



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**Carrera
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Tesis de grado previa a la obtención de título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Tema de Tesis:
“ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LA DISTRIBUCION
ESPACIAL DEL AREA DE ENVASADO DE CAFÉ
LIOFILIZADO EN UNA PLANTA DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL”**

Autor: Luis Gabriel Olivo García.

Director de Tesis: Ing. Pablo Pérez, M.Sc.

Marzo – 2015

Guayaquil – Ecuador

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

“Los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones del presente proyecto, son de exclusiva responsabilidad del autor”.

Guayaquil, marzo de 2015

Luis Gabriel Olivo García

C.I.:0921468328

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todos los que creyeron en mí, en especial a mis padres los cuales son mi ejemplo y fortaleza para avanzar día a día llenándome de motivación y con su apoyo incondicional cumplir la mayoría de mis logros.

Luis Olivo García

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar, quien con su bendición me permitió cumplir con este trabajo, a mis padres a mis hermanos, quienes en buenos y malos momentos siempre estuvieron allí conmigo, alentándome y llenándome de positivismo, a mis docentes los cuales enriquecieron con las cátedras mis conocimientos profesionales para culminar esta gran etapa de mi vida.

Luis Olivo García

“Análisis y rediseño de la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de la ciudad de Guayaquil.”

Resumen

La empresa de café liofilizado objeto de estudio de en esta investigación no cuenta con una distribución idónea de todos los elementos del sistema productivo, específicamente en su área de envasado. En este contexto, esta tesis tiene el objetivo de analizar y rediseñar dicha distribución espacial.

A partir de una investigación de campo se pretendía conocer los principales problemas en cuanto a la operación que realizan los trabajadores y que la ubicación de los equipos esté configurada de manera que permitan un flujo lineal del proceso en el cual se pueda garantizar la inocuidad del producto y optimizar la producción.

La propuesta permite configurar una distribución óptima la cual integre al operador, materiales y máquinas de la manera más racional y que funcionen como un solo equipo mediante la construcción de un nuevo cuarto de envasado.

Con la construcción de este nuevo cuarto obtendremos beneficios los cuales se reflejarán en reducción de tiempos en cada una de las operaciones, seguridad en las actividades que realizan los trabajadores, manipulación del producto cumpliendo estándares de calidad y equipos de tecnología.

El presente proyecto tiene un presupuesto de inversión de \$253,913.51 y una tasa TIR 64% lo cual permite que el proyecto sea viable.

PALABRAS CLAVE: Distribución, procesos, inocuidad, planta, calidad, flujo, manipulación, café, liofilización.

"Analysis and redesign of the packaging area layout freeze-dried coffee plant in the city of Guayaquil"

Abstract

The freeze-dried coffee company under study in this research does not have a suitable layout of all elements of the production system, specifically in the area of packaging. In this context, this thesis aims to analyze and redesign such layout.

From field research was intended to know the main problems in the operation performed by employees and that the location of the equipment is configured to allow a linear flow of the process in which to ensure product safety and optimize production.

The proposal set an optimal distribution which integrates the operator, materials and machines in the most rational way and work as a team building a new room packaging.

With the construction of this new room will get benefits which are reflected in reduction of time in each of the operations, safety in the work performed by employees, product handling meeting quality standards and technology equipment.

This project has an investment budget of \$253,913.51 and TIR 64% rate which allows the project viable.

Keywords: Layout, Process, safety, plant, quality, flow, manipulation, coffee, freeze.

ÍNDICE GENERAL

	Página
CARÁTULA	I
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE ANEXOS	XII
INDICE DE ABREVIATURAS	XIII

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1.	Antecedentes	3
1.2.	Justificación	3
1.3.	Delimitación	5
1.4.	Problema de Investigación	6
1.4.1.	Enunciado del problema	8
1.4.2.	Pregunta científica	8
1.5.	Objetivos de la investigación	8
1.5.1.	Objetivo General	8
1.5.2.	Objetivos Específicos	8
1.6.	Beneficiarios	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes investigativos	10
2.2.	Marco Legal	10
2.2.1.	Decreto Ejecutivo No. 2393	11
2.2.2.	Registro oficial No. 696	12
2.2.3.	Codex alimentario	17
2.3.	Fundamentación Teórica	20
2.3.1.	Distribución de planta	20
2.3.1.1.	Principios básicos de la distribución de planta	21
2.3.1.2.	Tipos de distribución de planta	22
2.3.1.3	Información requerida en una distribución de planta	25
2.3.1.4.	Factores que afectan a una distribución en planta	25
2.3.2.	Historia del café soluble	28
2.3.3.	Tipos de grano de café	28
2.3.4.	Fabricación del café soluble	29
2.3.5.	Proceso de secado Freeze Dry o Liofilización.	30
2.3.5.1.	Operaciones en el proceso de Liofilización.	31
2.3.6.	Diagrama de proceso.	35

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.	Tipo de investigación	37
3.1.1.	Investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo	37
3.1.2.	Investigación de campo	37
3.1.3.	Investigación bibliográfica - documental	37
3.1.4.	Investigación Descriptiva	38
3.2.	Tipo de método	38
3.2.1.	Método Inductivo	38

3.2.2.	Método Deductivo	38
3.3.	Fuentes	38
3.4	Población y muestra	39
3.4.1.	Población	39
3.4.2.	Muestra	39
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Investigación	39
3.5.1.	Encuestas	39
3.5.2.	Instrumento para la aplicación de técnicas	39
3.6.	Procesamiento de la información.	40
3.7.	Procedimiento general de la investigación	40

CAPÍTULO IV PROPUESTA

4.1.	Diagnóstico de la situación actual.	42
4.1.1.	Encuesta al personal.	42
4.1.2.	Análisis general de la encuesta	50
4.1.3.	Diagrama causa y efecto	51
4.1.4.	Levantamiento de información	52
4.1.4.1.	Descripción de la situación actual de la operación de envasado	52
4.2.	Análisis de las oportunidades de mejora	58
4.2.1	Factibilidad técnica	58
4.2.2.	Elaboración de propuesta inicial.	61
4.2.3	Mejoras relativas a la nueva distribución	62
4.3.	Validación de las mejoras propuestas	66
4.3.1	Beneficios en relación a la operación anterior	66
4.3.2.	Nueva distribución de planta	68
4.3.3	Propuestas no aceptadas	70
4.4.	Factibilidad económica	71
4.4.1	Estudios de costos	71

4.4.2	Estudios de flujos netos de efectivo	72
4.4.3	Calculo del VAN y TIR	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

	Página	
Tabla 4.1.	Proceso de envasado bien ubicado	42
Tabla 4.2.	Espacio físico es el ideal	43
Tabla 4.3.	Modificar sistema actual de transporte	44
Tabla 4.4.	Tiempos de traslados extensos	45
Tabla 4.5.	Seguridad en la operación	46
Tabla 4.6.	Distribución y ubicación de equipos	47
Tabla 4.7.	Contaminación cruzada	48
Tabla 4.8.	Equipamientos bien diseñados	49
Tabla 4.9.	Ampliar a 2 líneas de llenado	50
Tabla 4.10.	Comparativo en traslados de producto	66
Tabla 4.11.	Comparativo en armado de cajas	67
Tabla 4.12.	Presupuesto de inversión para rediseño de área de envasado.	71
Tabla 4.13.	Flujos netos de efectivo	72
Tabla 4.14.	Valor actual neto (VAN)	73

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.1	Croquis.	6
Figura 2.1	Fabricación de café soluble	36
Figura 3.1.	Procedimiento general de la investigación	41
Figura 4.1.	Proceso de envasado bien ubicado	42
Figura 4.2.	Espacio físico es el ideal	43
Figura 4.3.	Modificar sistema actual de transporte	44
Figura 4.4.	Tiempos de traslado extensos	45
Figura 4.5.	Seguridad en la operación	46
Figura 4.6.	Distribución y ubicación de equipos	47
Figura 4.7.	Contaminación cruzada	48
Figura 4.8.	Equipamientos bien diseñados	49
Figura 4.9.	Ampliar a 2 líneas de llenado	50
Figura 4.10.	Diagrama causa y efecto	52
Figura 4.11.	Diagrama de flujo del proceso de envasado	55
Figura 4.12.	Cursograma analítico de flujo de proceso de envasado de cajas actual	56
Figura 4.13.	Diagrama de recorrido área de envasado actual	57
Figura 4.14.	Diagrama de flujo del proceso nueva área de envasado	59
Figura 4.15.	Diagrama de recorrido área de envasado propuesto	60
Figura 4.16.	Cursograma analítico de flujo de proceso de envasado de cajas propuesto	63
Figura 4.17.	Cursograma analítico de flujo de proceso de armado de cajas.	65

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
Anexo 1	Encuesta aplicada al personal que opera en el área de envasado de café liofilizado.	78
Anexo 2	Envase actual nivel +0.00	80
Anexo 3	Envase actual nivel +4.95	81
Anexo 4	Envase actual Corte A-A'	82
Anexo 5	Nuevo envase Planta baja - Propuesto	83
Anexo 6	Nuevo envase Primer piso - Propuesto	84
Anexo 7	Nuevo envase Segundo piso - Propuesto	85
Anexo 8	Nuevo envase Cortes A y B - Propuesto	86
Anexo 9	Propuesta no aceptada No.1	87
Anexo 10	Propuesta no aceptada No.2	88
Anexo 11	Tabla de interés del Banco Central del Ecuador	89
Anexo 12	Detalle de costos por construcción de cuarto de envasado.	90

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FAO: Food and Agricultura Organisation (Organización para la Agricultura y la alimentación).

OMS: Organización Mundial de la Salud

°C: Grados Celsius

Kg: Kilogramo

VAN: Valor Actual Neto

TIR: Tasa Interna de Retorno

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como tema: análisis de la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de la ciudad de Guayaquil.

El tema central de esta investigación es la distribución de planta para la operación de envasado, la cual no es la adecuada y no está en orden con el flujo del proceso productivo que tiene la empresa.

Es necesario que se tome los correctivos necesarios con el fin de beneficiar tanto al proceso como al personal que labora día a día, con el objetivo de realizar una labor que garantice la seguridad del personal, que el proceso se realice con los más altos estándares de calidad y que los equipos sean confiables.

El contenido de la investigación consta de cuatro capítulos los cuales detallan cada uno de los pasos para plantear las mejores soluciones al problema.

El capítulo I, se realiza un análisis del problema de la investigación, en el cual dan a conocer todo los pormenores que posee la empresa en la operación de envasado y se concluye que la empresa requiere modificar su distribución de planta.

El capítulo II describe todo lo relacionado a la fundamentación teórica que se utilizará para realizar esta investigación, con el uso de normas y estatutos nacionales e internacionales que están relacionados a la preservación de los alimentos y la correcta manipulación con la que se debe operar en los procesos productivos de tipo alimenticios, todo esto con el objetivo de presentar una propuesta con los mejores fundamentos teóricos.

En el capítulo III se realiza el análisis del marco metodológico, en el cual se plantea el tipo de instrumento que se utilizará para obtener la información, con la que permita identificar los diversos problemas en el proceso.

Por medio de la encuesta realizada al personal se obtendrá una perspectiva más clara de las problemáticas en la operación de envasado y con la información obtenida interpretar los resultados para así cuantificar las mejoras.

En el capítulo IV se presenta el procedimiento general para realizar el análisis del rediseño del área de envasado de café liofilizado, donde se muestra la propuesta que integra todas las mejoras y establece una distribución la cual es lineal al proceso productivo.

En este capítulo mostrará las opciones más eficaces las cuales permiten dar solución a los problemas identificados usando equipos de tecnología, con operadores los cuales se encuentren seguros realizando sus tareas y evitando que exista contaminación hacia el producto.

Y para finalizar se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En una empresa Guayaquileña que tiene como razón de ser procesar café soluble instantáneo, mediante el proceso de liofilización incorpora valor agregado al café que comercializa en nuestro país y en el exterior.

La empresa liofiliza un promedio de 14000 kg/día de café soluble instantáneo y son envasados en una presentación de cajas con capacidad de 25 kg cada una.

En el proceso de liofilización, el envasado es la última y más importante operación que desarrolla la empresa. Actualmente debido a la gran demanda de café liofilizado y las exigencias de los clientes en cuanto a características personalizadas en el despacho y manipulación de sus productos, la empresa se ha encontrado con problemas en cuanto a la distribución de planta del área de envasamiento de café, la cual no es la apropiada y genera incrementos de tiempos.

El enfoque de la fábrica ha sido de producir y cumplir sus metas proyectadas dejando de lado la optimización del espacio físico disponible, el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y al disposición de las máquinas en el proceso.

1.2. Justificación

Con el paso del tiempo, los objetivos de calidad siempre van cambiando, por lo cual se desarrollan nuevas técnicas que permitan en la industria optimizar los procesos productivos desde el inicio, empezando con la materia prima hasta el producto final, cumpliendo los estándares que caracterizan a este tipo de industria, la seguridad alimentaria que se merece el consumidor y el bienestar del trabajador.

Por estas razones la empresa procesadora de café soluble, cumpliendo con una de sus políticas que es promover la mejora continua, se necesita mejorar el proceso de envasado de café liofilizado en su presentación de cajas de 25 kg. debido que su distribución de planta o flujo de proceso para el envasado no es el correcto, por lo que se requiere de una nueva área en la cual, el diseño propuesto preste las mejores condiciones de inocuidad evitando en lo posible el contacto de la mano del hombre con el producto, que los implementos de trabajo sean los idóneos para evitar la contaminación cruzada por cuerpos extraños o metales generados por el proceso de secado por liofilización, las instalaciones desde paredes, pisos, puertas cuenten con las condiciones idóneas para el proceso y que la seguridad del personal que labora en el área sea la adecuada sin estar expuesto a posibles accidentes por el proceso de envasado y su configuración actual incorrecta.

Por esta razón los directivos principales de la empresa me permitieron realizar esta propuesta y que les brinde una guía para llevar a cabo las modificaciones necesarias en la planta, proporcionando un diseño nuevo del área de envasado, que permita un flujo lineal del trabajo allí realizado sin congestionamiento, sin extensión de tiempos en el traslado del producto de un lugar a otro y aumentar a 2 líneas de llenado de cajas de 25kg cada una. Y sobre todo que el diseño este amparado en normativas de calidad, buenas prácticas de manufactura y el codex alimentario, el cual es utilizado en normativas de alimentos en Europa, debido que la empresa destina el mayor porcentaje de su producción al mercado internacional en los que se destaca Polonia y Rusia.

La importancia y ventaja que tiene llevar a cabo una nueva distribución en planta es que permite tener un flujo lineal del producto, obteniendo una amplia y considerable mejoría, evitando derroches de tiempos en recorridos que no son necesarios, los cuales mediante el análisis de las

mismas se podrían reducir y redireccionar ese tiempo perdido para optimizar las actividades en la operación del envasado de café.

Los beneficios obtenidos en este nuevo diseño serán notables, como envasar producto sin contaminación, cumplir con las normas de calidad, disminuir el tiempo de llenado por caja y aumentar a dos líneas de llenado, aumentando la producción.

1.3. Delimitación

La delimitación del siguiente proyecto se refiere a los aspectos mencionados a continuación:

- **Campo:** Distribución de planta.
- **Área:** Operativa
- **Aspectos:** Gestión por procesos, estudio de tiempos, rediseño de áreas de envase, flujo lineal de proceso, desarrollo tecnológico.
- **Tema:** Análisis y rediseño de la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de la ciudad de Guayaquil.
- **Delimitación espacial:** Lomas de Prosperina calle 18 I NO. Y primer pasaje 32 NO. (Av. Juan Tanca Marengo Km 3.5). Parroquia Tarqui, cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

- **Delimitación académica:**
 - ✓ Dibujo – AutoCAD
 - ✓ Técnicas de investigación
 - ✓ Resistencia de los materiales
 - ✓ Administración de proyectos
 - ✓ Gestión de tecnología
 - ✓ Gestión de la calidad
 - ✓ Transferencia de calor y fluidos

Finos y Gruesos, para nuestra investigación usaremos el grano estándar debido que es el producto que se envasa en las cajas de 25 kg.

El producto de grano estándar es depositado en un recipiente metálico llamado tote, el cual tiene una capacidad de 253 kg para almacenamiento, su uso principal es trasladar el producto al cuarto de descarga, el cual se encuentra ubicado en la planta alta del cuarto de envasado. La operación de traslado del tote con producto es realizada de forma manual, los operadores de producción empujan el tote por el pasillo hasta llegar al área donde será elevado a la planta alta en el área de envasado.

La elevación del tote con producto es realizada por medio de un teclé eléctrico hacia la planta alta del cuarto de envasado, donde el producto es depositado y por caída libre pasa por la tolva No.1, luego por el detector de metales, el cual separa los elementos metálicos que pueden existir en el café, y el producto que no contenga metal baja a la tolva No 2, para al final caer dentro de la caja.

El detector de metales está instalado en una estructura, la cual no brinda las facilidades para el acceso al mismo, esto genera dificultades al momento de realizar ajustes o inspecciones por rutinas de mantenimiento o pruebas de buen funcionamiento que se realizan diariamente al equipo, estas dificultades ponen en riesgo la seguridad física del personal que opera en el área.

Aproximadamente 560 cajas diarias se envasan, esto implica que los operadores llenan 56 totes al día y los trasladan de una área a otra para ser envasados.

Esta configuración actual del proceso de envasado de la empresa, denota muchas falencias, una mala distribución de los equipos, causa desperdicios de tiempo en trasladar el producto de un área a otra en la cual exponemos el producto a contaminación por objetos extraños o causar daños al personal por la operación que conlleva el proceso de

envase al no estar dentro de un área diseñada para este tipo de actividades.

1.4.1. Enunciado del problema.

El área de envasado de café liofilizado no cuenta con una distribución de planta idónea que permita el flujo lineal o continuo del proceso, esto ocasiona que se extiendan los tiempos de operación de envasado, que son generados al no contar con una correcta ubicación de las máquinas y los procesos, también la falta de espacios adecuados dificultan la labor de los operadores, debido a que tienen que trasladarse de un punto a otro diferente, interfiriendo en otras zonas que no pertenecen a la operación de envasado.

1.4.2. Pregunta científica.

¿El rediseño de una nueva distribución de planta para el proceso de envasado de café liofilizado de la empresa optimizará la producción?

1.5. Objetivos de Investigación.

Los objetivos del proyecto se detallan a continuación:

1.5.1. Objetivo General.

Analizar y rediseñar la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de café ubicada en la ciudad de Guayaquil.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Desarrollar el marco teórico-referencial de la investigación.

- Hacer un levantamiento del proceso de liofilización.
- Determinar las causas de los problemas asociados a la distribución en planta actual del área de envasado.
- Determinar las necesidades del área para la implementación de dos líneas de llenados de cajas de 25 kg.
- Rediseñar la distribución en planta de acuerdo a las necesidades que impiden el desarrollo eficiente de la operación de envasado.
- Realizar un análisis costo – beneficio de la propuesta de distribución espacial.

1.6. Beneficiarios.

Los beneficiarios del anteproyecto son; como principal la empresa, que optimizará su proceso productivo, evitando desperdicios de tiempos en recorridos innecesarios, aumento de sus líneas de envasado, control de riesgos de accidentes por uso de equipos no idóneos para el proceso, áreas diseñadas para la manipulación de un producto alimenticio, un sistema controlado para detección de particular metálicas dentro del producto.

Los departamentos de producción y calidad que tienen la mayor participación en esta área se verán beneficiados, podrán contar con un área más ordenada, tener sus equipos integrados en un mismo sitio, podrán hacer seguimientos en línea de la producción y evitar no conformidades relacionadas con la contaminación del producto.

Como último y más importante de los beneficiarios, serán todos consumidores de café, los cuales obtendrán un producto de alta calidad, cuyo envasamiento fue realizado cumpliendo de estándares de calidad en instalaciones idóneas para la manipulación de un producto alimenticio, con el uso de equipos de última tecnología.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Revisando información de alguna tesis de grado o monografía relacionada con distribución de planta en la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana, no se encontró ningún trabajo con el tema mencionado.

Buscando trabajos de tesis por medio de la web, se encontró varios trabajos, los cuales tratan de distribución de planta pero pertenecen a otras universidades del país y ninguna se relaciona con sistemas de envasado de café liofilizado.

2.2. Marco legal

El fundamento legal es muy importante para este trabajo, con el obtendremos los lineamientos para cumplir con esta investigación.

Este trabajo está desarrollado bajo el instructivo de graduación vigente de la Universidad Politécnica Salesiana en el que se establece que se debe realizar el respectivo trabajo de investigación previo a la obtención del título de tercer nivel.

En lo relacionado a la distribución de planta, se utilizarán normativas nacionales e internacionales, las cuales servirán de guía en nuestra investigación, ya que el café liofilizado es comercializado con otros países.

2.2.1. Decreto Ejecutivo No. 2393.¹

El decreto ejecutivo No. 2393 se refiere al reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, fue emitido en la presidencia del Ing. León Febres Cordero Rivadeneira en noviembre del año 1986. Este decreto tiene la finalidad de mejorar y establecer todo lo que conforma el ambiente laboral, esto es aplicado para el empleado y el empleador, esto a través de normas o estatutos los cuales permitan establecer sitios de trabajos libres de riesgos o enfermedades laborales.

Este decreto es obligatorio para los empleadores con el fin de proteger todos los derechos de los trabajadores.

A continuación se presentan los artículos que servirán de soporte legal para la distribución de planta en la cual se basa esta investigación.

Art. 1.- **AMBITO DE APLICACIÓN.**- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Art. 11.- **OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.**- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, los siguientes numerales que son aplicables en nuestra investigación:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

¹ REGLAMENTO, D.S.Y.(1998). Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. *Decreto Ejecutivo, 2393.*

2.2.2. Registro Oficial No. 696.²

El registro oficial No. 696, habla sobre el reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados, el cual fue emitido por el gobierno del Ecuador en la presidencia del Dr. Gustavo Noboa Bejarano en noviembre del año 2002. Este reglamento tiene como propósito que las plantas o industrias que procesan alimentos se sujeten a lo dispuesto en el mencionado reglamento de manera obligatoria para garantizar la inocuidad a lo largo de la cadena alimenticia, para garantizar el beneficio de la salud de los consumidores, este registro solo aplica para las industrias alimenticias.

A continuación se presentan los artículos que servirán de soporte legal para la distribución de planta en la cual se basa esta investigación.

Art. 3.- DE LAS CONDICIONES MINIMAS BASICAS: Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y contruidos en armonía con la naturaleza de las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento, de manera que puedan cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Que el riesgo de contaminación y alteración sea mínimo;
- b. Que el diseño y distribución de las áreas permita un mantenimiento, limpieza y desinfección apropiada que minimice las contaminaciones;
- c. Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar; y,
- d. Que facilite un control efectivo de plagas y dificulte el acceso y refugio de las mismas.

² Constitucional, T. (2002). Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. *Registro Oficial, (696)*.

Art. 4.- DE LA LOCALIZACION: Los establecimientos donde se procesen, envasen y/o distribuyan alimentos serán responsables que su funcionamiento esté protegido de focos de insalubridad que representen riesgos de contaminación.

Art. 5.- DISEÑO Y CONSTRUCCION: La edificación debe diseñarse y construirse de manera que:

- a. Ofrezca protección contra polvo, materias extrañas, insectos, roedores, aves y otros elementos del ambiente exterior y que mantenga las condiciones sanitarias;
- b. La construcción sea sólida y disponga de espacio suficiente para la instalación; operación y mantenimiento de los equipos así como para el movimiento del personal y el traslado de materiales o alimentos;
- c. Brinde facilidades para la higiene personal; y,
- d. Las áreas internas de producción se deben dividir en zonas según el nivel de higiene que requieran y dependiendo de los riesgos de contaminación de los alimentos.

Art. 6.- CONDICIONES ESPECIFICAS DE LAS AREAS, ESTRUCTURAS INTERNAS Y ACCESORIOS: Estas deben cumplir los siguientes requisitos de distribución, diseño y construcción:

I. Distribución de Áreas.

- a) Las diferentes áreas o ambientes deben ser distribuidos y señalizados siguiendo de preferencia el principio de flujo hacia adelante, esto es, desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del alimento terminado, de tal manera que se evite confusiones y contaminaciones;
- b) Los ambientes de las áreas críticas, deben permitir un apropiado mantenimiento, limpieza, desinfección y desinfestación y minimizar las contaminaciones cruzadas por corrientes de aire, traslado de materiales, alimentos o circulación de personal; y,

c) En caso de utilizarse elementos inflamables, éstos estarán ubicados en una área alejada de la planta, la cual será de construcción adecuada y ventilada. Debe mantenerse limpia, en buen estado y de uso exclusivo para estos alimentos.

II. Pisos, Paredes, Techos y Drenajes:

a) Los pisos, paredes y techos tienen que estar contruidos de tal manera que puedan limpiarse adecuadamente, mantenerse limpios y en buenas condiciones;

b) Las cámaras de refrigeración o congelación, deben permitir una fácil limpieza, drenaje y condiciones sanitarias;

c) Los drenajes del piso deben tener la protección adecuada y estar diseñados de forma tal que se permita su limpieza. Donde sea requerido, deben tener instalados el sello hidráulico, trampas de grasa y sólidos, con fácil acceso para la limpieza;

d) En las áreas críticas, las uniones entre las paredes y los pisos, deben ser cóncavas para facilitar su limpieza;

e) Las áreas donde las paredes no terminan unidas totalmente al techo, deben terminar en ángulo para evitar el depósito de polvo; y,

f) Los techos, falsos techos y demás instalaciones suspendidas deben estar diseñadas y contruidas de manera que se evite la acumulación de suciedad, la condensación, la formación de mohos, el desprendimiento superficial y además se facilite la limpieza y mantenimiento.

III. Ventanas, Puertas y Otras Aberturas.

a) En áreas donde el producto esté expuesto y exista una alta generación de polvo, las ventanas y otras aberturas en las paredes se deben construir de manera que eviten la acumulación de polvo o cualquier suciedad. Las repisas internas de las ventanas (alféizares), si las hay, deben ser en pendiente para evitar que sean utilizadas como estantes;

b) En las áreas donde el alimento esté expuesto, las ventanas deben ser preferiblemente de material no astillable; si tienen vidrio, debe adosarse una película protectora que evite la proyección de partículas en caso de rotura;

c) En áreas de mucha generación de polvo, las estructuras de las ventanas no deben tener cuerpos huecos y, en caso de tenerlos, permanecerán sellados y serán de fácil remoción, limpieza e inspección. De preferencia los marcos no deben ser de madera;

d) En caso de comunicación al exterior, deben tener sistemas de protección a prueba de insectos, roedores, aves y otros animales; y,

e) Las áreas en las que los alimentos de mayor riesgo estén expuestos, no deben tener puertas de acceso directo desde el exterior; cuando el acceso sea necesario se utilizarán sistemas de doble puerta, o puertas de doble servicio, de preferencia con mecanismos de cierre automático como brazos mecánicos y sistemas de protección a prueba de insectos y roedores.

IV. Escaleras, Elevadores y Estructuras Complementarias (rampas, plataformas).

a) Las escaleras, elevadores y estructuras complementarias se deben ubicar y construir de manera que no causen contaminación al alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta;

b) Deben ser de material durable, fácil de limpiar y mantener; y, c) En caso de que estructuras complementarias pasen sobre las líneas de producción, es necesario que las líneas de producción tengan elementos de protección y que las estructuras tengan barreras a cada lado para evitar la caída de objetos y materiales extraños.

V. Instalaciones Eléctricas y Redes de Agua.

a) La red de instalaciones eléctricas, de preferencia debe ser abierta y los terminales adosados en paredes o techos. En las áreas críticas, debe existir un procedimiento escrito de inspección y limpieza;

b) En caso de no ser posible que esta instalación sea abierta, en la medida de lo posible, se evitará la presencia de cables colgantes sobre las áreas de manipulación de alimentos; y,

c) Las líneas de flujo (tuberías de agua potable, agua no potable, vapor, combustible, aire comprimido, aguas de desecho, otros) se identificarán con un color distinto para cada una de ellas, de acuerdo a las normas INEN correspondientes y se colocarán rótulos con los símbolos respectivos en sitios visibles:

VI. Iluminación.

Las áreas tendrán una adecuada iluminación, con luz natural siempre que fuera posible, y cuando se necesite luz artificial, ésta será lo más semejante a la luz natural para que garantice que el trabajo se lleve a cabo eficientemente. Las fuentes de luz artificial que estén suspendidas por encima de las líneas de elaboración, envasado y almacenamiento de los alimentos y materias primas, deben ser de tipo de seguridad y deben estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.

VII. Calidad del Aire y Ventilación.

a) Se debe disponer de medios adecuados de ventilación natural o mecánica, directa o indirecta y adecuada para prevenir la condensación del vapor, entrada de polvo y facilitar la remoción del calor donde sea viable y requerido;

b) Los sistemas de ventilación deben ser diseñados y ubicados de tal forma que eviten el paso de aire desde un área contaminada a una área limpia; donde sea necesario, deben permitir el acceso para aplicar un programa de limpieza periódica;

c) Los sistemas de ventilación deben evitar la contaminación del alimento con aerosoles, grasas, partículas u otros contaminantes, inclusive los provenientes de los mecanismos del sistema de ventilación, y deben evitar la incorporación de olores que puedan afectar la calidad del alimento; donde sea requerido, deben permitir el control de la temperatura ambiente y humedad relativa;

d) Las aberturas para circulación del aire deben estar protegidas con mallas de material no corrosivo y deben ser fácilmente removibles para su limpieza;

e) Cuando la ventilación es inducida por ventiladores o equipos acondicionadores de aire, el aire debe ser filtrado y mantener una presión positiva en las áreas de producción donde el alimento esté expuesto, para asegurar el flujo de aire hacia el exterior; y,

f) El sistema de filtros debe estar bajo un programa de mantenimiento, limpieza o cambios.

VIII. Control de Temperatura y Humedad Ambiental.

Deben existir mecanismos para controlar la temperatura y humedad del ambiente, cuando ésta sea necesaria para asegurar la inocuidad del alimento.

2.2.3. Codex Alimentarius.³

El codex alimentarius que significa “código de alimentación”, habla sobre los Principios Generales de Higiene de los Alimentos, se creó para proteger la salud de los consumidores, garantizar comportamientos correctos en el mercado internacional de los alimentos. Comprende una

³ Alimentarius, Codex. (2003). CAC/RCP 1-1969. *Principios Generales de higiene de los Alimentos, Revisión, 4.*

serie de normas generales y específicas relativas a la seguridad alimentaria.

El codex alimentario fue emitido por una resolución de las Naciones Unidas en los años 60, por dos organizaciones en conjunto: la FAO (Food and Agriculture Organisation) que significa: La Organización para la agricultura y la alimentación y OMS (Organización Mundial de la Salud).

Las normas adoptadas por el Codex no son vinculantes desde el punto de vista jurídico, pues tienen un gran peso y una sólida base científica.

Este código solo aplica para las industrias las cuales procesen alimento.

A continuación se presentan los artículos que servirán de soporte para la distribución de planta y el diseño de las instalaciones en la cual se basa esta investigación.

SECCION 4 - PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS INSTALACIONES.

4.1.- EMPLAZAMIENTO

4.1.1 Establecimientos:

Al decidir el emplazamiento de los establecimientos alimentarios, es necesario tener presentes las posibles fuentes de contaminación, así como la eficacia de cualesquiera medidas razonables que hayan de adoptarse para proteger los alimentos. Los establecimientos no deberán ubicarse en un lugar donde, tras considerar tales medidas protectoras, sea evidente que seguirá existiendo una amenaza para la inocuidad o la aptitud de los alimentos. En particular, los establecimientos deberán ubicarse normalmente alejados de:

- zonas cuyo medio ambiente esté contaminado y actividades industriales que constituyan una amenaza grave de contaminación de los alimentos;

- zonas expuestas a inundaciones, a menos que estén protegidas de manera suficiente;
- zonas expuestas a infestaciones de plagas;
- zonas de las que no puedan retirarse de manera eficaz los desechos, tanto sólidos como líquidos

4.1.2 Equipo:

El equipo deberá estar instalado de tal manera que:

- permita un mantenimiento y una limpieza adecuados;
- funcione de conformidad con el uso al que está destinado; y
- facilite unas buenas prácticas de higiene, incluida la vigilancia

4.2.- EDIFICIOS Y SALAS

4.2.1 Proyecto y disposición:

Cuando sea necesario, el proyecto y la disposición internos de las instalaciones alimentarias deberán permitir la adopción de unas buenas prácticas de higiene de los alimentos, incluidas medidas protectoras contra la contaminación por productos alimenticios entre y durante las operaciones.

4.2.2 Estructuras internas y mobiliario:

Las estructuras del interior de las instalaciones alimentarias deberán estar sólidamente construidas con materiales duraderos y ser fáciles de mantener, limpiar y, cuando proceda, desinfectar. En particular, deberán cumplirse las siguientes condiciones específicas, en caso necesario, para proteger la inocuidad y la aptitud de los alimentos:

- las superficies de las paredes, de los tabiques y de los suelos deberán ser de materiales impermeables que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan;

- las paredes y los tabiques deberán tener una superficie lisa hasta una altura apropiada para las operaciones que se realicen;
- los suelos deberán estar contruidos de manera que el desagüe y la limpieza sean adecuados;
- los techos y los aparatos elevados deberán estar contruidos y acabados de forma que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad y de condensación, así como el desprendimiento de partículas;
- las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar contruidas de modo que se reduzca al mínimo la acumulación de suciedad y, en caso necesario, estar provistas de malla contra insectos, que sea fácil de desmontar y limpiar. Cuando sea necesario, las ventanas deberán ser fijas;
- las puertas deberán tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y, cuando sea necesario, de desinfectar;
- las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto directo con los alimentos deberán ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar. Deberán estar hechas de material liso, no absorbente y no tóxico, e inerte a los alimentos, los detergentes y los desinfectantes utilizados en condiciones de trabajo normales

2.3. Fundamentación Teórica

A continuación mencionaremos los conceptos básicos y necesarios para el desarrollo de nuestra investigación y que sustentarán nuestra fundamentación teórica.

2.3.1. Distribución de planta.

Según Chase (2004) *“una distribución de planta es determinar la ubicación sea de departamentos, grupos de trabajo de los departamentos, estaciones de trabajo donde se guardan las existencias en una instalación*

productiva, con el objetivo de ordenar dichos elementos para de garanticen el flujo continuo del trabajo en una fábrica o un modelo de trabajo en una empresa de servicios”.

Muther (1981) define a la Distribución como “*el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible*”.

La distribución de planta tiene como objetivo primario desarrollar un correcto sistema de producción que genere la manufactura del número deseado de diversos productos y con la más alta calidad con bajos costos, también se refiere a la disposición física de los puestos de trabajo, de sus componentes, materiales y la ubicación de la maquinaria, para que fluya de mejor manera los procesos, garantizando la seguridad del trabajador y su satisfacción por el trabajo que realiza.

El estudio de la distribución de planta busca contribuir al incremento de la eficiencia de las actividades que realizan las unidades que conforman una organización; así como también proporcionar a los directivos y empleados el espacio suficiente, adecuado y necesario para desarrollar sus funciones de manera eficiente y eficaz.

2.3.1.1. Principios básicos de la distribución de planta.

Según Hodson (1996) los principios de la distribución de planta son:

1. Integración de conjunto.

La distribución óptima será la que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más racional posible, funcionando como un equipo único.

2. Distancia mínima recorrida.

Esta distribución de planta busca adecuar los materiales, máquinas y cualquier otro factor de manera que el personal y los productos recorran distancias pequeñas entre operaciones, es decir que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente continuas.

3. Circulación o recorrido.

La mejor distribución de planta será la que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se debe transformar o montar los materiales.

4. Espacio Cúbico.

Será mejor la distribución de planta que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que de esta manera se obtienen ahorros de espacio. Una buena distribución de planta es la que aprovecha las tres dimensiones en forma igual.

5.- Satisfacción y seguridad.

La distribución óptima, será aquella distribución que brinde a los trabajadores seguridad y confianza para su trabajo satisfactorio.

6.- Flexibilidad.

Este principio hace referencia a que la distribución de planta efectiva será la que pueda tener ajustes o se pueda reordenar a los más bajos costos.

2.3.1.2. Tipos de distribución de planta

Según Freivalds (2004), *“no existe un tipo de distribución que tienda a ser la mejor debido que una distribución puede resultar como la mejor opción para un determinado conjunto dado de condiciones y la peor para otro”*.

Tradicionalmente han existido cuatro tipos de distribución de planta como son: la distribución por posición fija o por proyecto, la distribución

funcional o por proceso, la distribución de línea o por producto y la distribución híbrida o también conocida como células de manufactura.

A continuación se detallan los 4 tipos de distribución de planta:

1. Distribución por disposición fija o por proyecto.
2. Distribución funcional.
3. Distribución de línea.
4. La distribución híbrida o por celdas de manufactura

1. Distribución por disposición fija o por proyecto

Esta se da cuando la materia prima o el material principal a producir se mantiene en un lugar fijo, en pocas palabras, no se mueve, mientras que los insumos, las herramientas y la mayoría de los equipos y demás piezas se llevan hasta él (Hodson, 1996).

Ventajas:

- Se reduce la unidad de manejo del ensamble.
- Operarios con mayor experiencia pueden terminar su trabajo en un solo punto.
- Permite realizar frecuentes cambios en el diseño y en los productos.

2. Distribución funcional

Esta distribución también se la llama de proceso, en la cual todas las operaciones de proceso del mismo tipo se agrupan. De esta manera el producto tiene que realizar varias paradas en diferentes procesos que le darán valor agregado hasta culminar con el proceso de transformación. (Hodson, 1996).

Ventajas:

- Capacidad de trabajo de cada máquina se aprovecha al máximo.

- Se adapta a una gran variedad de productos y cambios que se realicen en la secuencia de operaciones.
- Se adapta a la demanda de productos cuando sea intermitente.
- Los fallos que se presentan en la máquina no perjudica en la planificación de la producción, ya que la carga del equipos averiado se distribuye en la demás máquinas de igual función.

3. Distribución de línea

También llamada como distribución por producto, debido que el producto se elabora en una zona, es decir, todos los equipos y maquinaria para la elaboración de un producto se agrupa en un mismo sitio y se ordenan según su proceso de elaboración. (Hodson, 1996)

Ventajas:

- Reducción del manejo del material
- Alta eficiencia en la utilización de la mano de obra
- Mayor facilidad para el control del proceso.
- Todo el proceso de producción se mueve por rutas definidas y directas.
- Menor manipulación de los materiales.

4. Distribución Híbrida o por celdas de manufactura:

Según Chase (2004), Una distribución por celdas de manufactura es la que reúne distintas máquinas para trabajar en productos con formas y requerimientos de procesamiento semejantes.

Este tipo de distribución tiene un parecido a la distribución funcional o por proceso, ya que se diseñan las celdas para realizar actividades específicas y también tiene un parecido a la distribución de línea o por producto, ya que las celdas se enfocan a una gama limitada de productos.

Ventajas:

- Reducción en coste de producción.
- Mejora en los tiempos de suministro.

2.3.1.3. Información requerida en una Distribución de planta ⁴

Para el desarrollo de nuestra investigación es necesario conocer información básica sobre la distribución de planta, como la que se menciona a continuación:

- Producto (P). Se refiere a lista de materiales y partes, diagramas de operaciones, dibujos, etc.
- Volumen a producir (Q). Cantidad de producto a elaborar
- Rutas de proceso (R). Son los diagramas de flujo de operaciones y lista de equipos requeridos.
- Servicios requeridos (S). Son las necesidades en cuanto a mantenimiento, almacenes, vestidores y otros.
- Programa de producción (T). Cuanto se requiere producir y en qué tiempo.

2.3.1.4. Factores que afectan a una distribución de planta: ⁵

Es importante conocer y establecer cada uno de los factores que influyen y afectan en una correcta distribución de planta, esto también dependerá de la empresa y el tipo de proceso productivo al cual se aplique, los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

⁴ Martínez, J. R. (2002, Octubre 01). *Distribución en planta*. Recuperado Febrero 15, 2015, de Gestipolis:
<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.html>

⁵ García, J. P. (s/f). *factores que afectan en la distribución de planta*. Recuperado Febrero 15, 2015 de personales.upv.es:
<http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

1. Los Materiales.-

Este factor habla sobre las características que poseen todos los materiales en los cuales se va a trabajar, las materias primas, productos en elaboración y terminados, básicamente se refiere a la forma, tamaño, peso y volumen de los materiales y sus diversas características químicas y físicas que tienen y que influyen en los métodos de producción.

2. Maquinaria.-

Se debe tener toda la información de la maquinaria y equipos necesarios para los procesos a emplear, esta información permitirá determinar y ordenar el uso y ubicación, es importante conocer claramente a cada equipo, así como sus dimensiones para definir el espacio requerido de la misma, su peso, su altura, cuántas unidades se instalarán, cantidad y experiencia de los operadores, el riesgo que esta máquina ocasionará, las necesidades de servicios auxiliares y muchos factores más.

3. La mano de obra.-

La mano de obra debe ser considerada en todo el proceso de la nueva distribución de planta, de manera global se debe considerar al personal directo, a los supervisores y los que presten los servicios auxiliares, tomando en cuenta la seguridad de cada uno de ellos junto con otros puntos importantes como son la luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc.

4. El movimiento.-

En este factor, hay que considerar que las mantenciones no son operaciones productivas, pues no aportan ningún valor al producto. Por tal motivo se debe intentar minimizarlas y que se combinen con otras operaciones.

5. Las esperas.-

Un objetivo primordial al estudiar la distribución en planta, es lograr que los materiales circulen de forma constante a lo largo de la misma, evitar al máximo las esperas o demoras que se presentan cuando la producción se detiene.

6. Los servicios auxiliares.-

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en un proceso. Estos servicios inciden sobre el personal, sobre los materiales y las maquinarias. Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que toman parte en la distribución estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

7. El edificio.-

El edificio siempre figura como un factor fundamental en el diseño de la distribución, este tendrá un impacto determinante en el caso si éste ya existiera, es decir, su disposición espacial y demás características como cantidad de pisos, forma de la planta, ubicación de puertas y ventanas, puntos eléctricos, sistemas de climatización, etc. Esto se presenta como una limitante a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurriría si el edificio se planteara como una nueva construcción.

8. Los cambios.-

No podemos eludir la necesidad de prever futuros cambios en los procesos, para evitar que esos cambios afecten a los demás factores antes mencionados y mermen los beneficios potenciales de la distribución, para ello habrá iniciar la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse a los posibles dentro de unos límites razonables y realistas.

2.3.2. Historia del café soluble.

Según Sivetz (1979), Un químico Japonés que vivía en Chicago, Dr. Satori Kato fue el primero en inventar el café soluble en el año 1901, la comercialización de este producto no llegó hasta años después y fue a cargo de otra persona.

Poco después otro químico que vivía en Guatemala, con descendencia británica, llamado George C. Washington. Realiza el descubrimiento de una forma inusual, mientras espera en el jardín se percató que en pico de la cafetera en que había preparado el café y en consecuencia de la condensación con el aire del ambiente, se había formado un polvo muy fino de café, dado este suceso despertó la curiosidad del químico y decide investigar por un tiempo, hasta que años más tarde, en 1906 logra realizar la primera producción de café soluble y se pone en venta en el año 1909.

2.3.3. Tipos de granos de Café.

Existen dos tipos de granos de café que se utilizan como materia prima para la producción de café soluble en el mundo:

- Robusta
- Arábica

Robusta.-

Esta es una variedad de grano de café comúnmente cultivada en África, esta grano de café varía en sabor. El café Robusta tiene la ventaja de producir mayores rendimientos debido que es más económica su cultivación y más fácil de cuidar. Una característica es que su grano es de menor tamaño en comparación al Arábica.

Arábica.-

Esta variedad de café mayormente crecen en zonas montañosas y de mayores altitudes, son generalmente de mejor sabor, las características

de este grano es que bien plano y alargado de mayor tamaño que el robusta.

2.3.4. Fabricación del café soluble.

En las fábricas de café en el mundo se realizan dos tipos de proceso del café soluble. El proceso de Spray dry y el proceso Freeze dry o Liofilizado.

En nuestro estudio se hablará sobre el proceso de Freeze dry o liofilizado, ya que la distribución de planta se realizará en el sistema de envasado del proceso de café liofilizado.

Para ambos proceso antes mencionados, como primer paso se detallan a continuación las operaciones en que debe transitar el grano de café:

- a. Recepción y almacenamiento de café verde.
- b. Limpieza del café verde.
- c. Tostado
- d. Extracción
- e. Centrifugación
- f. Evaporación
- g. Almacenamiento de extracto
- h. Secado por:
 - Spray dry
 - Freeze dry o liofilización
- i. Envasado del café Soluble
- j. Almacenamiento de producto terminado

Todas la operaciones mencionadas de fabricación realizan diferentes actividades entre cada una de ellas, lo que las diferencian rotundamente son las características de los equipos que las conforman, sean estos por la capacidad en toneladas de producción, mejoras realizadas para productos específicos, tiempos de procesamiento.

2.3.5. Proceso de secado por Freeze dry o Liofilización.⁶

El secado por liofilización es un proceso especial para la conservación de los productos que contienen agua o disolventes, se debe diferenciar entre dos etapas del proceso: la congelación de los productos en este caso la congelación a -50°C del café líquido y la eliminación del hielo.

Una característica de la liofilización es que el líquido se separa suavemente del material sólido. El líquido congelado se desplaza sin descongelarse, es decir, se realiza el proceso de sublimación, el agua que contiene el producto pasa directamente del estado sólido a gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Para lograr la sublimación es necesario someter el sistema a una presión negativa, puesto que en las condiciones atmosféricas normales sería imposible lograr de forma instantánea, el cambio de estado sólido a gaseoso.

Otro de los sistemas importantes para la liofilización, es la refrigeración, sin refrigeración y congelación de los productos no fuera posible la liofilización.

La ventaja de usar este proceso de secado es que el café conserva sus principales propiedades en cuanto a sabor, color y aroma.

La desventajas del proceso de liofilización, son los altos costos de inversión para realizar cada uno de las operaciones que conforman el proceso, sobre todo la refrigeración y la generación de vacío.

⁶ Sivetz, M., & Desrosier, N. W. (1979). *Coffee technology*. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company.

2.3.5.1. Operaciones en el proceso de Liofilización.

A continuación se detalla las operaciones en que el café líquido atraviesa para el secado por liofilización en la planta referenciada de nuestro estudio.

- a. Recepción y almacenamiento de café verde
- b. Limpieza del café verde
- c. Tostado
- d. Extracción
- e. Centrifugación
- f. Evaporación
- g. Almacenamiento de extracto (café líquido)
- h. Espumación
- i. Congelamiento
- j. Trituración
- k. Clasificación
- l. Transportación
- m. Secado
- n. Envasado
- o. Almacenamiento de producto terminado

a. Recepción y almacenamiento de café verde.-

Esta operación consiste el receptor los sacos de café y almacenarlos en la bodega, se realizan muestreos aleatorios de cada uno de los lotes de café que ingresan al momento de descargarlos en tolva para seguir a la siguiente operación.

b. Limpieza del café verde.-

Consiste en separar las impurezas que se encuentran en el café verde (polvo, piedras, plástico, madera, etc.), esto con el fin de obtener una materia prima limpia para realizar la siguiente operación.

c. Tostado.-

El café verde ingresa a un sistema de pesaje, para cuantificar una cantidad de café que posteriormente ingresará a un tostador, en el cual el café se tuesta por medio de aire caliente dentro de un cilindro rotatorio y luego se enfría.

d. Extracción.-

En esta operación, el café ingresa al interior de una batería de cilindros verticales, en la cual se extraen los sólidos solubles del café en grano, mediante la circulación constante de agua caliente a una elevada temperatura y sometida a presiones altas.

e. Centrifugación.-

Es una operación, en la cual se separa del extracto líquido, las sustancias insolubles (bagazo) las cuales fueron arrastradas por la operación de extracción, esta separación se realiza en un equipo mediante la fuerza centrífuga.

f. Evaporación.-

Es una operación, en la cual consiste en eliminar la mayor cantidad de agua que se encuentra en el extracto líquido, esto se realiza en equipos intercambiadores de calor donde mediante el calor se evapora el agua y se concentra el extracto.

g. Almacenamiento de café líquido.-

El café líquido ingresa a un intercambiador de calor, para bajar su temperatura, de 25°C a 10°C y luego ser almacenado en tanques con sistemas de refrigeración y agitadores para conservar el líquido a la temperatura deseada.

h. Espumación.-

En esta etapa el café líquido es espumado; inyectándole un gas inerte para bajar su densidad y ser pre-congelado. La temperatura del café baja de 10 °C a -5°C.

i. Congelación.-

El café líquido pre-congelado se lo deposita de forma dosificada en una banda metálica de 1.5 metros de ancho por 50 metros de largo, esta dosificación del café pre-congelado forma una tableta la cual se desplazará por la longitud de la banda y se congelará hasta llegar al tramo final con una temperatura de -48°C. El principal factor de este proceso, es el sistema de refrigeración, el cual no debe fallar y mantener la temperatura para congelar la tableta de café.

j. Trituración.-

La tableta congelada ingresa a un sistema de trituración primaria, en la cual se rompe inicialmente la tableta, para después pasar a la trituración secundaria, la cual tiene la función de reducir significativamente los fragmentos de café congelado, para luego pasar a la trituración terciaria en la cual se obtiene el corte deseado para continuar el siguiente paso.

k. Clasificación.-

El café triturado ingresa a ser clasificado por medio de equipos vibratorios llamados zarandas, la función principal de estos equipos es clasificar los tipos de partículas de café que se obtuvo de la molienda terciaria, esta clasificación se rige bajo tres parámetros de selección de partícula de café como son: ESTANDAR - GRUESO – FINO.

Para nuestro estudio analizaremos solo la partícula de café ESTANDAR.

I. Transportación.-

El café Estándar que se obtuvo de la etapa de clasificación, es depositado en unas bandejas de aluminio, estas bandejas se colocan en truck, los cuales tienen la función de transportar y desplazarse por medio de rieles a los diferentes puntos del proceso. Cada truck tiene la capacidad de transportar 206 bandejas con producto.

m. Secado.-

Las bandejas llenas de café congelado y colocadas en los truck, se trasladan e introducen en las cámaras de secado, en la cual se lleva a cabo el proceso de liofilización por sublimación. En cada cámara ingresan dos truck con un total de 412 bandejas de café congelado que será secado por medio del proceso de sublimación.

El tiempo que dura el proceso de secado dentro de la cámara es de 6.5 horas.

n. Envasado.-

Transcurrido el tiempo de secado del café, los truck con las bandejas que contienen el café ya seco, son transportados hacia el área de volteo de bandejas, donde se procede a voltear el producto y depositar en equipos vibratorios llamadas zaranda y se rige bajo los mismo parámetros mencionados en el literal “ k “.

El café de partícula estándar es depositada en recipientes llamados Totes, los cuales sirven de transporte y almacenamiento para llevar al producto al sistema de envase.

El producto es depositado en una tolva y baja por gravedad hacia un sistema de detectores de metales para al final ser envasado en cajas de 25 kg.

o. Almacenamiento de producto terminado.-

El producto finalmente sale en cajas con capacidad de 25kg cada una y es almacenado en la bodega de producto terminado con su respectiva

identificación de lote, número de caja, fechas de producción para luego ser comercializada. Se envasan alrededor de 560 cajas al día de café liofilizado.

Todo lo expuesto puede expresarse en el diagrama de flujo del proceso que se muestra en la figura 2.1.

2.3.6. Diagrama de proceso.

Según Abraham (2008) *“un diagrama de proceso es una representación gráfica en la cual se detallan las diferentes etapas en las que una persona o un producto realiza en el proceso productivo”*

Con el uso de los diagramas de procesos nos permitirán visualizar de forma clara cada una de las actividades durante el proceso con tiempo y distancias de recorrido.

Para la representación de estos pasos, se utilizarán siguientes símbolos:

 OPERACION: este símbolo nos indica la realización de una tarea, por ejemplo: planchar, cortar, barrer, llenar, etc.

 INSPECCION: este símbolo indica si una operación se realizó de manera correcta, ejemplo: examinar algún material, probar la calidad de un vino.

 TRANSPORTE: este símbolo indica que una tarea o producto se debe movilizar de un lugar a otro, ejemplo: trasladar una caja a la bodega, mediante un operador, o por un montacargas.

 DEMORA: este símbolo indica retraso en alguna actividad u ociosidad, ejemplo: esperar que traigan la materia prima, esperar que llegue en camión.

 ALMACENAMIENTO: este símbolo cuando el producto se encuentra estático en un área específica sin transporte, ni inspecciones, ejemplo: materia prima, herramientas.

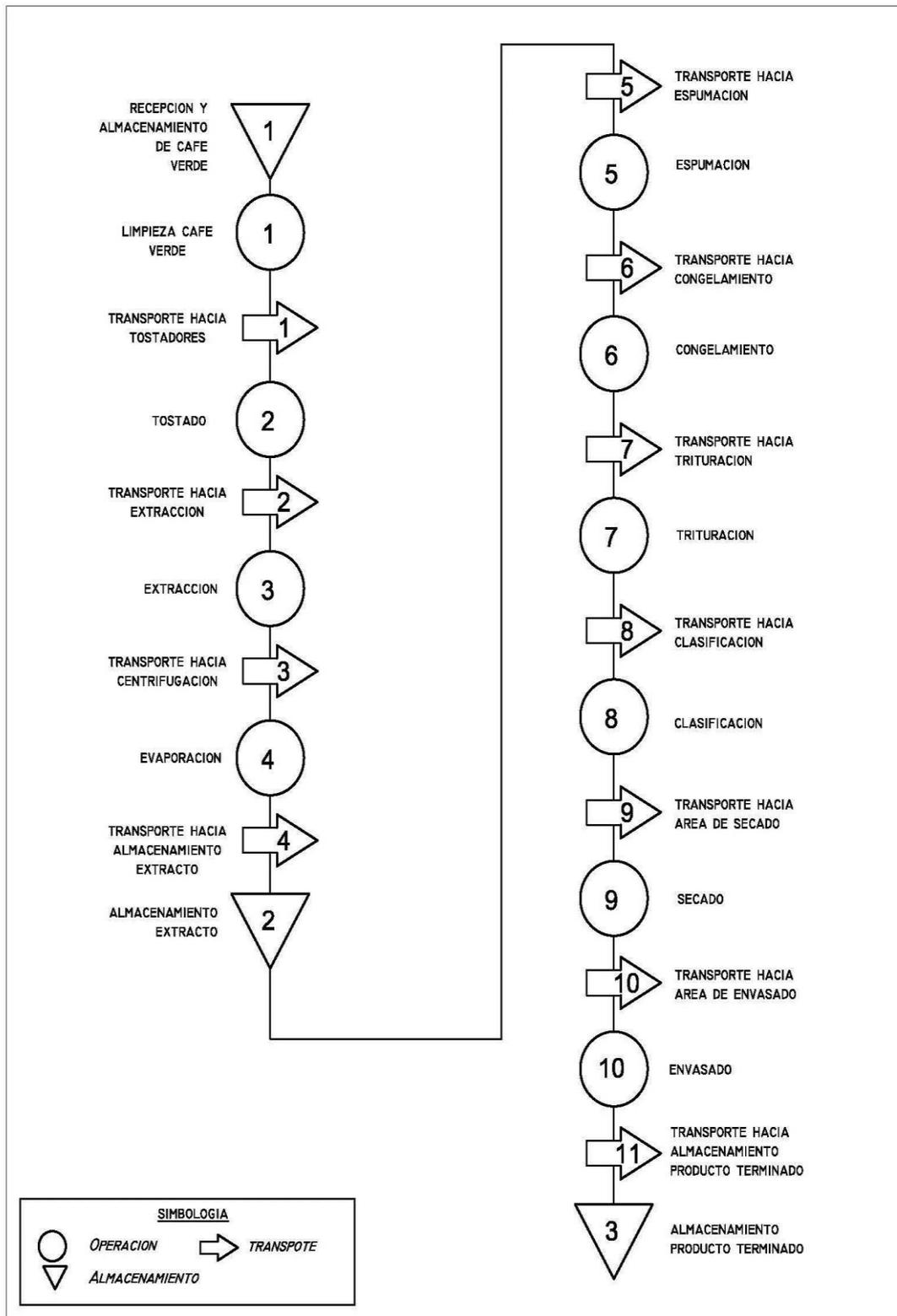


Figura No. 2.1.- Diagrama de flujo del proceso de fabricación de café soluble.

Elaborador por: El Autor

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación.

3.1.1. Investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo.

La presente investigación tiene un enfoque cualicuantitativo. Es muy importante conocer todos los puntos y analizar la diversidad de información que se pueda recopilar, por tal motivo usamos la investigación cualitativa, debido que las distribuciones de planta se rigen por estatutos y decretos o normativas establecidas sean por organismos gubernamentales e internacionales las cuales están relacionados con las infraestructuras. Por otro lado tenemos la investigación cuantitativa, la cual está relacionada con las mediciones y estimaciones de corte técnico necesarias para el rediseño del layout en el área de envasado.

3.1.2. Investigación de campo.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una investigación de campo, fue necesario realizar varias visitas al área y visualizar el trabajo realizado, ver el movimiento del personal que labora en el sitio, ver el recorrido que hace el producto por los diferentes equipos, esto con la finalidad de obtener información e interactuar con los responsables del proceso, y con la información obtenida identificar las problemáticas que presenta el proceso.

3.1.3. Investigación Bibliográfica - Documental.

La información bibliográfica y documental es importante para nuestra investigación, se revisó información técnica de los equipos utilizados para

el proceso, como son manuales de operación y hojas técnicas, se revisó informes de producción, y los instructivos de operación del envasado.

La información sobre distribución de planta fue tomada de libros y páginas web, las cuales nos permiten usar métodos y técnicas para presentar la propuesta de mejora.

3.1.4. Investigación Descriptiva.

Esta investigación es de tipo descriptiva porque nos permitirá realizar un análisis y rediseño de la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de la ciudad de Guayaquil.

3.2. Tipo de método.

3.2.1. Método Inductivo.

La información obtenida de la investigación de campo, nos permitirá utilizar el método inductivo y con ella analizaremos cada uno de los resultados que se obtuvieron, para llegar a una conclusión general de la problemática en la empresa y poder sustentar el proyecto de la distribución de planta.

3.2.2. Método Deductivo.

Es necesario aplicar el método deductivo en nuestra investigación porque la mala distribución de planta, la mala distribución de los equipos y la falta de espacios idóneos en el área de envasado observados por el autor son muy críticos. Las variables serán particularizadas en nuestra investigación de campo, destinada al personal que labora en el área.

3.3. Fuentes.

Como fuente primaria, se optó por utilizar la técnica de la encuesta, por medio de esta técnica recopilaremos la información que nos permitirá

identificar los errores y necesidades, teniendo una mejor perspectiva de la investigación.

La información secundaria fue tomada de textos y páginas web con el tema relacionado.

3.4. Población y muestra.

3.4.1. Población.

Como población se tomó en cuenta al personal de 3 departamentos de la empresa, los cuales tienen participación en el proceso de envasado, como son personal de producción, control de calidad y mantenimiento, el total de personas es de 33, fue importante incluir a cada departamento ya que la información provista con cada uno de ellos según su especialidad sería de alta importancia para nuestro estudio.

3.4.2. Muestra.

El número total de personas tomadas en cuenta es de 33. Por ser menos de 100 la población pasa a ser muestra y está distribuida de la siguiente manera: 27 operarios de producción, 2 analistas de control de calidad y 4 de mantenimiento. Se procedió a realizar la encuesta a las 33 personas.

3.5. Técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1. Encuestas.

Se aplicó la encuesta a toda la muestra definida en el punto anterior, con el propósito de conocer sobre la necesidad de realizar nuestro análisis y rediseño de la distribución espacial del área de envasado de café liofilizado. Ver anexo No.1.

3.5.2. Instrumento para la aplicación de técnicas.

Se empleó el cuestionario como uno de los instrumentos de recolección de información. El cual tomará las opiniones de cada uno de los operarios que trabajan en el área de envasado, ya que ellos son los que palpan día a día el desarrollo que realiza el producto y las diversos inconvenientes que trae la distribución de planta actual que poseen.

3.6. Procesamiento de la información.

La muestra que participó con el problema fue de 33 personas, los cuales nos proporcionaron datos valiosos, para posteriormente tabular dicha información, realizar el respectivo análisis y obtener las respectivas conclusiones.

Se utilizó la herramienta de Microsoft Excel para generar las respectivas gráficas de cada una de las preguntas formuladas, en relación a sus respuestas y expresadas en porcentajes con el fin interpretar con mayor facilidad las opiniones.

Se utilizó el tipo de gráfica circular, la cual nos permite visualizar de manera rápida la relación entre nuestras preguntas y respuesta expresadas en porcentajes.

3.7. Procedimiento general de la investigación

La presente investigación tiene como procedimiento general para realizar el análisis del rediseño de la distribución de planta los siguientes pasos los, cuales se muestra en forma de diagrama con la figura No.3.1.

El diagrama muestra en cuatro pasos el procedimiento a seguir en esta investigación, cada paso tendrá varias etapas en las cuales se plantearán las mejores opciones para rediseñar el sistema de envasado de café liofilizado.

El paso 1, diagnosticará, todo lo correspondiente al problema que suscita en la actual operación de envasado, este paso está compuesto de varias etapas en las cuales se tomará información actual para analizar e identificar los principales problemas.

El paso 2, se realizará el planteamiento de las mejoras a cada uno de los problemas identificados en el paso anterior. Desde analizar la factibilidad técnica del sitio, y plantear el nuevo diseño con las mejoras incorporadas.

El paso 3, se validarán cada una de las mejoras planteadas, sean desde el punto de vista técnico, funcional y operativo. Beneficios que se obtendrán en relación al esquema anterior.

El paso 4, se realizará la factibilidad económica de la investigación, con el análisis del costo beneficio de este proyecto.

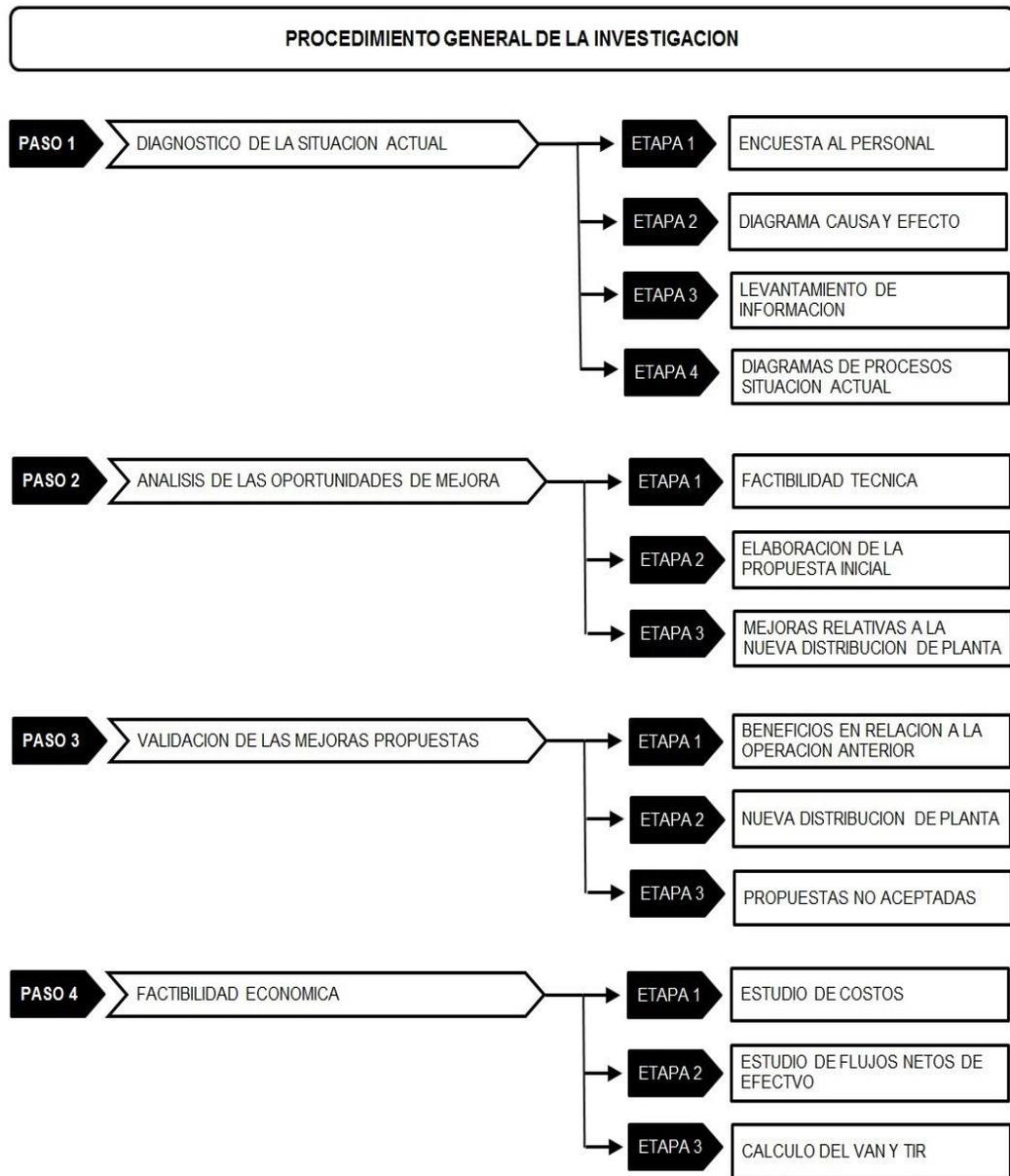


Figura No. 3.1.- Procedimiento general de la investigación
Elaborador por: El Autor

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Diagnóstico de la situación actual.

4.1.1. Encuesta al personal.

A continuación se detallan las preguntas realizadas al personal que opera en el área de envasado de café liofilizado con el fin de identificar las problemáticas existentes. Ver anexo No.1

En cada una de las preguntas se detalla su tabla de valores, su gráfica y su respectivo análisis.

Pregunta No. 1, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera usted, que el área de envasado se encuentra bien ubicado con respecto al flujo del proceso?

Tabla No. 4.1.

Area de envasado bien ubicado.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	3	9%
NO	30	91%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

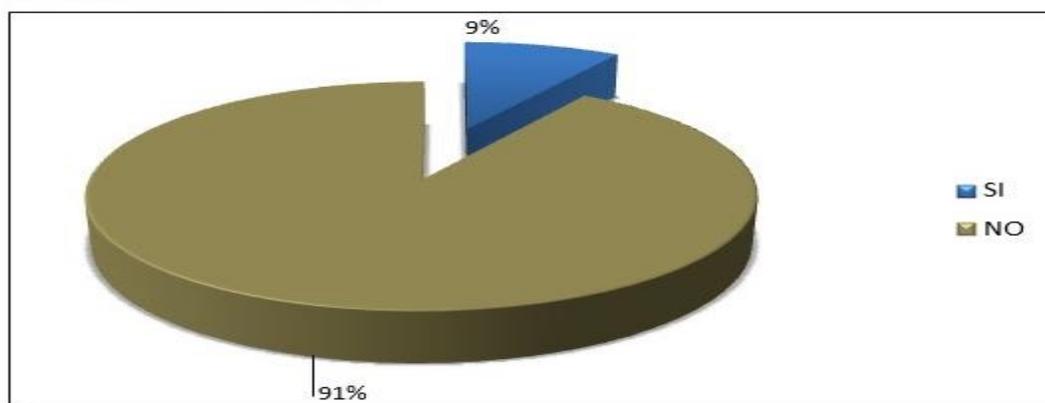


Figura No. 4.1.- Área de envasado bien ubicado

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

Análisis.- El 91% del personal encuestado menciona que el proceso de envasado no está bien ubicado con respecto al flujo del proceso, esto nos dice que se requiere realizar un estudio para cambiar la situación actual, con el propósito de mejorar las actividades diarias de trabajo en el área.

Pregunta No. 2, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera usted, que el espacio físico para el proceso de envasado es el ideal?

Tabla No. 4.2.

Espacio físico es el ideal.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	5	15%
NO	28	85%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

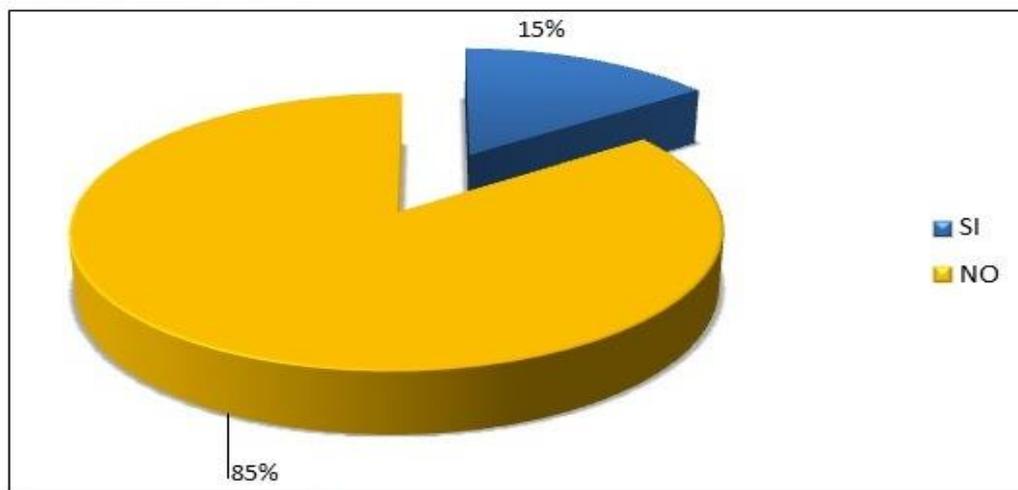


Figura No. 4.2.- Espacio físico es el ideal.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

Análisis.- Según la encuesta, el 85% del personal menciona que el espacio físico actual del área del envasado no es la ideal, los encuestados mencionaron estar inconformes con aspectos relacionados a

la parte estructural y dimensionamiento del cuarto de envase, lo cual les genera malestar al momento de realizar las tareas diarias.

Pregunta No. 3, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera usted, que en el proceso actual, se debe modificar el sistema de transporte de producto?

Tabla No. 4.3.

Modificar sistema actual de transporte.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	33	100%
NO	0	0%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

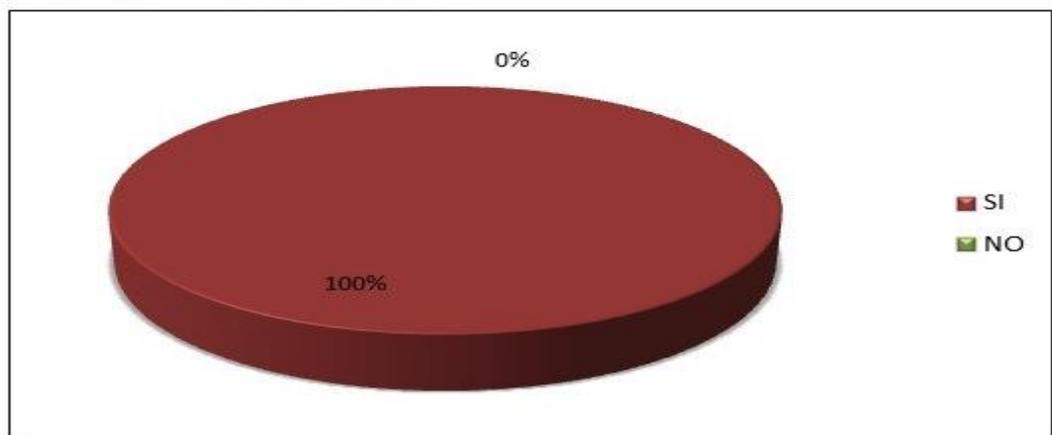


Figura No. 4.3.- Modificar sistema actual de transporte.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

Análisis.- El 100% del personal encuestado, opina que en el sistema actual, se debe modificar el sistema de transporte del producto, el personal menciona que se emplea mucho esfuerzo físico para transportar el producto por medio de los totes, por lo que sugieren se realice un cambio que permita cambiar este sistema de transporte por uno que facilite el trabajo y que preste las seguridades del caso para realizar las tareas.

Pregunta No. 4, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera usted, que los tiempos de traslado del producto de un área a otra es extenso?

Tabla No. 4.4.

Tiempos de traslados extensos.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	28	85%
NO	5	15%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

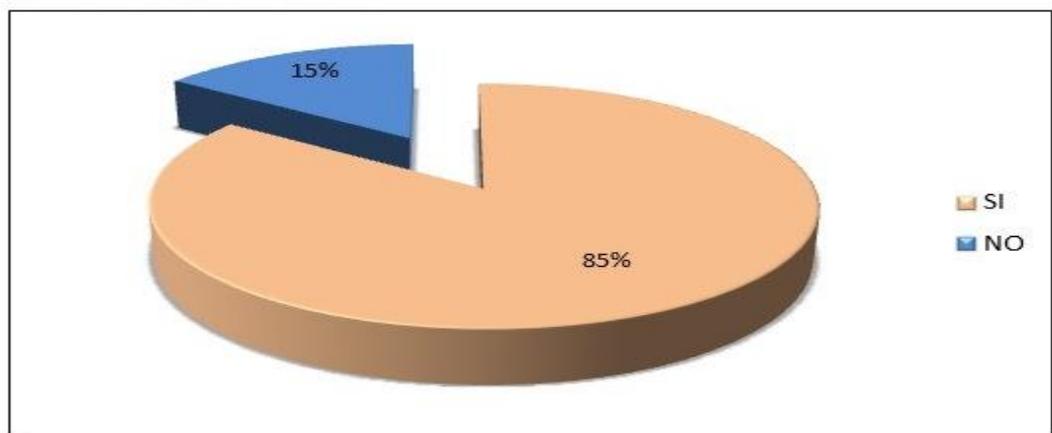


Figura No. 4.4.- Tiempos de traslados extensos.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

Análisis.- El 85% del personal encuestado, considera que los tiempos de traslados del producto de un área a otra son muy extensos, esto se debe a que ubicación de las áreas no siguen un flujo de proceso y se encuentran separadas las unas de las otras, esto crea malestar al personal que labora porque deben cumplir con las metas de producción establecidas, y consideran que el tiempo actual empleado para el transporte les perjudica.

Pregunta No. 5, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Siente usted seguridad en la operación que realiza diariamente en el área de envasado?

Tabla No. 4.5.

Seguridad en la operación.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	1	3%
NO	32	97%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

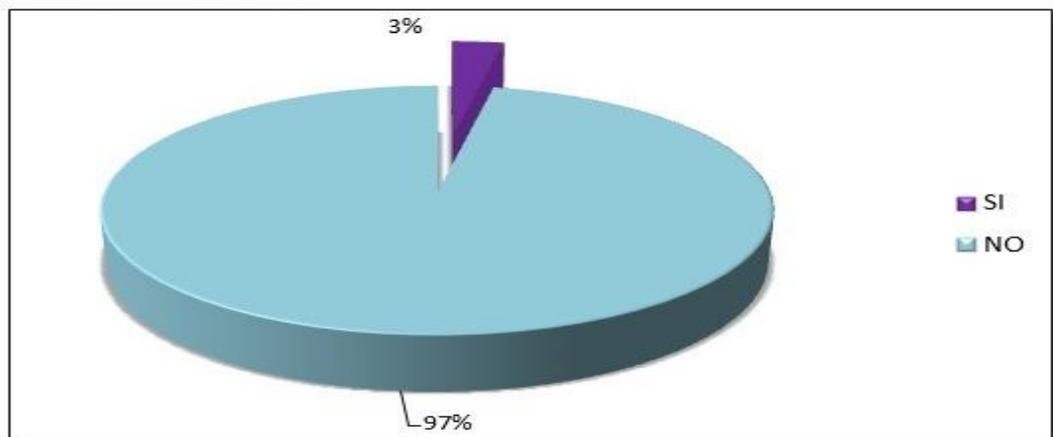


Figura No. 4.5.- Seguridad en la operación.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase

Elaborador por: El Autor

Análisis.- El 97% del personal encuestado considera que no siente seguridad al realizar las tareas en el área de envasado, manifestaron varias molestias que consideran de peligro y que impiden realizar con normalidad y armonía los trabajos diariamente. Como es el caso de empujar los totes con producto, usar el sistema de elevación de los totes y descargarlos a la tolva, dificultad en realizar las inspecciones de rutina a los equipos del área de envasado.

Pregunta No. 6, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera que la distribución y ubicación de los equipos del sistema actual de envasado es la correcta?

Tabla No. 4.6.

Distribución y ubicación de equipos.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	4	12%
NO	29	88%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

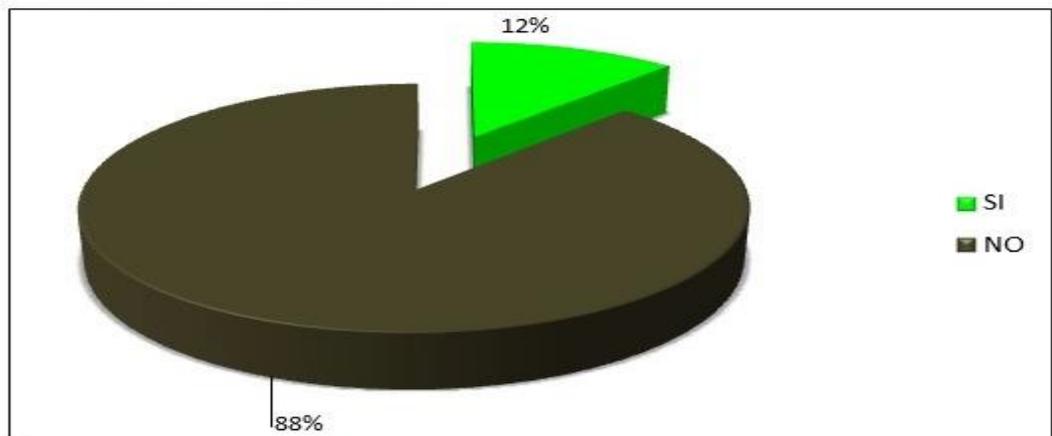


Figura No.4.6.- Distribución y ubicación de equipos.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

Análisis.- Para esta pregunta el 88% del personal considera que la distribución de los equipos y su ubicación en el sistema actual de envasado no es la correcta, se mencionaron problemas con la operatividad de ciertos equipos, los cuales causan paralización en el flujo del producto y esto atrasa la producción proyectada, así como la falta de accesos que permitan atender a los equipos de manera ágil, lo cual no es posible en la actualidad por su ubicación.

Pregunta No. 7, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿El flujo de proceso actual está concebido en forma tal que no exista ningún tipo de contaminación cruzada?

Tabla No. 4.7.
Contaminación cruzada.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	2	6%
NO	31	94%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

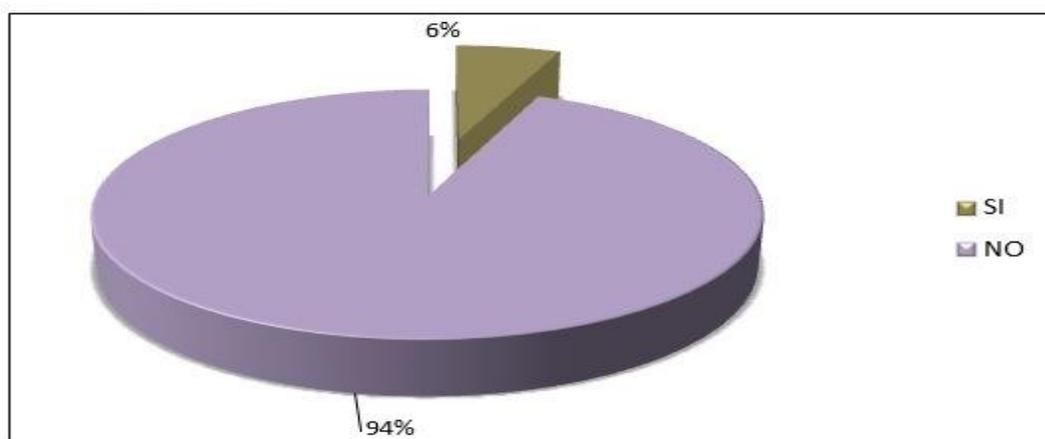


Figura No. 4.7.- Contaminación cruzada.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

Análisis.- En un total del 94% del personal considera que el flujo actual de proceso presenta una mayor probabilidad que exista contaminación cruzada, el personal mencionó que el traslado del producto de un área a otra, hace que exista mayor posibilidad de que se contamine el café, ya sea por cuerpos extraños o mala manipulación del personal ajeno al área de envasado, la cual también transita por el área.

Pregunta No. 8, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Los equipamientos están diseñados de modo que se permita una fácil operatividad y limpieza de los mismos?

Tabla No. 4.8.
Equipamientos bien diseñados.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	3	9%
NO	30	91%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

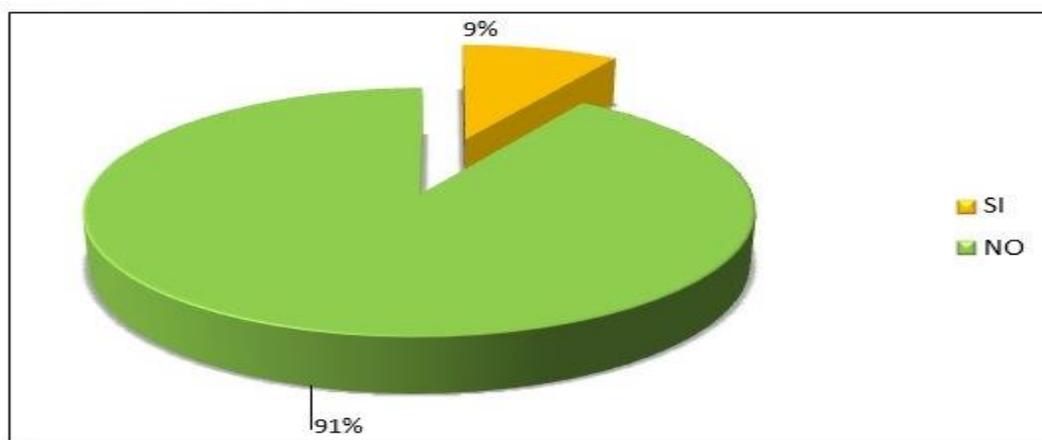


Figura No. 4.8.- Equipamientos bien diseñados.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

Análisis.- En un total del 91% del personal considera que los equipamientos no están diseñados para permitir fácil operatividad y limpieza de los mismo, fue de gran importancia las opiniones del personal de mantenimiento, el cual manifestó que al realizar las tareas diarias de inspección a los equipos tienen mucha dificultad en acceder a ellos, esto genera incrementos en los trabajos de mantenimiento. Por otra parte el personal de producción manifestó que tienen dificultad al realizar las tareas de limpieza, debido que los equipos se encuentran en una posición alta con respecto al piso y se dificulta realizar el trabajo.

Pregunta No. 9, tabla de valores, gráfica y análisis.

¿Considera usted, que se debe ampliar a 2 líneas de llenado en el sistema de envasado?

Tabla No. 4.9.

Ampliación a 2 líneas de llenado.

DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
SI	29	88%
NO	4	12%
TOTAL	33	100%

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

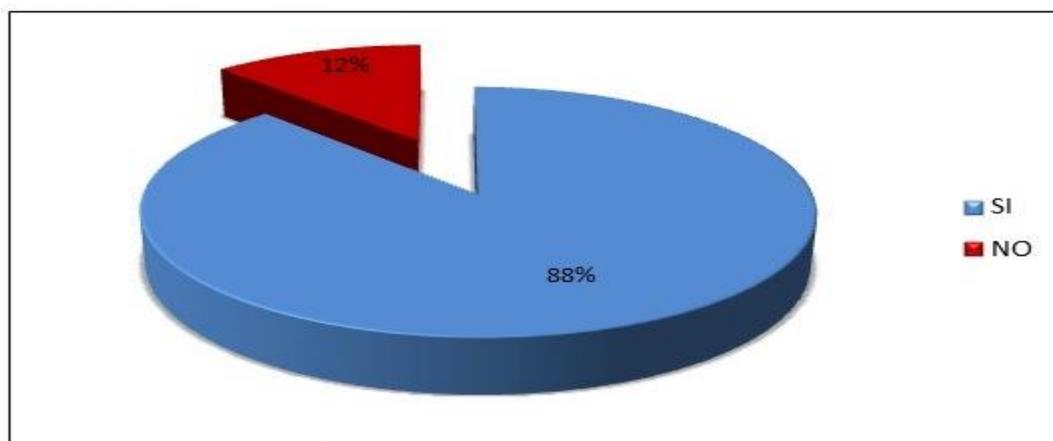


Figura No. 4.9.- Ampliación a 2 líneas de llenado.

Fuente: Encuesta realizada al personal que opera en el área de envase
Elaborador por: El Autor

Análisis.- El 88% del personal considera que si se debe ampliar a dos líneas de llenado de cajas en el envasado de café liofilizado, debido que el proceso diario se ve limitado porque solo existe una línea y la producción es constante, cuando se paraliza el proceso por alguna avería el algún equipo, esto paraliza todo el proceso de envasado y no hay otra línea paralela que sirva de respaldo.

4.1.2. Análisis general de la encuesta.

Realizar esta encuesta fue muy importante, ya que permite identificar las diversas dificultades que padece el área, y sobre todo conocer las diferentes opiniones del personal que día a día labora en el área y es dueño de su proceso.

Por tal motivo los valores obtenidos nos permiten sustentar nuestra investigación y plantear las mejoras para corregir y optimizar el proceso de envasado de la planta.

Varias son conclusiones que se obtuvieron de la encuesta, tales como:

1. Es necesario realizar una nueva distribución de planta, ya que el proceso actual no permite un trabajo lineal o que esté en flujo con el proceso productivo.
2. Se debe cambiar el sistema actual de transportar el producto de un área a otra área, este sistema actual no es el correcto por generar inseguridad al personal y genera mucho esfuerzo físico, debido que tienen que empujar los totes con producto.
3. Los equipos utilizados para el sistema de envasado y la ubicación en la que se encuentran no permiten un trabajo continuo y seguro, cuando se presentan averías o a realizar la respectiva limpieza, el personal tiene dificultades en acceder a ellos.
4. Se considera necesario la ampliación a 2 líneas de llenado de cajas de 25 kilogramos en el sistema de envasado, con esto aumentar el volumen de cajas envasadas y evitar las paralizaciones por no tener una línea de respaldo que continúe trabajando si existe algún tipo de fallo o avería en los equipos.

4.1.3. Diagrama de causa y efecto.

Con el objetivo de identificar las causas que generan la deficiencia de distribución espacial actual del área de envasado, se realizó un diagrama causa – efecto.

La filosofía de gestión a partir de esta herramienta se basa en eliminar la mayor cantidad de causas (subproblemas) posibles con el objetivo de aminorar o suprimir completamente el efecto (problema).

Para determinar las causas se utilizó la información recopilada en el cuestionario así como en entrevistas realizadas al personal que labora en el área de envasado.

La observación directa del proceso en tiempo real también fue importante en este sentido. De tal forma, se determinaron 8 causas, tal como se muestran en la figura No.4.10.

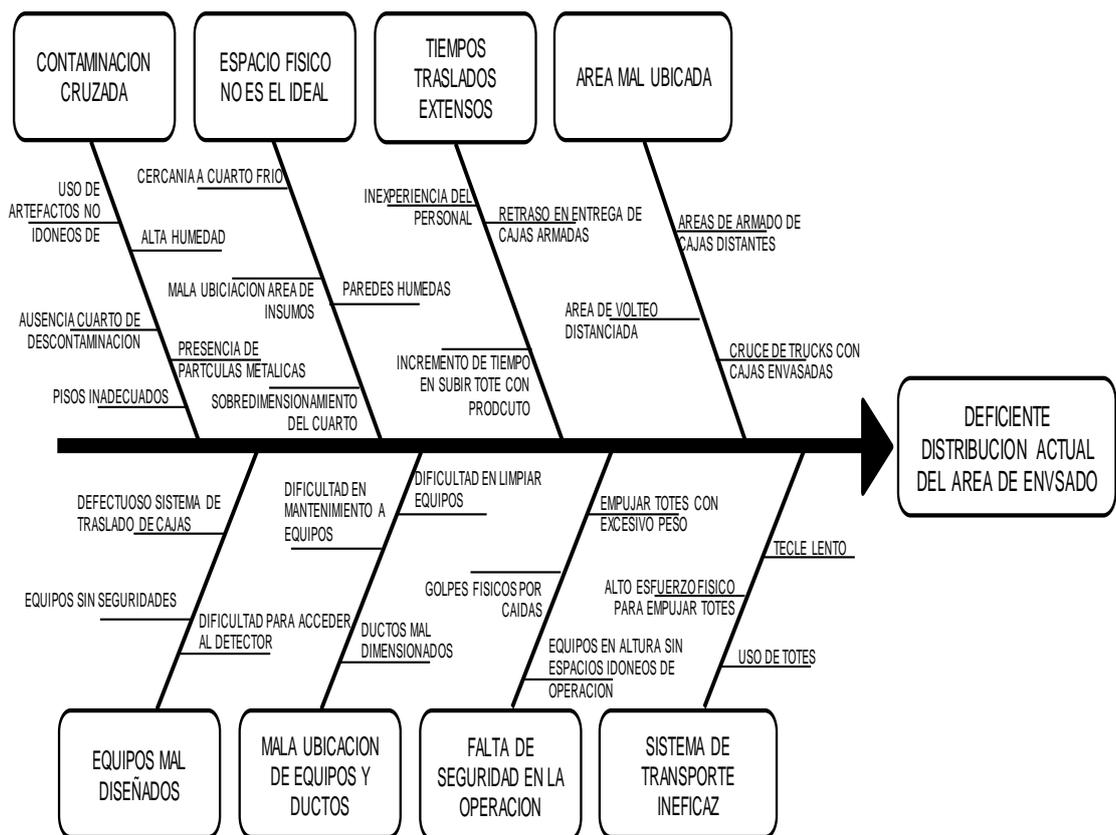


Figura No. 4.10.- Diagrama causa y efecto
Elaborado por: el autor.

4.1.4. Levantamiento de información.

4.1.4.1. Descripción de situación actual de la operación de envasado.

El área de envasado de café liofilizado, está distribuido tal como se muestran en los anexos 2, 3 y 4, en la cual se realizan varias actividades que dan valor agregado al envasado, por lo cual se detalló cada una de

ellas con el fin de identificarlas, por lo cual dichas actividades se mencionarán en el siguiente diagrama de flujo.

Diagrama de flujo de la operación de envasado de café liofilizado.

Operación 1: Llenado de 1 tote, cada tote tiene capacidad de llenado de 253 kilogramos.

Transporte 1: Se transporta el tote hasta el área del tecla eléctrico.

Transporte 2: El tote es subido por medio del tecla eléctrico hasta el cuarto de descarga.

Transporte 3: el tote es transportado hasta el área de descarga.

Demora 1: el tote se debe descargar completamente.

Inspección 1: el producto pasa por la rejilla para capturar partículas metálicas que pueda contener el producto.

Demora 2: se llena la tolva de descarga, aquí se deposita el producto que descargo el tote.

Inspección 2: dosificación del producto para que pueda caer uniformemente hacia los detectores de metales, evitando taponamiento de los ductos.

Inspección 3: aquí el producto pasa por el sistema automático de detección de metales, donde el producto sin metal baja al siguiente detector y el que contenga partículas metales se rechaza automáticamente y es depositado en un recipiente externo a la operación general.

Inspección 4: es la segunda inspección de detección de metales para el caso que de que no haya detectado alguna partícula en el detector 1 y el producto que contenga metales se rechaza igual que el proceso anterior y el que no contenga metales pasa a la tolva de envasado.

Demora 3: se llena la tolva de envasado.

Operación 2: Se activa el llenado de cajas, el producto baja desde la tolva de envasado y se descarga en la caja.

Demora 4: Llenado de caja con producto, esto toma un tiempo de 1.5 minutos.

Operación 3: Colocar la caja llena en la balanza.

Inspección 5: se debe inspeccionar que cada caja contenga un peso de 25 kilogramos de café liofilizado.

Operación 4: Sellado automático de funda plástica.

Operación 5: Sellado manual de caja y colocación de etiqueta de identificación para caja y lote.

Transporte 4: Se transporta la caja hasta la bodega de producto terminado.

Almacenamiento 1: Se almacena las cajas en la bodega de producto terminado, en pallet con su respectiva identificación de número de caja y lote.

Para visualizar de mejor forma se muestra el Diagrama de flujo del proceso de la operación de envasado de café liofilizado en la figura No.4.11.

Mediante el levantamiento de la información se observó que distribución actual que presenta la operación de envasado tiene característica de ser una distribución funcional o de procesos, ya que los equipos se agrupan pero no se encuentran ubicados correctamente y no siguen un flujo lineal con el proceso y existen operaciones que sirven de apoyo para el envasado como es el armado de cajas, la cual está ubicado fuera del cuarto del envasado como se muestra en el anexo No. 2.

La operación de armado de cajas es importante para el envasado, y debe ser integrada en un solo lugar, para así evitar contaminación cruzada al momento de transportar las cajas hacia el área de envasado.

Se utilizó la herramienta de diseño AutoCAD 2010, para realizar los planos de que muestran la situación actual del área de envasado y también la propuesta.

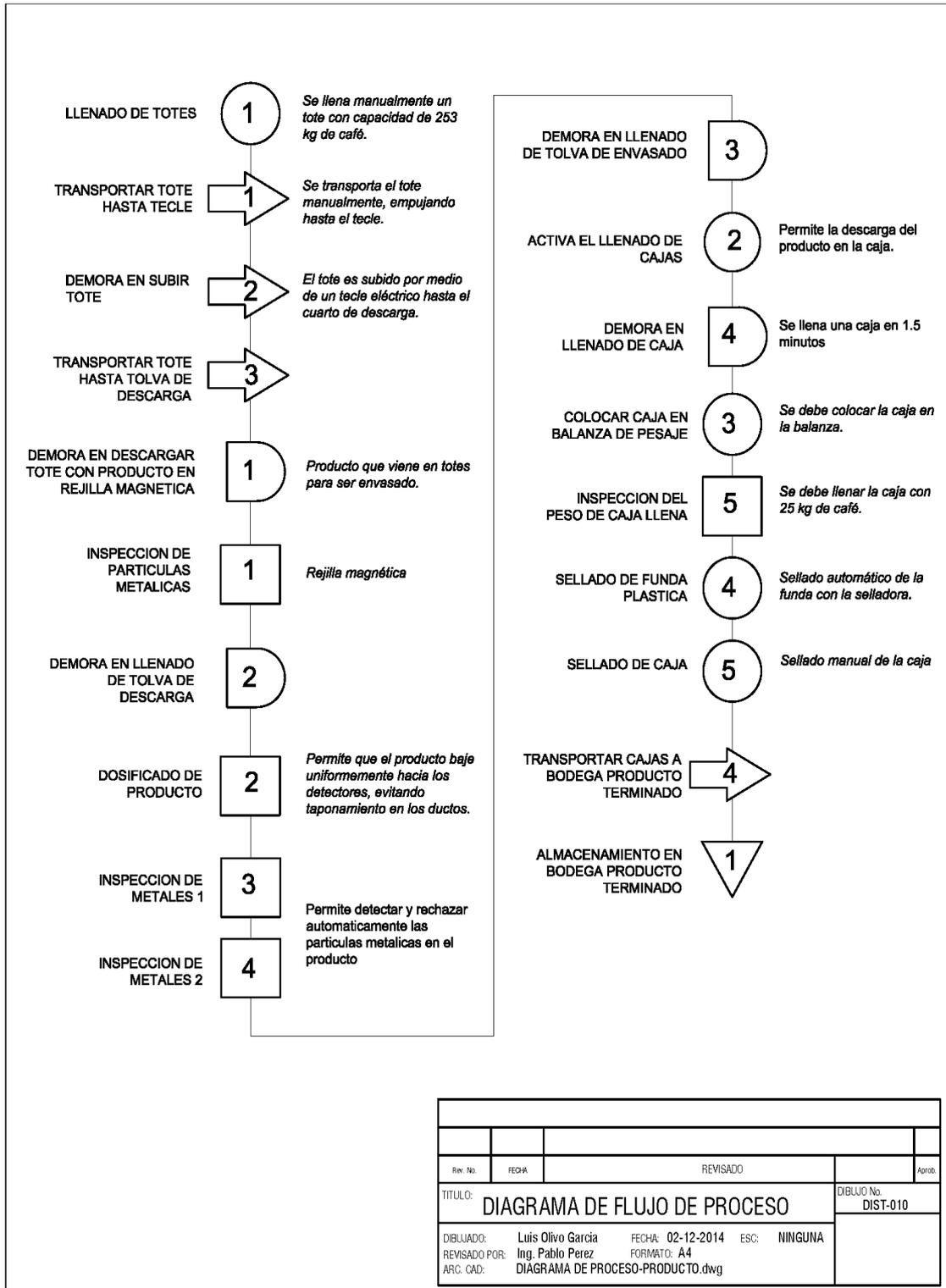


Figura No. 4.11. Diagrama de flujo de proceso de envasado.
Elaborado por: el autor.

Se realizó un cursograma analítico de cada actividad para la operación de envasado, la cual se muestra en la figura No. 4.12 y en la figura No. 4.13 se muestra el diagrama de recorrido del flujo de proceso del envasado y el diagrama de recorrido de la operación de armado de cajas, donde se observa que tiene cruces con la operación de envasado y está aislada al área de envasado de cajas.

DIAGRAMA N° 1				HOJA N° 1/1					
RESUMEN				TIPO DE DIAGRAMA					
ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	OPERADOR <input type="checkbox"/>	PRODUCTO <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>			
OPERACIÓN 	5			METODO					
INSPECCION 	5			ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> PROPUESTO <input type="checkbox"/>					
TRANSPORTE 	4			OPERACIÓN: ENVASADO DE CAJAS					
DEMORA 	4			AREA: ENVASE					
ALMACENAMIENTO 	1			ELABORADO POR: EL AUTOR					
DISTANCIA (metros)	56.85								
TIEMPO (minutos)	27.56								
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)						OBSERVACIONES
LLENADO DE TOTE		0	8	●					
TRASLADAR TOTE HASTA TECLE		20.2	1.8			●			2 OPERADORES
TRANSPORTAR TOTE A CUARTO DE DESCARGA		6.95	2			●			
TRASLADO DE TOTE A TOLVA DE DESCARGA		12.24	1.25			●			
DEMORA EN DESCARGA TOTES EN REJILLA MAGNETICA		-	10				●		
INSPECCION DE PARTICULAS METALICAS EN REJILLA MAGNETICA		0.44	-	●					
DEMORA EN LLENADO DE TOLVA DE DESCARGA		1.34	-				●		
DOSIFICADO DE PRODUCTO		0.66	-	●					
INSPECCION DE METALES # 1		0.56	-	●					
INSPECCION DE METALES # 2		0.83	-	●					
DEMORA EN LLENADO TOLVA DE ENVASADO		1.50	-				●		
ACTIVA EL LLENADO DE CAJAS		0.10	-	●					
DEMORA EN LLENADO DE CAJA		-	1.5				●		
COLOCAR CAJA EN BALANZA		0.20	0.08	●					
INSPECCIONAR PESO DE CAJA EN BALANZA		0.20	1.25			●			
SELLADO DE FUNDA PLASTICA		-	0.6	●					
SELLADO DE CAJA		-	0.35	●					
TRANSPORTAR CAJAS A BODEGA P. T.		11.63	0.73				●		
ALMACENAR CAJAS EN BODEGA		-	-					●	

Figura 4.12. Cursograma analítico de flujo de proceso de envasado de cajas actual.

Elaborado por: el autor.

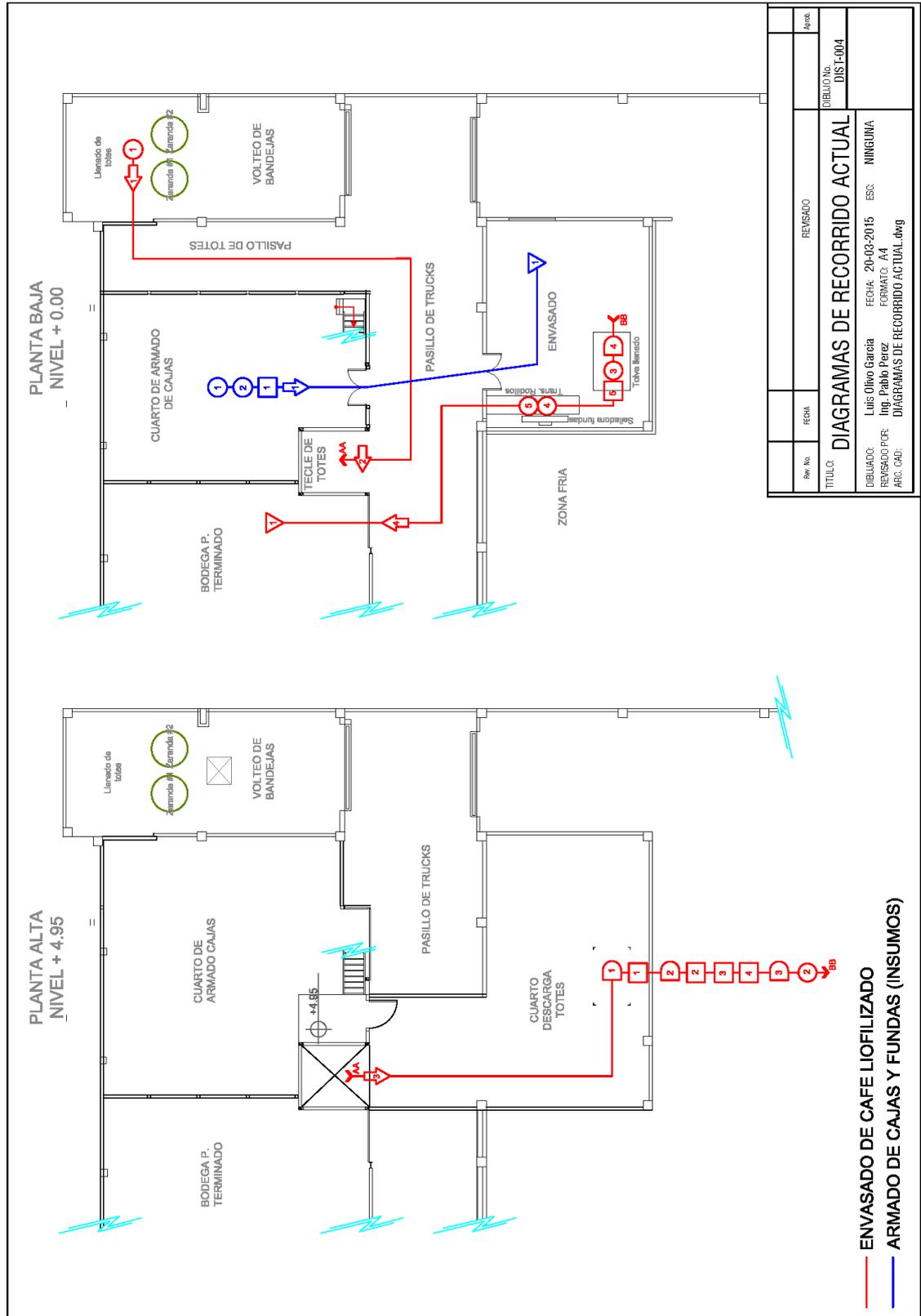


Figura No. 4.13. Diagrama de recorrido area de envasado actual
 Elaborado por: el autor.

4.2. Análisis de las oportunidades de mejora.

4.2.1. Factibilidad técnica

Como se puede ver en figura No.4.13, en el diagrama de recorrido actual se muestran cruces entre las operaciones envasado y el armado de cajas, por lo que se analizó una área en la que se puede construir el nuevo cuarto de envasamiento y que integre a las demás operaciones que allí se realizan.

Para corregir los cruces entre operaciones y realizar que el flujo de la operación de envasado sea lineal, se utilizará el área del cuarto de armado de cajas. Dicho cuarto tiene una superficie de 52.40 m², y se encuentra en buena ubicación con las operaciones que conforman el envasado.

Con la construcción del nuevo cuarto de envasado, se logra disminuir actividades, dando como resultado que el diagrama de flujo del proceso del envasado se vea reducido en comparación al sistema anterior. Esta mejora se puede visualizar en la figura No.4.14.

Como aumento de la producción, el nuevo cuarto envase permite montar una segunda línea de envasado, esto con el propósito de aumentar la producción de cajas envasadas y que permita tener una línea de respaldo, para así evitar paralizaciones.

Como se muestra en la figura No.4.15, en la nueva área permitirá simplificar e integrar cada una de las operaciones, como beneficios se eliminará el uso de totes, esto ayuda que el personal no este expuesto a más riesgos físicos por golpes o esfuerzos por empujar los pesados totes con producto.

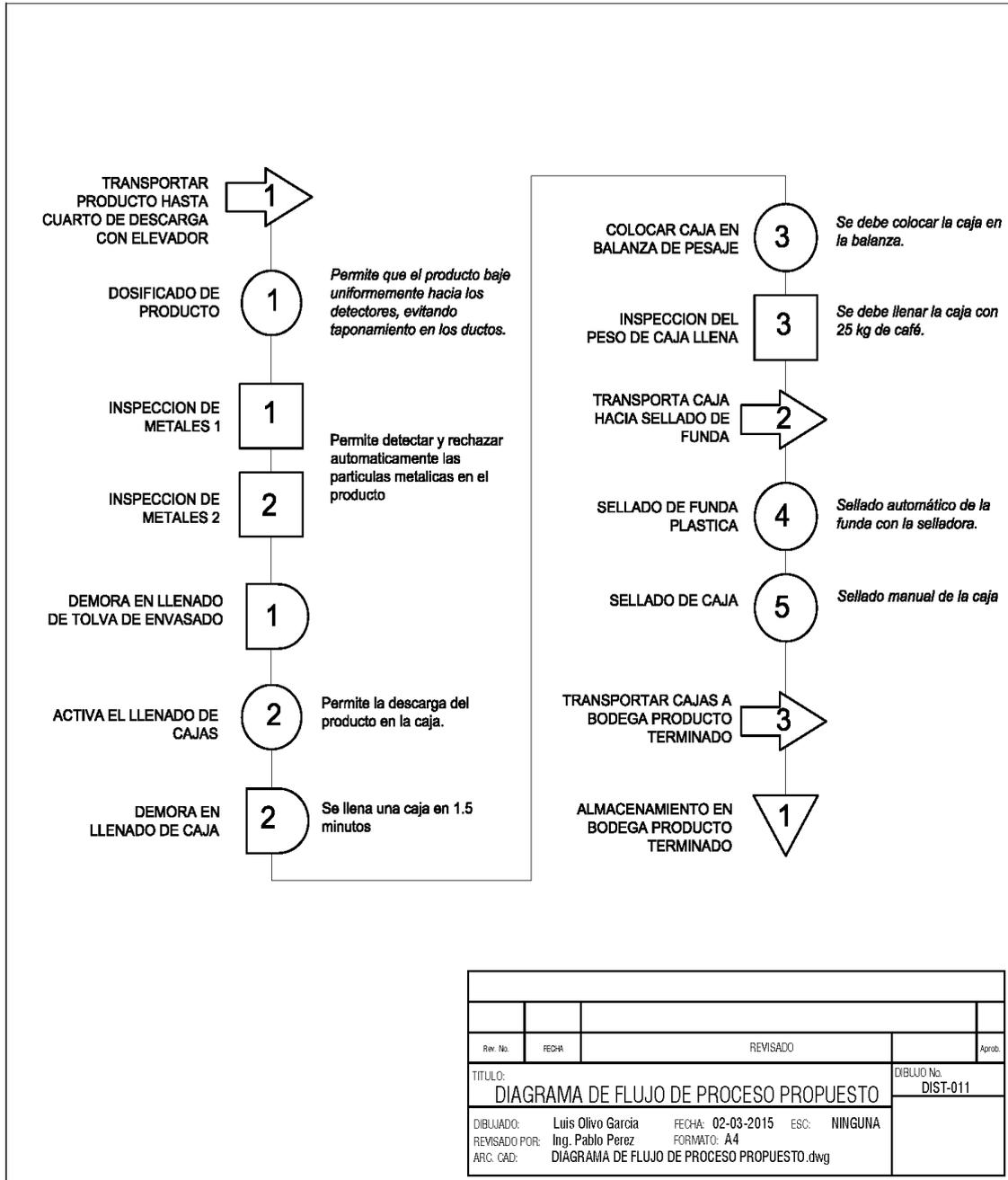


Figura No. 4.14. Diagrama de flujo de proceso nueva area de envasado
Elaborado por: el autor.

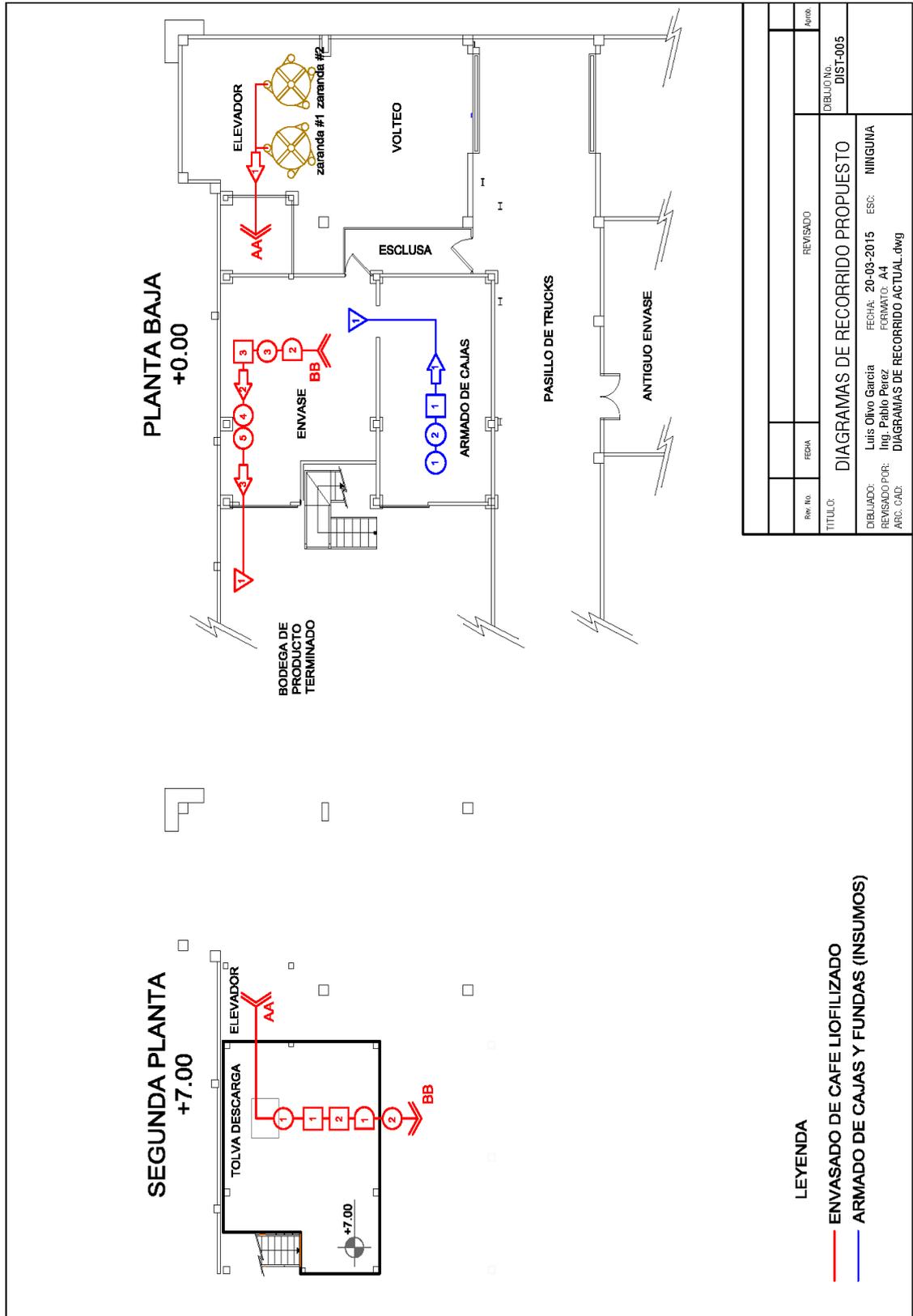


Figura No. 4.15. Diagrama de recorrido area de envasado propuesto
Elaborado por: el autor.

4.2.2. Elaboración de propuesta inicial

Como referencia para elaborar la propuesta inicial, se tomó cada uno de los resultados obtenidos en las encuestas.

Cada uno de los problemas encontrados será sustituido por mejoras para configurar un nuevo esquema para la operación de envasado y sus otras operaciones. Las cuales permitan un desarrollo armónico de las actividades realizadas por el personal y que los equipos se configuren de manera que permitan un mejor desarrollo de las tareas.

Para lograr unificar la operación de envasado se diseñó un nuevo cuarto, el cual constará de 3 niveles.

La distribución se realizará de la siguiente manera:

Planta baja N+0.00:

En este espacio se realizará todo el llenado de las cajas, con sus respectivos equipos. Conjunto al envasado, se construirá un pequeño cuarto para realizar la operación de armado de cajas y movimiento de los insumos, tales como cartones, fundas, cintas, etc.

Para que el personal pueda desinfectarse o evitar que ingrese algún tipo de contaminación, se construirá un pequeño cuarto el cual se denominará Esclusa, pese que este pequeño cuarto no está contemplado en ningún manual o norma, se lo realiza con el fin de prever que el personal ingrese directamente después de haber estado fuera, en el que puede traer consigo algún tipo de contaminante. Ver anexo No. 5

Primer piso N+3.50:

En este piso será en el que se encuentren los detectores de metales las dos tolvas de llenado y el tablero eléctrico principal del nuevo cuarto de envasado. Ver anexo No. 6

A diferencia del sistema antiguo, tener los detectores independizados del sistema beneficia en muchos aspectos, tales como:

- Facilidad de realizar las inspecciones de rutinas por mantenimiento y operatividad.
- Fácil limpieza sin necesidad de molestar a la operación de llenado ni al personal.

Segundo piso N+7.00:

En este piso se realizará la descarga que viene desde el área de volteo, por medio de un elevador tipo cangilón, es que se podrá traer de manera automática el producto. En este nivel habrá una tolva en la cual se depositará el producto que trae el elevador y caerá por medio de gravedad hacia los dosificadores vibratorios para que baje el producto de manera uniforme hacia los detectores de metal. Ver anexo No. 7

En el anexo No. 8 se muestra una visualización en vista de corte, en la que se puede apreciar cada uno de los equipos y su ubicación en cada uno de los niveles o pisos mencionados en los párrafos anteriores.

4.2.3. Mejoras relativas a la nueva distribución

Las mejoras que se logran con el rediseño de la distribución del área de envasado se ven reflejadas en disminución de tiempos, recorridos y optimización de los espacio al estar integrado todas las operaciones en un solo cuarto.

En el caso de la operación de envasado, en el esquema actual presenta un total de 19 actividades con un tiempo de 27.56 minutos y un recorrido total de 56.85 metros como se lo muestra en la figura No.4.12.

Al aplicar la nueva distribución con la implementación del nuevo cuarto de envasado obtenemos una mejoría en disminución de número de actividades, tiempo y recorridos para la operación de envasado, por lo

cual se muestra en el siguiente cursograma analítico del flujo de proceso del nuevo cuarto de envase. Ver figura No.4.16.

DIAGRAMA N° 3				HOJA N° 1/1					
RESUMEN				TIPO DE DIAGRAMA					
ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	OPERADOR <input type="checkbox"/>	PRODUCTO <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>			
OPERACIÓN 	5	5	0	METODO					
INSPECCION 	5	3	2	ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>					
TRANSPORTE 	4	3	1	OPERACIÓN: ENVASADO DE CAJAS					
DEMORA 	4	2	2	AREA: ENVASE					
ALMACENAMIENTO 	1	1	0	ELABORADO POR: EL AUTOR					
DISTANCIA (metros)	56,85	25,57	31,28						
TIEMPO (minutos)	27,56	3,73	23,83						
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)						OBSERVACIONES
TRASPORTAR PRODUCTO HASTA CUARTO DE DESCARGA CON ELEVADOR		18.33	0.35						
DOSIFICADO DE PRODUCTO		1.27	0.70						
INSPECCION DE METALES #1		-	-						
INSPECCION DE METALES #2		-	-						
DEMORA EN LLENADO DE TOLVA DE ENVASADO		-	-						
ACTIVA EL LLENADO DE CAJAS		-	-						
DEMORA EN LLANADO DE CAJA		-	1.5						
COLOCAR CAJA EN BALANZA DE PESAJE		-	0.02						
INSPECCIONAR PESO DE CAJA EN BALANZA		0.70	0.05						
TRANSPORTA CAJA HACIA SELLADO DE FUNDA		1.27	0.08						
SELLADO DE FUNDA PLASTICA		-	0.6						
SELLADO DE CAJA		-	0.35						
TRASPORTAR CAJAS A BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO		4	0.08						
ALMACENAMIENTO DE CAJAS EN BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO		-	-						

Figura No. 4.16. Cursograma analítico de flujo de proceso de envasado de cajas propuesto.
Elaborado por: el autor.

Como se muestra en el resumen del cursograma analítico de la figura No.4.16, existe una disminución en cuanto a las actividades, también en los tiempos que se emplea para cada actividad y los recorridos que se realizan.

Para el caso de la operación del armado de cajas, se designó una pequeña área en la cual, el personal trabajará de manera cómoda y podrá transportar las cajas armadas hacia el área de envase que se encuentra junto, por medio de una pequeña puerta la cual será la que permita pasar las cajas lista de un cuarto a otro, sin necesidad que pueda estar en contacto con otros agentes externos que generen algún tipo de contaminación.

Para esta operación del armado de cajas, dos mejoras se incorporaron en el nuevo cuarto de envasado, una es que la operación se realizará dentro del mismo cuarto y la segunda es que el recorrido en transportar las cajas armadas se menor en comparación al esquema anterior.

Para realizar este análisis, se realizó un cursograma analítico del armado de cajas, en los cuales se detallan cada una de las actividades con sus respectivos tiempos y recorridos los cuales se muestran en la figura No.4.17.

El número de actividades se mantiene en cinco, de igual forma con esquema anterior, las mejoras se reflejan en el tiempo empleado para esta operación ya que antes era de 9.86 minutos para armar un lote de cajas y trasladarla hasta el área de envasado, con el nuevo esquema, el tiempo empleado es de 4.93 minutos y en el recorrido total, antes era de 12.75 metros que tenía que recorrer la caja para llegar a su destino, ahora este recorrido es de 4.41 metros.

Como conclusión general, esta mejora genera una considerable diferencia positiva al esquema general.

DIAGRAMA N° 4				HOJA N° 1/1					
RESUMEN				TIPO DE DIAGRAMA					
ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	OPERADOR <input type="checkbox"/>	PRODUCTO <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>			
OPERACIÓN 	2	2	0	METODO					
INSPECCION 	1	1	0	ACTUAL <input type="checkbox"/> PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>					
TRANSPORTE 	1	1	0	OPERACIÓN: ARMADO DE CAJAS (INSUMOS)					
DEMORA 	0	0	0	AREA: ARMADO DE CAJAS					
ALMACENAMIENTO 	1	1	0	ELABORADO POR: EL AUTOR					
DISTANCIA (metros)	12,75	4,41	8,34						
TIEMPO (minutos)	9,86	4,93	4,93						
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)						OBSERVACIONES
ARMAR CAJA	1	0	2,35	●					
COLOCACION DE FUNDA	1	0	1,25	●					
INSPECCION DE CAJA CON FUNDA	1	0	1	●					
TRASLADO DE CAJA AL AREA DE ENVASE	1	4,41	0,08	●					
ALMACENAMIENTO DE CAJAS ARMADAS	1	0	0,25	●					

Figura No. 4.17. Cursograma analítico de flujo de proceso de armado de cajas.
Elaborado por: el autor.

4.3. Validación de las mejoras propuestas.

4.3.1. Beneficios en relación a la operación anterior.

Con la implementación del nuevo cuarto de envasado, son varios los beneficios que se obtendrán como los que se mencionan a continuación:

1.) Reducción de los tiempos y distancia en el traslado de producto, desde el área de volteo hasta el cuarto de descarga.

Tabla No.4.10.
Comparativo en traslado de producto.

	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Tiempo (min)	1.8	0.35	1.45
Distancia (m)	20.2	18.33	1.87

Elaborado por: el autor.

Se puede observar que se reduce 1.45 minutos en la actividad de trasladar el producto desde el área de volteo hasta el nuevo cuarto de descarga, y el recorrido disminuye en 1.87 metros.

Esto se pudo lograr con la implementación del elevador automático de producto, el cual llevará el producto desde el cuarto de volteo hasta el cuarto de descarga,

2.) Eliminación de totes para trasladar producto.

Con la implementación del elevador automático el uso del tote queda eliminado completamente, esto beneficio en la actividad tanto para el personal como para la inocuidad del producto, ya que el elevador recibe el producto directamente desde las zarandas y lo transporta automáticamente hasta el segundo piso del nuevo cuarto de envasado, donde se realiza la descarga del producto. Con la eliminación de totes, el personal no estará expuesto a los peligros y el alto esfuerzo físico el cual conlleva empujar un tote.

3.) Pisos independiente para las actividades de envasado

El nuevo cuarto sectoriza en 3 partes la operación de envasado, a diferencia del esquema anterior, el área de descarga se realizaba en la planta alta y la inspección de metales y el llenado de cajas en la planta baja.

En el nuevo esquema sectoriza en el segundo piso el área de descarga con la dosificación de producto.

En el primer piso está el área de los detectores de metales y las tolvas de llenado, las cuales se instalaran en estructuras independientes y seguras para realizar las tareas de inspecciones y limpieza.

4.) Integración del cuarto de armado de cajas en el nuevo cuarto de envase.

En el esquema antiguo la operación de armado de cajas se encontraba fuera del correcto flujo de operación, en el esquema propuesto se incorporó el armado de cajas dentro de la operación del envasado, se lo ubico en la planta baja, junto al cuarto de envasado, con la finalidad de que se entregue las cajas de manera rápida y oportuna.

Esta mejora ayuda a disminuir los tiempos y recorridos según como se muestra en la siguiente tabla No. 4.11.

Tabla No.4.11.
Comparativo en armado de cajas.

	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Tiempo (min)	9.86	4.93	4.93
Distancia (m)	12.75	4.41	8.34

Elaborado por: el autor.

5.) Implementación de una segunda línea de envasado de cajas.

El nuevo esquema permite implementar una segunda línea de envasado, esto con la necesidad de aumentar la producción de cajas. Uno de los beneficios de aumentar la segunda línea es que se puede variar la forma de trabajo de la operación de envasado, la cual permitirá realizar trabajos de forma continua, es decir, trabajar las dos líneas al mismo tiempo o

trabajar de manera paralela con el fin de poder detener una y realizar tareas de limpieza y mantenimiento a los equipos sin parar la producción, lo cual no era posible realizar con el esquema antiguo porque solo existía una línea de envasado.

Con la implementación de la segunda línea de envasado se muestra un incremento en la productividad laboral como se demuestra en los cálculos a continuación:

➤ Para el caso del esquema antiguo de envasado se tienen los siguientes datos:

- Unidades producidas al día= 560 cajas de 25 kg
- Operadores= 6 (dos turnos de trabajos)
- Horas de trabajo efectivas= 22
- Días de trabajo= 1

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas-Hombre trabajadas}} = \frac{560 \text{ cajas de 25 kg}}{135 \text{ Horas - Hombre}}$$

Productividad = 4 cajas de 25 kg por Hora-Hombre

➤ Para el nuevo esquema de envasado con dos líneas, se tienen los siguientes datos:

- Unidades producidas al día= 1120 caja de 25 kg
- Operadores= 6 (dos turnos de trabajos)
- Horas de trabajo efectivas= 22
- Días de trabajo= 1

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas-Hombre trabajadas}} = \frac{1120 \text{ cajas de 25 kg}}{135 \text{ Horas - Hombre}}$$

Productividad = 8 cajas de 25 kg por Hora-Hombre

4.3.2. Nueva distribución de planta.

El tipo de distribución de planta que presenta el nuevo diseño de envasado es una distribución de línea o también llamado por producto,

debido que el producto que se labora, se envasará en una misma zona, es decir, que los diferentes equipos usados en el envasado, estarán agrupados y ordenados en un mismo sitio.

Esta nueva distribución presenta las siguientes ventajas para nuestra investigación:

- El producto se movilizará siguiendo rutas mecánicas directas, lo que genera que sean menores los retrasos en la operación de envasado.
- Tiempo total de la operación de envasado es menor, debido que se evita demoras o paralización entre equipos.
- Menor espacio físico ocupado por concentrar la operación de envasado y la operación de apoyo como el armado de caja en un mismo lugar.
- Menor manipulación entre el producto y el operador por ser un sistema hermético.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra, la cual se empleará para la segunda línea de envasado.
- Se limita el control o inspección del proceso, el cual se podría solo realizar antes que el producto entre en la línea y otra inspección al momento de salir de la línea.
- Reduce los costos de mantenimiento por reparaciones de totes, los cuales se averiaban por daños en la ruedas por el peso o por deformación en su estructura ocasionados por choques.

4.3.3. Propuestas no aceptadas.

Durante la investigación, se realizaron varias propuestas, las cuales tuvieron en consideración varias opiniones y visiones, en las cuales se diferenciaban una de otra en aspecto como, gasto, solución rápida a una parte del problema y de corto plazo, no paralizar el proceso por un tiempo extenso.

Por lo cual no fue de aceptación a los directivos de la empresa, debido que requieren una solución que permite beneficios generales al proceso productivo y no soluciones pequeñas que requiera nuevas inversiones y paralizaciones del proceso en el futuro.

A continuación se mencionan las propuestas no aceptadas:

Propuesta No. 1.

En el esquema gráfico que se muestra en el anexo No. 9, se tomó en cuenta la opción de implementar una nueva estructura que soportara los equipos y que prestará las necesidades de seguridad para la manipulación de los equipos y también anexar una segunda línea de inspección de metales, para poder trabajar paralelamente, es decir, por una vía continuar con el llenado y la otra vía realizar inspecciones, limpieza o rutinas de mantenimiento a los otros detectores de metales. Por lo cual se mantenía el mismo sistema de transporte de producto, con el uso de totes desde la planta baja, hasta el área de descarga, y con una sola línea de envasado de cajas.

Propuesta No. 2.

En este nuevo esquema gráfico que se muestra en el anexo No.10, incorpora las mismas características del esquema anterior, con la diferencia que se está considerando ampliar a dos líneas de llenado de cajas. Por lo cual de igual manera, no era una solución completa a los diversos problemas de la operación de envasado.

4.4. Factibilidad económica.

4.4.1. Estudios de costo.

Esta parte de la investigación se realizará un estudio financiero para conocer la rentabilidad del proyecto.

El proyecto presenta un costo de inversión, el cual se puede observar en la tabla No. 4.12, donde se han clasificado los diferentes valores de los recursos que se necesitan, sean estos equipos nuevos que se requieren adquirir y el costo de la nueva infraestructura que se desea implementar según lo que se cotiza actualmente en el mercado.

Se utilizarán como referencia valores generados en los ejercicios económicos de la empresa como así también datos toneladas de producto vendidos, los cuales que servirán como datos importantes para la elaboración del flujo de caja neto y luego obtener los indicadores de evaluación como son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Tabla No. 4.12

Presupuesto de inversión para rediseño de área de envasado.

Item	Cant.	Unidad	Descripción	V. Unitario	Valor Total
Equipos nuevos					
1	2	u	Compra e instalación de nuevos detectores de metal (nueva línea)	\$ 28.539,00	\$ 57.078,00
2	1	u	Compra de un elevador tipo canguilón modelo S-2	\$ 94.500,00	\$ 94.500,00
3	1	u	Compra de mesa vibratoria para cartones. (nueva línea)	\$ 3.935,00	\$ 3.935,00
4	2	u	Compra e instalación válvulas mariposa dia. 4" sanitaria con ac/neumático	\$ 695,00	\$ 1.390,00
5	1	u	Compra de un dosificador vibratorio Eriez (nueva línea)	\$ 11.250,20	\$ 11.250,20
6	1	u	Compra e instalación de nueva tolva de descarga (nueva línea)	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
7	1	glb	Construcción de ductos en A/inóx. acabado sanitaria para acople entre equipos (ambas líneas)	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Construcción de nuevo cuarto de envasado					
8	1	glb	Construcción de cuarto para envasado	\$ 44.560,00	\$ 44.560,00
9	112	m2	Recubrimiento con pintura epóxica de piso	\$ 100,00	\$ 11.200,00
Paredes					
10	72,59	m2	Recubrimiento con planchas alveolar de PVC	\$ 47,38	\$ 3.439,31
11	113,05	m2	Recubrimiento con pintura epóxica de paredes piso 1 y 2.	\$ 20,00	\$ 2.261,00
Sistema de climatización					
12	1	glb	Readecuación de ductos + aislamiento + rejillas	\$ 8.500,00	\$ 8.500,00
Parte eléctrica					
13	1	u	Montaje de tablero de control	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
14	1	glb	Readecuación del sistema y distribución eléctrico a equipos e iluminación	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
TOTAL DEL PROYECTO					\$ 253.913,51

Elaborador por: El Autor

En el anexo No. 12, se muestra la tabla con los costos actuales y detallados por la construcción general del nuevo cuarto de envasado.

4.4.2. Estudios de flujos netos de efectivo.

Con la información obtenida de la empresa, procedemos a realizar el cuadro de los flujos netos de efectivo, el cual nos permite visualizar todos los ingresos y egresos que genera la empresa en lo que respecta a la operación del envasado de café liofilizado y su comportamiento en un determinado intervalo de tiempo, que para nuestro estudio lo hemos puesto a cuatro años la vida útil de este proyecto.

En la tabla mostrada a continuación se detalla los flujos netos de efectivo.

Tabla No. 4.13
Flujos netos de efectivo.

Descripción	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
Ingresos					
Inversion	\$ 253.913,51				
Ventas		\$ 672.000,00	\$ 692.160,00	\$ 712.924,80	\$ 734.312,54
Total Ingresos Operacionales		\$ 672.000,00	\$ 692.160,00	\$ 712.924,80	\$ 734.312,54
Egresos					
Inversiones en infraestructura y equipos	\$ 253.913,51				
Proveedores nacionales (insumos)		\$ 132.860,00	\$ 136.845,80	\$ 140.951,17	\$ 145.179,71
Sueldos y beneficios sociales		\$ 156.996,84	\$ 161.706,75	\$ 166.557,95	\$ 171.554,69
Energía		\$ 79.632,00	\$ 82.020,96	\$ 84.481,59	\$ 87.016,04
Depreciación de maquinaria		\$ 15.008,64	\$ 15.008,64	\$ 15.008,64	\$ 15.008,64
15% Participación trabajadores		\$ 43.125,38	\$ 44.486,68	\$ 45.888,82	\$ 47.333,02
25% Impuesto a la renta		\$ 61.094,29	\$ 63.022,79	\$ 65.009,16	\$ 67.055,11
Total Egresos	\$ -	\$ 488.717,14	\$ 503.091,62	\$ 517.897,33	\$ 533.147,21
Total flujo generado	\$ (253.913,51)	\$ 183.282,86	\$ 189.068,38	\$ 195.027,47	\$ 201.165,34
Saldo inicial de caja y equivalentes de caja	\$ -	\$ -	\$ 183.282,86	\$ 372.351,24	\$ 567.378,71
Flujo Total acumulado	\$ (253.913,51)	\$ 183.282,86	\$ 372.351,24	\$ 567.378,71	\$ 768.544,05

Elaborador por: El Autor

4.4.3. Cálculo del VAN y TIR.

Como siguiente paso se calcularán dos indicadores de evaluación, que permitirán visualizar si mi proyecto es viable.

VAN (Valor actual neto).

Con la aplicación de este indicador me permitirá evaluar que tan conveniente es el proyecto, por lo cual usaremos los valores obtenidos en los flujos netos de efectivos.

Mediante el uso del programa de cálculo Excel, se procedió a calcular el valor del VAN, el cual se obtuvo los siguientes resultados, mostrados en la tabla No. 4.14.

Se utilizó la tasa de interés del 4.05% la cual fue tomada de la publicación de Banco central del Ecuador para realizar el cálculo del VAN. Ver anexo No. 11.

Tabla 4.14
Valor Actual Neto (VAN)

N°	INVERSION	INGRESOS	VAN
0	\$ (253.931,51)		\$ (253.931,51)
1	\$ -	\$ 183.282,86	\$ 176.148,83
2	\$ -	\$ 189.068,38	\$ 174.636,38
3	\$ -	\$ 195.027,47	\$ 173.128,88
4	\$ -	\$ 201.165,34	\$ 171.626,68
		Valor actualizado	\$ 441.609,26

Elaborador por: El Autor

TIR (Tasa Interna de Retorno).

Con el cálculo del indicador TIR obtendremos la tasa de descuento que equipará el valor presente de los ingresos de efectivo que se obtengan del proyecto con respecto a la inversión inicial que se realizará.

El TIR se calculó mediante el Excel y nos da un resultado del 64%

Con estos valores, se obtuvo que el Valor actual neto (VAN) es de \$441,609.26 y una Tasa interna de retorno (TIR) del 64%, con una recuperación de la inversión en el segundo año de implementada esta mejora, podemos decir que el proyecto es viable.

CONCLUSIONES.

Con la implementación de este proyecto obtendremos beneficios los cuales permitirán corregir la actual distribución de planta, la cual tiene deficiencias y no es la idónea para el desarrollo correcto de las actividades en el área de envasado.

Los tiempos analizados en cada una de las operaciones muestran que si es factible mejorar ya sea por la cantidad de actividades y distancia de recorridos para cada operación.

El uso de los totes para transportar el producto desde un área a otra muestra una actividad peligrosa, la cual hoy en día puede ser fácilmente reemplazada por sistemas automáticos y de fácil operación, la cual optimice la operación de la mano de obra y disminuya los tiempos de operación.

Las operaciones de apoyo como es el caso del armado de cajas, es muy importante para el envasado, y no estar integrada en el mismo esquema de envasado representa una demora al flujo de proceso que tiene el envasado.

Con el resultado de la encuesta se pudo identificar los problemas puntuales que afectan a la operación que realiza las personas en el área de envasado, como muestra se tomó opiniones del personal de los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento, los cuales nos proporcionaron puntos de vistas de gran importancia para el análisis de las mejoras planteadas en este proyecto.

A continuación se mencionan los problemas en la operación del envasado:

1. La operación de envasado de café no está bien ubicada.
2. El espacio físico del área de envasado no es el ideal.
3. Se debe modificar el sistema actual de transporte de producto

4. Los tiempos de traslados del producto de un área a otra son extensos.
5. No existe seguridad para las labores que realiza el personal en el área de envasado.
6. La ubicación y distribución de los equipos no es la idónea para el envasado.
7. El flujo actual del envasado genera contaminación cruzada en el producto.
8. Los equipamientos no están bien diseñados para su fácil operatividad y limpieza.
9. Se debe ampliar a dos líneas de llenado.

Se ha realizado el respectivo levantamiento de información para la realización de planos del área actual y realizar el nuevo diseño del cuarto de envasado, los cuales fueron desarrollados mediante el software AutoCAD 2010.

Se realizó un análisis de costos para ver si el proyecto es viable, por lo que se obtuvieron resultados para el VAN de \$441,609.26 y una Tasa interna de retorno TIR del 64%, permitiendo que sea factible invertir en este rediseño, el cual se comprueba que tendrá cambios que favorecen al proceso, a la empresa y a los consumidores de café.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda implementar este proyecto, porque mejora la distribución de planta, la cual representará grandes beneficios para el proceso productivo como los que se detallan a continuación:

- 1.) Reducción de los tiempos y distancia en el traslado de producto, desde el área de volteo hasta el cuarto de descarga.
- 2.) Eliminación de totes para trasladar producto.
- 3.) Pisos independiente para las actividades de envasado
- 4.) Integración del cuarto de armado de cajas en el nuevo cuarto de envase.
- 5.) Implementación de una segunda línea de envasado de cajas.

Se recomienda reutilizar los equipos actuales, los mismos prestan todas las características necesarias y son idóneas para seguir operando en el nuevo esquema.

Se recomienda adquirir el elevador automático, este equipo es de suma importancia para mitigar la actual distribución y el uso de totes para trasladar producto, pese que su precio de adquisición es alto, se comprobó, mediante el estudio económico que se recupera el dinero a corto plazo.

BIBLIOGRAFIA.

Alimentarius, Codex. (2003). CAC/RCP 1-1969. *Principios Generales de Higiene de los Alimentos. Revisión, 4.*

Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2004). *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios.* McGraw-Hill Interamericana.

Constitucional, T. (2002). Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. *Registro Oficial, (696).*

De la Fuente García, D., & Quesada, I. F. (2005). *Distribución en planta.* Universidad de Oviedo.

Freivalds, N. (2004). Ingeniería Industrial. *Métodos, estándares y diseño del trabajo. Edición once.*

García, J. P. (s/f). *Factores que afectan en la distribución de planta.* Recuperado Febrero 15, 2015 de personales.upv.es:
<http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

Hodson, W. K. (1996). MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL TOMO IV.

Janania Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: ingeniería de métodos.* México: Limusa.

Martínez, J. R. (2002, Octubre 01). *Distribución en planta.* Recuperado Febrero 15, 2015, de Gestiopolis:
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.html>

Muther, R., Maynard, H. B., & Rabada, C. C. (1981). *Distribución en planta.* Hispano Europea.

Reglamento, D.S.Y.(1998). Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. *Decreto Ejecutivo, 2393.*

Sivetz, M., & Desrosier, N. W. (1979). *Coffee technology.* Westport, Connecticut: AVI Publishing Company.

ANEXO No. 1.

Encuesta aplicada al personal que opera en el área de envasado de café liofilizado.

Objetivo:

Conocer como fuente primaria los diferentes criterios y demás opiniones que el personal del área de envasado tiene sobre su área de trabajo en la actualidad.

Alcance:

Aplica al personal de los departamentos de producción, control de calidad y mantenimiento.

1) ¿Considera usted, que el área de envasado se encuentra bien ubicado con respecto al flujo del producto?

a) Si

b) No

2) ¿Considera usted, que el espacio físico para el proceso de envasado es el ideal?

a) Si

b) No

3) ¿Considera usted, que en el proceso actual, se debe modificar el sistema de transporte de producto?

a) Si

b) No

4) ¿Considera usted que los tiempos de traslado del producto de un área a otra es extenso?

a) Si

b) No

5) ¿Siente usted seguridad en la operación que realiza diariamente en el área de envasado?

a) Si

b) No

6) ¿Considera que la distribución y ubicación de los equipos del sistema actual de envasado es la correcta?

a) Si

b) No

7) ¿El flujo de proceso actual está concebido en forma tal que no exista ningún tipo de contaminación cruzada?

a) Si

b) No

8) ¿Los equipamientos están diseñados de modo que se permita una fácil operatividad y limpieza de los mismos?

a) Si

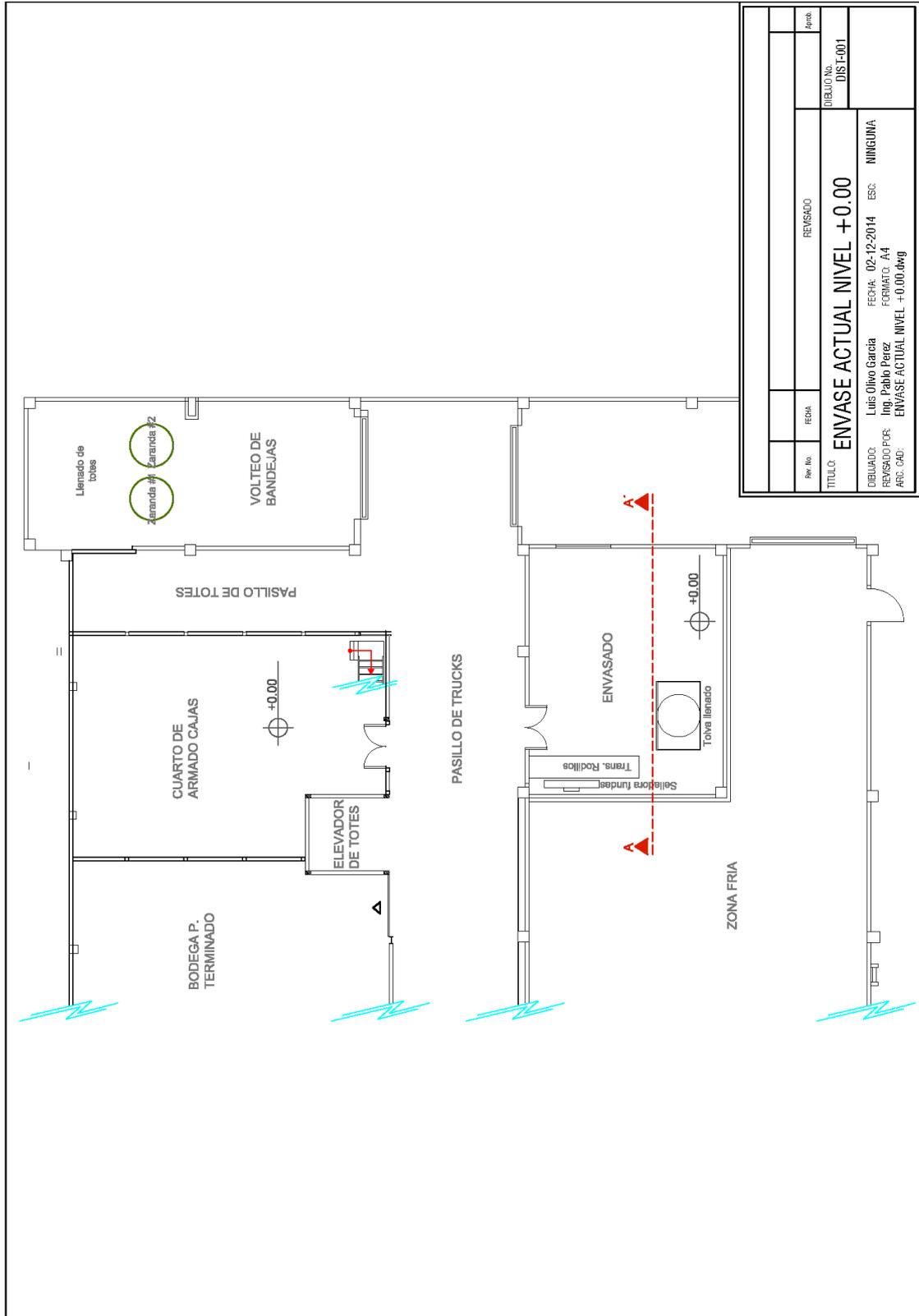
b) No

9) ¿Considera usted, que se debe ampliar a 2 líneas de llenado en el sistema de envasado?

a) Si

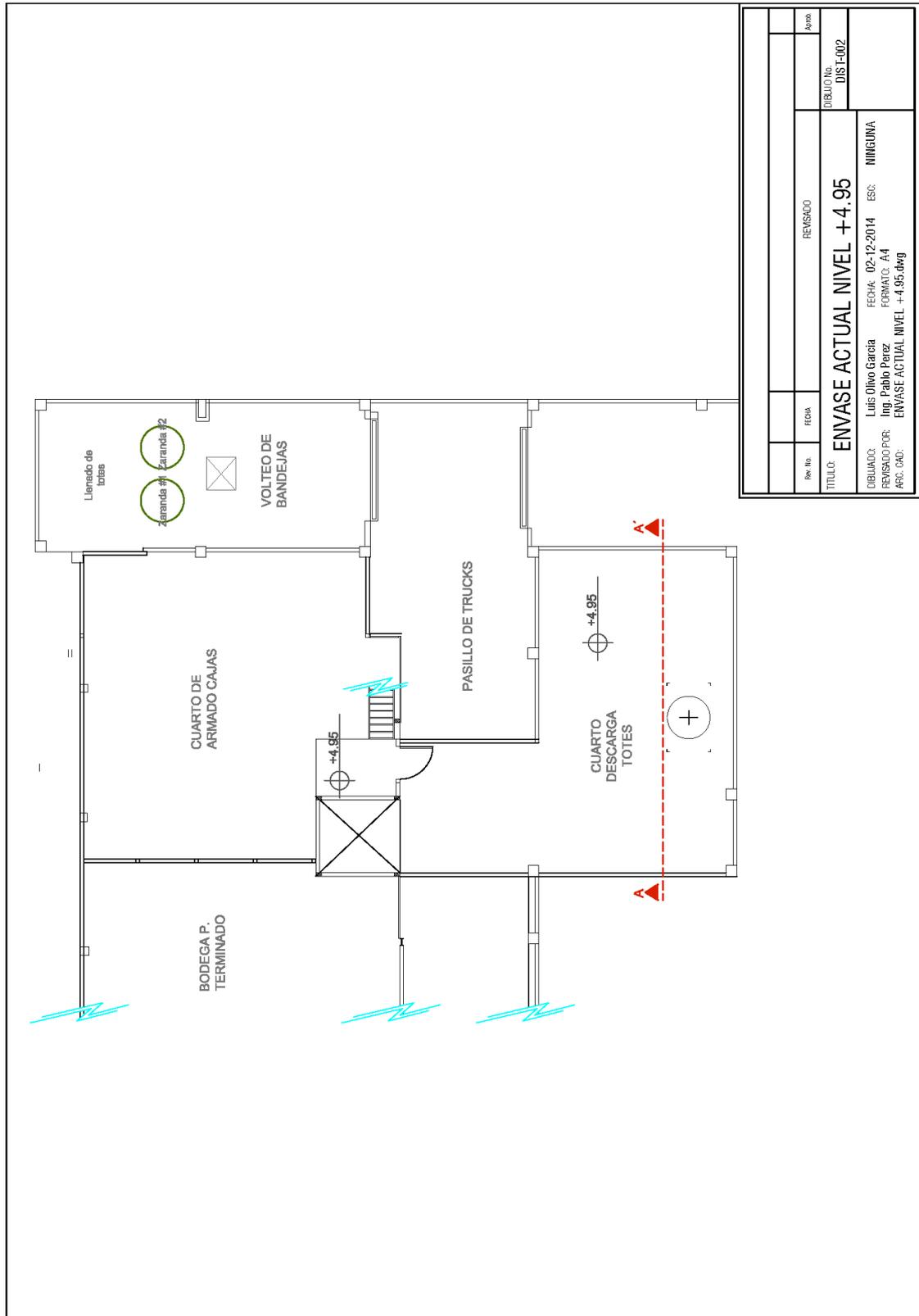
b) No

ANEXO No. 2. Envase planta baja N +0.00 - actual

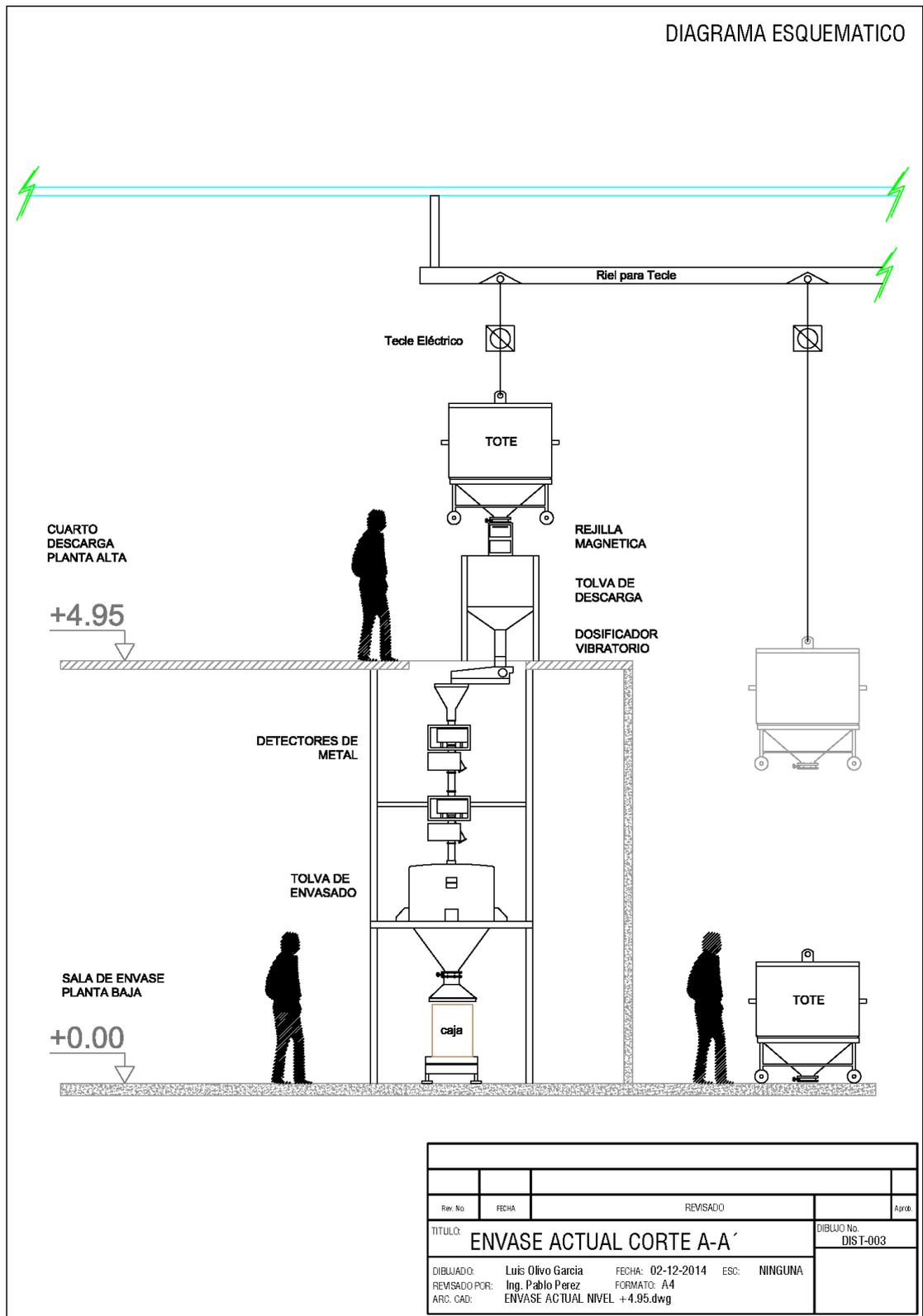


Rev. No.	FECHA	REVISADO	DIBUJO No.
			DIST-1-001
TITULO: ENVASE ACTUAL NIVEL +0.00			
DIBUJADO:	Luis Olivo Garcia	FECHA:	02-12-2014
REVISADO POR:	Ing. Pablo Perez	ESQ:	NINGUNA
ARC. CAD:	ENVASE ACTUAL NIVEL +0.00.dwg	FORMATO:	A4

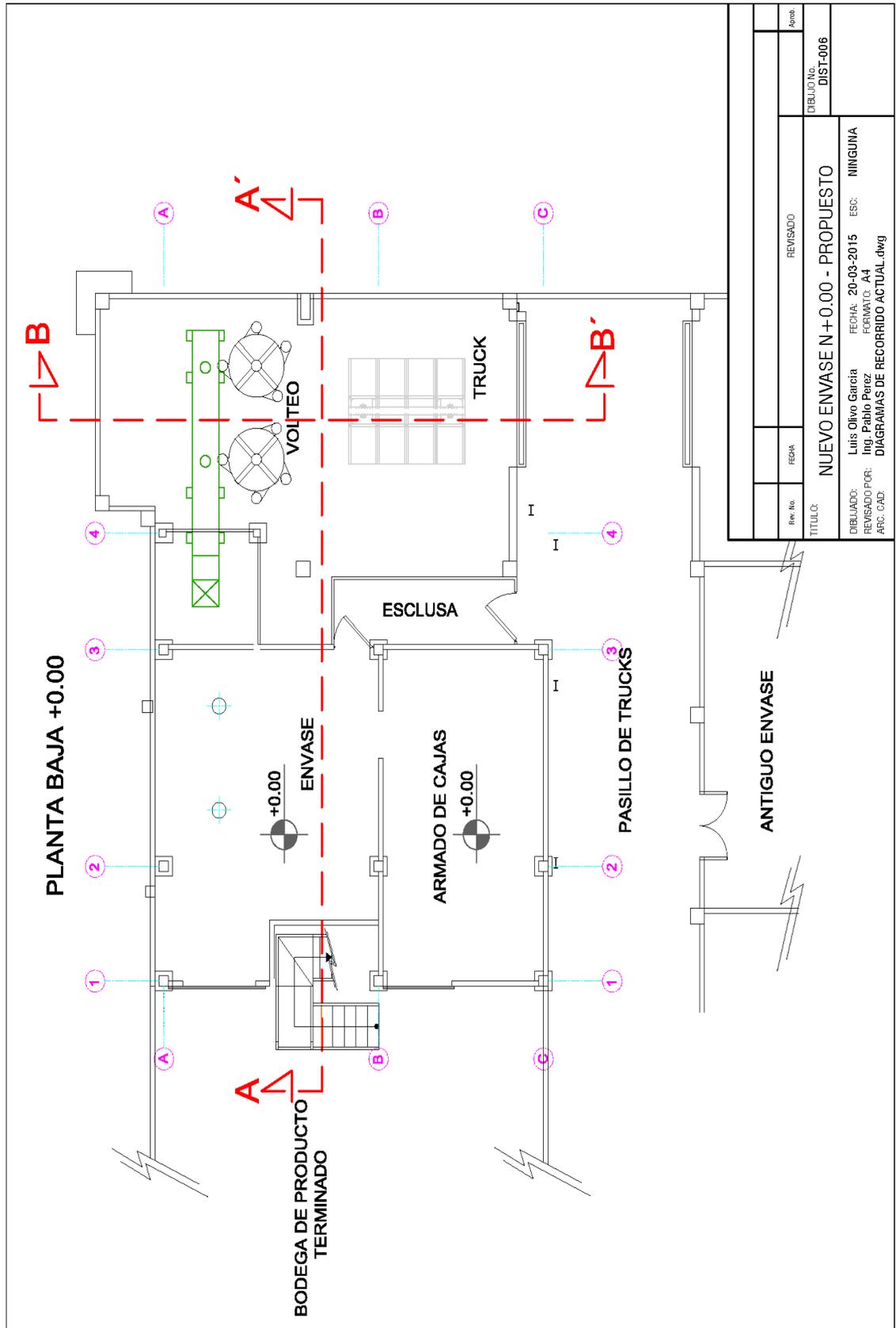
ANEXO No. 3. Envase planta Planta alta N +4.95 - actual



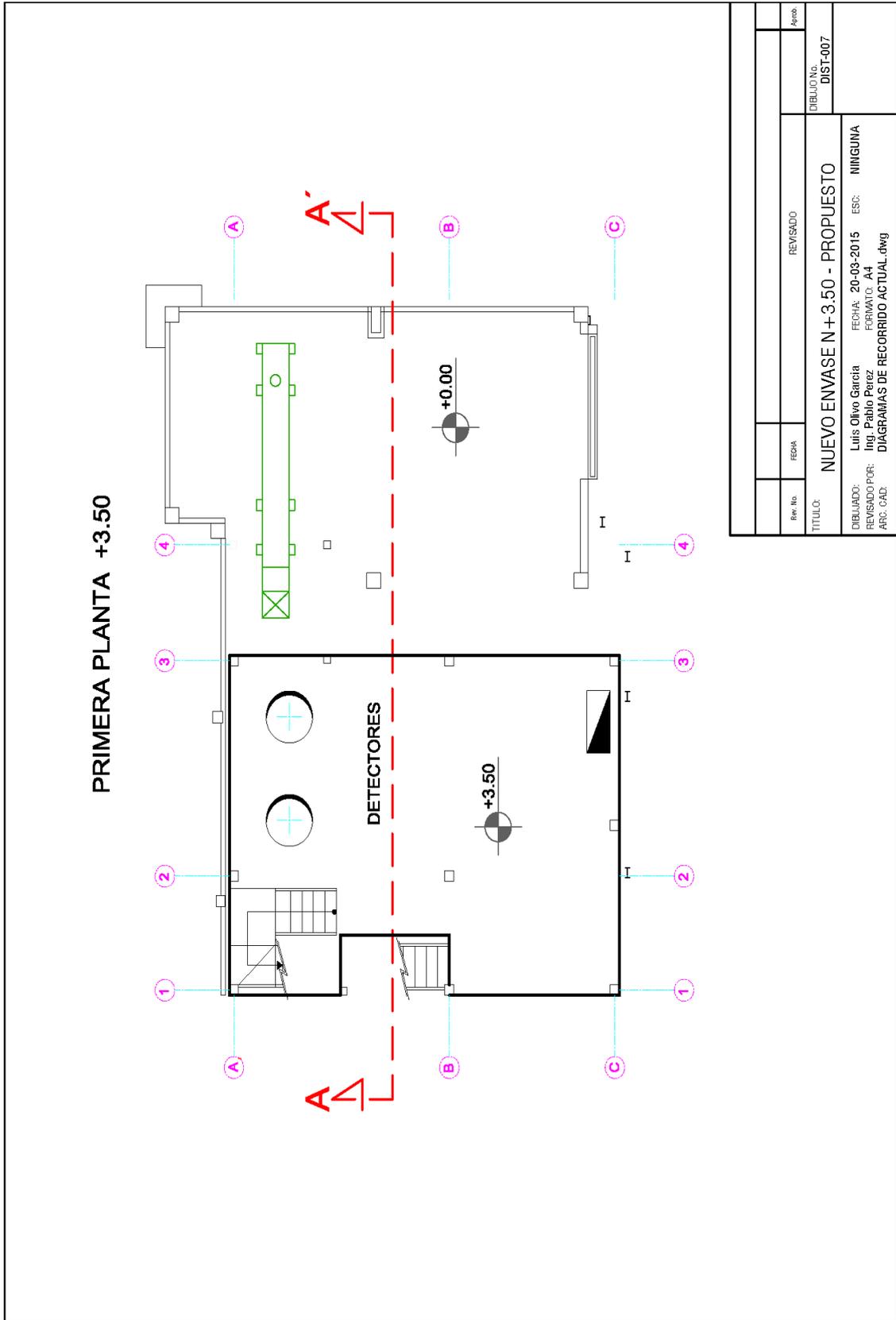
ANEXO No. 4. Envase Corte A-A' - actual



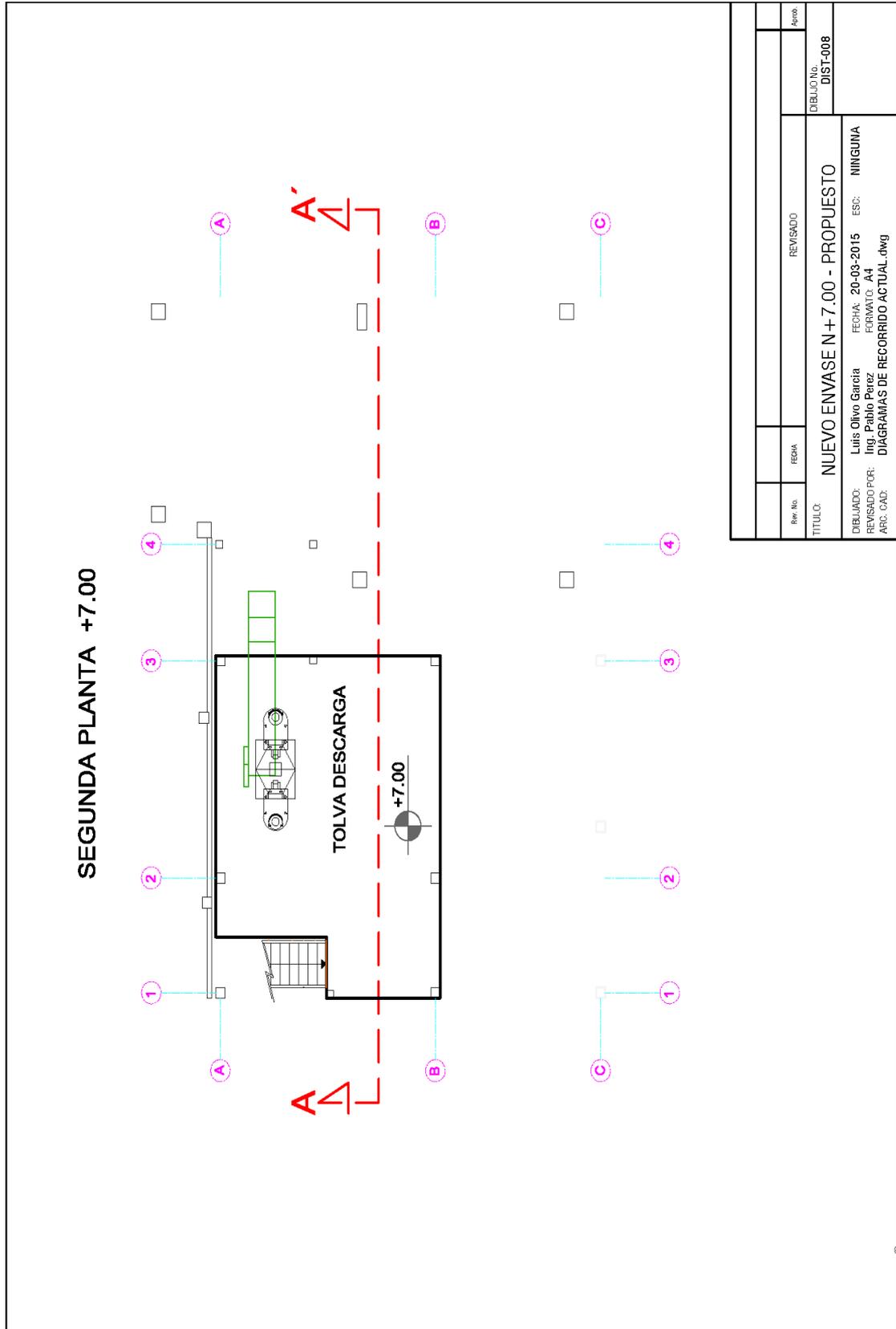
ANEXO No. 5. Nuevo envase planta baja N+0.00 - propuesto



ANEXO No. 6. Nuevo envase Primer piso N+3.50 - propuesto

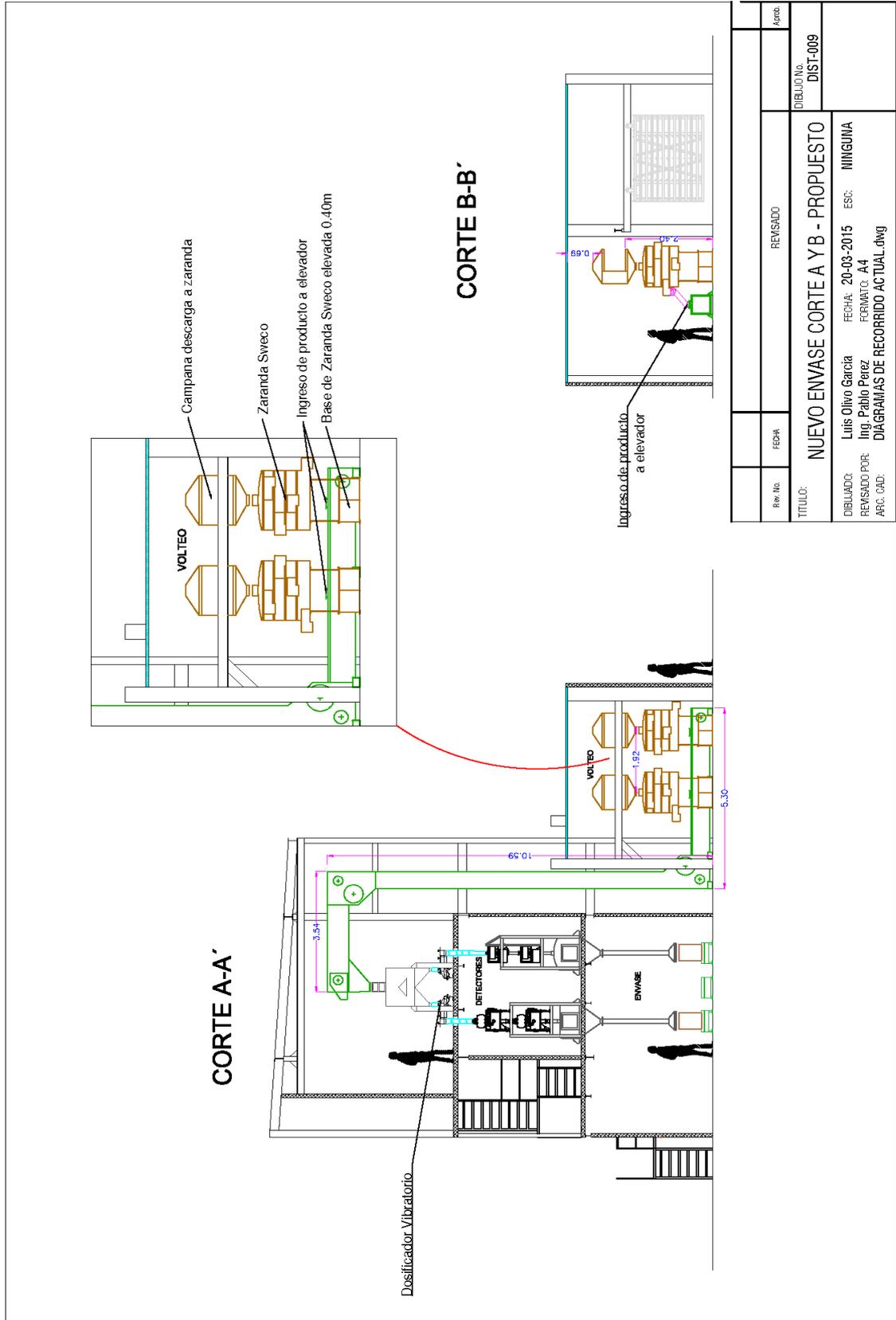


ANEXO No. 7. Nuevo envase Segundo piso N+7.00 - propuesto



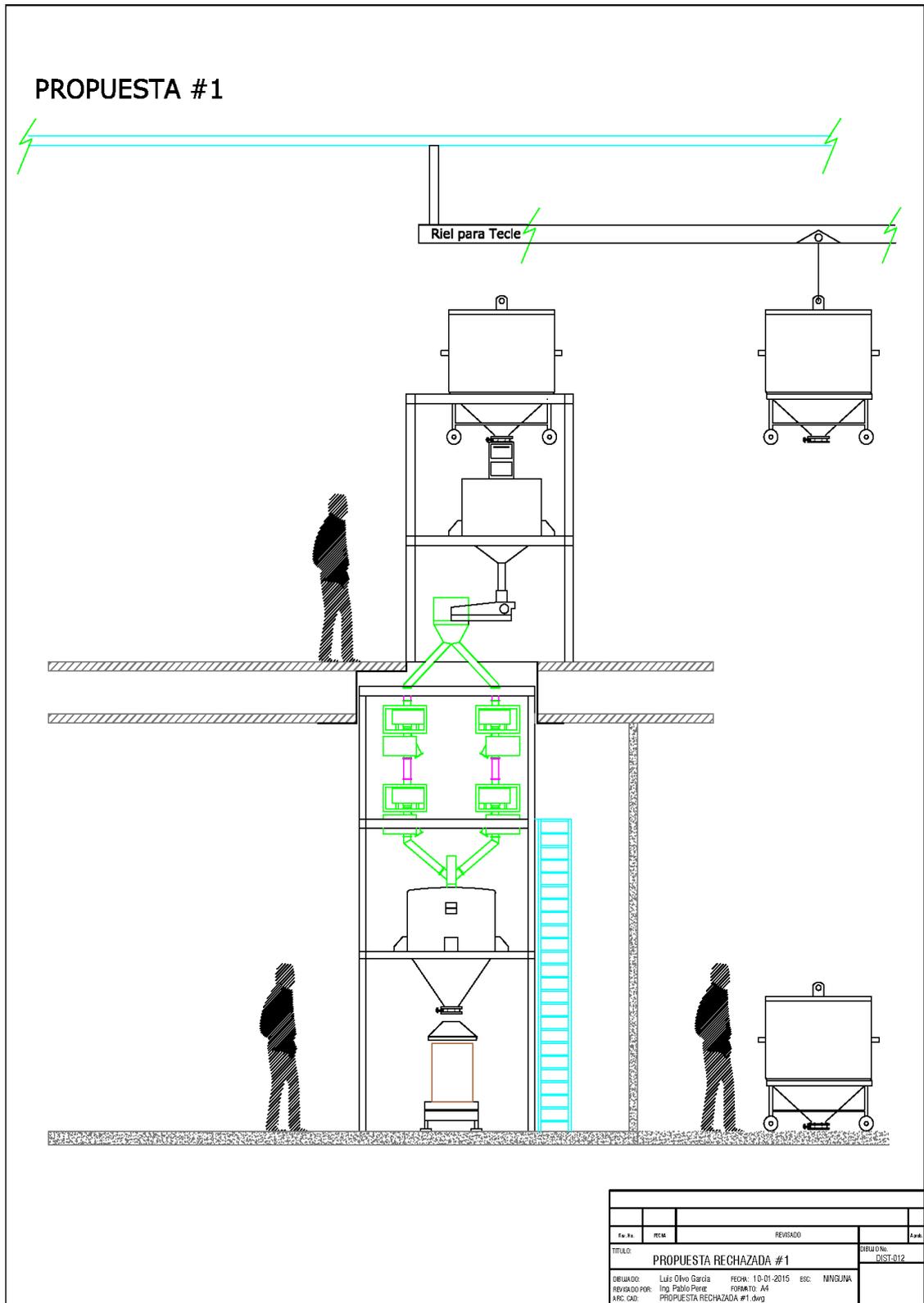
Rev. No.	FECHA	REVISADO	DIBUJO No.
			DIST-008
TITULO: NUEVO ENVASE N+7.00 - PROPUESTO			
DIBUJADO:	Luis Olivo Garcia	FECHA:	20-03-2015
REVISADO POR:	Ing. Pablo Perez	FORMATO:	A4
ARC. CAD:	DIAGRAMAS DE RECORRIDO ACTUAL.dwg	ESC:	NINGUNA

ANEXO No. 8. Nuevo envase Cortes A-A' y B-B' - propuesto

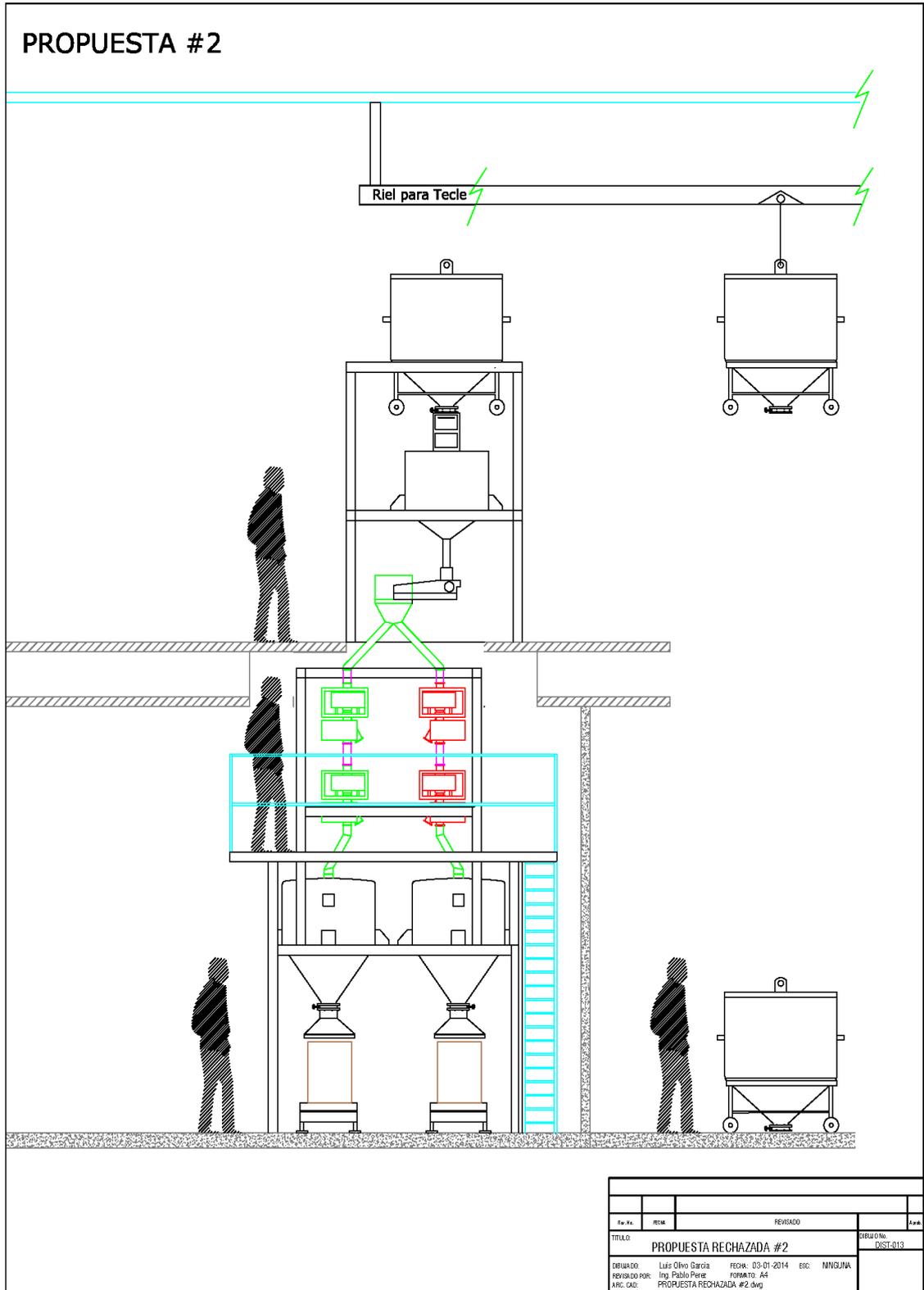


Rev. No.	FECHA	REVISADO	Aprob.
TITULO:			DIBUJO No.
NUEVO ENVASE CORTE A Y B - PROPUESTO			DIST-009
DIBUJADO:	FECHA:	ESC:	
Luis Olivo Garcia	20-03-2015	NINGUNA	
REVISADO POR:	FORMATO:		
Ing. Pablo Perez	A4		
APR. CAD:	DIAGRAMAS DE RECORRIDO ACTUAL.dwg		

ANEXO No. 9. Propuesta no aceptada No.1



ANEXO No. 10. Propuesta no aceptada No.2



ANEXO No. 11. Tabla de interés Banco central del Ecuador

FECHA	VALOR
Febrero-28-2015	4.05 %
Enero-31-2015	3.53 %
Diciembre-31-2014	3.67 %
Noviembre-30-2014	3.76 %
Octubre-31-2014	3.98 %
Septiembre-30-2014	4.19 %
Agosto-31-2014	4.15 %
Julio-31-2014	4.11 %
Junio-30-2014	3.67 %
Mayo-31-2014	3.41 %
Abril-30-2014	3.23 %
Marzo-31-2014	3.11 %
Febrero-28-2014	2.85 %
Enero-31-2014	2.92 %
Diciembre-31-2013	2.70 %
Noviembre-30-2013	2.30 %
Octubre-31-2013	2.04 %
Septiembre-30-2013	1.71 %
Agosto-31-2013	2.27 %
Julio-31-2013	2.39 %
Junio-30-2013	2.68 %
Mayo-31-2013	3.01 %
Abril-30-2013	3.03 %
Marzo-31-2013	3.01 %

ANEXO No. 12. Detalle de costos por construcción de cuarto de envasado.

DETALLE DE COSTOS POR CONSTRUCCION DE CUARTO DE ENVASADO											
Item	Descripción	MATERIALES			MANO DE OBRA						
		Cantidad	Unidad	V. Unitario	Total	V. Unitario	Total				
1	ESTRUCTURA PRINCIPAL										
	Provisión e instalación de placas metálicas para anclaje	16	UNID	\$ 24,38	\$ 390,08	\$ 4,60	\$ 73,60				
	Construcción e instalación de estructura metálica	5493	KG	\$ 1,79	\$ 9.832,47	\$ 1,33	\$ 7.305,69				
	Provisión y aplicación de pintura epóxica en estructuras	165,4	M2	\$ 5,06	\$ 836,92	\$ 3,22	\$ 532,59				
	Provisión e instalación de placas colaborantes e= 0.75 mm	73,75	M2	\$ 15,18	\$ 1.119,53	\$ 2,30	\$ 169,63				
	Provisión e instalación de malla electro-soldada	73,75	M2	\$ 6,90	\$ 508,88	\$ 2,30	\$ 169,63				
	Provisión e instalación de panel aislante prepintado tipo sandwich e: 2"	105	M2	\$ 47,61	\$ 4.999,05	\$ 2,30	\$ 241,50				
	Hormigón fc= 240 kg/cm2 - para losa	73,75	M2	\$ 25,02	\$ 1.845,23	\$ 8,92	\$ 657,85				
	Masillado de losa	73,75	M2	\$ 3,58	\$ 264,03	\$ 2,64	\$ 194,70				
	Acabado epóxico en losas de hormigón	112	M2	\$ 88,00	\$ 9.856,00	\$ 12,00	\$ 1.344,00				
	Paredes de mampostería de bloque e: 9 cm	106,85	M2	\$ 9,48	\$ 1.012,94	\$ 3,36	\$ 359,02				
	Enlucido de paredes	213,7	M2	\$ 9,04	\$ 1.931,85	\$ 3,36	\$ 718,03				
	Cuadrada de boquetes	4	ML	\$ 2,10	\$ 8,40	\$ 1,52	\$ 6,08				
	Demolición de mampostería	1	M2	\$ 1,98	\$ 1,98	\$ 11,18	\$ 11,18				
2	ESTRUCTURAS DE ACERO PARA ESCALERAS										
	Provisión e instalación de puertas	3	UND	\$ 550,00	\$ 1.650,00	\$ 180,00	\$ 540,00				
	Construcción e instalación de estructura para escalera metálica	1	UND	\$ 2.046,08	\$ 2.046,08	\$ 1.475,84	\$ 1.475,84				
	Provisión e instalación de pasamanos metálico 2"	48	ML	\$ 21,34	\$ 1.024,32	\$ 17,20	\$ 825,60				
	Provisión e instalación de escalones en plancha antideslizante de aluminio e: 2 mm	42	UND	\$ 56,80	\$ 2.385,60	\$ 21,16	\$ 888,72				
	Provisión y aplicación de pintura epóxica	37,2	M2	\$ 5,06	\$ 188,23	\$ 3,22	\$ 119,78				
3	TRABAJOS VARIOS										
	Limpieza y desalojo de escombros	3,0	VJE	\$ 55,00	\$ 165,00	\$ 20,00	\$ 60,00				
				SUBTOTAL	\$ 40.066,57	SUBTOTAL	\$ 15.693,43				

Valor total bruto	\$ 55.760,00
IVA 12%	\$ 6.691,20
Valor Neto	\$ 62.451,20