x = \frac{\sum x_i w_i}{\sum w_i}, C_y = \frac{\sum y_i w_i}{\sum w_i} \quad (1)$$

Dónde: C_x = coordenada X del centro de gravedad

C_y = coordenada Y del centro de gravedad

d_{ix} = coordenada X de la localización i

d_{iy} = coordenada Y de la localización i

W_i = volumen de artículos transportados a (o desde) la localización i.

El método asume que el coste es directamente proporcional tanto a la distancia como al volumen transportado. La localización ideal es aquella que minimiza la distancia entre el almacén y los destinos finales, donde la distancia se pondera con el número de contenedores transportados.

2.6 Áreas requeridas en una empresa

2.6.1 Bodegas

Guardar en bodegas es el almacenamiento de los productos terminados. Como en el almacén, el requerimiento de área dependerá de las políticas de administración. La estacionalidad requiere que los productos acabados se guarden durante meses a fin de satisfacer las demandas del mercado. A veces se rentan bodegas en el exterior para manejar la sobrecarga. Nadie esperaría que manufactura produjera todas las parrillas de carbón un mes antes de la estación de venta veraniega. Tienen que guardarse en algún lado. La administración debe comunicar a los planeadores de las instalaciones el espacio que deben considerar para determinado número de unidades o el suministro de determinados días.

Las tres funciones básicas de una bodega son las siguientes:

1. Salvaguardar el producto terminado.
2. Mantener cierto inventario de cada producto.
3. Preparar las órdenes de los clientes.

2.6.2 Estacionamientos

El tamaño del estacionamiento es directamente proporcional al número de empleados. Si la compañía se localizara en el campo y los empleados manejaran para ir a trabajar, habría que prever un lugar de estacionamiento por cada empleado y medio. Si estuviera cerca de la ciudad y el terreno fuera caro, se daría un espacio de estacionamiento por cada dos empleados. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.6.3 Casilleros y regaderas.

Los cuartos de casilleros brindan a los empleados el espacio necesario para que cambien sus ropas de calle por las de trabajo y guarden sus efectos personales mientras laboran. En los armarios guardarán sus abrigos, almuerzos, zapatos de calle, etcétera. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.6.4 Sanitarios

El número de excusados que se necesitan depende de cuántos empleados trabajen en el turno principal. Es posible que el reglamento de construcciones local establezca el número necesario. La cantidad de lavabos es igual al número de excusado. El tamaño del excusado es de 15 pies cuadrados por excusado, lavabo y vestíbulo, y de 9 pies cuadrados por mingitorio. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.6.5 Comedores o cafeterías

Una planta común tiene alguno de los cinco tipos siguientes de instalaciones para consumir alimentos:

1. Cafeterías con líneas de servicio.
2. Máquinas de venta.
3. Vendedores ambulantes.
4. Comedores (para ejecutivos).
5. Comedores externos (barras de almuerzos).

El tamaño del comedor dependerá de

1. número de empleados,
2. tipo de servicio que se brinda.
3. instalaciones que se incluyen. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.6.6 Pasillos

El porcentaje de la superficie total de la planta que se dedique a pasillos (pies cuadrados de pasillo divididos entre el total de superficie) es una valiosa medición. Este porcentaje debe plasmarse en una gráfica al menos cada año. El objetivo es reducirlo. He aquí dos ideas para disminuir la superficie de pasillos:

1. Usar vehículos para estar de pie para manipular objetos, en lugar de montacargas, debido a su menor radio de giro.
2. Usar armazones para plataformas con doble profundidad, o que permitan la colocación de éstas por los montacargas, con lo que se reducirá al menos en la mitad el número de pasillos. (E. Meyers & P. Stephens, 2006)

2.7 Métodos de distribución interna de la planta

Existen tres métodos para mostrar la distribución de la planta:

1. Técnica de la pantalla y la cinta.
2. Técnica de los modelos tridimensionales.
3. Técnica del diseño asistido por computadora (CAD)

En la siguiente tabla se muestra las características de cada una de las técnicas de distribución de planta interna.

Técnica de la pantalla y la cinta.	Técnica de los modelos tridimensionales.	Técnica asistida por computadora.
<ul style="list-style-type: none">• Se utiliza una pantalla transparente para representar a la fábrica.• Se utiliza cintas de diferentes tipos de grosor (1/4 a 3/8 muros), (1/8 para los pasillos).• Para la representación de objetos como equipo de la empresa	<ul style="list-style-type: none">• Resalta e ilustra cualquier problema con las alturas.• Se coloca en una cubierta de plástico.• Dificultad para copiarlos.• La escala deber ser de 1 pulgada= 1 pie.	<ul style="list-style-type: none">• Es la técnica más reciente.• Software que se utiliza es el AutoCAD.• Se puede hacer tanto en 2D y 3D.•

Tabla 2. 3 Técnicas de distribución de planta.

Fuente: Meyers & Stephens, 2006

CAPITULO III DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Introducción

En la actualidad en el reventado de semillas de amaranto ha tenido un desarrollo tecnológico importante debido a estudios realizados para el mejorar el aprovechamiento de sus características nutritivas por ejemplo proteínas, minerales. Con la investigación realizada actualmente existen dos formas para reventar semillas de amaranto, por medio de tostado y por un lecho fluido. El tostado de semilla de se realiza sobre una plancha de acero alimentada con fuego puesto a la temperatura de la plancha de acero hace el “popping” o reventado. Sin embargo, en el lecho fluido se utiliza aire caliente y la semilla de amaranto circulando por una tubería debido a la temperatura del aire se realiza el reventado de amaranto.

En este capítulo se expondrá y se desarrollará la metodología para el diseño de instalación retomando el objetivo general. Para la industrialización de la semilla de amaranto se consideran diferentes puntos para poder llegar a este fin, que son la localización de planta reventadora de amaranto, la distribución interna de la empresa, sistema de producción, el proceso de producción, una planeación de la producción y tener conocimiento acerca de la producción de semilla de amaranto con los productores del Estado de Tlaxcala llevara a cabo este proyecto.

3.2 Localización de la planta reventadora de amaranto

Para la localización de la planta de amaranto interviene diferentes requisitos como el terreno donde se va a construir cuenta con la disponibilidad de servicios básicos necesarios como agua, energía eléctrica, drenaje, accesibilidad (carreteras, autopistas), otro requisito es disponibilidad de recursos la mano de obra calificada para responder a las necesidades de la empresa. Para el proyecto se determinará la posible ubicación de la planta reventadora de amaranto.

3.2.1 Requisitos para la localización

Los requisitos para la localización de planta que deben ser considerados son los siguientes:

1. Disponibilidad de servicios básicos. Uno de los servicios básicos para el funcionamiento de la empresa es el agua potable utilizada para aseo personal o para

algún uso en el proceso de la empresa, energía eléctrica considerar el voltaje que será utilizado para las actividades de la empresa, otro servicio básico a considerar drenaje el predio o terreno donde se construirá la empresa es conveniente estar cerca a una red para este servicio, servicio telefónico y de internet puesto que hoy en día esta aplicación es necesario en cuanto al funcionamiento de la empresa para el contacto de proveedores, clientes.

2. El terreno y la construcción. Para este requisito es importante la compra del terreno a un precio razonable y en la construcción de la considerar el menor costo posible pero que no sea de mala calidad. Los costos incluyen el terreno, la construcción del inmueble. Al conocer las dimensiones del inmueble a construir, el terreno debe ser tres veces mayor.
3. Accesibilidad: Al aplicar el método de localización de planta y conocer la ubicación de la empresa también se debe considerar las vías de acceso, principalmente carreteras, es necesario recalcar uno de los principales costos de una empresa es el transporte del producto terminado.
4. Mano de obra. En este requisito hay que considerar diferentes aspectos como la disponibilidad de efectivos que requiere la empresa, habilidades de los empleados contratados y el costo de la mano de obra.

3.3 Método de centro de gravedad para la localización de planta

Para la localización de la empresa el método empleado es el de centro de gravedad debido a los datos con los que se cuentan, su metodología es conocer la cantidad de producto que entregan, su localización y la distancia que existe entre ellas, para la industrialización de amaranto reventado se tomaron la cantidad de semilla de amaranto de los productores del Estado de Tlaxcala por el enfoque del proyecto en la siguiente tabla se muestra los principales productores de semillas de amaranto por cada municipio, superficie sembrada, superficie cosechada, la producción y el rendimiento, basados en el año 2014 de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el método de gravedad los datos que se consideran son la producción de cada municipio.

Amaranto					
ESTADO DE TLAXCALA					
	Ubicación Municipio	Superficie	Superficie.	Producción	Rendimiento
		Sembrada	Cosechada		
		(Hectárea)	(Hectárea)	(Tonelada)	(Tonelada/Hectárea)
1	Atzayanca	713	713	999.8	1.4
2	Benito Juárez	51	51	76.5	1.5
3	Cuapiaxtla	1,217.00	1,217.00	1,719.80	1.41
4	El Carmen Tequexquitla	121	121	170.2	1.41
5	Huamantla	136	136	196.8	1.45
6	Ixtenco	20	20	28	1.4
7	Natávitlas	187	187	250	1.34
8	Sanctórum de Lázaro Cárdenas	39	39	58.5	1.5
9	Terrenate	5	5	7	1.4
10	Tocatlán	2	2	2.8	1.4

Tabla 3. 1 Producción de amaranto en Tlaxcala
Fuente: SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera)

Procedimiento del centro de gravedad en la localización de planta

1. Localizar los principales productores de amaranto ayuda de google maps para localizar los municipios (marcadores).

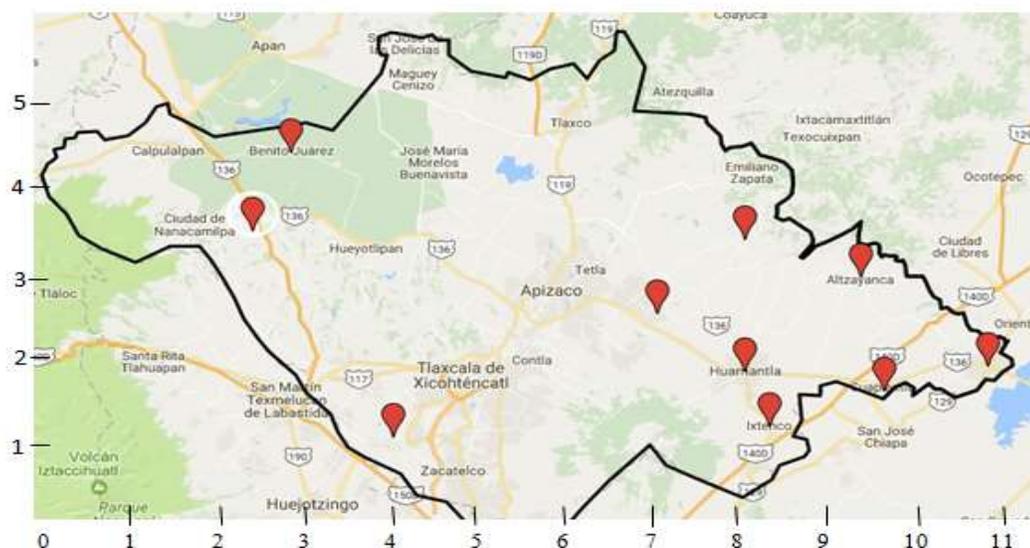


Fig 3. 1 Localización de productores de amaranto
Fuente: Elaboración, propia, 2017

En la figura 3.1 se muestra la ubicación de los productores del Estado de Tlaxcala con marcadores de acuerdo con el método de gravedad se formará un cuadrante para saber la distancia de cada marcador tanto en el eje X y en el eje Y, la distancia se midió con ayuda de google maps para cada uno de los marcadores.

Los datos correspondientes de producción de amaranto en toneladas y la distancia de cada municipio o marcador tanto en eje X como en el eje Y está a continuación.

	Semilla de Amaranto	Estado de Tlaxcala		
	Ubicación Municipio	Toneladas	X (km)	Y (km)
1	Altzayanca	999.8	81	33
2	Benito Juárez	76.5	14.5	49
3	Cuapiaxtla	1,719.80	84.00	18.00
4	El Carmen Tequexquitla	170.2	96	21
5	Huamantla	196.8	68	20
6	Ixtenco	28	70.5	13
7	Natívitás	250	26.5	11
8	Sanctórum de Lázaro Cárdenas	58.5	10	39
9	Terrenate	7	67.5	38
10	Tocatlán	2.8	57.5	27.5

Tabla 3. 2 Localización de intervalos de cada municipio.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

- Para el segundo paso es aplicar la siguiente fórmula empleada en el método de gravedad

$$Cx = \frac{\sum xi wi}{\sum wi} \quad Cy = \frac{\sum yi wi}{\sum wi} \quad (1)$$

Esta fórmula se utiliza para conocer las coordenadas tanto en el eje X como en el eje Y. Como resultado se obtiene lo siguiente:

$$Cx = \frac{266095}{3509.4} = 75.82 \text{ km}$$

$$C_y = \frac{80947}{3509.4} = 23.06 \text{ km}$$

Es decir, en la fig. 3.1 localizaremos las coordenadas de C_x y C_y con ayuda de google maps como se muestra en la siguiente figura

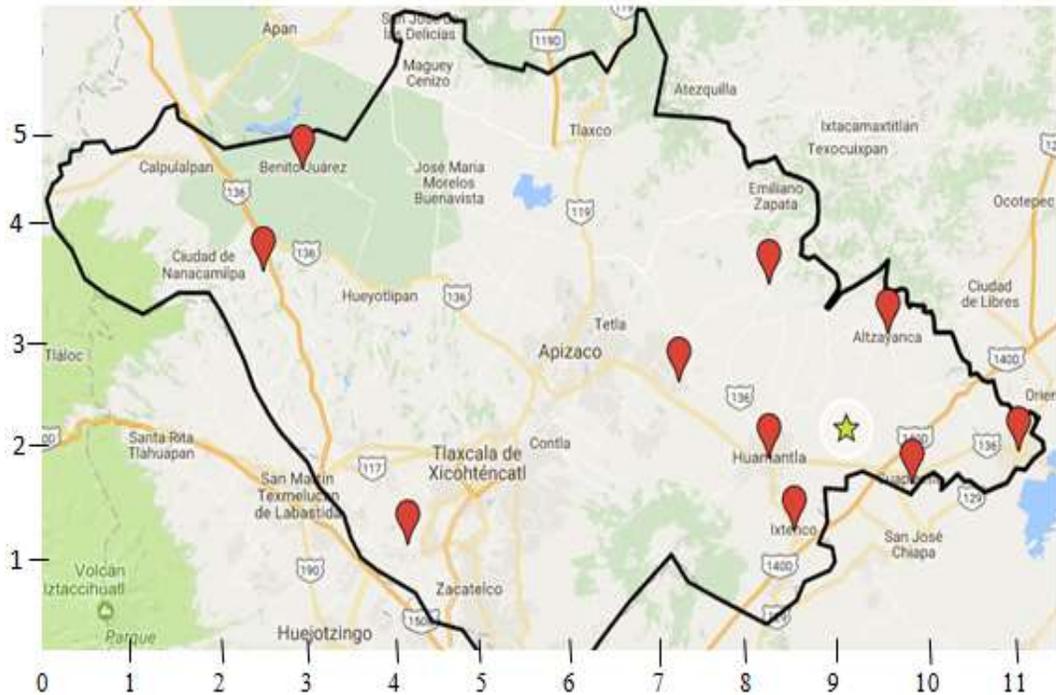


Fig 3. 2 Localización de la nave industrial.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 3.2 ubicación de la planta de reventado de amaranto su localización de acuerdo con el método empleado da en terrenos de para la agricultura, entre los municipios de Huamantla y Cuapiaxtla. En consecuencia, se deben buscar un área alrededor del punto encontrado, la comunidad Ávila Camacho en el municipio de Cuapiaxtla fue el lugar elegido por el motivo que es un punto cercano al arrojado de acuerdo el método y otra característica fue que en esa comunidad se encuentra Grupo lo Natural del Altiplano, asociación de agricultores de amaranto que ayudo a aportar algunos datos para la realización de este proyecto.

3.4 Sistema de producción de reventado de amaranto

En el sistema de producción da el panorama general de toda la empresa, incluyendo proceso, desde la materia prima hasta el almacenamiento. En el diagrama anterior, se muestra el sistema productivo de amaranto.

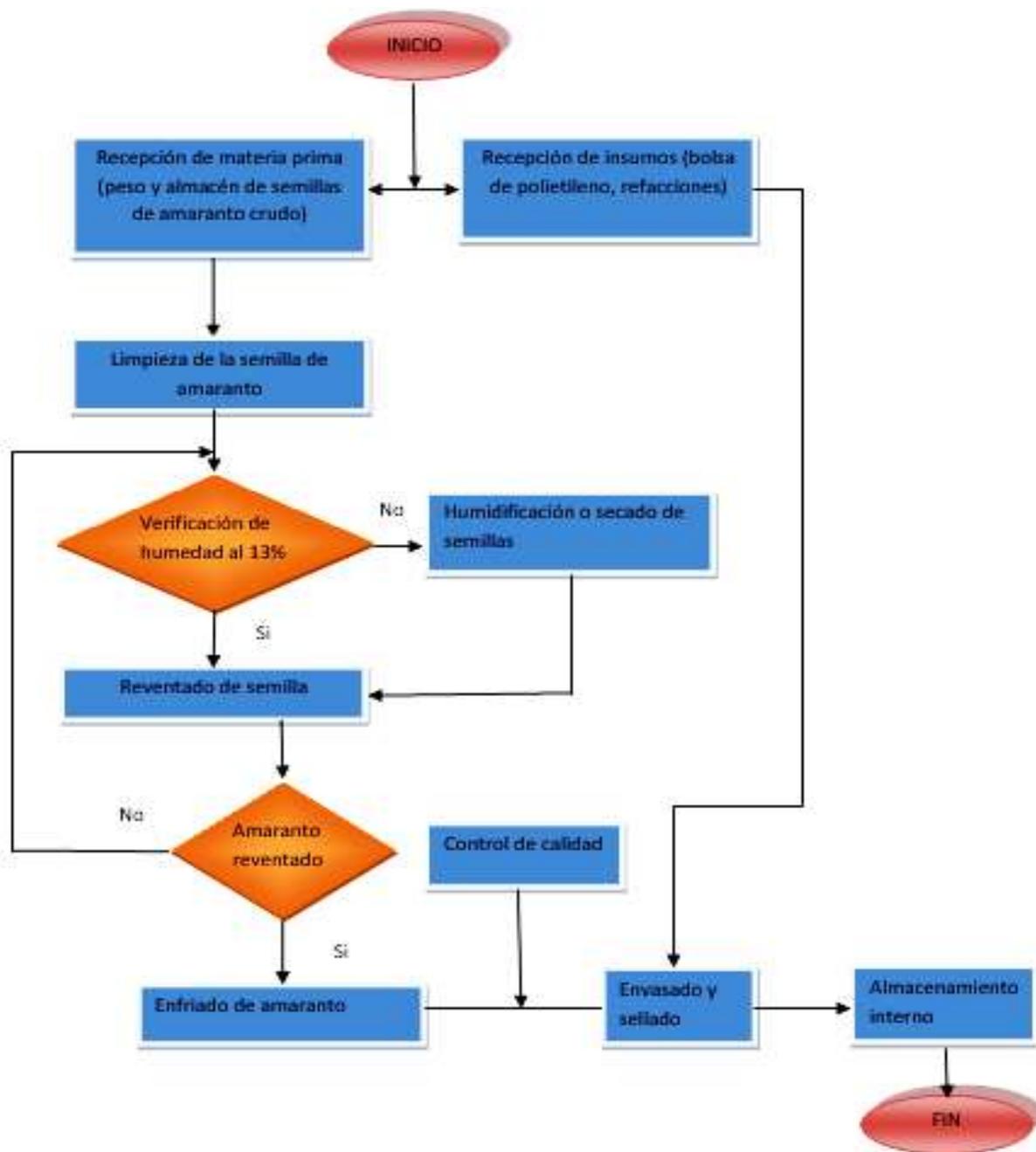


Fig 3. 3 Sistema de producción del amaranto reventado
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Recepción de materia prima y de insumos

En esta fase es la llegada de materia prima, el pesaje de la misma, insumos en este caso es bolsas de plástico, bolsas con película metálica, refacciones cajas de cartón y el almacenamiento de semillas de amaranto.

Control de calidad

En esta etapa se verifica la calidad de la semilla de amaranto tanto en la fase de clasificación de amaranto y en el reventado de amaranto. se realiza una inspección visual en la semilla de amaranto para ver la cantidad de materia extraña que pueda llevar y la humedad. En el amaranto reventado se una inspección visual para saber si el amaranto reventado no lleve semillas sin reventar o alguna materia extraña.

Clasificación de amaranto

En esta etapa del proceso el amaranto se clasifica de acuerdo a su tamaño, pero además se limpia de impurezas como material orgánico, residuos de la planta de amaranto. Esto se realiza por medio de una criba tomando en cuenta el diámetro del amaranto.

También en esta etapa se verifica la humedad de la semilla debido a que es una característica crítica para el proceso de reventado de amaranto, se verifica por medio del medidor de humedad HD1021USB.

Amaranto reventado

En esta etapa propiamente dicho se hace el proceso de reventado, lo cual es solo inflar las semillas de amaranto por medio de aire caliente calentado por resistencias eléctricas a una temperatura aproximadamente a 240 °C. la maquina reventado de amaranto cuenta con una tolva alimentadora, un ventilador motor jaula de ardilla, resistencias eléctricas, un conducto de fluido de aire caliente, otra tolva para el almacenamiento de amaranto reventado y una criba donde se clasifica, el amaranto reventado y el amaranto no reventado.

Enfriado del amaranto

Es la etapa debido después de la etapa de reventado de amaranto el amaranto sale caliente se debe acondicionar una cámara para el enfriado de amaranto, ya que al ser envasado puede ocurrir algún incidente o de lo contrario la calidad de amaranto no sería la adecuada para el cliente por ser un producto de consumo humano.

Envasado y sellado

De la cámara de enfriado es un tanque de acero inoxidable que servirá para bajar la temperatura del amaranto reventado y se acondicionará para poder realizar el envasado que será con bolsas de poliéster de polietileno de 10 kg, este tipo de bolsa es utilizada debido a que puede evitar la rancias del producto por al menos 15 días de acuerdo a (Mejía, 2003).

Almacenamiento interno

Se colocará en una bodega donde se encuentre ventilada pero que no se exponga el producto directamente al sol, en bolsas de polietileno de 10 kilogramos.

3.5 Diseño de proceso de reventada semilla de amaranto

Para el diseño de un proceso se consideran los siguientes requisitos:

- Hoja de proceso para el reventado de amaranto.
- Maquinaria (limpiadora de semilla de amaranto, módulo de humidificación de, secadora reventadora de grano de amaranto, cernidor de semilla de amaranto) y los accesorios para el manejo de producto serán explicados en el sistema de manejo de materiales.
- Tiempo estándar del reventado de amaranto
- Asignación de trabajo para cada uno de las áreas mostradas en diagrama de flujo del reventado de amaranto con apoyo de una propuesta de organigrama.

3.5.1. Hoja de proceso para el reventado de semilla de amaranto.

En el proceso de reventado de la semilla de amaranto es necesario conocer cada una de las operaciones relacionadas en dicho proceso de manera simplificada se utiliza el recurso llamado hoja de proceso o ruta de proceso donde muestra el recorrido del producto, así como las operaciones o transformaciones que tendrá el producto, la fecha de cuando se realizan las operación la cantidad de producto, la maquinaria y equipo que se emplea para cada una de las operaciones el tiempo por cada operación.

A continuación, en la tabla 2.3 se muestra la hoja de proceso para el reventado de semilla de amaranto.

Hoja de ruta				
Empresa: Grupo lo natural (ejemplo)		Elaborado por: Ing. Elías González Alvarado		
Producto: amaranto reventado		Fecha:12/04/17		
No.	Descripción de Operación	Maquina/ equipo	Cantidad (kg)	Tiempo por operación (hr)
1	Limpieza de semilla	Vibro cribadora.	560	3
2	Verificación de humedad	Higrómetro HD-1021.USB Deliver	1	0.01
3	Secadora de semilla	Secadora	560	6
4	Humidificadora de semilla	Módulo de humidificación.	560	5
5	Reventado de amaranto	Maquina reventadora	560	7
6	Enfriado de amaranto	Cámara de enfriado	560	7
5	Empaquetado	Selladora	560	7

Tabla 3. 3 Hoja de ruta
Fuente: Elaboración Propia, 2017

3.5.2 Diagrama de flujo del reventado de amaranto

En el diagrama de flujo de proceso de reventado de amaranto da a conocer cada una de las fases del reventado de semilla de amaranto, desde el acondicionamiento a su envasado con una breve explicación de cada una de ellas.

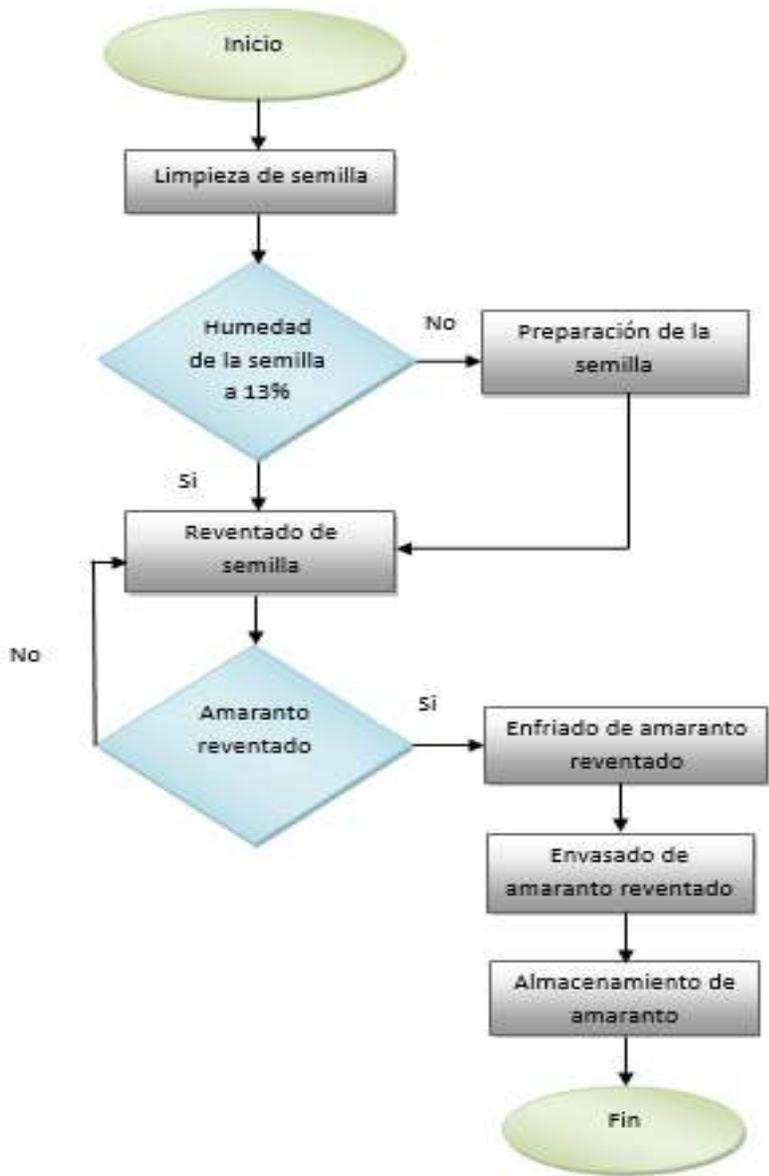


Fig 3. 4 Diagrama de Flujo de amaranto reventado.
Fuente: Elaboración propia, 2017

Para un mejor entendimiento al diagrama de flujo de reventado de semilla de amaranto a continuación se representa independientemente cada una de las fases del proceso del diagrama de flujo anterior.

Acondicionamiento de semilla de amaranto

En la figura 3.5 diagrama de flujo del acondicionamiento del reventado de amaranto representa la clasificación de la semilla de amaranto para eliminar impurezas de la semilla de amaranto. Verificación de humedad de 12 o 13 %, de acuerdo con las especificaciones de la maquina reventadora de amaranto son los rangos óptimos para realizar el reventado de amaranto con un 90 % de semilla reventada.

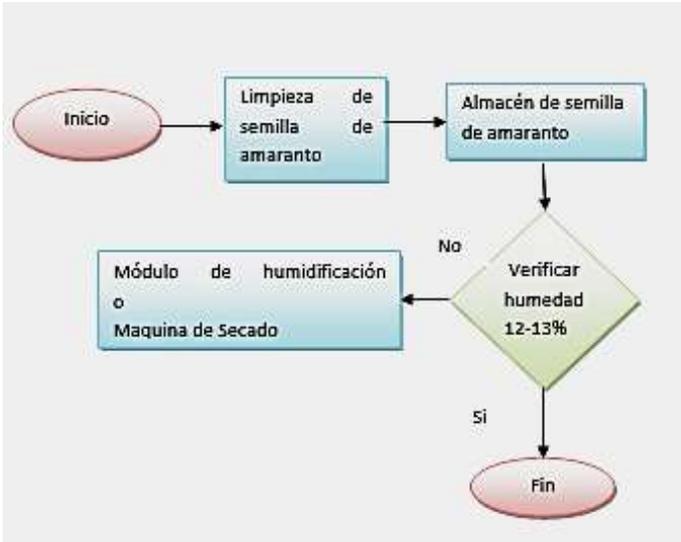


Fig 3. 5 Acondicionamiento de semilla de amaranto. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Reventado de amaranto

En la fig. 3.6 Diagrama de flujo de reventado de amaranto su inicio después del acondicionamiento de la semilla de amaranto, esta etapa es la operación principal el reventado de amaranto, se hace un clasificado de amaranto reventado y para el amaranto no reventado se realiza un reproceso de la semilla para terminar esta etapa se inspecciona el amaranto reventado verificando presencia de materia extraña de manera visual.



Fig 3. 6 Reventado de amaranto.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Enfriado de amaranto reventado

En la figura 3.7 Enfriado del amaranto reventado como su nombre lo dice es una cámara para enfriar e amaranto reventado y preparar el amaranto para la siguiente etapa del proceso.

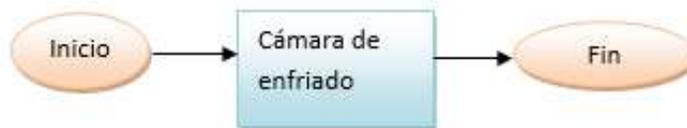


Fig 3. 7 Enfriado de amaranto reventado
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Almacenamiento de amaranto reventado

En la fig. 3.8 Empaque de amaranto reventado es la etapa final del reventado de amaranto, se verifica la calidad de amaranto (todo el amaranto debe estar reventado), el envasado que son en bolsas de polietileno de 10kg, y por ultimo su almacenaje.

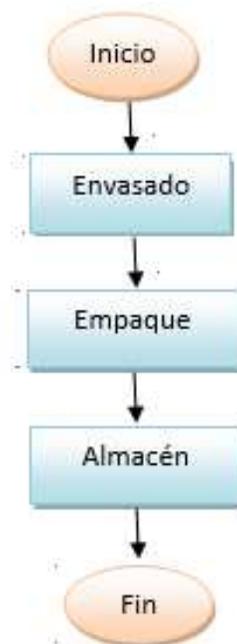


Fig 3. 8 Almacenamiento de amaranto reventado.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6 Maquinaria y equipo

De acuerdo con el sistema de producción propuesto la necesita el siguiente tipo de maquinaria para el reventado de amaranto:

3.6.1 Almacén de semilla de amaranto

De acuerdo con el diagrama de Para este tipo de almacén se requiere un tanque de acero inoxidable con capacidad de 5 toneladas de almacenamiento Fig. 3.9, se propuso este tipo de materia para cuidar la inocuidad de la materia prima (semilla de amaranto), para el mayor ergonomía en el almacenamiento es necesario contar con un transportador helicoidal con tolva del mismo material del tanque de almacenamiento de acuerdo con especificaciones del

fabricante la tolva es de una capacidad de 200 kg cuenta con un motor de 3 HP con un transportador helicoidal de 4" de diámetro.

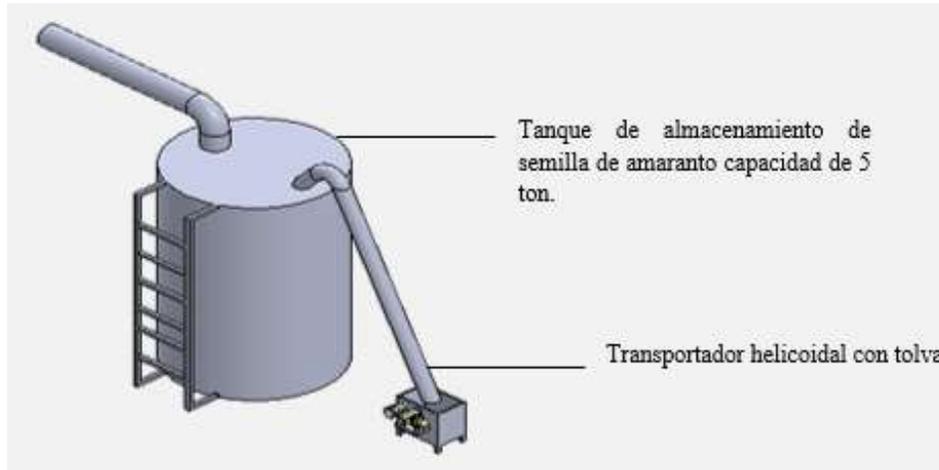


Fig 3. 9 Almacenamiento se semilla de amaranto.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.3 Limpiadora de amaranto.

De acuerdo con los productores la limpieza de la semilla de amaranto es una operación crítica para el reventado de amaranto debido a que al realizar el reventado de la semilla de amaranto puede estar contaminado con algún tipo de basura afectando la calidad.

En lo investigado se encontró una criba industrial que se utiliza para garantizar la calidad del producto para la separación de partículas de gran tamaño y finos utilizada principalmente para la industria farmacéutica y de pinturas, la criba circular BIPU 1200-1500 de la empresa Eurotek Maquinas y refacciones Fig. 3.10



Fig 3. 10 Máquina vibro-cribadora circular
Fuente: Maquinas y refacciones Eurotek S.A. de C.V

3.6.2 Máquina reventadora de amaranto

Como es mencionada anteriormente la esta máquina realiza el reventado de amaranto por medio de un lecho fluido. En el Colegio de Posgraduados de Puebla diseñaron la maquina reventadora con las condiciones requeridas para este proyecto de acuerdo con el Colegio de Posgraduados y sus especificaciones técnicas. La máquina tiene un reventado de semilla de amaranto de 20 kg por hora y de acuerdo con la producción anual de los productores de la Asociación “Grupo lo natural del altiplano” se requiere de 4 máquinas operadas con un turno de 8 hrs.

A continuación, se muestra en la fig. 3.11 una imagen ilustrativa de la maquina reventadora de amaranto, adicionalmente se agregó una criba para la separación de amaranto reventado o no reventado y los residuos del amaranto “cascarilla”.

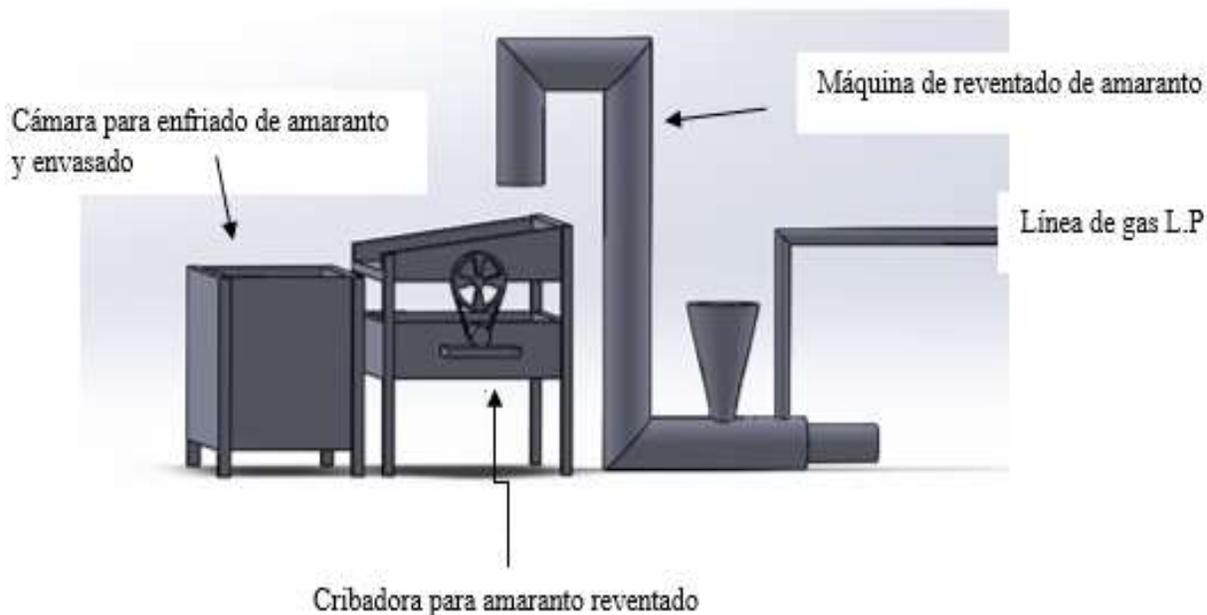


Fig 3. 11 Maquinaria para el reventado de amaranto.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.4 Máquina de secado de semilla de amaranto

Una de las características críticas de la semilla de amaranto para ser tostada o reventado es la humedad por lo tanto es necesario considerar el secado de la semilla.

Esta máquina cumple la función de secado de la semilla de amaranto, es tolva secadora Wesui modelo: WSDB-100E, Serie: D143112, Capacidad: 100 Kg, Calefacción: 6.5 Kw, Ventilador: 246 w Voltaje: 220 v con una capacidad de 100 kg por hora. Fig. 3.12



Fig 3. 12 Maquina de secado de para semilla de amaranto.
Fuente: Comercializadora Fambo, 2017.

3.6.5 Humidificador de semilla de amaranto

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, cualquier semilla que se procesada su rango de humedad de ver entre 12 a 14 % grados de humedad, por lo tanto, es necesario contar con un módulo de humidificación intensiva MOZI, este módulo consiste en dos sistemas independientes un sistema de rotación con la función de rotar la semilla y el otro sistema consiste en un sistema de pulverizadores para rosear las semillas y el aumento de la humedad sea homogénea. Fig. 3.13



Fig 3. 13 Modulo humidificador para semilla de amaranto.
Fuente: Buhlergroup,2017

3.6.6 Báscula

Se utilizarán dos básculas una de una capacidad de 1000 Kilogramos para la recepción de la materia prima y otra de una capacidad de 10 a 40 kilogramos. Fig 3.14



Fig 3. 14 Básculas de 1000 kg y 10-40 kg.
Fuente: MAQPAC empaque y embalaje, 2017.

3.6.7 Enfriadora

Depósito de acero inoxidable para el amaranto reventado con salida para envasar bolsa de 10 kg cada un depósito de acero inoxidable.

3.7 Organigrama de la empresa

En el organigrama de una empresa es la representación gráfica, da a conocer la jerarquía de una empresa y como se compone la organización con cada uno de los departamentos y elementos que componen a la empresa en la siguiente figura se muestra el organigrama de la empresa de reventado de amaranto y en seguida se da a conocer una propuesta del mismo.

En el organigrama de la empresa es necesario dar a conocer el tipo de trabajo que realizará cada uno en la empresa por ello:

El Gerente General con apoyo de la secretaria tienen como objetivo el área de recursos humanos, compra de materia prima e insumos, y el control de la venta de amaranto reventado.

Supervisor: será el encargado de coordinar todas las actividades en el proceso de reventado de semillas de amaranto calidad, producción, mantenimiento.

Calidad: personal capacitada para verificar la calidad de la semilla de amaranto y amaranto reventado.

Producción: está dividida en el área de reventado de amaranto y mantenimiento, en el área de reventado contará con tres personas, el trabajador-operador A realizará la clasificación de la semilla de amaranto, el trabajador-operador B en el área reventado de amaranto para verificar el amaranto reventado, el trabajador-operador C estará de encargado de envasado de amaranto reventado.

Mantenimiento: personal encargada en el buen funcionamiento de los equipos y reparación de los mismos. Fig. 3.15.

De acuerdo con el organigrama propuesto anteriormente se necesita 3 personas de confianza con perfil de ingeniería o licenciatura y 7 personas para el área de producción, calidad y mantenimiento.

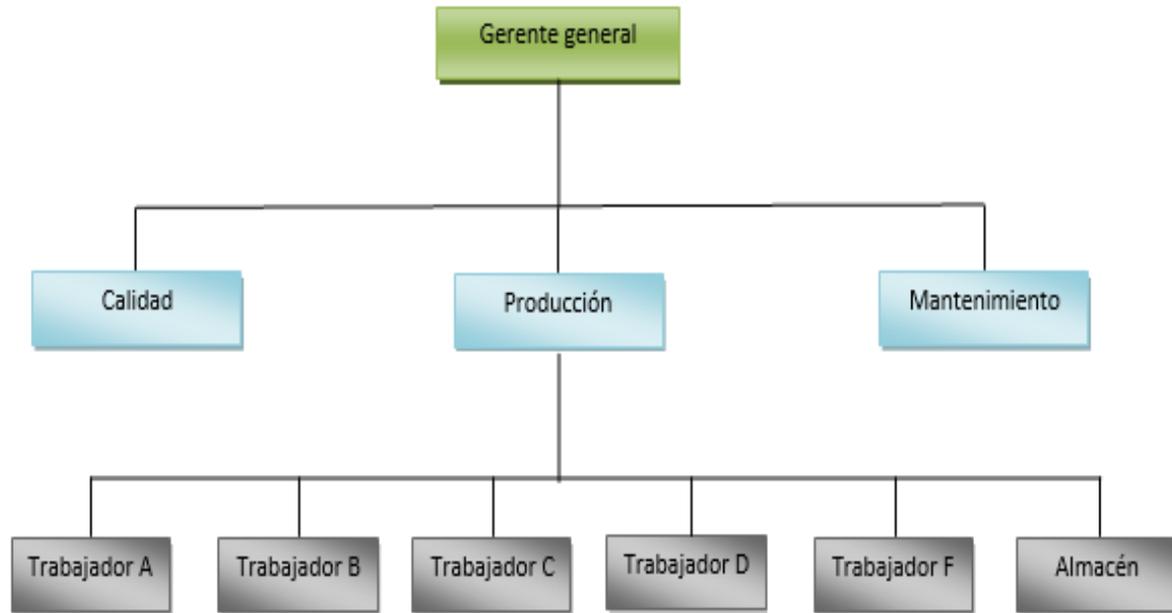


Fig 3. 15 Organigrama de la empresa
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.8 Distribución interna de la planta reventadora de amaranto

Para la distribución interna de la planta la técnica es conocida como diagrama de relaciones la cual considera las áreas de la empresa tanto de producción, administrativas y calidad, forma relaciones unas con otras de acuerdo con las más importantes o no importantes. La técnica empleada en la distribución en la empresa de reventado de amaranto es el diagrama de relaciones puesto que la técnica de costo mínimo requiere datos de costos y aun no se tiene ese dato.

3.8.1 Técnica de relaciones

Como paso número uno en la técnica de diagrama de relaciones se reconoce las áreas de la empresa que son las siguientes:

1. Almacén de semilla
2. Reventado de amaranto
3. Envasado

4. Oficinas
5. Taller de mantenimiento/Refacciones
6. Calidad
7. Almacén de producto terminado
8. Embarque
9. Otros (comedor, baños, casilleros)

Como paso número dos, se aplica la importancia entre cada una de las áreas de trabajo, de acuerdo al diseñador.

		2	3	4	5	6	7	8	9
1	Almacén	A	E	E	O	U	U	O	U
2	Reventado		A	I	O	U	O	O	U
3	Envasado			A	O	E	E	O	U
4	Oficinas				U	A	I	I	X
5	Taller de mantto					O	U	O	U
6	Calidad						E	O	U
7	Almacén de producto terminado							E	O
8	Embarque								X
9	Otros								O

Tabla 3. 4 Diagrama de relaciones.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

A = Absolutamente importante

E = Necesariamente importante

I = Importante

O = Ordinario

U = Sin importancia

X = No necesario

En la tabla 3.4 diagrama de relaciones muestra las relaciones de cada una de las áreas con respecto a otras, para mayor entendimiento como a continuación se muestra el nivel de importancia de un área con respecto a otra.

2 <u><u><u> </u></u></u> 3	1 <u> </u> 2	2 <u> </u> 5	3 <u>~~~~~</u> 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacén de semilla 2. Reventado de amaranto 3. Envasado 4. Oficinas 5. Taller de mantenimiento/Refacciones 6. Calidad 7. Almacén de producto terminado 8. Embarque 9. Otros (comedor, baños, casilleros)
3 <u><u><u> </u></u></u> 7	7 <u> </u> 4	5 <u> </u> 3		
	7 <u><u><u> </u></u></u> 8	5 <u> </u> 6		

Fig 3. 16 Relación entre áreas
Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 3.16, muestra las relaciones de cada una de las áreas, que va desde la absolutamente importante hasta la no necesaria, esto es de acuerdo al criterio de diseñador de la distribución interna.

Las tres líneas representan relación absolutamente importante, dos líneas relación importante, una línea representa relación ordinaria y la última línea la no necesaria.

Continuando con el proceso de la técnica de relaciones como tercer paso se establece las relaciones que se obtuvieron anteriormente como se observa en la figura 3.17 distribución interna por técnica de relaciones.

En la figura anterior indica la distribución interna de cada una de las áreas la empresa de reventado de amaranto.

El último paso de la técnica de relaciones para la distribución interna de una planta es hacer la propuesta de un croquis o plano de la planta.

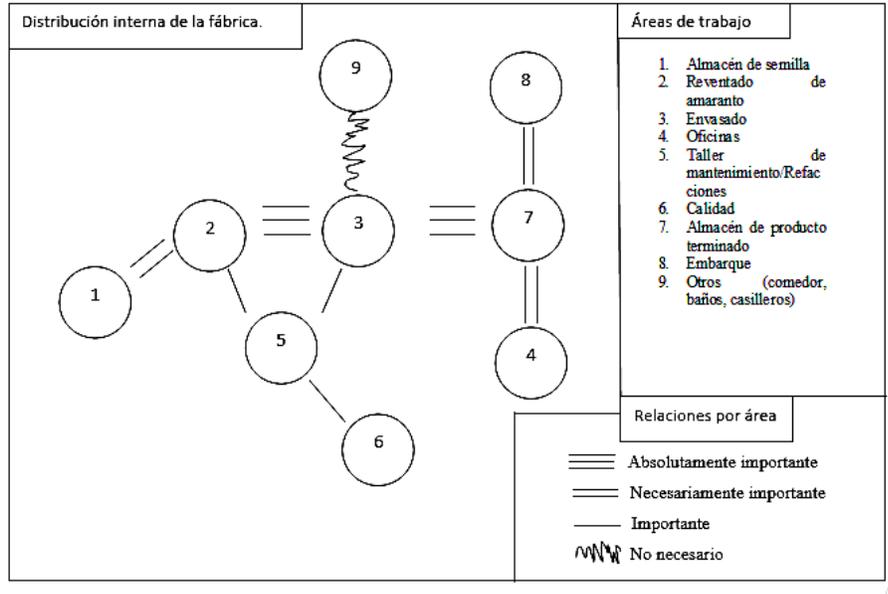


Fig 3. 17. Distribución interna por técnica de relaciones
Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 3.18 Distribución interna de planta de reventado de amaranto es el resultado de la aplicación de la técnica diagrama de relaciones donde se obtiene la distribución interna de la planta de reventado de amaranto acuerdo la importancia de cada área, también considerando la distancia más corta, en áreas que influyen directamente en el proceso. Se considera espacios para la zona de descarga y embarque.

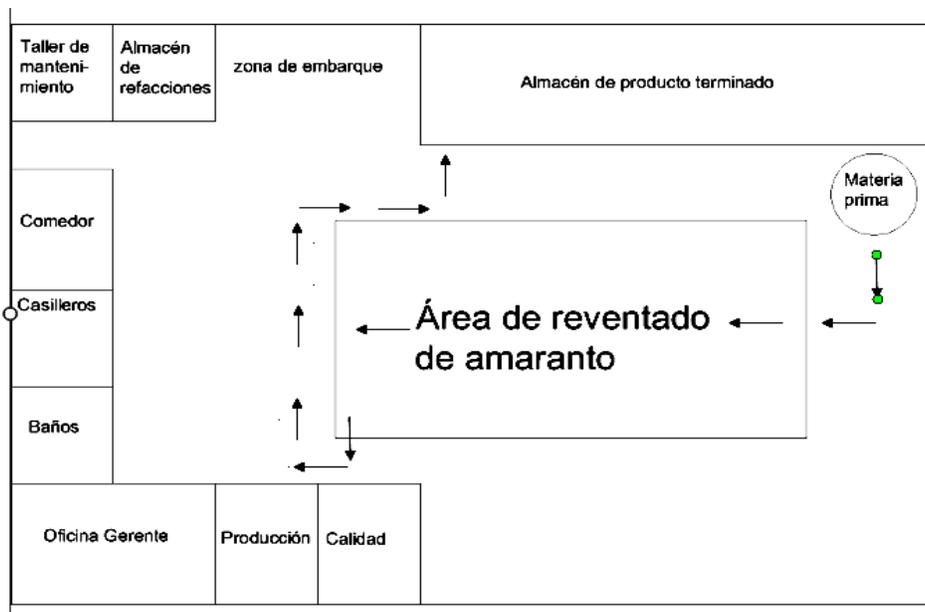


Fig 3. 18 Distribución de la nave de reventado de amaranto
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.9 Cálculo de dimensiones del edificio

Para averiguar las dimensiones del edificio o la construcción completa de planta es necesario realizar los cálculos de dimensiones de oficinas, almacén de producto terminado, comedor, baños y casilleros, así como maquinaria, equipo

3.9.1 Cálculo de oficinas y sanitarios

De acuerdo con (E. Meyers & P. Stephens, 2006) para el cálculo de oficinas y sanitarios debe ser de 18.5 m² de espacio por persona en la tabla 3.6 se indica las medidas aproximadas en metros cuadrados.

Área	Medidas aproximadas (m ²)
Gerente General	20
Ventas	16
Calidad	16
Supervisor	16
Mantenimiento	16
Sanitarios	16

Tabla 3. 5 Cantidad y tamaño de sanitarios.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.9.2 Cálculo de sanitarios

De acuerdo con (E. Meyers & P. Stephens, 2006), un sanitario por cada 20 trabajadores y no debe estar a más de 61 metros aproximadamente de distancias, el excusado y el lavabo tiene un área aproximada de 1.4 m² y para un mingitorio es de 0.9 m².

En la tabla 3.7 muestra la cantidad y el área aproximada de excusados, lavabos y mingitorios para la planta de reventado de amaranto.

	Cantidad	Tamaño (m ²)
Excusado	3	4.2
Lavabo	3	4.2
Mingitorios	2	1.8
Total		10.2

Tabla 3. 6 Cantidad y tamaño de sanitarios.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.9.3 Cálculo de Área de Casilleros

Esta área es importante para los empleados puesto que es el lugar donde se realiza el aseo personal y salvaguardar sus objetos personales según (E. Meyers & P. Stephens, 2006) para conocer el tamaño del área de casilleros es multiplicar la cantidad de empleados por 0.5 m^2 . Esto quiere decir el área será de 6 m^2 aproximadamente, el caso de las regaderas será dos con una medida de 1.2×1.2 metros.

3.9.4 Almacén de producto terminado

De acuerdo con lo investigado en (E. Meyers & P. Stephens, 2006), no existe alguna especificación para determinar el tamaño del área de almacén debido a esto se propuso un área de 1000 m^2 teniendo en cuanto que el volumen de amaranto reventado que se tendrá alrededor de una semana.

3.9.5 Capacidad Instalada

Para realizar el reventado de amaranto se utiliza una maquina especial, la cual utiliza un lecho de aire caliente donde se desplazan las semillas de amaranto contenidos en una tubería de acero inoxidable, con una temperatura entre 200° y 230° . Con esta temperatura las semillas de amaranto explotan para obtener el reventado.

De acuerdo con la investigación que se realizó en Colegio de Posgraduados de Puebla diseñaron un maquina reventadora de amaranto con las condiciones antes mencionadas.

Para la capacidad instalada se obtuvieron datos con apoyo de la Asociación “Grupo lo natural del Altiplano” donde se realizó una estancia técnica. En esta asociación se cuenta con un aproximado de 80 productores de amaranto con un promedio de producción anual de 2 toneladas de semilla de amaranto, por lo tanto, de acuerdo con esos datos se obtiene nuestra capacidad instalada, que será de alrededor de 160 toneladas de amaranto reventado anuales

3.9.6 Distribución de planta de reventado de amaranto

De acuerdo con la técnica de relaciones utilizada para realizar la distribución de la planta de reventado de amaranto se presenta una representación gráfica en la Fig. 3.19, donde representa el área de producción, oficinas, sanitarios, casilleros, comedor, cuarto de control, mantenimiento, refacciones, zona de embarque, almacén de producto terminado, almacén y recepción de materia prima, así como las medidas de cada una de áreas.



Fig 3. 19 Distribución de la nave industrial.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.10 Obra civil

De acuerdo con lo propuesto para el proyecto se requiere una infraestructura apta para realizar el reventado de amaranto tomando en consideración normas de construcción.

Para la obra civil se considera la localización de la planta tomando en cuenta los datos obtenidos que opto por la colonia Manuel Ávila Camacho, en el municipio de Cuapiaxtla. Por

ello para empezar a realizar la planeación de construcción de la infraestructura se necesita la localización exacta de donde se construirá la planta de reventado de amaranto en Ávila Camacho s/n, Manuel Ávila Camacho, Cuapiaxtla, Tlaxcala.

Para ello es necesario contar con un proyecto arquitectónico de la nave industrial que incluya planos arquitectónicos, sanitarios, hidráulicos, eléctricos y de detalle.

Para iniciar con una obra de infraestructura es necesario realizar un levantamiento topográfico donde se verifica las condiciones del suelo y las dimensiones. La dimensión de la nave industrial será de 36 m por 24 m, con un área de total de 864 m², pero para las entradas de vehículos, estacionamiento maniobras del mismo se necesita un terreno total de 65 m x 40 m con total de área de 2600 m². En la figura 3.20 muestra el terreno propuesto para la construcción de la planta de reventado de amaranto.

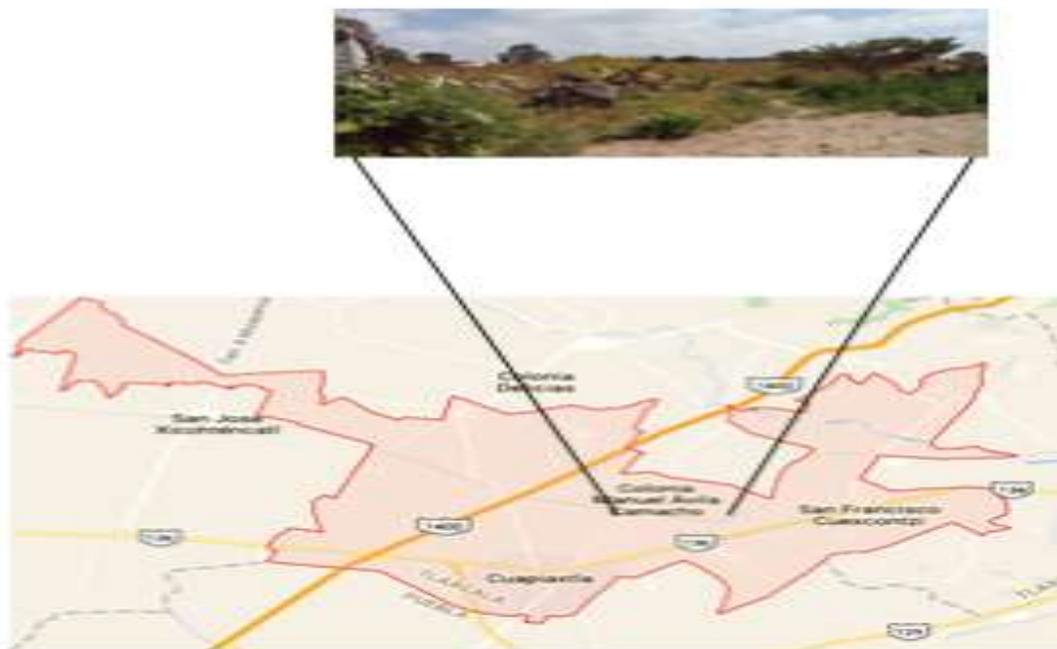


Fig 3. 20 Terreno para la construcción de nave
Fuente: Elaboración propia, 2017.

También se realizó el levantamiento para las dimensiones y las condiciones de tipo de suelo, este tipo de levantamiento se hace manualmente, donde se excavaciones a cielo abierto de una al tura de 1 aproximadamente, con el fin de conocer el tipo de suela y así poder conocer los

niveles de piso para la construcción, con estos datos recolectados se llegó a los siguientes planos.

3.11 Plano de cimentación

La cimentación es la colocación de cimientos o bases de una edificación o construcción que tienen como finalidad distribuir y soportar las cargas propias de la construcción.

En este tipo de plano muestra la cimentación en dos secciones la sección A representa la figura 3.21 que requiere la infraestructura se obtuvo las dimensiones zapata y columna de acuerdo a la experiencia y apoyo de Ing. Rafael Guerra Chávez y base a (Aral Simon & Betancourt Suárez, 1999) Reglamentos de construcciones en la sección seguridad estructural de las construcciones capítulos II y III y la norma complementaria “para el diseño y la construcción de cimentaciones, por lo tanto en conclusión, utilizar una zapata corrida debido al tipo de construcción y cargas de esta misma y las columnas con un concreto de resistencia de 200 kg/cm², esta resistencia es especificada en (CEMEX, 2016). Véase en el anexo A plano de cimentación.

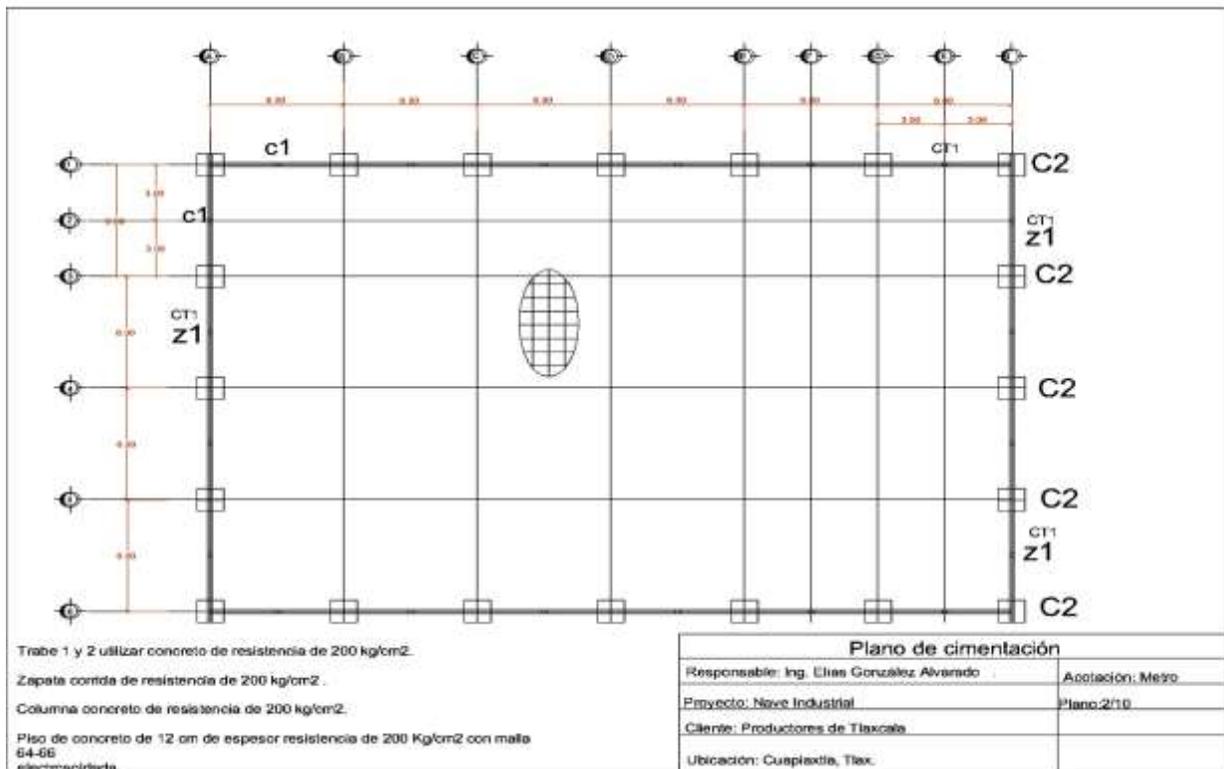


Fig 3. 21 Plano de cimentación
 Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

Para detalles de columna C2, Zapata Z1, Contratrabe CT1 y castillo C1, traves T1 y T2 son especificados en la Fig 3.22 que contiene el tipo de varilla, cantidad y distribución de acuerdo al cuerpo correspondiente. Véase anexo B.

Para la columna C2 se utiliza varilla de 3/4" con estribos de 3/8" con 20 cm de separación cada 6 m, cada columna será de 40x40 cm, la zapata Z1 es de varilla de 3/8" con separación de 15 cm. En la Contratrabe CT1 se utiliza varilla de 3/4" con estribos de varilla de 3/8" separación de 20 cm con una altura de 50 cm a partir de la zapata Z1 con un ancho de 20 cm. Para el castillo C1, traves T1 y T2 se utiliza varilla 3/8" con estribos de 1/4" con separación de 20 cm.

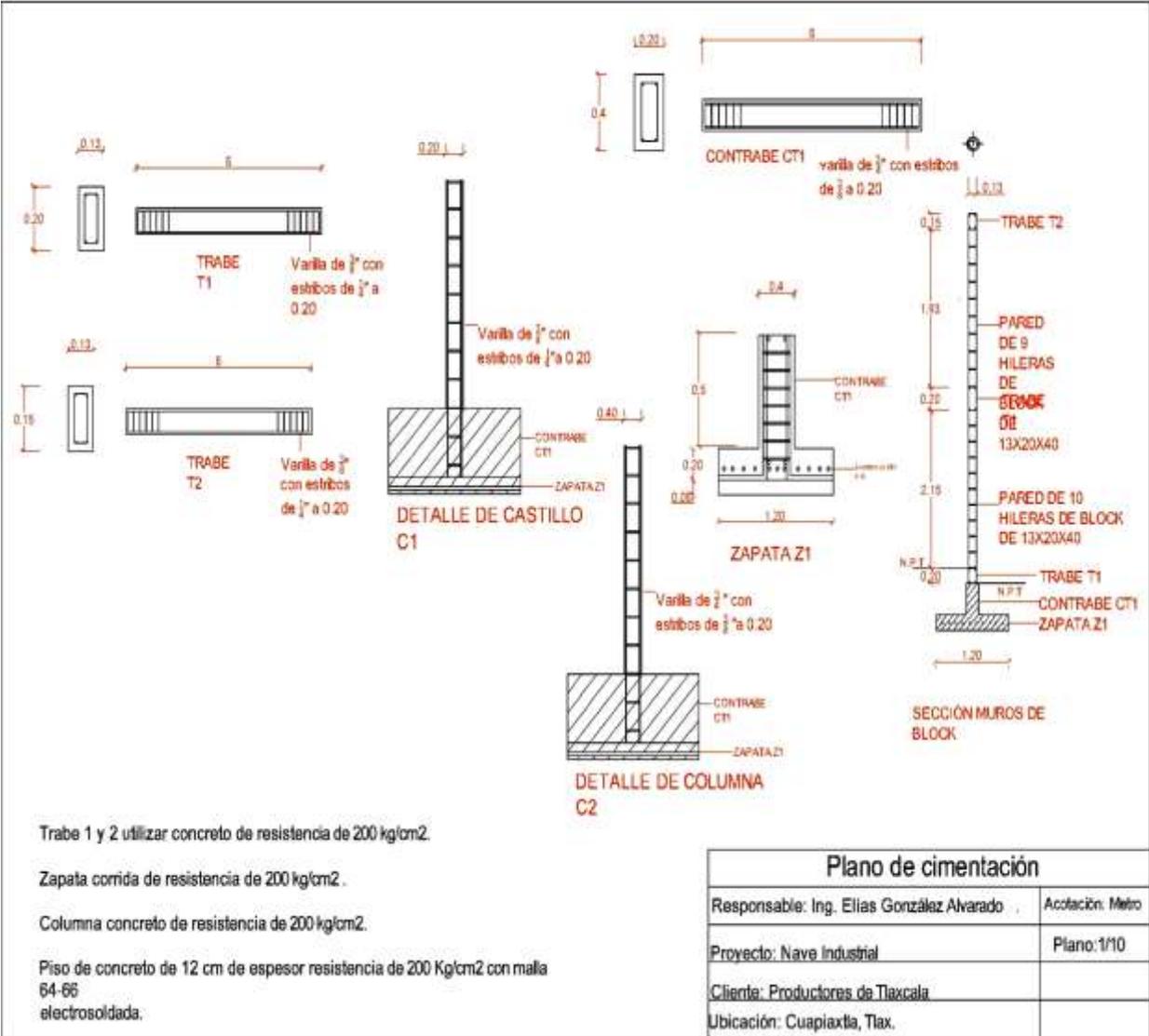


Fig 3. 22 Plano de cimentación (detalles).
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

3.12 Plano eléctrico

En este plano se especifica la distribución de la energía eléctrica, así como, cantidad, el tipo y la conexión de lámparas y contactos y si existe alguna conexión especial.

En la empresa de reventado de amaranto de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana se planteó la distribución lumínica en la figura 3.23 para áreas de trabajo, almacenamiento, áreas para el personal.

Para la selección de del calibre del cable empleado para conexión de contactos, lámparas, motores, así como el tipo de tubo conduit se dio base a la NOM-001-SEDE-2005.

De acuerdo con la figura 3.22 se tiene la cantidad de 23 lámparas de 200 watts, 22 lámparas de 100 watts, 11 motores de 2 HP, 11 contactos sencillos para mejor referencia véase anexo C.

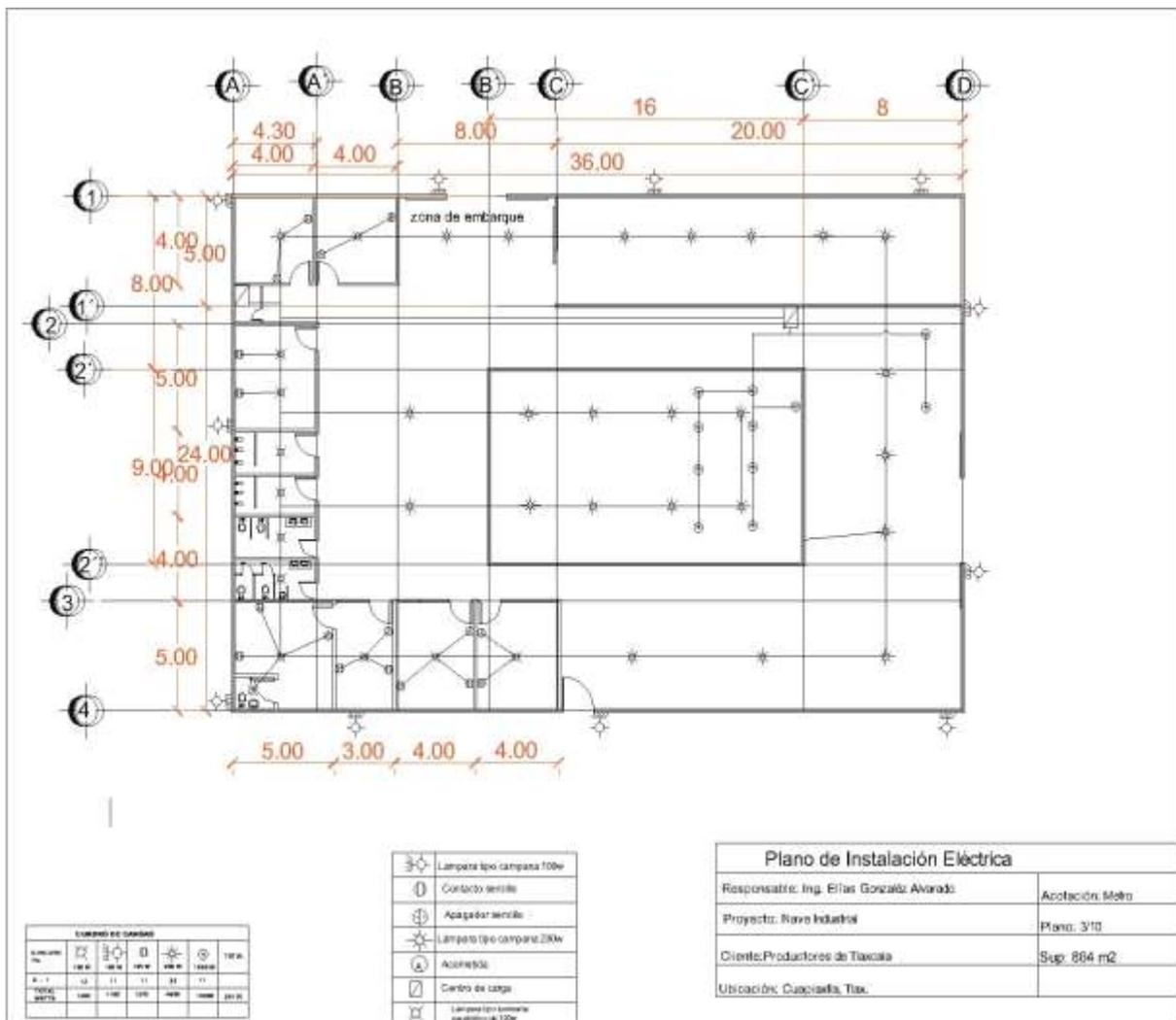


Fig 3. 23 Plano de instalación eléctrico

Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

3.13 Plano hidráulico

En este tipo de plano se muestra la instalación hidráulica mostrando por cual lugar va a pasar la tubería tanto de agua fría como agua caliente, el tipo de tubería, el material se tomó de referencia de acuerdo (Zepeda, 2006) especificando cual es cada uno de ellas y donde va a estar localizado el depósito de agua y la llave de la toma de agua municipal.

En la figura 3.24 muestra la instalación hidráulica de la planta de reventado de amaranto. Véase anexo D para mejor referencia.

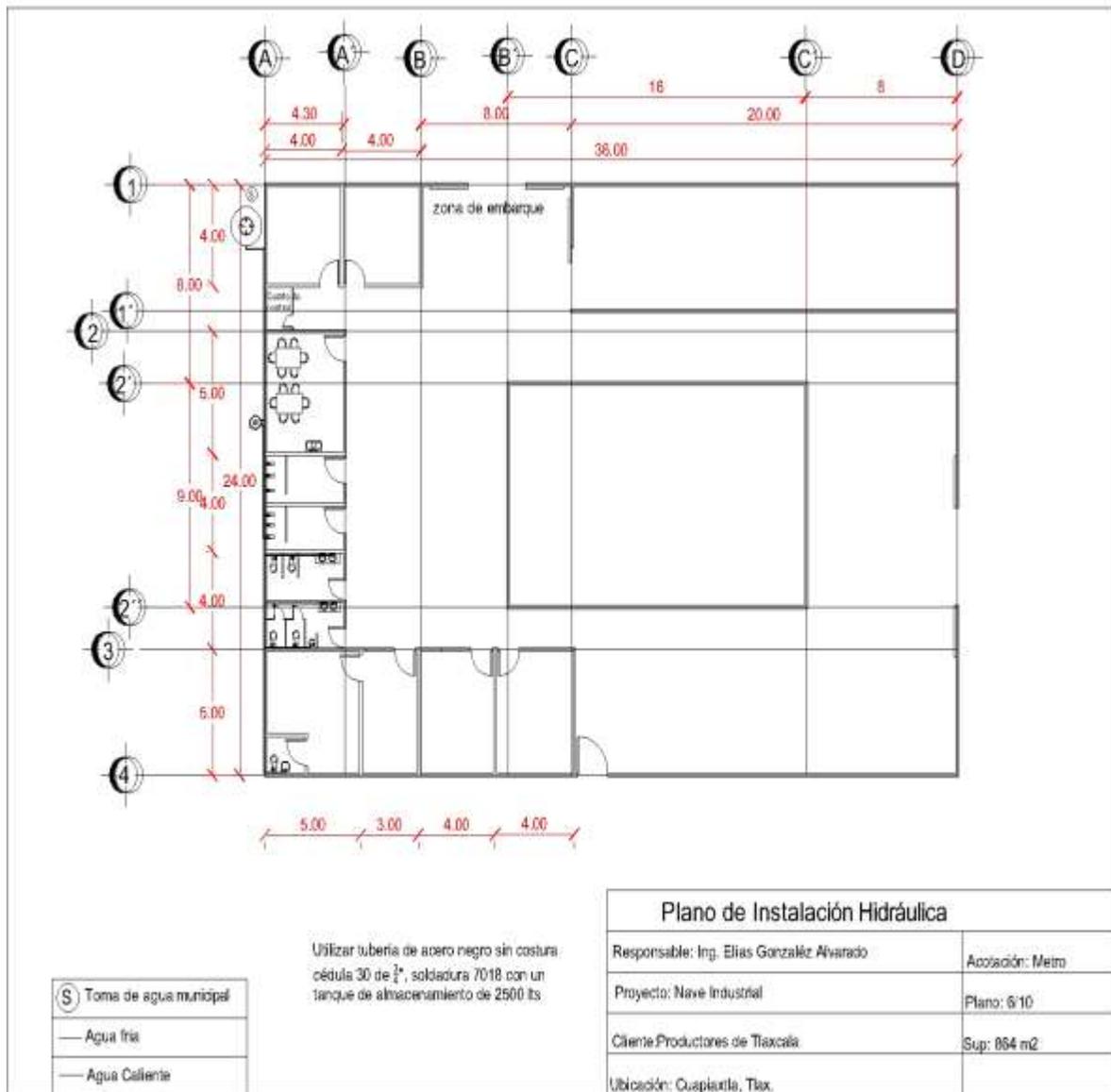


Fig 3. 24 Plano de instalación hidráulica
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

3.14 Plano sanitario

En el plano de instalación sanitaria muestra la tubería sanitaria tanto de sanitarios, regaderas, cocina y como las bajadas pluviales y la conexión al drenaje municipal, así como la cantidad de registros.

En la Figura 3.25 muestra la distribución 14 bajadas de aguas pluviales, dos registros para aguas pluviales y una conexión directa para drenaje municipal conectado a sanitarios, regaderas y cocina. Véase anexo E

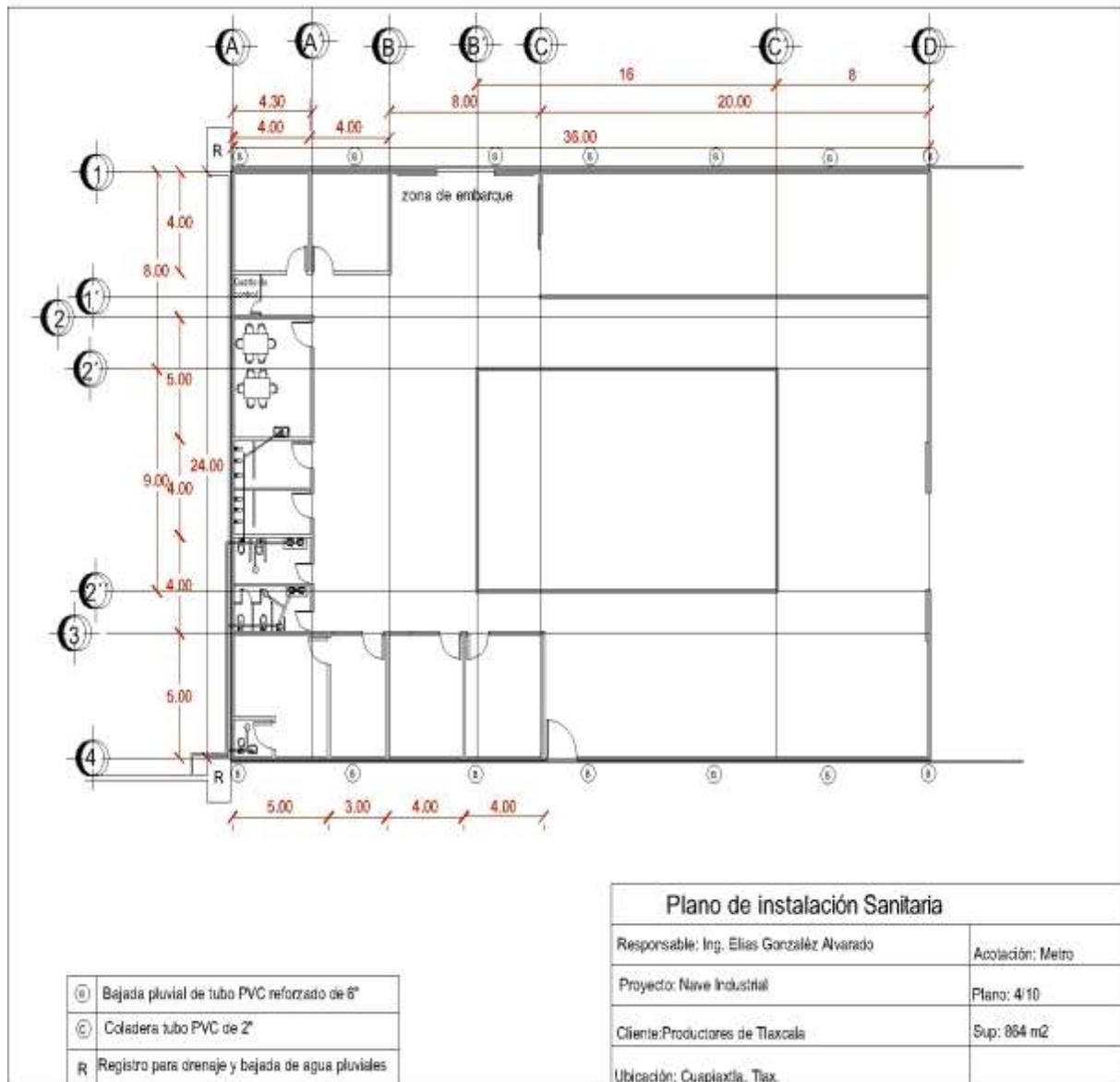


Fig 3. 25 Plano de instalación sanitaria
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

3.15 Planos de instalación de Gas L.P

En este tipo de plano muestra la instalación de gas L.P debido a que es el combustible que utiliza las maquinas reventadoras de amaranto. En el momento de realizar la instalación de gas L.P se toma en consideración la norma NOM-003-SEDG-2004 donde se verifica el tamaño del depósito y de acuerdo al utilizado va a estar colocado afuera de la empresa a una distancia de un diámetro alrededor de 10 metros de cualquier casa.

También otro punto importante que debe ser considerado es el tipo de tubería que se utilizara en la instalación de acuerdo con la norma antes mencionada se utilizara tubería de tubo negro sin costura con una cedula 40 con un diámetro de 3/4".

A continuación, en la figura 3.26 muestra la instalación de gas L.P para la empresa de reventado de amaranto puntos de la norma antes mencionada. Véase anexo F

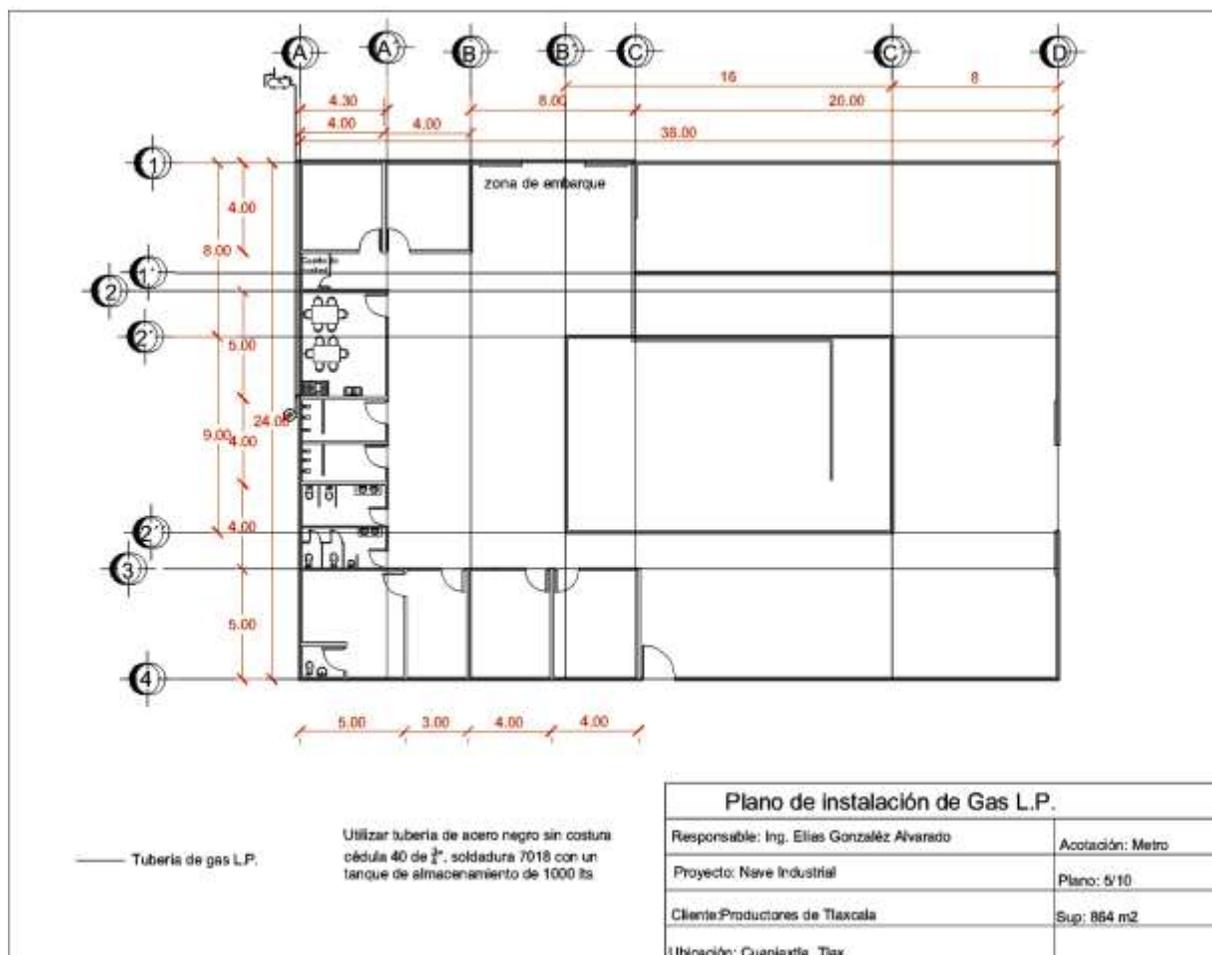


Fig 3. 26 Plano de instalación de gas L.P
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017.

3.16 Determinación de costos

En la determinación de costos se determinaron de forma general para tener una idea de la cantidad de inversión inicial se necesita, se dividen en dos partes los cuales son: los costos de infraestructura y los costos de la maquinaria.

En cuestión de los costos de infraestructura se determina por precios unitarios donde se desglosa los costos de material utilizado y un porcentaje de jornada de mano de obra y este depende del trabajo realizado.

En las tablas siguientes contiene el desglose de las tareas a realizar para la construcción, la cantidad y la unidad de la tarea que se realizará el precio unitario y el total de cada una de ellas.

Es importante mencionar que los precios de la mano de obra y de los costos de los materiales pueden variar de acuerdo al tiempo en que se construyan, los precios de todos los materiales se obtuvieron de la casa de materiales Construrama, The Home Depot y Aceros Geobany además para la cantidad de material utilizado en cada una de las tareas se tomó de referencia (CEMEX, 2016) también es importante dar a conocer que para el costo de mano de obra es aproximadamente entre un 80 y 95 % del costo de materia por cada concepto.

3.16.1 Costo preliminar y de cimentación

Estos costos son los iniciales en una obra los preliminares son lo que se generan a partir de la preparación del terreno donde se construirá. El desempalme de terreno es, remover alrededor de 20 cm de maleza y de tierra y que también sirve como limpieza, el trazo con cuadrilla topográfica es, determinar la localización exacta de la nave, así mismo como las medidas de la nave, la nivelación de maquinaria pesa es, dar los niveles de la nave.

En cuanto a la cimentación los costos empiezan desde la excavación de las cepas para las zapatas hasta el acarreo de material. Es importante decir que los para un presupuesto de tener una clave para cada concepto con su descripción, la unidad emplea, la cantidad y un precio unitario. Además, es importante mencionar que los precio pueden variar por el precio de los materiales.

En la tabla siguiente tabla muestra los costos preliminares y de cimentación.

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Fabrica reventadora de amaranto				\$2,982,525.46
1.1	PRELIMINARES				\$94,608.00
PRE001	DESEMPALME DE 20 CM CON MAQUINARIA LIGERA	m2	2,700.000	\$20.00	\$54,000.00
PRE002	TRAZADO CON CUADRILLA TOPOGRAFICA	m2	864.0000	\$6.00	\$5,184.00
PRE003	NIVELACION CON MAQUINARIA PESADA	m2	864.0000	\$25.00	\$21,600.00
PRE004	ACARREO DE MATERIAL POR NIVELACION	m3	172.8000	\$80.00	\$13,824.00
1.2	CIMENTACION				\$556,199.87
1.2.1	EXCAVACIÓN DE CEPAS CON MAQUINARIA	m3	156.0000	\$200.00	\$31,200.00
1.2.2	EXCAVACIÓN DE CEPAS CON MAQUINARIA	m3	108.0000	\$200.00	\$21,600.00
1.2.3	COMPACTACION DE TERRENO	m2	264.0000	\$35.50	\$9,372.00
1.2.4	PLANTILLA DE CONCRETO fc 100 KG/cm3 DE 150 DE 120 CM DE ANCHO POR 6 CM DE ALTO INCLUYE MANO DE OBRA	m	53.0000	\$1,492.77	\$79,116.81
1.2.5	ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO FC 250 KG/CM3 DE 120 CM ANCHO POR 20 CM DE ALTO INCLUYE MANO DE OBRA	m3	31.5000	\$7,130.33	\$224,605.40
1.2.6	CONTRABE DE CONCRETO FC 250 KG/CM3 CORRIDA DE 50 CM DE ALTO POR 20 COM DE ANCHO	m3	13.2000	\$12,815.58	\$169,165.66
1.2.7	RELLENO DE MATERIAL DE CEPAS DE CIMENTACION COMPACTADO	m3	122.0000	\$130.00	\$15,860.00
1.2.8	ACARREO DE MATERIAL POR LAS CEPAS	m2	66.0000	\$80.00	\$5,280.00

Tabla 3. 7 Costo preliminares y de cimentación.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.16.2 Costos de Drenaje e instalación hidrosanitaria.

En estos costos corresponden desde la excavación para la instalación del drenaje, las conexiones de sanitarios, regaderas y cocina hasta instalación hidrosanitaria correspondiente a las bajadas de agua pluvial.

2	DRENAJE				\$30,800.03
2.1	EXCAVACION DE DRENAJE DE 8" CON MAQUINARIA EN SECO HASTA 1.5 M DE ALTURA	m	130.0000	\$35.00	\$4,550.00
2.2	CAMA DE ARENA PARA TUBO DE 8" INCLUYE ACOSTILLAMIENTO	m	130.0000	\$19.42	\$2,524.60
2.3	TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE DE 8" ARENA 1:3 CON MORTERO Y CEMENTO INCLUYE COLOCACION Y JUNTEO	m	130.0000	\$87.53	\$11,378.90
2.4	RELLENO Y COMPACTACION PARA DRENAJE DE 8" CON MAQUINARIA	m3	66.0000	\$125.00	\$8,250.00
2.5	EXCAVACION PARA REGISTRO A MANO, DESCARGA LIBRE, MATERIAL COMPACTADO, INCLUYE TRASPALCO	m3	5.0000	\$256.85	\$1,284.25
2.6	REGISTRO DE 40X60 DE 80 CM DE PROFUNDIDAD DE 80 CM DE TABIQUE ROJO, INCLUYE TAPA	pza	2.0000	\$1,406.14	\$2,812.28
3	INSTALACION HIDROSANITARIA				\$45,562.00
3.1	INSTALACION HIDROSANITARIA CON CPVC 1/2" Y PVC DE 4" INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA	m	40.0000	\$301.24	\$12,049.60
3.2	BAJADA PARA AGUAS PLUVIALES DE 4", EN TUBO DE PVC INCLUYE SOPORTERIA	m	180.0000	\$186.18	\$33,512.40

Tabla 3. 8 Costos de drenaje e instalación hidrosanitaria.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.16.3 Costos de Muros, columnas y castillos

Estos costos comprenden el costo de muro en este caso de block, columnas de concreto con resistencia de 200 kg/cm² y castillos también incluye mano de obra por cada concepto.

4	MUROS, CASTILLOS Y COLUMNAS				\$486,401.12
4.1	MURO DE BLOCK DE 40X20 INCLUYE MEZCLA DE 1.5 CM Y MANO DE OBRA INCLUYE REVOQUE GRUESO Y FINO	m2	400.0000	\$551.34	\$220,536.00
4.2	CADENA DE 20X13 DE CONCRETO FC 200 KG/CM3 CON VARILLA DE 3/8" Y ESTRIBOS DE 1/4" DE ALAMBRO	m	48.0000	\$1,749.68	\$83,984.64
4.3	CADENA DE 15X13 DE CONCRETO FC 200 KG/CM3 VARILLA DE 3/8" CON ESTRIBOS DE 1/4" DE ALAMBRO	m	18.0000	\$2,101.68	\$37,830.24
4.4	COLUMNA DE CONCRETO FC 250 KG/CM3 DE 40X40	m	16.0000	\$6,438.54	\$103,016.64
4.5	CASTILLO DE CONCRETO FC 200 KG/CM3 13X15 CON VARILLA DE 3/8" Y ESTRIBOS DE 1/4"	m	20.0000	\$2,051.68	\$41,033.60

Tabla 3. 9 Costo de muros, columnas y castillos.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.16.4 Costos de Techumbre, albañilería, aluminio y cristal, y herrería.

Estos costos corresponden al techo de la nave industrial, piso, la elaboración de las oficinas, sanitarios, casilleros, almacén, mantenimiento, y también el área de producción.

5	TECHUMBRE				\$599,012.46
5.1	TECHUMBRE AUTOSOPORTABLE INCLUYE MANO DE OBRA Y RECUBRIMIENTO DE FALDONES	m2	943.0000	\$635.22	\$599,012.46
6	ALBAÑILERIA				\$674,225.55
6.1	COMPACTACION DE TERRENO	m2	864.0000	\$10.00	\$8,640.00
6.2	PISO FIRME DE CONCRETO DE FC 250 KG/CM3 DE 12 CM DE ESPESOR CON MALLA 66-68 ACABADO PULIDO	m2	96.0000	\$3,921.40	\$376,454.40
6.3	TECHO DE PLAFON RETICULAR DE TABLAROCA PARA OFICINAS, BAÑOS, COMEDOR, MATENIMIENTO, ALMACEN Y REFACCIONES	m2	268.0000	\$466.31	\$124,971.08
6.4	MURO DE BLOCK DE 40X 20 INCLUYE MEZCLA DE 1.5 CM Y MANO DE OBRA INCLUYE REVOQUE GRUESO Y FINO	m2	263.2500	\$623.59	\$164,160.07
7	ALUMINIO Y CRISTAL				\$56,504.39
7.1	CANCELERIA PARA EL AREA DE PRODUCCION, VENTANAS Y PUERTAS DE OFICINAS INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA	m2	161.0500	\$350.85	\$56,504.39
8	HERRERIA				\$22,741.68
8.1	ZAGUAN DE 3X4 M	pza	1.0000	\$9,940.40	\$9,940.40
8.2	ZAGUAN DE 4X4 M	pza	1.0000	\$12,801.28	\$12,801.28

Tabla 3. 10 Costo de techumbre, albañilería, aluminio y cristal, y herrería
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.16.5 Costo de instalación eléctrica, gas y acabados en muros.

Estos costos constan de instalación eléctrica pero no de contratos con Comisión Federal de Electricidad, así como, de instalaciones de Gas L.P. y lo referente a acabados en muros es la pintura de los muros de las áreas.

9	INSTALACION ELECTRICA				\$92,939.97
9.1	SALIDA ELECTRICA TIPO INDUSTRIAL, CON CAMPANA DE ACRILICO CON FOCO DE 150 W 127V, INCLUYE CANALIZACION CONDUIT, CABLE CAL. 10 DE 1era CALIDAD.	pza	23.0000	\$2,053.41	\$47,228.43
9.2	SALIDA EIECTRICA TIPO LUMINARIO PARABOLICO, CANALIZACION TIPO CONDUIT NARANJA CABLE CAL.12 DE 1era. CALIDAD.	pza	12.0000	\$1,728.41	\$20,740.92
9.3	SALIDA ELECTRICA 110 V. INCLUYE RANURACION, CANALIZACION CON CONDUIT NARANJA, CAJA CHALUPA, TAPA DORADA, CABLE CAL.12	pza	17.0000	\$655.06	\$11,136.02
9.4	CENTRO DE CARGA	pza	10.0000	\$937.56	\$9,375.60
9.5	ACOMETIDA	pza	1.0000	\$4,459.00	\$4,459.00
10	INSTALACION DE GAS				\$41,884.29
10.1	ESTRUCTURA DE TUBO 3/4" CEDULA 40. INCLUYE CODOS SOLDADURA, REGULADORES, MEDIDORES, VALVULA DE SEGURIDAD, LLAVE DE GLOBO, ACOPLADOR, DE LIQUIDO, VALVULA DE DOBLE SELLADO DE LLENADO.	pt	1.0000	\$41,884.29	\$41,884.29
11	ACABADOS EN MUROS				\$39,771.16

Tabla 3. 11 Costo de instalación eléctrica, gas y muros

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.16.6 Costo de acabados especiales, muebles-sanitarios, limpieza y el proyecto.

El costo de acabado especial es piso epóxico para el área de reventado de amaranto.

12	ACABADOS ESPECIALES				\$152,222.52
12.1	PISO EPOXICO A BASE CEMENTO DE 3MM DE ESPESOR EN EL ÁERA DE PRODUCCION Y ALMACEN INCLUYE MANO DE OBRA	m2	292.0000	\$521.31	\$152,222.52
13	MUEBLES SANITARIOS				\$54,746.82
13.1	WC	pza	4.0000	\$4,250.00	\$17,000.00
13.2	MIGITORIO	pza	1.0000	\$829.02	\$829.02
13.3	LAVABO	pza	4.0000	\$952.24	\$3,808.96
13.4	LLAVE MEZCLADORA	pza	4.0000	\$580.00	\$2,320.00
13.5	CRESPOL Y CONTRA GALVANIZADO	pza	4.0000	\$182.21	\$728.84
13.6	ESPEJO	pza	4.0000	\$350.00	\$1,400.00
13.7	TINACO	pza	1.0000	\$4,100.00	\$4,100.00
13.8	CISTERNA	pza	1.0000	\$18,500.00	\$18,500.00
13.9	COLADERA	pza	4.0000	\$240.00	\$960.00
13.10	JUEGO DE REGADERA	pza	6.0000	\$850.00	\$5,100.00
14	LIMPIEZA				\$11,145.60
14.1	Limpieza general	m2	864.0000	\$12.90	\$11,145.60
15	PROYECTO				\$23,760.00
15.	PROYECTO INCLUYE PLANOS ARQUITECTONICOS, DE DETALLE.	pza	1.0000	\$23,760.00	\$23,760.00

Tabla 3. 12 Costo de acabado especial, muebles-sanitarios, limpieza y proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2017.

A continuación, en la tabla 3.13 se muestra el presupuesto total de la infraestructura para la nave industrial de reventado de amaranto.

COSTO TOTAL DE INFRAESTRUCTURA		
No.	Descripción	Costo
1	Preliminares y cimentación.	\$ 650,807.87
2	Drenaje, instalación hidrosanitaria	\$ 353,552.03
3	Muros, castillos y columnas.	\$ 486,401.12
5	Techumbre, albañilería, aluminio, cristal y herrería	\$ 1, 352, 484.08
6	Instalación eléctrica, gas, y acabados en muros	\$ 174,595.42
7	Acabados especiales, Muebles-sanitarios, limpieza y proyecto.	\$ 241,874.94
8	Total	\$ 2,982,525.46

Tabla 3. 13 Total de inversión total de infraestructura.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para los costos de maquinaria se tomaron en cuenta los siguientes equipos

MAQUINARIA PARA AMARANTO REVENATADO				
Cantidad	Nombre	Precio unitario	Precio total	Proveedor
4	Maquinas reventadoras de amaranto	45,000.00	180,00.00	Colegio de Postgraduados de Puebla
1	Cribadora de polvo fino modelo B.I.PV1800	75,000.00	75,000.00	Máquinas y refacciones Eurotek.
1	Báscula Digital de 1 Ton	22,000.00	22,000.00	Maqpack empaque y embalaje

1	Bascula Digital de 10 kg	3,000.00	3000.00	Maqpack empaque y embalaje
1	Almacén de acero inoxidable	115,000.00	115,000.00	Inoxidables Tamma
1	Modulo humidificación MOZJ de semilla Buhler	100,000.00	100,000.00	Buhlergroup
1	Tolva Secadora Wensui de 100kg	22,500.00	22,500.00	Comercializadora Fambo
1	Tina de acero inoxidable con cangilones medidas de 2.5x 1x 0.4 m	53,000.00	53,000.00	Inoxidables Tamma
1	Tina de acero inoxidable medidas de 2.5x1x1 m	43,000.00	43,000.00	Inoxidables Tamma
1	Patín Traspalea Hidráulica 3t Ruedas Nylon Tandem Mikels	9,840.00	9,840.00	Tienda oficial Mikel´s
	TOTAL		629,340.00	

Tabla 3. 14 Costo de maquinaria para amaranto reventado
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por lo tanto, se requiere una inversión de 3, 610, 865.46 para transformar aproximadamente 160 toneladas de semilla de amaranto con un turno de 8 horas de lunes a viernes y sábado la mitad de jornada.

Inversión total	
Maquinaria y equipo.	628,340.00
Infraestructura	2, 982, 525.46
TOTAL	3, 610, 865.46

Tabla 3. 15 Inversión total.
Fuente: Elaboración propia, 2017

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En la localización de proyecto es necesario mencionar que la localización de acuerdo con el método de gravedad empleado en este proyecto dio como localización un poblado llamado San José Xicoténcatl, ubicado entre los municipios de Huamantla y Cuapiaxtla por lo tanto se decidió que la localización precisa para la planta de reventado de amaranto es en Col. Ávila Camacho otra razón por la que se decidió en este lugar fue porque el municipio de Cuapiaxtla concentra la mayor cantidad de producción de amaranto y también por tener asociaciones dedicadas a esta semilla. Grupo lo Natural del Altiplano es una de ellas cuenta con aproximadamente con 90 productores.

En cuestión a la distribución interna de la planta la técnica de relaciones puede dar varias distribuciones pero de acuerdo al criterio de quien representa el proyecto tomando en cuenta las posibles distancias del traslados de la materia prima y su almacenaje otro punto importante en considerar en la distribución interna es las áreas que debe de tener la nave industrial y de acuerdo con normas oficiales y las áreas presentadas en este proyecto son las mínimas requeridas en una nave industrial.

Para la obra civil fue importante considerar normas de construcción como lo dicta el manual del constructor, ya que, existen normas de específicas como lo es para la cimentación, muros de carga o castillos, otras como para instalaciones eléctricas, sanitarias o de instalaciones de gas L.P., el diseño de la nave industrial para el reventado de amaranto se tuvo en consideración estas normas mencionadas anteriormente.

Con respecto presupuesto de la obra se realizó con la experiencia, de acuerdo con ingenieros con 5 a 10 años de experiencia el costo unitario por cada concepto la mano de obra requiere la misma cantidad que el costo de materiales, cada uno de los conceptos presentados en el presupuesto son cada una de las tareas realizadas en la construcción de la nave industrial.

Para la maquinaria se estuvo buscando maquinas reventadoras de amaranto donde la opción más viable fue la maquina reventadora creada en El Colegio de Postgraduados de Puebla debido a su tamaño, su diseño y su capacidad con respecto a la cantidad de gas empleado. Para la limpieza de la semilla se selecciona la maquina vibro cribadora debido a su capacidad y

diseño la cual es utilizada en la separación de sólidos y líquidos. En el caso de para contralar la humedad de la semilla de amaranto se propone dos equipos para poder controlar debido a que los productores de amaranto no tienen control de esa característica, por lo tanto, el primer equipo es una secadora, será utilizada cuando la semilla de amaranto tenga exceso de humedad y el segundo equipo es un módulo de humidificación se utilizara para enriquecer con agua por medio de pulverizadores a la semilla de amaranto para aumentar la humedad.

Como última parte con respecto a la maquinaria se tiene la clasificación del amaranto ya reventado se utiliza una criba después se almacena en un recipiente para el enfriado del amaranto reventado y su empaquetado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para este proyecto los objetivos específicos planteados, se pudieron cumplir, en el caso de reconocer los volúmenes de producción de semilla se investigaron por medio del SIAP del año 2014 conociendo la producción de los productores del Estado, además, con apoyo de la asociación Grupo lo natural del altiplano nos dio a conocer la cantidad de semilla de amaranto que producen.

Se describió la metodología para llevar a cabo el proyecto. Además, se investigó con el Colegio de Postgraduados de Puebla cual es la principal característica que puede afectar el reventado de amaranto y se llegó a la conclusión de que es la humedad, por eso fue importante dar a conocer en el proceso una secadora y un humificador para poder controlar la.

Otro objetivo específico fue la condición para la construcción de la nave este objetivo se cumplió con la excavación de cepas a cielo abierto.

El último objetivo específico fue en conocer los costos de la infraestructura y de la maquinaria, con respecto a la infraestructura se investigó como se realiza un presupuesto de obra incluyendo material y mano de obra, y con apoyo del Ing. Rafael Guerra Chávez de acuerdo a su experiencia adquirida en la construcción, y con el costo la maquinaria solo se pudo conseguir por medio de páginas web de las industrias que lo comercializan.

También es importante mencionar que este proyecto sirvió de base para realizar otro proyecto de esta naturaleza, pero añadiendo otros procesos, proteína de amaranto, galletas de amaranto, chia y linaza, polvo para hacer atole, entre otros. Principalmente en la parte de ingeniera civil, maquinaria y costos generales.

5.2 Recomendaciones

Un posible trabajo futuro se puede recomendar un estudio de mercado a nivel industrial para saber cuánta demanda hay o cuantas empresas utilizan el amaranto reventado en sus productos, así para ser proveedores principales de estas empresas.

Otro posible trabajo a futura sería un estudio financiero para saber o tener una proximidad de la cantidad de tiempo que se requiere para adquirir la inversión inicial o total.

Una recomendación sería que los agricultores de amaranto adquirieran un inversionista privado o algún apoyo gubernamental para la realización de este proyecto debido a que la inversión de infraestructura y maquinaria es elevada.

Otra recomendación puede ser la hecha para este proyecto se realzase por fases en cuestión de la infraestructura de la empresa, inicialmente comenzaría con una tercera parte o la mitad de las dimensiones propuestas, por lo tanto, en maquinaria se reduciría la cantidad de máquinas.

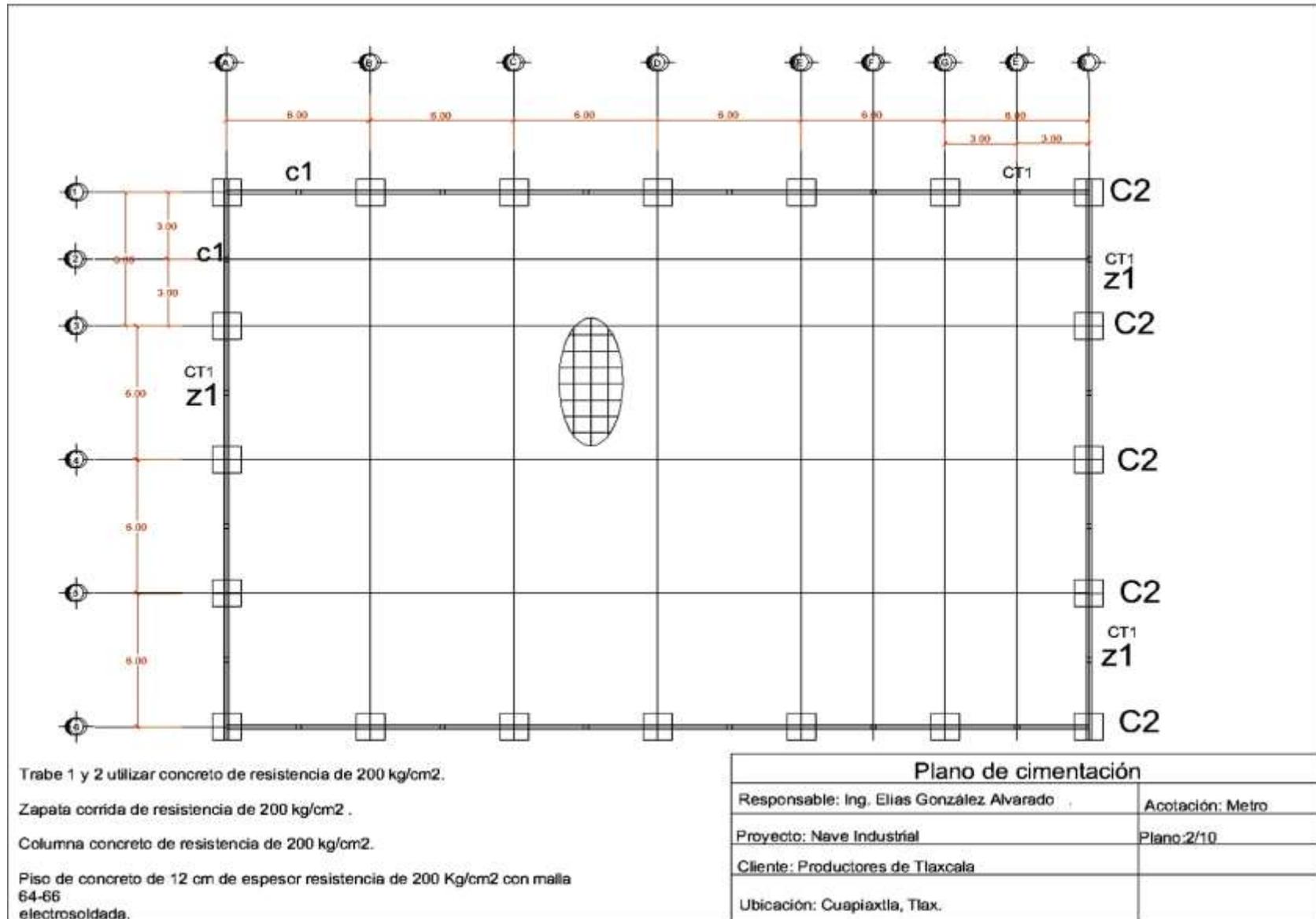
Otra recomendación o trabajo a futuro sería realizar un análisis de manera más profunda en el proceso de amaranto reventado.

Referencias

- Alejandre Iturbide, G., & Valdés Lozano, C. (2012). *Selección y adaptación de variedades criollas de amaranto (Amaranthus cruentus L.) en el noreste de México*. México, inifap/sinaferi: E. Espitia Rangel.
- Aral Simon, L., & Betancourt Suárez, M. (1999). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. México, D.F.: Trillas.
- Barrales, J., & Torres, L. (1993). CAPACIDAD DE REVENTADO DEL GRANO DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L) PRODUCIDOS EN DOS AMBIENTES DE TEMPORAL. *Departamento de Fitotcniá, Universidad Autónoma Chapingo*.
- C, E. (1987). Raised fields in the Lake Titica basi, Peru: the indigenous community and agrucultural expansion. *Resumenes sociedad para la Antropología Aplicada*.
- CEMEX, C. (2016). *Manual del Constructor*.
- Ciganek, M., Pisarikova, B., & Zraly, Z. (2007). Deter treated amaranth samplesmination of volatile organic compounds un the crude and heat. *Veterinary ResearchInstitute*, 111-120.
- E. Meyers, F., & P. Stephens, M. (2006). *Diseño de instalacion de manofactura y manejo de materiales*. Mexico: Pearson Educacion.
- Early, D. K. (1990). Amaranth prduction in Mexico ad Peru. *J. Janick and J.E. Simon, Advances new crops*. Timber Press, Portland, OR, p. 140-142.
- Erickson, C. (1987). Raised fields in the Lake Titicaca basin, Peru: the indigenous community and agricultural expansion. *Resumenes Sociedad para la Antropología Aplicada (Society for Applied Anthropology)*.
- Innovation, A. C. (1984). *Amaranth, Modern Prospects for a Ancient Crop*. Washinton, D.C.: National Academy Press.
- Jaik, A. D., & Tena, J. A. (1984). *Optimización del proceso de tostado de la semilla de alegría (Amaranthus hypochondriacus L.) y diseño de un prototipo tostadora*. Chapingo, México: Memorias del Primer Seminario Nacional del Amaranto.
- Konishi, Y., Iyota, H., Yoshida, K., Moritani, J., Inoue, T., Nishimura, N., & Nomura, T. (2014). Effect of Moisture Content on the Expansion Volumen of Popped Amaranth Seeds by Hot Air an Superheated Steam Using a Fluidized Bed System. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*.
- Mejía, A. L. (2003). *Evaluacion del tiempo de vida util y estabilidad de las propiedades de calidad de grano reventado de amaranto y sus prodcutos*.

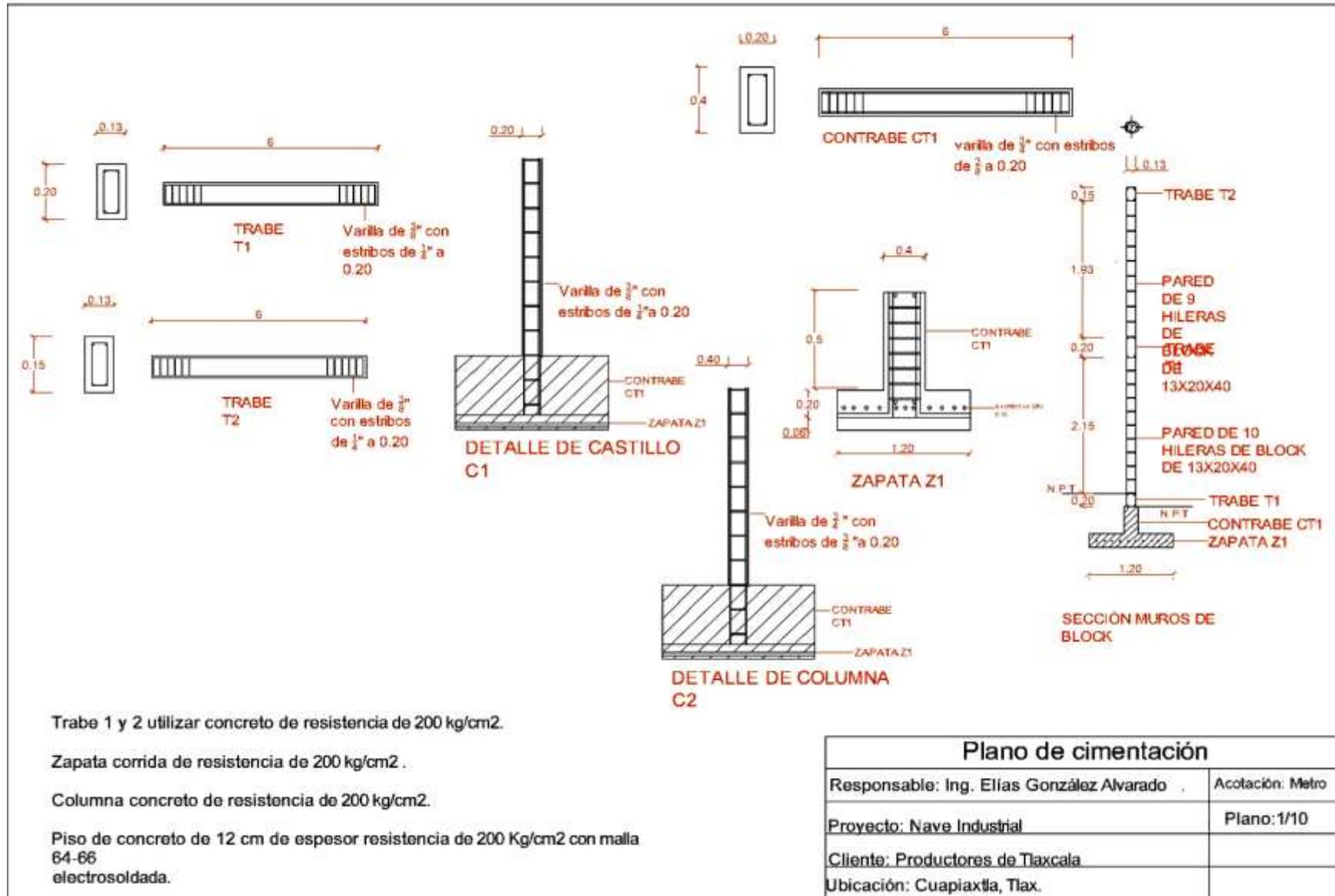
- Pesquera, S. d. (29 de Julio de 2015). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: <http://www.gob.mx/siap>
- Reyna T., T. (1990). Requerimientos climaticos para el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *El Amaranto, su cultivo y aprovechamiento. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.* , 81-89.
- Tovar, L. R., Brito, E., Takahashi, T., Miyazawa, T., Soriano, J., & Fujimoto, K. (1989). Dry heat popping of amaranth seeds might damage some of its essential amino acid. *Plant Foods for Human Nutrition*, 39, 299-309.
- Zepeda, S. (2006). *Manual de instalaiones hidráulicas, sanitarias, gas, aire comprimido y vapor*. México: Limusa, Noriega Editores.

Anexo A Plano de cimentación



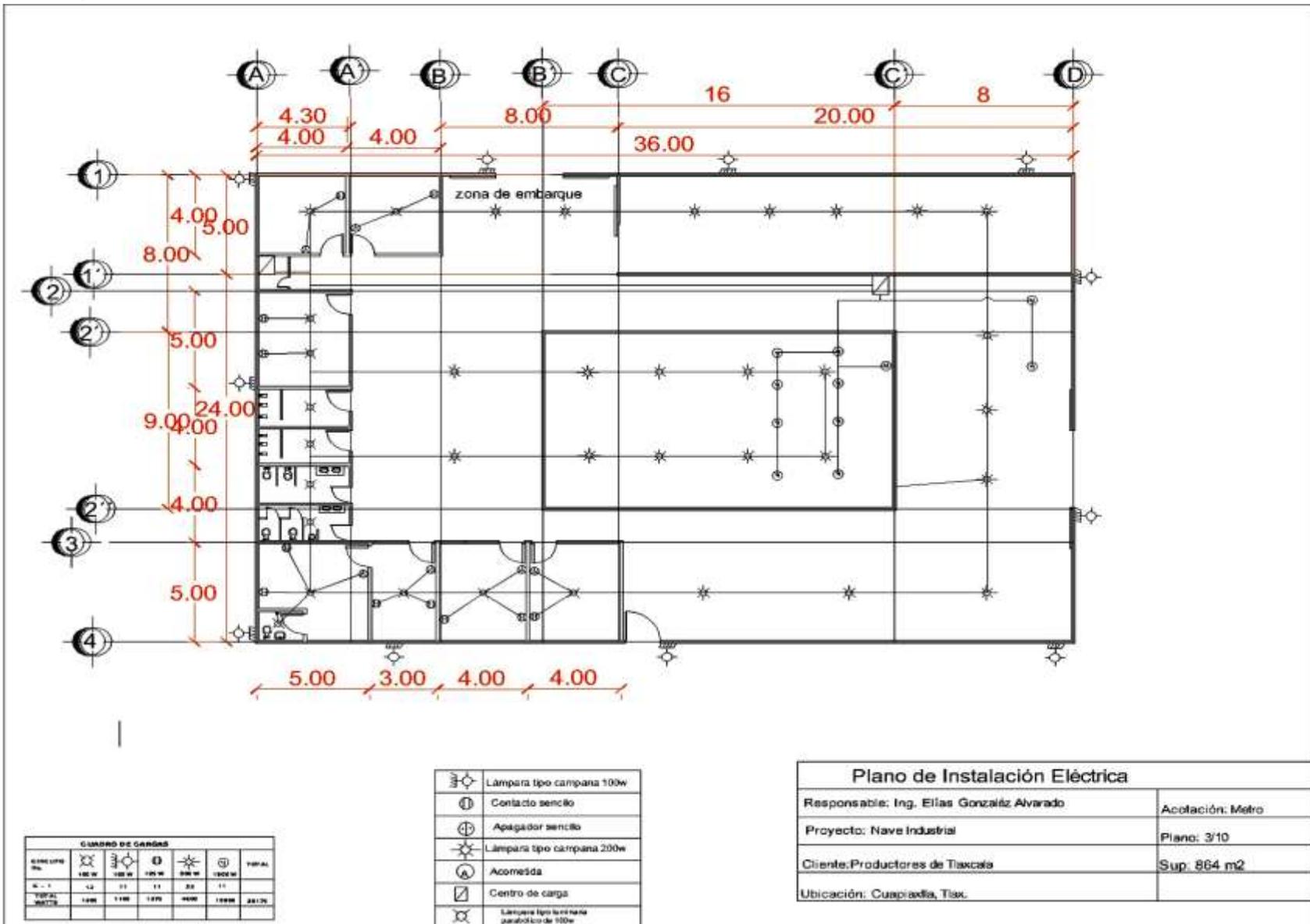
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo B Plano de cimentación (detalles)



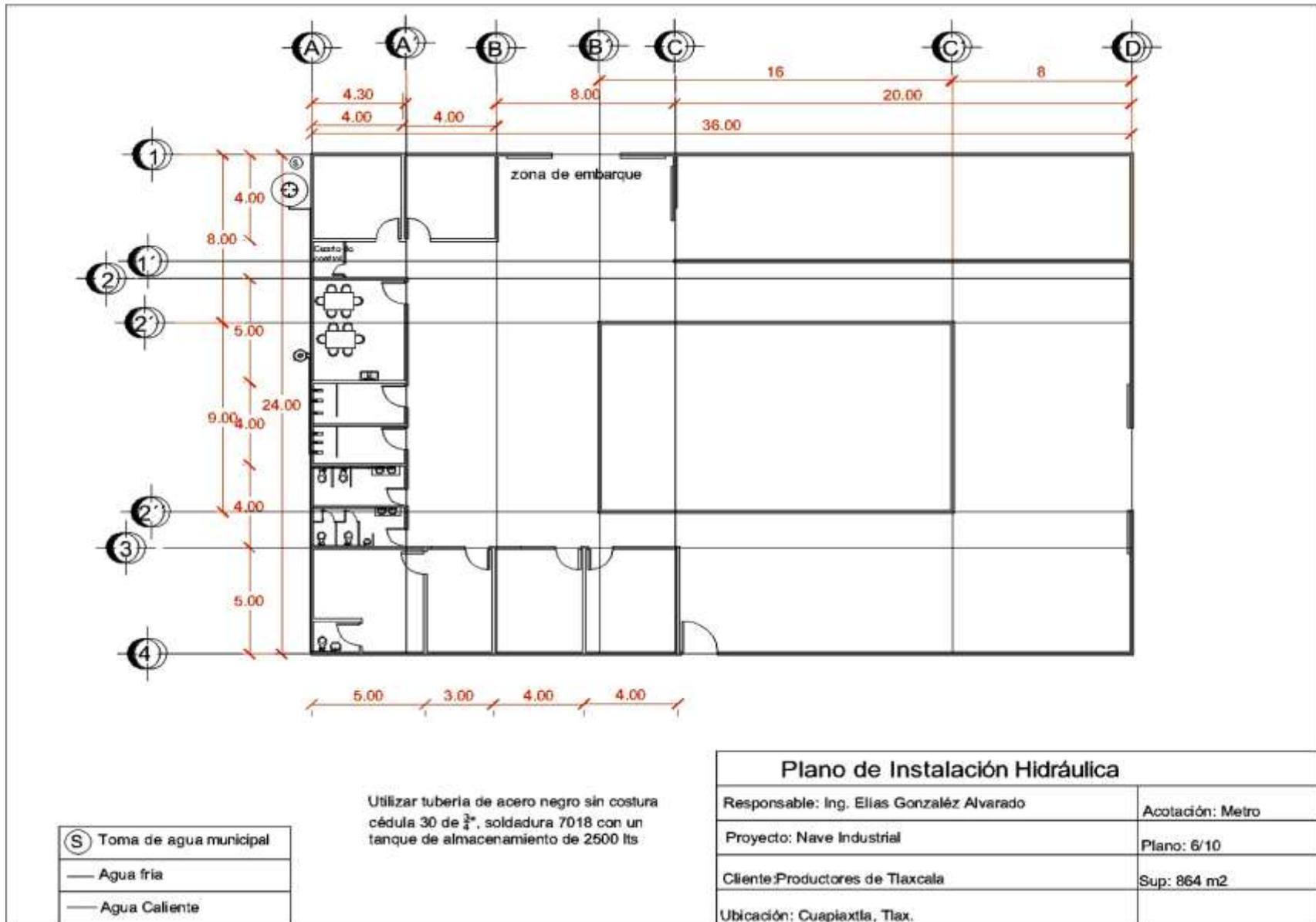
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo C Plano de instalación eléctrica



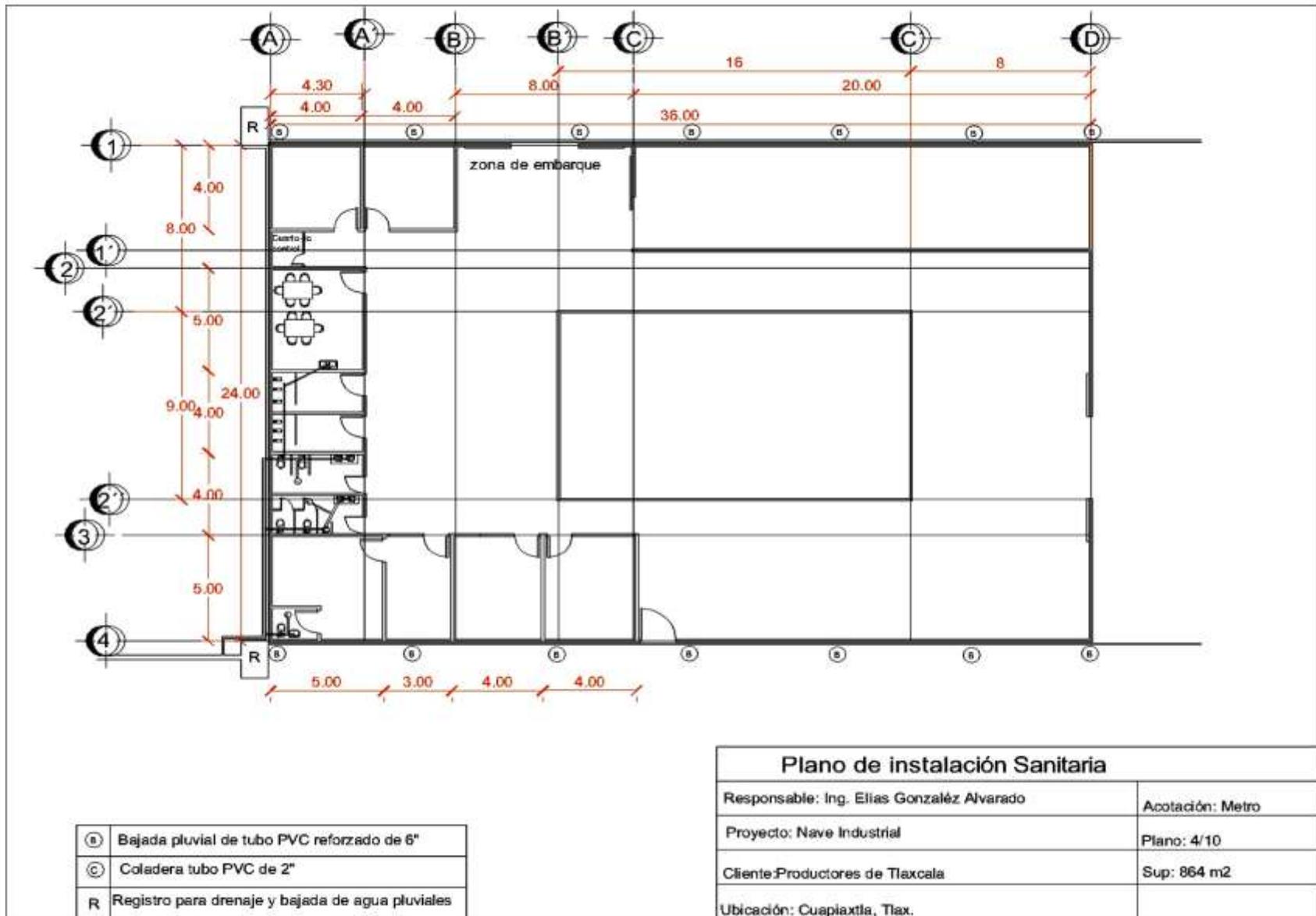
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo D Plano de instalación hidráulica



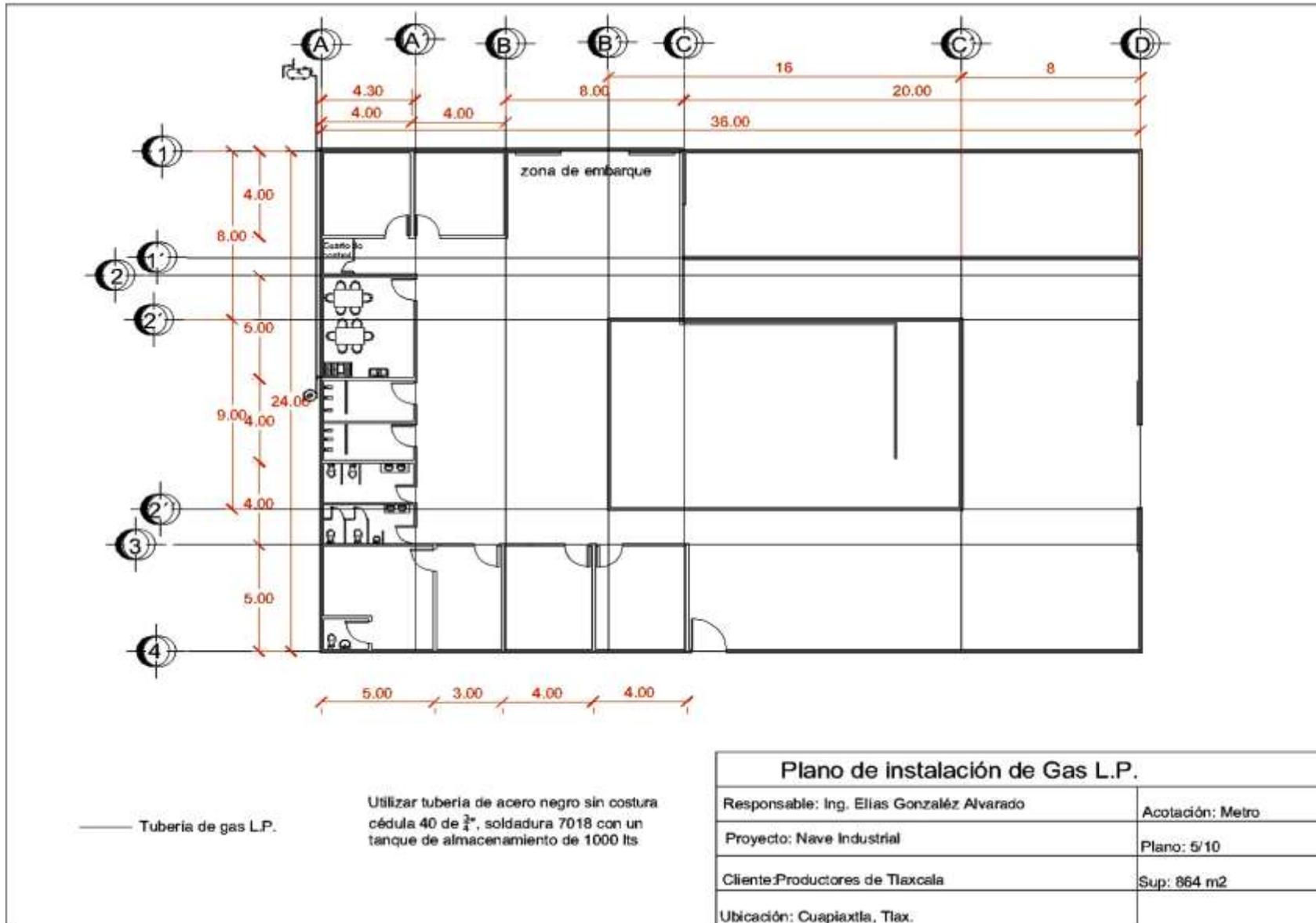
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo E Plano de instalación sanitaria



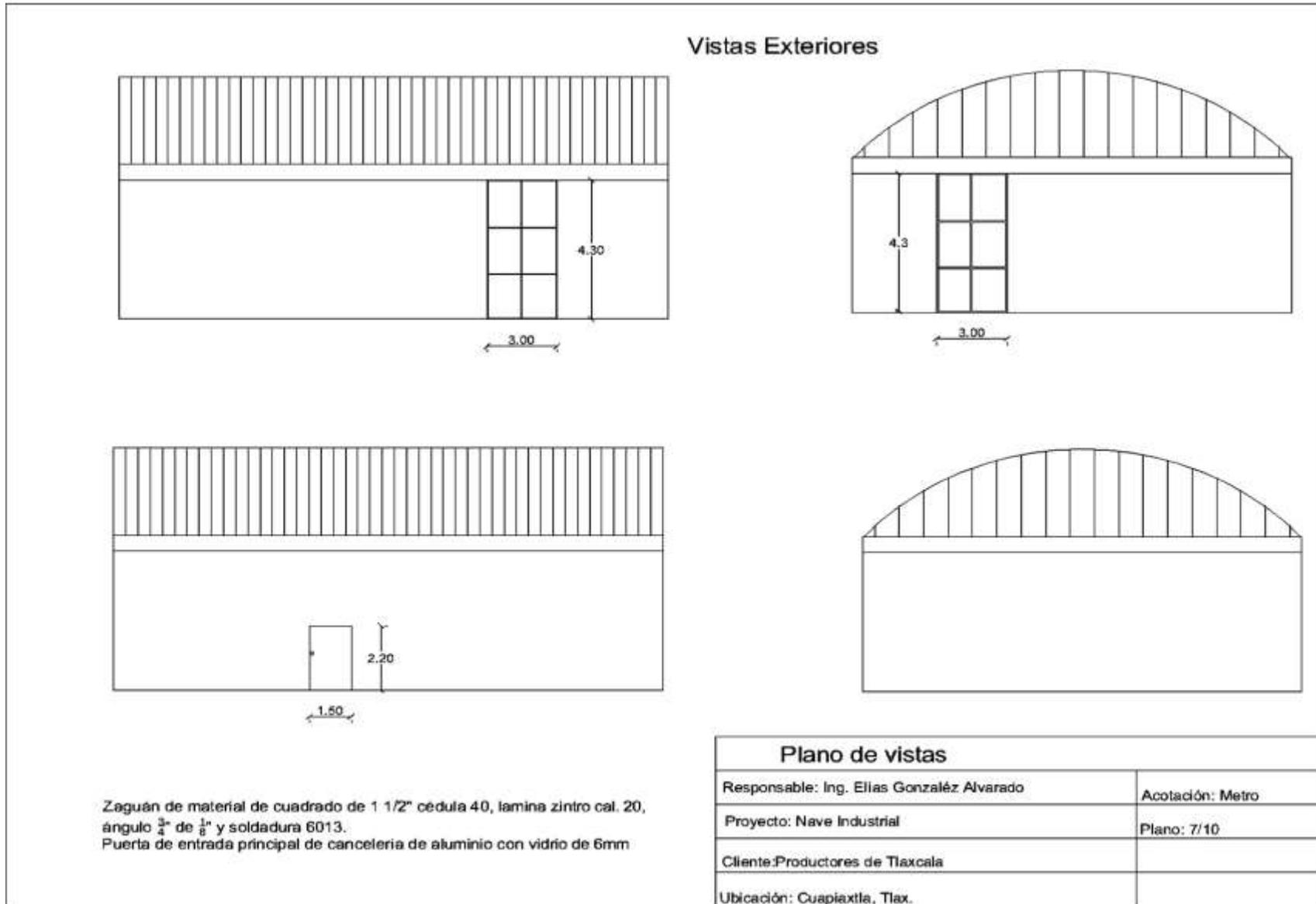
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo F Plano de instalación de gas L.P.



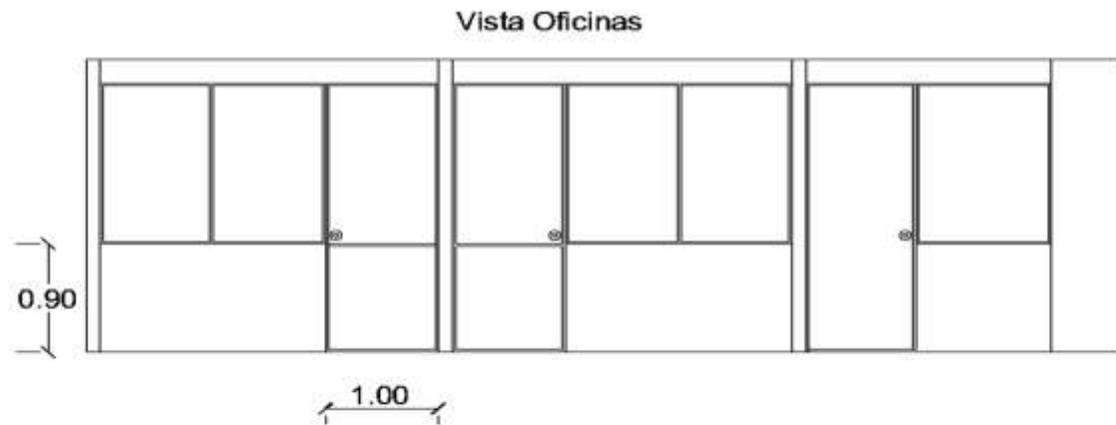
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo G Plano de vista exterior



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo H Plano de vistas

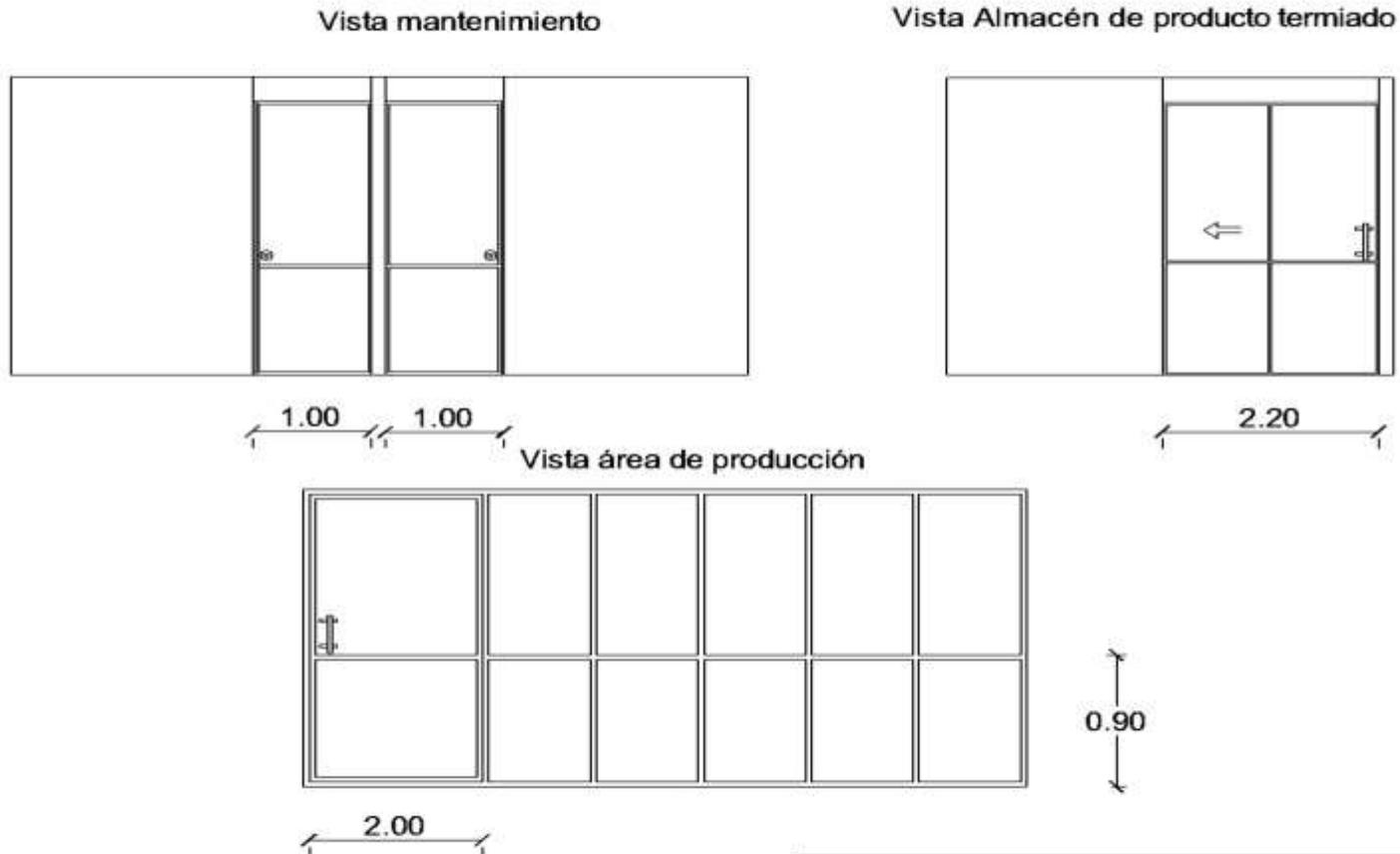


Cancelería de aluminio con vidrio de 6mm con techo aparente de con paneles de 60x60 cm con tee principal y secundaria, ángulo perimetral y alambre galvanizado.

Plano de Vistas	
Responsable: Ing. Elías González Alvarado	Acotación: Metro
Proyecto: Nave Industrial	Plano: 8/10
Cliente: Productores de Tlaxcala	
Ubicación: Cuapiaxtla, Tlax.	

Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo I Plano Vista

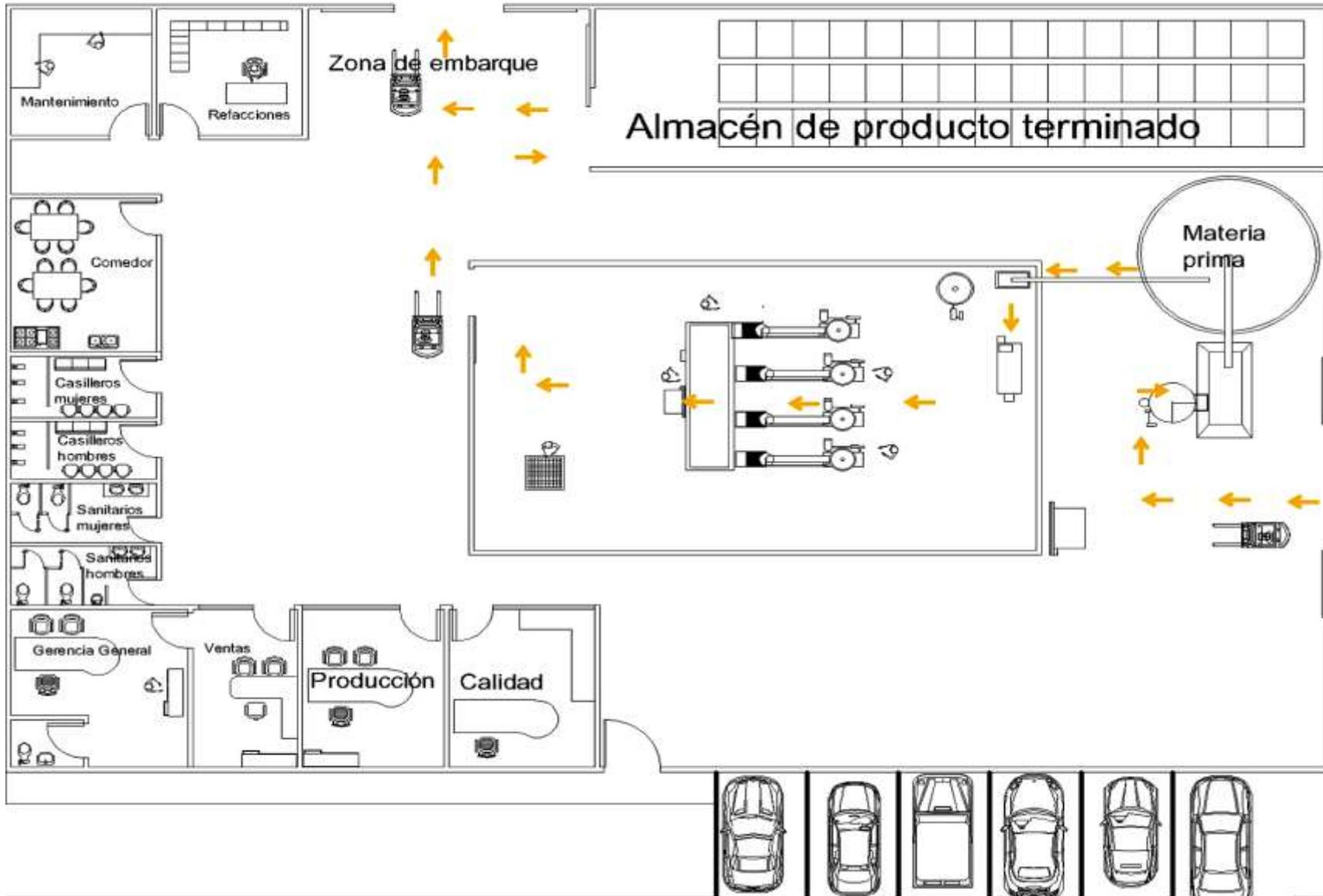


Cancelería de aluminio con vidrio de 6mm con techo aparente de con paneles de 60x60 cm con tee principal y secundaria, ángulo perimetral y alambre galvanizado. En el área de producción se aplicara un recubrimiento antibacterial.

Plano de Vistas	
Responsable: Ing. Elías González Alvarado	Acotación: Metro
Proyecto: Nave Industrial	Plano: 9/10
Cliente: Productores de Tlaxcala	
Ubicación: Cuapiaxtla, Tlax.	

Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017

Anexo J Plano de distribución



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2014 versión prueba, 2017