



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN LA FÁBRICA
INDUCE DEL ECUADOR PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA
PRODUCCIÓN”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Fajardo Pinto Jordy Leonardo
Ocaña Peñaloza Joselin Meliza

Tutor Académico:

Ing., Msc. Medardo Ulloa Enríquez

LATACUNGA – ECUADOR

2021



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Fajardo Pinto Jordy Leonardo y Ocaña Peñaloza Joselin Meliza declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **Diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la fábrica INDUCE del Ecuador para la gestión eficiente de la producción**, siendo el Msc. Ing. Medardo Ángel Ulloa Enríquez tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Fajardo Pinto Jordy Leonardo

C.I. 172560621-2

.....
Ocaña Peñaloza Joselin Meliza

C.I. 180517643-3

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA INDUCE DEL ECUADOR PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA PRODUCCIÓN”, de **FAJARDO PINTO JORDY LEONARDO & OCAÑA PEÑALOZA JOSELIN MELIZA**, de la carrera de Ingeniería Industrial considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto, 2021



Tutor: Phd. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.I. 10097032-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS ; por cuanto, los postulantes: **Fajardo Pinto Jordy Leonardo & Ocaña Pchaloza Josélin Meliza** con el título de Proyecto de titulación: "Diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la fábrica INDUCE del Ecuador para la gestión eficiente de la producción" han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto, 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Jorge David Freire Samaniego

CC: 050262481-0

Lector 2

Ing. Benjamin Belisario Chávez Rios

CC: 171676037-4

Lector 3

Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia

CC: 050150331-2

AVAL EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR



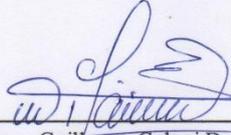
AVAL EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR

Latacunga, 16 de Julio del 2021.

Quien suscribe **ING. WILMER GUILLERMO CULQUI DUQUE**, en calidad de gerente de la Empresa "INDUCE DEL ECUADOR", CERTIFICO que el **Sr. Fajardo Pinto Jordy Leonardo** con C.C. 172560621-2 y la **Srta. Ocaña Peñaloza Joselin Meliza** con C.C. 180517643-3 realizaron en las instalaciones de la empresa el proyecto de investigación titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN LA FABRICA INDUCE DEL ECUADOR PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA PRODUCCIÓN". Mismo que cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiere la empresa para una mejora en su proceso productivo de contenedores y autorizo la elaboración de dicho proyecto en nuestras instalaciones, dicha información será utilizada únicamente con fines académicos.

Sin otro particular, saludos cordiales a la prestigiosa UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

Atentamente;


Ing. Wilmer Guillermo Culqui Duque

Gerente General de la Empresa "Induce Del Ecuador"

C.C. 050197525-4



AGRADECIMIENTO

Primero queremos agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Carrera de Ingeniería Industrial por abrirnos sus puertas para cumplir con el desarrollo de nuestra carrera profesional. A cada uno de los docentes con los que compartimos durante nuestra estancia académica, por las enseñanzas y conocimientos adquiridos.

A nuestro tutor el PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez, por el tiempo dedicado en el desarrollo de este proyecto de investigación. Por sus consejos y orientación para alcanzar los objetivos propuestos.

A la empresa “INDUCE del Ecuador” y al Gerente General el Ing. Wilmer Culqui, por permitirnos desarrollar el proyecto en sus instalaciones.

Finalmente, a cada una de las personas que nos ayudaron en toda esta etapa, amigos y familiares, por aportarnos conocimientos, experiencias y situaciones para crecer como personas y profesionales durante el tiempo invertido en la carrera.

Fajardo J. & Ocaña M.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación es dedicado principalmente a Dios por su guía en cada uno de mis pasos, al mejor regalo que me dio la vida mis padres Jenny y Arturo quienes han sido el motor y fuerza de mi vida, además de ser el apoyo principal en llegar hasta este punto, por todo el esfuerzo, los consejos y la sabiduría brindada en todo este trayecto y por su amor incondicional, han sido mi principal ejemplo de dedicación y perseverancia en cada uno de los objetivos y metas en la vida, a mi abuelita Magui por ser un pilar fundamental en mi desarrollo universitario brindándome su apoyo incondicional en cada uno de mis pasos, a mis hermanos Sergio y Vivian quienes han sido mi inspiración y apoyo desde los momentos más fáciles hasta los más complicados, motivándonos a ser mejores en cada momento y creciendo juntos como familia.

A una persona especial Meliza por su desempeño en este proyecto, por su cariño y su manera de estar incondicionalmente en cada uno de los momentos y objetivos que me he trazado durante todo este proceso, por creer en mí y la mutua admiración que se ha creado entre nosotros, a mis amigos que me han brindado apoyo y motivación desde el primer día que empezamos con este sueño en la universidad y en la carrera.

Fajardo Jordy

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor a Dios, por darme la oportunidad de vivir, por inspirar mi espíritu en la realización de este trabajo y brindarme sus bendiciones en cada paso de mi vida personal y profesional.

A toda mi familia. Principalmente a mis padres Ángel y Miriam, por ser los principales motores de mis sueños, por su comprensión, amor y apoyo incondicional, me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la fuerza ni desfallecer en el intento. A mis hermanos queridos, Erica, Lenin y Miguel, en quienes siempre he encontrado un respaldo incondicional, me han otorgado apoyo, fuerza y sobre todo amistad y han compartido conmigo grandes e inolvidables momentos.

A una persona muy especial, Jordy por su dedicación a este trabajo, por apoyarme en todos y cada uno de los pasos que doy en mi vida, creíste en mí y sin duda me apoyaste, guiaste y sostuviste cuando más te he necesitado.

Ocaña Meliza

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN LA FÁBRICA INDUCE DEL ECUADOR PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA PRODUCCIÓN”

Autores: FAJARDO PINTO JORDY LEONARDO

OCAÑA PEÑALOZA JOSELIN MELIZA

RESUMEN

La presente investigación se encuentra enfocada en distintos problemas que han surgido en la actualidad dentro de la Fábrica Induce del Ecuador y sus procesos productivos, siendo el principal la falta de un sistema de planificación el que produce una gestión ineficiente en la producción. El objetivo principal es el desarrollo de un sistema de planificación y control con base al estudio de tiempos y movimientos elaborado con las actividades de fabricación de contenedores, calculando los índices de productividad actuales, dicha información se reflejará en una hoja de cálculo automatizado, de esta forma se alcanzará una gestión eficiente en la producción. Para alcanzar estos objetivos se aplicará un tipo de investigación descriptiva ya que la información se basa en datos existentes de la empresa, el método inductivo nos permitirá alcanzar resultados generales a partir de premisas particulares, apoyándonos en la elaboración de diagramas, Layout, Análisis de tiempos y redistribución de la planta. El sistema de mejora propuesto nos muestra que el nivel de eficiencia se ha incrementado de 86,17% a un 96,81% reduciendo así los tiempos improductivos a un 3,79% sin la necesidad de incrementar la capacidad disponible de la planta. Finalmente, se comprueba la veracidad de los datos obtenidos del sistema, mediante una simulación realizada en la plataforma ProModel demostrando que la propuesta del sistema de planificación y control de la producción es efectiva.

PALABRAS CLAVE: Planificación, Control, Eficiencia, Tiempos improductivos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE: “DESIGN OF A PLANNING AND CONTROL SYSTEM FOR EFFICIENT
PRODUCTION MANAGEMENT AT INDUCE DEL ECUADOR FACTORY”**

Authors: FAJARDO PINTO JORDY LEONARDO
OCAÑA PEÑALOZA JOSELIN MELIZA

ABSTRACT

This research is focused on different problems that have arisen at present within the Induce Factory of Ecuador and its production processes, the main one being the lack of a planning system that produces an inefficient management in production. The main objective is the development of a planning and control system based on the study of times and movements elaborated with the container manufacturing activities, calculating the current productivity indexes, this information will be reflected in an automated spreadsheet, in this way an efficient production management will be achieved. To achieve these objectives, we will apply a descriptive type of research since the information is based on existing data of the company, the inductive method will allow us to achieve general results from particular premises, relying on the development of diagrams, layout, time analysis and redistribution of the plant. The proposed improvement system shows that the level of efficiency has increased from 86.17% to 96.81%, thus reducing unproductive times to 3.79% without the need to increase the available capacity of the plant. Finally, the veracity of the data obtained from the system is verified by means of a simulation carried out in the ProModel platform, demonstrating that the proposed production planning and control system is effective.

KEY WORDS: Planning, Control, Efficiency, Non-productive times.

AVAL DE TRADUCCIÓN



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN LA FÁBRICA INDUCE DEL ECUADOR PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE LA PRODUCCIÓN”**, presentado por: **Fajardo Pinto Jordy Leonardo y Ocaña Peñaloza Joselin Meliza**, egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, julio del 2021

Atentamente,

MSc. Alison Mena Barthelötty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTE



CENTRO
DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
AVAL DE TRADUCCIÓN	xi
INDICE GENERAL	xii
INDICE DE FIGURAS	xvii
INDICE DE TABLAS	xviii
1. INFORMACION GENERAL:	1
2. INTRODUCCION:	2
2.1 EL PROBLEMA	2
2.1.1 Situación Problémica:	3
2.1.2 Formulación del Problema:	4
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.3 BENEFICIARIOS	4
2.4 JUSTIFICACIÓN	5
2.5 HIPÓTESIS	5
2.6 OBJETIVOS	6
2.6.1 General:	6
2.6.2 Específicos:	6

2.7	SISTEMA DE TAREAS	7
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1	ANTECEDENTES	8
3.1.1	Internacionales	8
3.1.2	Nacionales	8
3.2	SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN	9
3.3	SISTEMAS DE CONTROL	10
3.4	PRODUCCIÓN	10
3.5	PRODUCTIVIDAD	11
3.6	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	11
3.7	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	12
3.8	DIAGRAMAS	13
3.8.1	Diagrama Analítico	13
3.8.2	Diagrama Sinóptico	13
3.8.3	Diagrama Recorrido	13
3.8.4	Diagrama Bimanual	13
3.8.5	Diagrama Hombre-Máquina	13
3.9	DIAGRAMA DE GANTT	14
3.9.1	Ventajas y desventajas	14
3.10	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	15
3.10.1	Beneficios	16
3.11	METODO PERT	16
3.12	INVENTARIOS	17
3.13	INDICADORES DE PRODUCCIÓN	18
3.13.1	Uso de los Indicadores	18
3.13.2	Eficiencia	18
3.13.3	Utilización	19
3.14	CAPACIDAD DE PLANTA	19
3.15	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	19

4.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
4.2	TIPO DE MÉTODO	20
4.3	TÉCNICAS	20
4.3.1	Recolección de datos	20
4.3.2	Layout	20
4.3.3	Diagrama analítico	21
4.3.4	Diagrama sinóptico	21
4.3.5	Diagrama bimanual	21
4.3.6	Diagrama hombre – maquina	21
4.3.7	Diagrama de Ishikawa	21
4.3.8	Diagrama de Pareto	22
4.3.9	Diagrama de recorrido	22
4.3.10	Método Pert	22
4.3.11	Diagrama de Gantt	22
4.3.12	Análisis de tiempos	23
4.3.13	Indicadores de productividad	23
4.3.14	Sistema de planificación y control	25
4.4	MATERIALES E INSTRUMENTOS	25
4.4.1	Computadora	25
4.4.2	Cronómetro	25
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
5.1	ANALIZAR LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONTENEDORES	25
5.1.1	Identificación de los procesos de trabajo	25
5.1.1.1	Área de materia prima	26
5.1.1.2	Guillotina y matricería	26
5.1.1.3	Área de prensas	26
5.1.1.4	Área de ensamble	26
5.1.1.5	Horno	26
5.1.1.6	Diseño y mecanizado	27
5.1.1.7	Control de calidad	27

5.1.1.8 Embalaje	27
5.1.1.9 Embarque	27
5.1.1.10 Proceso de elaboración	27
5.1.1.11 Layout	28
5.1.2 Elaboración de diagramas dentro de la línea productiva	29
5.1.2.1 Diagrama analítico	29
5.1.2.2 Diagrama sinóptico	29
5.1.3 Estudio de tiempos y movimientos en los procesos productivos	30
5.1.3.1 Diagrama bimanual	30
5.1.3.2 Diagrama hombre - máquina	31
5.1.3.3 Diagrama de Ishikawa	31
5.1.3.4 Diagrama de Pareto	32
5.1.3.5 Diagrama de recorrido	34
5.1.4 Estandarización de los procesos productivos, y calcular la eficiencia actual	35
5.1.4.1 Método Pert	35
5.1.4.2 Diagrama de Gantt	36
5.1.4.3 Análisis de tiempos	36
5.1.4.4 Indicadores de productividad	40
5.2 DEFINIR LOS INDICADORES DE PRODUCCION ACTUALES POR MEDIO DE LA INFORMACION RECOPIADA PARA LA PROPUESTA DE CAMBIO EN LOS METODOS DE TRABAJO	44
5.2.1 Análisis de los métodos de trabajo que causan demoras en los procesos.	45
5.2.2 Propuesta de nuevos métodos de trabajo	45
5.2.3 Estandarización de los procesos con la incorporación de los nuevos métodos	47
5.2.4 Calcular la eficiencia de la producción con los métodos mejorados.	47
5.3 PROPONER UN SISTEMA DE PLANIFICACION MENSUAL CONFIABLE PARA LA VERIFICACION DE LA GESTION EFICIENTE DE LA PRODUCCION	50
5.3.1 Elaboración del plan mensual de producción de la empresa	51
5.3.2 Diseño de un sistema de planificación y control informatizado	55
5.3.3 Validación del sistema	55
5.3.4 Simulación del sistema	58
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60

6.1	CONCLUSIONES	60
6.2	RECOMENDACIONES	60
7.	BIBLIOGRAFIA	61
8.	ANEXOS	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Sistema de Planificación [9].	9
Figura 3.2. Estudio de tiempos y movimientos [14].	12
Figura 3.3. Diagrama de Gantt de seguimiento y control de operaciones [18].	14
Figura 3.4. Estructura Diagrama de Ishikawa [22].	15
Figura 5.1. Análisis de Pareto primer nivel.	33
Figura 5.2. Análisis de Pareto segundo nivel.	34
Figura 5.3. Método PERT.	35
Figura 5.4. Utilización.	43
Figura 5.5. Relación de tiempos.	44
Figura 5.6. Utilización de tiempos.	49
Figura 5.7. Relación en tiempos.	50
Figura 5.8. Tabla de control.	55
Figura 5.9. Función del botón “Búsqueda”.	56
Figura 5.10. Función del botón “Cálculo”.	56
Figura 5.11. Cuadros de Información.	57
Figura 5.12. Entidades.	58
Figura 5.13. Locaciones.	58
Figura 5.14. Procedimiento.	59
Figura 5.15. Resultados de simulación.	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Sistema de Tareas.	7
Tabla 5.1. Diagrama analítico.	29
Tabla 5.2. Diagrama sinóptico.	30
Tabla 5.3. Diagrama bimanual.	30
Tabla 5.4. Diagrama hombre - máquina.	31
Tabla 5.5. Problemas y número de defectos.	32
Tabla 5.6. Pareto de primer nivel.	33
Tabla 5.7. Pareto de segundo nivel.	34
Tabla 5.8. Tabla de resumen de actividades.	35
Tabla 5.9. Tiempos en materia prima.	36
Tabla 5.10. Tiempos en guillotina y matriceria.	36
Tabla 5.11. Tiempo en Prensas.	37
Tabla 5.12. Tiempo en ensamble.	37
Tabla 5.13. Tiempos en pintura.	38
Tabla 5.14. Tiempos de diseño y mecanizado.	38
Tabla 5.15. Tiempos ensamble final.	38
Tabla 5.16. Tiempos de Inspección.	39
Tabla 5.17. Tiempo de embalaje.	39
Tabla 5.18. Tiempo de embarque.	39
Tabla 5.19. Tabla de resumen de tiempos.	40
Tabla 5.20. Datos iniciales para cálculo.	41
Tabla 5.21. Datos diarios de trabajo.	41
Tabla 5.22. Cálculos iniciales.	42
Tabla 5.23. Resumen de utilización.	43
Tabla 5.24. Demoras en el proceso de trabajo.	45
Tabla 5.25. Presupuesto de redistribución.	46
Tabla 5.26. Estandarización de procesos.	47
Tabla 5.27. Cálculos con método mejorados.	48
Tabla 5.28. Cálculos de utilización mejorada.	49
Tabla 5.29. Resumen de actividades.	52
Tabla 5.30. Resumen de actividades 2.	53

Tabla 5.31. Ejemplo de cálculo de indicadores.	54
Tabla 5.32. Base de datos indicadores.	54

1. INFORMACION GENERAL:

Título: Diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la fábrica INDUCE del Ecuador para la gestión eficiente de la producción.

Fecha de Inicio: 04-11-2020

Fecha de Finalización:

Lugar de Ejecución: Latacunga – Tandaliví

Facultad que Auspicia: Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

Carrera que Auspicia: Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Msc. Ing. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

Celular: 0992741822

Correo electrónico: medardo.ulloa@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Fajardo Pinto Jordy Leonardo

Celular: 0993676639

Correo electrónico: jordy.fajardo6212@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Ocaña Peñaloza Joselin Meliza

Celular: 0981346167

Correo electrónico: joselin.ocana6433@utc.edu.ec

Área de Conocimiento

07-Ingeniería, industria y construcción.

2-Industria y producción

5-Producción Industrial

Línea de Investigación

Procesos Industriales

Sublíneas de Investigación de la Carrera

2.- Administración y gestión de la producción

7. Planificación de la producción y cadena de suministros

2. INTRODUCCION:

2.1 EL PROBLEMA

La empresa INDUCE del Ecuador es una empresa industrial dedicada a la fabricación y elaboración de puertas y contenedores a nivel nacional, con 39 empleados en el área de fabricación incluido el personal administrativo, uno de los principales problemas identificados es la falta de aplicación de conceptos de producción que podrían mejorar el desempeño de productividad de la empresa.

Además de la falta de un sistema de planificación que permitiría un mejor desarrollo y control de las actividades que ocurren dentro de la planta, el recorrido que se emplea en la producción de contenedores puede ser mejorado, reducir tiempo y distancia entre puestos y procesos de la línea de producción, de esta manera la utilización, eficacia y eficiencia, pueden ser mejoradas mediante la implementación de estudios de tiempos, movimientos, diagramas y otras herramientas para poder alcanzar una mejora en el nivel productivo de la empresa.

Existe también un problema con el área de la bodega debido a que no se cuenta con el material necesario para sustentar a todas las áreas de trabajo, sin embargo, un estudio, planificación y distribución correcta de actividades y herramientas reduciría la cantidad de tiempos muertos en la institución.

El proceso que se realiza dentro de la empresa es mediante la metodología de pedidos, es decir debido a la cantidad del tamaño de lote se deben respetar las fechas de entrega, otro de los problemas muy comunes que existe es detener los demás procesos de su producción por retrasos en la elaboración de pedidos, esto interfiere en el nivel productivo mensual de la empresa, datos que pueden ser obtenidos mediante los indicadores de producción.

Los modelos de producción en la actualidad pueden ser modificados y adaptados utilizando la tecnología de manera de recurso digital para obtener un mejor control sobre los procesos productivos, sin embargo, en la actualidad, la institución cuenta con un sistema de control manual es decir no se llevan registros digitales, razones por las cuales en reiteradas ocasiones existen demoras o retrasos en los procesos y fechas de entrega.

El rol del trabajador en la institución es otro de los aspectos que generan la necesidad de instalar un sistema de planificación y control de la producción, las actividades que deben

realizar en su día de trabajo por lo general son socializadas el mismo día, esto genera una pérdida de tiempo durante la jornada laboral, y en muchas ocasiones la falta de herramientas en áreas de trabajo por el uso multifuncional de estas.

2.1.1 Situación Problemática:

La administración de la producción es una ciencia encargada de mejorar los indicadores de productividad de una empresa u organización, es por esta razón que estas técnicas y estudios han sido aplicadas a lo largo de la historia para generar beneficios en las industrias, evitando tiempos muertos y aprovechando al máximo el funcionamiento de maquinaria y operarios.

Una revista española comenta: “Las empresas manufactureras requieren de cambios esenciales para lograr la cantidad y calidad requerida de sus producciones y responder a las necesidades de los clientes con rapidez, siendo necesario para ello la correcta elección del sistema de planificación y control de la producción. La aplicación práctica de una u otra herramienta depende de la clasificación del sistema productivo”. [2]

Demostrando la importancia de las empresas manufactureras en la actualidad, sin embargo, el sistema de planificación y control de la producción es un amplio campo que muestra un sin número de estudios y métodos para llevarlo a cabo.

Un claro ejemplo de la efectividad de este trabajo es presentado en la tesis: “*Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de las restricciones*” en donde se obtienen los siguientes resultados: Se concluye que al realizar un análisis detallado de capacidad de planta se reduce en un día el lead time, y se logra aumentar la capacidad instalada de 64.90% a 80.63%. [3]

En el Ecuador se han llevado a cabo varios estudios en el campo de la producción, mediante la aplicación de herramientas, un ejemplo es demostrado de la tesis: “*Tiempos y movimientos para incrementar la producción*” define que:

“Con la elaboración del estudio de tiempos y movimientos en la planta de acabados se pudo incrementar la producción de cuero escolar un 9,68% que corresponde a $2,29 \times 10^{-3}$ lote/hora, ya que la capacidad de producción actual del área seca es de 0.02366 lote/hora, y la capacidad de producción propuesta es de $2,595 \times 10^{-2}$ lote/hora”. [4]

Finalmente, la optimización de procesos es una parte fundamental en los beneficios que obtendrá el proyecto mismo que ha sido demostrado en una tesis elaborada en la provincia de Latacunga denominado; “*Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito*” obteniendo los siguientes resultados:

El tiempo optimizado por producto en la transformación del mármol en la elaboración de lápida básica es de 24 min, lápida estándar 29 min y lápida Premium 40 min por otra parte para granito se optimizó para la elaboración de lápida básica 41 min y para la elaboración de mesones 38 min.[5]

Datos que demuestran preliminarmente los resultados obtenidos tras la aplicación de un sistema de planificación y control y las herramientas, métodos y estudios aplicados en el desarrollo del mismo.

2.1.2 Formulación del Problema:

¿Cómo afecta la falta de un sistema de planificación y control de la producción en la elaboración de contenedores dentro de la empresa “INDUCE del Ecuador”?

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

En la presente investigación consideramos que el objeto de estudio se enfoca en la “Producción de la empresa Induce del Ecuador”, debido a que este es el principal problema identificado ya que no existe un sistema que permita el adecuado control de la producción, dicho percance ha generado la demora en la elaboración de pedidos, la falta de material, y el retraso en las diferentes líneas de producción de la empresa.

Campo de Acción:

33000/ Ciencias Tecnológicas / 3310 Tecnología Industrial / 3310.3 Procesos Industriales

Al referirse a la elaboración de un sistema de planificación y control de la producción se aplicarán las ciencias tecnológicas para automatizar el proceso productivo para la elaboración de contenedores, al ser la finalidad mejorar la gestión eficiente de la producción se emplearán conceptos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial, y las técnicas empleadas para obtener los datos y cálculos corresponden a los procesos industriales anteriormente identificados.

2.3 BENEFICIARIOS

- Beneficiarios Directos: 42 personas
- Beneficiarios Indirectos: Población Cotopaxense 657175 personas, de acuerdo al documento. [1]

2.4 JUSTIFICACIÓN

Con el pasar de los años la ingeniería industrial y los conceptos de su aplicación cumplen un rol muy importante dentro de una organización, ya que de esto depende el mantenerse firme y ser cada vez más competitivos. Es así que, el siguiente trabajo de investigación busca mediante la aplicación de conceptos teóricos sobre producción, control de inventarios, bases de datos, pronósticos, diseño de plantas e ingeniería de métodos, el diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la empresa “INDUCE del Ecuador” para la gestión eficiente de la producción de la empresa, evaluando factores como la mano de obra y materia prima, optimizando los procesos empleados para obtener el producto final, además de garantizar la entrega a tiempo de los pedidos solicitados mejorando así el margen de calidad de la empresa ante los clientes.

Dentro del proceso productivo, con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se identificarán factores internos y externos que puede afectar a la productividad de la empresa, se acudirá al empleo de técnicas de investigación, como la recolección de datos de la misma, incluyendo a materia prima, número de empleados, horarios de trabajo, horarios de operación de máquinas, demanda de pedidos y tiempos de entrega, a su vez se realizarán estudios de tiempo y movimiento, diseñando así, diagramas de procesos, flujo y hombre-máquina.

De esta manera, la presente investigación nos permitirá identificar puntos clave para que el sistema de planificación y control diseñado nos ayude de manera eficaz a aumentar los indicadores de productividad, determinando también, los cambios necesarios que serán viables en la empresa para mejorar considerablemente la gestión eficiente de la producción.

2.5 HIPÓTESIS

El sistema de planificación y control de la producción planteado en la línea productiva permitirá ampliar la capacidad y los niveles de producción en la fábrica “INDUCE del Ecuador”.

Variable Dependiente: Sistema de producción

Variable independiente: Falta de un sistema de planificación y control en la entrega de pedidos.

Distribución inadecuada de la planta

Capacidad insuficiente de las máquinas.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General:

Diseñar un sistema de planificación y control de la producción en la empresa “INDUCE del Ecuador” para la gestión eficiente de la producción.

2.6.2 Específicos:

- Analizar las causas de los problemas operativos para la ejecución de un estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de contenedores.
- Definir los indicadores de producción actuales de la empresa por medio de la información recopilada para la elaboración de una propuesta de cambios en los métodos de trabajo.
- Proponer un sistema de planificación y control mensual confiable para la verificación de la gestión eficiente de la producción en la empresa.

2.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2.1. Sistema de Tareas.

Objetivos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
<p>Analizar las causas de los problemas operativos para la ejecución de un estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de contenedores.</p>	<p>Identificación de los procesos de trabajo. Elaboración de diagramas dentro de la línea productiva. Estudio de tiempos y movimientos en los procesos productivos. Estandarización de los procesos productivos, y cálculo de la eficiencia actual.</p>	<p>Procesos productivos estandarizados. Indicadores de producción iniciales.</p>	<p>Cronómetro Tablero para formularios Formatos de registro de información. Diagramet.</p>
<p>Definir los indicadores de producción actuales de la empresa por medio de la información recopilada para la propuesta de cambio en los métodos de trabajo.</p>	<p>Análisis de los métodos de trabajo que causan demoras en los procesos. Propuesta de nuevos métodos de trabajo. Estandarización de los procesos con la incorporación de los nuevos métodos. Calculo de la eficiencia con los métodos mejorados.</p>	<p>Alternativas de cambio de trabajo en la empresa. Indicadores de producción mejorados.</p>	<p>Tablero para formularios Formatos de registro de información Excel, Word, Paquete de Office.</p>
<p>Proponer un sistema de planificación mensual confiable para la verificación de la gestión eficiente de la producción.</p>	<p>Elaboración del plan mensual de producción de la empresa. Diseño de un sistema de planificación y control informatizado. Validación del sistema. Simulación del sistema.</p>	<p>Sistema de planificación y control de la empresa.</p>	<p>Tablero para formularios Formatos de registro de información Excel, Word, paquete de Office. Visual Basic. Promodel.</p>

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 Internacionales

La administración de la producción es una ciencia encargada de mejorar los indicadores de productividad de una empresa u organización, es por esta razón que estas técnicas y estudios han sido aplicadas a lo largo de la historia para generar beneficios en las industrias, evitando tiempos muertos y aprovechando al máximo el funcionamiento de maquinaria y operarios.

Una revista española comenta: “Las empresas manufactureras requieren de cambios fundamentales para lograr la cantidad y calidad requerida de sus producciones y responder a las necesidades del mercado con agilidad, siendo indispensable para ello una correcta selección del sistema de planificación y control de la producción. La aplicación práctica de una u otra herramienta depende de la clasificación del sistema productivo”. [2]

Demostrando la importancia de las empresas manufactureras en la actualidad, sin embargo, el sistema de planificación y control de la producción es un amplio campo que muestra un sin número de estudios y métodos para llevarlo a cabo.

Un claro ejemplo de la efectividad de este trabajo es presentado en la tesis: “*Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de las restricciones*” en donde se obtienen los siguientes resultados: Se concluye que al realizar un análisis detallado de capacidad de planta se reduce en un día el lead time, y se logra aumentar la capacidad instalada de 64.90% a 80.63%. [3]

3.1.2 Nacionales

En el Ecuador se han llevado a cabo varios estudios en el campo de la producción, mediante la aplicación de herramientas, un ejemplo es demostrado de la tesis: “*Tiempos y movimientos para incrementar la producción*” define que:

“Al elaborar el estudio de tiempos y movimientos en la planta de acabados se pudo aumentar la elaboración de cuero escolar un 9,68% que corresponde a $2,29 \times 10^{-3}$ lote/hora, debido a que capacidad de producción actual del área seca es de $2,366 \times 10^{-2}$ lote/hora, y la capacidad de producción propuesta es de 0.02595 lote/hora.”.[4]

Finalmente, la optimización de procesos es una parte fundamental en los beneficios que obtendrá el proyecto mismo que ha sido demostrado en una tesis elaborada en la Ciudad de

Latacunga denominado; “Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito” [5] obteniendo los siguientes resultados:

El tiempo optimizado por producto en la transformación del mármol en la elaboración de lápida básica es de 24 min, lápida estándar 29 min y lápida Premium 40 min por otra parte para granito se optimizó para la elaboración de lápida básica 41 min y para la elaboración de mesones 38 min.[5]

Datos que demuestran preliminarmente los resultados obtenidos tras la aplicación de un sistema de planificación y control y las herramientas, métodos y estudios aplicados en el desarrollo del mismo, por dicha razón se debe realizar un estudio y abarcar cada una de las partes que conforman la elaboración de un sistema automatizado.

3.2 SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN

Actualmente los sistemas de planificación se han convertido en un área funcional en las empresas, estas se han ido concientizando sobre la importancia del manejo de las tecnologías de información, como un elemento que brinda mejoras en la toma de decisiones, el control de tiempos, costos y claras ventajas competitivas contra la competencia.[6] Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) se enfrentan a cambios vertiginosos en el mundo moderno especialmente en el ámbito de las nuevas tecnologías.[7]

Las claves de estos proyectos pasan por una historia compleja y atractiva, una planificación detallada, la afinidad de contenidos y plataformas y el cambio en el modelo de negocio tradicional para crear un sistema de financiación que combina antiguos y nuevos modelos de comercialización y la implicación de los consumidores.[8]

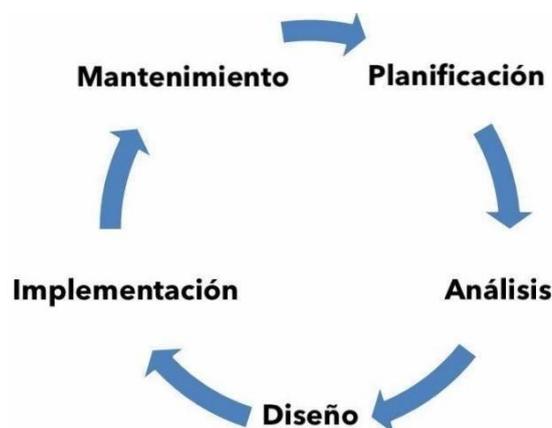


Figura 3.1. Sistema de Planificación [9].

3.3 SISTEMAS DE CONTROL

Se define al control como un sistema agrupado de técnicas y procedimientos que permiten la minimización de los riesgos que impiden el eficiente desempeño de las diferentes áreas funcionales.[10] El control requiere de un constante y ordenado trabajo de inspección, comprobación, evaluación y verificación de la perfecta realización de los procesos llevados a cabo por los agentes que son parte de un ente económico, buscando en todo momento posibles deficiencias de estos como resultado de errores en su aplicación.[11]

La utilización de esta herramienta permite estar al tanto del comportamiento del proceso y hacer previsiones sobre su desempeño, ese comportamiento es analizado a través de medidas asociadas al mismo teniendo en cuenta nociones de estabilidad y capacidad. Un proceso es considerado sólido si el mismo es reproducible. La estabilidad permite pronosticar el desempeño del proceso en ejecuciones futuras y elaboración de planes realizables. [11]

Para realizar la planificación de un sistema se necesita conocer las demandas agregadas futuras, de manera que se pueda diseñar o rediseñar un proceso para crear los flujos de productos necesarios para satisfacer la demanda. El grado en que se automatice la producción, por ejemplo, depende en gran medida de la demanda que el producto tenga en un futuro. Los flujos continuos automatizados facilitan elevados volúmenes de producción; los intermitentes (flujos por lotes), manuales o semiautomatizados resultan por lo común más económicos para volúmenes de producción pequeños. [12]

3.4 PRODUCCIÓN

Se puede enunciar con base a factores totales o con base en factores parciales. La primera se representa mediante la relación entre de outputs (bienes y servicios) dividida por los inputs (recursos como el trabajo, capital). [12] Es el sistema de producción que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto, se denomina lote de producción este tipo de producción ya que requiere que el trabajo final que se obtenga de cualquier producto deba dividirse en operaciones o partes, para esto cada operación que concluya el lote completo debe arrancar con la siguiente operación. [4]

Se refiere a la cantidad de fabricación de artículos y verificar que se cumpla lo que se planeó, tratando de reducir las diferencias del plan original a un mínimo posible. Para establecer una elevación de los factores se debe aplicar un control de la producción abarcando: la situación de capital, la demanda del cliente, la capacidad productiva, etc. Para lograr el objetivo

anhelado, se debe conocer los trabajos a realizar, del tiempo, de la cantidad producida y de variar los planes para responder a las situaciones cambiantes. [12]

3.5 PRODUCTIVIDAD

La productividad es una medida que se emplea para conocer qué tan bien están siendo utilizados sus recursos (o factores de producción) en un país, una industria o una unidad de negocios. Dado que la administración de operaciones y suministro está enfocada en hacer el mejor uso posible de los recursos que una empresa dispone, resulta fundamental calcular la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. [3]

La productividad es el grado de rendimiento al emplear los recursos disponibles en la realización de objetivos establecidos. Uno de dichos objetivos, puede ser la fabricación de artículos con un costo menor, mediante el empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas. [12]

Para medir la productividad, al hacer uso de un sólo factor productivo se lo conoce como productividad de un sólo factor, el cual indica la relación entre los bienes y servicios producidos (outputs) y un recurso (input) utilizado en su producción. Mientras que la productividad de varios elementos conocido como productividad total o multifactorial supone una visión más extensa que incluye todos los varios factores productivos como trabajo, material, energía y capital. [13]

3.6 PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

La empresa en dirección decreta cierto tipo de factores como son la: materia prima, mano de obra, maquinaria, equipo para realizar la producción y materiales para ser relacionados con: utilidades que deseen lograr, demanda del mercado, capacidad de la planta, puestos laborales que se crean.[12] Se entiende por sistema de producción como la interrelación de elementos y recursos, mediante una organización y regulación el diseño o la prestación de un producto o un servicio para satisfacer las necesidades existentes en el mercado, generando una mayor productividad, es decir, una mayor relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos que se utilizan.[3]

Los sistemas de planificación de productos y gestión de materiales de procesos de producción deben encargarse que los productos, componentes y materiales de dichos procesos estén disponibles siempre en la clase, cantidad y momento en que sean necesarios, lo cual realizan

tratando de reducir al máximo el nivel de stock, gestionando los aprovisionamientos para disponer de ellos justo cuando se soliciten. [13]

3.7 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible mediante cierta cantidad de observaciones el tiempo que conlleva realizar una actividad o una tarea según el procedimiento establecido. [4] Este estudio debe ser realizado en unidades de tiempo, sean estas horas o minutos dependiendo de la cantidad de artículos y actividades que conlleven a elaborar este producto. Esto se mide en horas-hombre utilizadas para llevar a cabo una tarea específica. [5]

Para la determinación de la cantidad de ciclos, es donde se complica la aplicación de un método estadístico ya que dicho ciclo se compone de varios factores, por lo que es recomendable realizarse a partir de 5 ciclos. Los pasos a realizar son los siguientes: Estudio preliminar: se realiza el análisis de las actividades, se selecciona al operario y se divide la actividad en elementos. [13]

Lograr registrar toda la información alusiva a la transacción. Es notable que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante un estudio directo, en predicción de que sea prioridad consultar después el análisis de tiempos. La documentación se puede aunar como sigue: información que permita identificar el estudio de cuando se necesite información que permita identificar el proceso, la dialéctica, la arraigo o la máquina, documentación que permita identificar al empleado información que permita adjetivar la persistencia del estudio. Es obligatorio llevar a cabo un análisis sistemático tanto del artículo como del proceso, para allanar la extracción y liquidar ineficiencias, constituyendo así la investigación del proceso productivo. [4]

Diagrama Del Proceso Bimanual - Operación: Corte De Piezas De Cuero			
Elaborado Por: Adrián Andrade - Operario: Marino Bolaños			
Tareas Mano Izquierda	Simbolos	Tareas Mano Derecha	Simbolos
Tomar el cuero	AL, T	Tomar el cuero	AL, T
Extender el cuero sobre la mesa	PP, M	Extender el cuero sobre la mesa	PP, M
Ubicación de moldes de medallones	AL, S, I	Ubicación de moldes de medallones	AL, S, I
Cortar los medallones	SO	Cortar los medallones	U
Ubicación de moldes de palas	AL, S, I	Ubicación de moldes de palas	AL, S, I
Cortar las palas	SO	Cortar las palas	U
Ubicación de moldes de aletas	AL, S, I	Ubicación de moldes de aletas	AL, S, I
Cortar las aletas	SO	Cortar las aletas	U
Ubicación de moldes de refuerzo	AL, S, I	Ubicación de moldes de refuerzo	AL, S, I
Cortar los refuerzos del medallón	SO	Corte del refuerzo del medallón	U
Ubicación de moldes de talones	AL, S, I	Ubicación de moldes de talones	AL, S, I
Cortar los talones	SO	Cortar los talones	U
Ubicación de moldes de refuerzo	AL, S, I	Ubicación de moldes de refuerzo	AL, S, I
Cortar los refuerzos del elástico	SO	Cortar los refuerzos del elástico	U
Señalización de tallas en cortes	SO	Señalización de tallas en cortes	U
Ubicar en el área de piezas trabajadas	M, S	Ubicar en el área de piezas trabajadas	M, S
Revisión de los cortes	AL, T, I	Revisión de los cortes	AL, T, I

Figura 3.2. Estudio de tiempos y movimientos [14].

3.8 DIAGRAMAS

Para llevar a cabo la elaboración de un sistema de planificación y control de la producción es necesario realizar un conjunto de procedimientos que permitan identificar el proceso que se realiza dentro de la elaboración de contenedores, estos se clasifican de la siguiente manera:

3.8.1 Diagrama Analítico

La técnica denominada como análisis y registro, sucede cuando una operación mediante una parte de bajo estudio se procede a transformar intencionalmente por esto se procede a realizar una planificación antes de proceder a elaborar un producto. Una inspección tiene lugar cuando la parte se examina para determinar su conformidad con un estándar. [12]

3.8.2 Diagrama Sinóptico

Es un diagrama donde se registra únicamente cómo se manipula o trata el material. Su importancia es radica en que se observa de forma clara el comportamiento y así se tiene una idea más clara de los problemas que inciden por parte del material en el proceso de producción, y por lo tanto se deben de idear métodos de mejoras, en la distribución.[4]

3.8.3 Diagrama Recorrido

Este diagrama es muy aplicado en las empresas, debido a que en este se logra visualizar mejor las distancias entre cada una de las áreas, las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta. [4]

3.8.4 Diagrama Bimanual

Es un cursograma utilizado para indicar la actividad realizada por el operador en sus manos (y en algunos casos también de los pies) y la relación entre ellas. Este diagrama sirve para definir el proceso de eficiencia y efectividad que presenta el operador en su puesto de trabajo, para determinar pérdidas de tiempos o acciones que mejoren el rendimiento del personal en su puesto de trabajo. [15]

3.8.5 Diagrama Hombre-Máquina

Mediante la elaboración de este diagrama se puede identificar las actividades que determinarán la posibilidad de optimizar el tiempo de los trabajadores o de las máquinas; y en general este diagrama se realiza considerando el trabajo realizado por hombres y máquinas, se cree conveniente, analizar el ciclo de tiempo ocupado entre un hombre y la máquina para

lograr diferenciar entre sus tiempos cuando trabajan en conjunto y cuando se prepara una actividad hecha por el hombre para que pueda ser realizada por una máquina o de una forma combinada.[4]

3.9 DIAGRAMA DE GANTT

El ingeniero Henry Gantt creó el diagrama de Gantt destinado a ordenar cronológicamente y con una secuencia que brinda prioridad a las actividades de un plan de trabajo desde su comienzo hasta su finalización. [16] Posee barras horizontales, donde cada barra representa una actividad y la longitud de esta será proporcional a la duración de dicha actividad. [17] Este diagrama es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud de que puede utilizarse tanto como un aliado de la planificación, misma que puede ser utilizada para el seguimiento y control de las actividades establecidas dentro de la misma. [18]

**CONTROL DE OPERACIONES
DIAGRAMA DE GANTT**

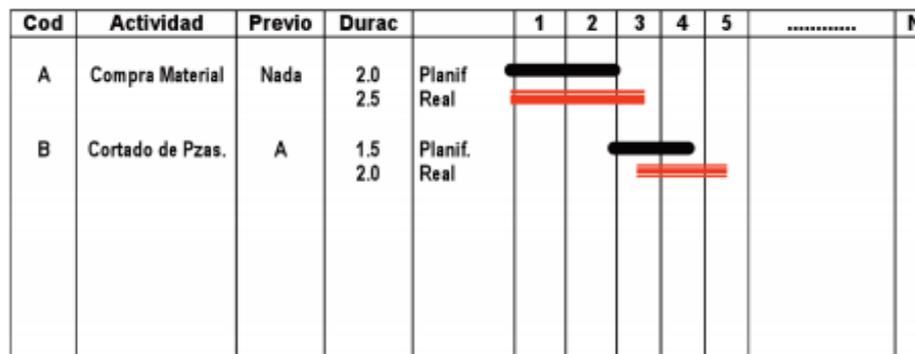


Figura 3.3. Diagrama de Gantt de seguimiento y control de operaciones [18].

3.9.1 Ventajas y desventajas

- Las ventajas más significativas es la simplicidad con la que se realiza el diagrama, a partir de la planeación con que se desea llevar a cabo las actividades del proyecto. Muestra efectividad en las etapas iniciales de la planeación.
- Las desventajas más destacadas se presentan cuando existen modificaciones en el procedimiento de ejecución; el programa debe rediseñarse y el control se complica por la dificultad de comprensión sobre el avance general del proyecto. No considera la utilización de recursos y por tanto el costo que significa modificar la duración de alguna actividad. Es necesario ajustar manualmente la duración de las actividades, de modo que se mantenga la fecha de terminación del proyecto. Si existe algún tipo de

retraso en una actividad, el tiempo de las barras serán reducidas, como el programador desee en base a su experiencia. [19]

3.10 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Este diagrama es conocido también como un “diagrama causa-efecto”, sirve para identificar qué es lo provoca un determinado problema. Esto permite encontrar una pronta solución, tomando medidas preventivas y correctivas. [20] En premisas generales se entiende que la utilización de este diagrama radica en el orden y su representación gráficamente las diferentes respuestas que surgen al realizar un proceso mediante la lluvia de ideas que emite cada uno de los miembros de un grupo al dar respuesta a una pregunta que se plantea como inicio o apertura el análisis,[21]

Este diagrama recibe también el nombre de “esqueleto de pescado”, en el que la espina dorsal es donde se emplea el camino que conduce a la cabeza del pescado que es donde se puede apreciar el problema principal que se va a resolver; Cada espina que se encuentra dentro del pescado indica indican las causas y sus variables que lo provocan, como se muestra en la figura. [22]

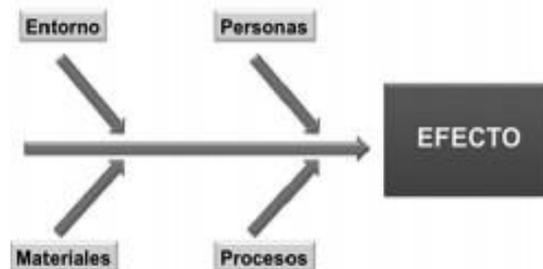


Figura 3.4. Estructura Diagrama de Ishikawa [22].

Debido a que este diagrama muestra la relación existente entre la causa y el efecto de una manera identificable, puede usarse en cualquier situación que represente un problema. Cuando se conoce el lazo que existe entre la causa y el efecto de un problema, se puede definir de una forma oportuna las posibles medidas de acción para tomar revertir contra la causa y de esta forma resolver el problema. [23]

Se puede clasificar el diagrama de Ishikawa en tres grandes ejes:

- “El de las 4M (Métodos, máquinas, materiales y mano de obra).
- Las “4P” (plases, procedimientos, personas y performance).
- Las “4S” (Habilidades, suministradores, sistemas, y entornos).”

Estos lineamientos serán utilizados sobre todo en áreas que se dediquen a la administración, pero pueden ser aplicadas en cualquier otro ámbito, en otros casos para elaborar una clasificación de acuerdo al contexto del problema. En caso de utilizar las estrategias de aprendizaje de un modelo didáctico para que puede ser ejecutado por estudiantes para aplicarse en situaciones simuladas o creadas mediante contextos reales. [24]

3.10.1 Beneficios

Algunos de los beneficios del diagrama causa – efecto, se presenta en los siguientes ítems a saber:

- Tiene la capacidad para identificar de manera correcta todas las causas que dan origen a un fenómeno.
- Establece la causa raíz de un fenómeno que afecta la calidad de los procesos productivos o de servicios, a través de la secuencia desde la causa general hacia las particulares, identificando cómo evolucionó el problema.
- Fomenta la participación del equipo de trabajo.
- Es focalizado, es decir, que se centra principalmente en aquellos agentes considerados esenciales para la organización.
- Mejora el conocimiento de los procesos productivos y de servicio, identificando las áreas débiles que los afectan [25]

3.11 METODO PERT

El método PERT “Program Evaluation and Review Technique” que significa “técnica de ordenamiento de las tareas y control de programa”, es un método usado para ejecutar un proyecto que se divide en distintas partes y se necesite controlar. [26] El método PERT se encuentra representado mediante una gráfica que muestra una red de actividades que forman una cadena, mismas que permiten alcanzar los objetivos de un proyecto. [27] La ventaja que presenta esta gráfica es que informa las fechas más tempranas de inicio y de terminación de cada actividad, sin tener que recurrir a la matriz de holgura. [28]

Este diseño fue creado para la aplicación, ya que se puede controlar, planificar y programar los requerimientos disponibles, para alcanzar los objetivos establecidos. La gerencia recibirá la información proporcionada por este método para tomar decisiones que puedan inferir en el desarrollo del trabajo, la fecha esperada de terminación del proyecto y el porcentaje de

cumplimiento donde se detalla el procedimiento más y menos influyente en el proyecto total. [27]

[28] El método PERT considera que la duración es una variable aleatoria, para esto se plantea tres tipos de tiempos para medir la duración de cada actividad:

- Tiempo pesimista, identificar cualquier contratiempo que aparezca en la actividad.
- Tiempo normal o más probable, el tiempo habitual de demora en las actividades.
- Tiempo optimista, el tiempo que duraría una actividad si todo sale perfectamente.

El modelo PERT es un sistema lógico basado en cinco elementos principales:

1. Red
2. Asignación de recursos
3. Consideración de tiempo y de costos
4. Red de rutas
5. Ruta crítica

La red PERT es un diagrama de actividades o pasos secuenciales que deben ser ejecutados, para realizar un proyecto. [30]

3.12 INVENTARIOS

Un inventario o stock es cualquier recurso que posee valor económico que se encuentra situado en la empresa misma que serán empleados en el proceso productivo o de ser vendido.

[29]Un inventario considera dos puntos básicos dentro de la logística de la empresa, que son el aprovisionamiento y la distribución, ya que la empresa debe tener un gran control de sus productos en stock para tener un correcto punto de reabastecimiento con el que se logre satisfacer a la demanda de su producto a tiempo. [31]

El principal objetivo es conocer la disponibilidad de existencias que tiene la empresa, mediante un recuento físico de los materiales existentes, [32] también el tener un inventario persigue los siguientes objetivos [31]:

- Los riesgos se pueden reducir si se mantienen los stocks de seguridad en la empresa aplicada.
- Para reducir costes se pueden realizar programaciones para adquirir insumos y mantener el inventario de una manera más eficiente
- Las variaciones existentes entre oferta y demanda deben ser reducidas.

- Si se programa el transporte se pueden disminuir los costos de distribución.

3.13 INDICADORES DE PRODUCCIÓN

Las siglas KPI'S (Key Performance Indicators) en español Indicadores Clave de Rendimiento que miden el nivel del desempeño de un proceso determinado, enfocándose en el “cómo” e indicando qué tan efectivos son los procesos, estableciendo estándares para alcanzar el objetivo fijado por la empresa. [33] Los KPI's tienen que informar, controlar, evaluar y por último ayudar a que se tomen decisiones. Cada empresa tiene sus propios indicadores de gestión, puesto que cada organización y cada modelo de negocio tienen factores clave a medir diferentes. [34]

3.13.1 Uso de los Indicadores

- Proporcionan la información que el gerente necesita acerca de cada etapa del proceso
- Proporcionan una mayor precisión en la toma de decisiones del gerente
- Su objetivo es lograr una mayor eficiencia y eficacia de los procesos
- Proporcionan más rapidez, mejor comprensión y transparencia al dar a conocer los resultados
- Los indicadores de rendimiento se convierten en la medida de excelencia de la compañía
- Permiten la creación de un dashboard o cuadro de mandos con toda la información disponible mostrada de manera panorámica.[35]

3.13.2 Eficiencia

Se logra una eficiencia cuando se obtiene un resultado deseado utilizando el mínimo de recursos; es decir, que aparezcan indicadores como cantidad, calidad y se incrementa la productividad. Los tiempos muertos, el desperdicio y el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, son algunos indicadores para medir la eficiencia. [12]

Se obtiene con el denominador de la producción sobre la capacidad efectiva.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Efectiva}} [13] \quad (3.1)$$

3.13.3 Utilización

Es el porcentaje que varía entre 0 % y 100% del uso de los recursos de la empresa, mismos que se ven presentes en el desarrollo del proceso productivo, es decir, es el porcentaje de emplear o usar a un objeto, elemento o persona para un fin determinado. [13]

Se calcula como el porcentaje de producción real sobre la capacidad proyectada.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Proyectada}} \quad (3.2)$$

3.14 CAPACIDAD DE PLANTA

Se define como el potencial que un proceso posee, en una planta industrial o en las instalaciones de una empresa. En otras palabras, es la cantidad de producción que se puede obtener con unos determinados medios estructurales disponibles: edificios, equipos, instalaciones, personal. [11]

- Capacidad proyectada o diseñada: Es la máxima producción teórica que se obtiene en un periodo de tiempo determinado tras aplicar las condiciones establecidas por un sistema.
- Capacidad efectiva o real: Es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.
- Capacidad utilizada: Conocida como la capacidad actual, con limitaciones operativas.
- Capacidad ociosa: Es la capacidad dada por la diferencia entre lo real y utilizada [13]

3.15 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La organización de la empresa consiste en la colocación física de los factores y nociones industriales que participan en el desarrollo productivo de la organización, en la distribución del área, en la aclaración de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. La organización consiste en escoger el convenio más apto de las instalaciones físicas, con el fin de conseguir un alto nivel de eficiencia al elaborar un artículo o servicio. [36]

El objetivo general de la distribución de plantas es maximizar la eficiencia de los recursos humanos y materiales. Para conseguir este objetivo, plantea que es necesario:

- Optimizar la producción en el mismo espacio para reducir así los costos de desplazamiento de materiales, alquiler, mantenimiento y limpieza.

- Reducir transportes, con el consiguiente ahorro de mano de obra.
- Reducir las esperas en el curso del proceso productivo para disminuir el volumen de inmovilizado en curso y el plazo de fabricación.
- Buenas condiciones de trabajo tanto desde el punto de vista tecnológico (la ergonomía) como psicológico (el ambiente).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación descriptiva permitirá el desarrollo del proyecto de investigación ya que la base de la información está fundamentado con datos existentes en la empresa, además que al aplicarla no se altera ni manipula el proceso productivo, siendo su principal fin la observación y recolección de datos de forma rápida.

4.2 TIPO DE MÉTODO

El presente trabajo aplica su fundamentación en el método de investigación científica inductivo, partiendo de premisas particulares para producir resultados generales, afín a la investigación descriptiva debido que su proceso inicial es la observación, seguido de un registro y análisis para clasificar la información y acercarse al objeto de estudio.

4.3 TÉCNICAS

4.3.1 Recolección de datos

Para la recolección de datos se procederá a recopilar información de la empresa acoplando las áreas, actividades, materiales, procedimientos de elaboración, estos procesos se realizarán con la ayuda de instrumentos manuales y digitales, para su posterior análisis y clasificación.

4.3.2 Layout

Para identificar el proceso y la ubicación de las áreas dentro de la empresa, se procederá a realizar un Layout que permitirá definir el proceso que realiza el operador dentro de la institución, además de identificar si la línea de producción es continua.

4.3.3 Diagrama analítico

Mediante un diagrama analítico se conocerán las actividades fundamentales que se desarrollan en el proceso de elaboración de contenedores, en donde se especifiquen las operaciones, inspecciones, transportes, esperas o demora, almacenamientos y las actividades combinadas, en caso de existir o ser procesos simultáneos.

4.3.4 Diagrama sinóptico

Mediante el diagrama sinóptico se registran las operaciones y las inspecciones que se realizan dentro del proceso de elaboración de contenedores, sirve para identificar el registro y control que se realizan de las actividades en la línea de producción.

4.3.5 Diagrama bimanual

Para complementar un adecuado estudio de tiempos y movimientos se añadirá un diagrama bimanual, para conocer el desarrollo del trabajo realizado por el operador, gracias a esto es posible corregir ciertas actividades innecesarias en los puestos de trabajo.

4.3.6 Diagrama hombre – maquina

Así como se realizará un estudio determinado a los operadores es necesario identificar el uso de las máquinas, y la cantidad de tiempo en el que se encuentra en modo operativo y cuál es la cantidad de tiempo inactivo y tomar las decisiones correctas para aumentar el porcentaje de uso.

4.3.7 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama se aplicará para demostrar que la planificación es uno de los principales problemas que se encontraron dentro de la institución:

Es posible que se tenga una falta de planificación por las siguientes razones:

- Fallas en la maquinaria, que puede ser ocasionado por las malas condiciones de la misma y la falta de mantenimiento.
- Falta de recursos, teniendo materiales defectuosos o de mala calidad. Fallas del operador por incumplimiento de las normas o descuidos en el proceso.
- El contenedor llega del ensamble 1 a la pintura con deformaciones, ya sea por el mal dimensionamiento o ensamble defectuoso.

- El operador no posee la capacidad necesaria por falta de capacitación y por la falta de experiencia.
- El supervisor asigna actividades múltiples a los operadores debido a la existencia de otro proceso de puertas y también por la mala planificación.
- El molde para formar las partes del contenedor está en malas condiciones debido al desgaste o mal uso del mismo.
- Inadecuada secuencia de áreas debido a la mala distribución de planta y la falta de planificación.

4.3.8 Diagrama de Pareto

Se procederá a realizar el Diagrama de Pareto separado en primer y segundo nivel en donde se identificarán los tres problemas principales mediante el diagrama de Ishikawa, añadiendo niveles de frecuencia, y frecuencia acumulada, para realizar este proceso se han tomado en cuenta la falta de planificación, capacidad insuficiente, mala distribución de planta.

4.3.9 Diagrama de recorrido

Con la aplicación de este diagrama se procederá a identificar las áreas y el proceso que realizan los operadores en la elaboración de un contenedor, este instrumento sirve con ayuda de un Layout, mismo que puede ser empleado para realizar una adecuada redistribución de planta para de esta manera plantear posibles alternativas de solución

4.3.10 Método Pert

El objeto de este método es representar gráficamente la red de actividades que cumple el proceso productivo en cada área de la empresa, en este gráfico se presentarán el tiempo total de cada área de trabajo a las que se le asignan un color y clave dependiendo de aquellas que sean sus predecesoras. Con estos datos se realiza el gráfico Pert, donde se mostrará la secuencia de estas áreas, representadas con su clave y su tiempo total:

4.3.11 Diagrama de Gantt

Esta gráfica permitirá planificar y controlar las actividades de la línea de producción de contenedores. Sus elementos mostrarán una visión general de todo lo que se debe desarrollar, así como un seguimiento del mismo, por ello incluirá la tabla donde se muestra la Actividad, inicio del plan, duración del plan, inicio real, duración real (todas expresadas por días) y el

porcentaje completo. Una vez que se tengan establecidos los datos, se representará estos mediante gráficas que van de acuerdo al período de su desarrollo.

4.3.12 Análisis de tiempos

Con este método se va a registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de cada una de las áreas donde se efectúa el proceso productivo de la empresa el cual mostrará el tiempo que se necesita para efectuar una determinada tarea de acuerdo al proceso antes establecido. Los datos obtenidos en estas tablas se mostrarán en una tabla de resumen donde se podrá identificar los tiempos totales de cada área, el cual nos permitirá investigar, minimizar o eliminar la cantidad de trabajo, los movimientos innecesarios y el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado al proceso productivo.

4.3.13 Indicadores de productividad

Con la aplicación de fórmulas se conocerá los indicadores de productividad actuales de la empresa que son:

- Capacidad Eficiente: Demostrará la máxima producción posible en un proceso, dado el diseño actual de los productos, utilizando la siguiente fórmula:

$$CE = \frac{\text{Capacidad Disponible}}{\text{Tiempo de Fabricación por Unidad}} \quad (4.1)$$

- Capacidad Efectiva: Se expresa el nivel de aprovechamiento de la capacidad instalada de la empresa, es decir, la capacidad que se muestra realmente, dada por la expresión:

$$CEf = \frac{\text{Capacidad disponible} - \text{Tiempo para act. Auxiliares}}{\text{Tiempo de fabricación por unidad}} \quad (4.2)$$

- Capacidad Real: Es la producción que realmente se logra al realizar un proceso, se calcula mediante:

$$CR = \frac{\text{Capacidad disponible} - \text{Tiempo para act. Auxiliares} - \text{Tiempo improductivo}}{\text{Tiempo de fabricación por unidad}} \quad (4.3)$$

- Utilización: Representará el porcentaje de aprovechamiento de la capacidad máxima que tiene la empresa, calculada por:

$$U = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Eficiente}} \quad (4.4)$$

- Eficiencia: Mediante esta fórmula se describe el porcentaje de la capacidad de la línea de producción que realmente se está usando en la vida real, calculada por:

$$E = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Efectiva}} \quad (4.5)$$

- Productividad: Mediante su fórmula demostrará la relación entre las unidades que han sido producidas y los recursos utilizados para obtener estas unidades:

$$P = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Insumos} \times \# \text{ Empleados}} \quad (4.6)$$

- Calidad: Mostrará la valoración de los productos respecto a las unidades producidas y aquellas que han sido rechazadas, se calcula mediante:

$$C = \frac{\text{Unidades producidas} - \text{unidades rechazadas}}{\text{Unidades Producidas}} \quad (4.7)$$

- Tasa de Rechazo: Representará el porcentaje de unidades rechazadas de aquellas unidades que han sido enviadas o entregadas al cliente como producto final, se calcula por la siguiente fórmula:

$$TR = \frac{\text{Unidades rechazadas}}{\text{Unidades producidas}} \quad (4.8)$$

- Utilización Mano de Obra: Representará el porcentaje de aprovechamiento de mano de obra dentro del proceso productivo, calculada por:

$$UMO = \frac{\text{Tiempo Productivo}}{\text{Tiempo Total}} \quad (4.9)$$

- Tiempo Improductivo: Demostrará el tiempo en el que no se ejecuta un trabajo o una actividad que aporte valor al proceso productivo, debido a problemas o acontecimientos inesperados, calculado por la fórmula:

$$TI = \frac{\text{Número H-H perdidas}}{\text{Tiempo Total}} \quad (4.10)$$

4.3.14 Sistema de planificación y control

El objeto de este método es representar todas las actividades del proceso productivo en base al establecimiento de un tiempo determinado, se representará estas actividades de manera mensual, viendo los avances mediante los gráficos de barra, mismos que servirán para mejorar la productividad, mediante el aumento de la producción a realizar en un determinado plazo de tiempo, a través de una mejor programación de la producción y un mejor control de la misma.

4.4 MATERIALES E INSTRUMENTOS

4.4.1 Computadora

Apoyo en la realización de documentos mediante programas de Excel, Word, Diagramet, Visual Basic, ProModel, esto permitirá un registro apropiado y una organización óptima de los mismos que se realizará mediante una laptop HP (Pavilion, Estados Unidos).

4.4.2 Cronómetro

Toma de tiempos en los procedimientos realizados en la elaboración de contenedores, por las diferentes áreas establecidas esto se llevará a cabo mediante un cronómetro (ZSD-808, Taiwán).

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 ANALIZAR LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONTENEDORES

En este punto se identificarán los principales problemas que presenta la empresa para esto es necesario conocer su funcionamiento, las áreas, puestos de trabajo, empleados, actividades, diagramas y demás información que permita realizar los cálculos correspondientes para conocer los indicadores actuales de la producción.

5.1.1 Identificación de los procesos de trabajo

La empresa ``Induce del Ecuador`` se dedica a la elaboración de puertas, contenedores, y forjados en hierro, que se encuentra ubicada vía Alaquez (Joseguango) junto a la Escuela Manuel J. Calle. (Sector Tandalivi), la distribución de estos productos se realiza de manera nacional, y el método de producción es mediante pedidos, la empresa cuenta con 39

empleados. Para llevar a cabo la elaboración de contenedores en la empresa se destinan 15 empleados para elaborar este producto, es por ello que cada procedimiento se realiza en diferentes áreas distribuidas de la siguiente manera:

5.1.1.1 Área de materia prima

Esta área está destinada para almacenar las láminas que serán empleadas en la elaboración de contenedores, es aquí donde se clasifican las láminas de acuerdo a sus medidas y sus características, además de ser el almacenamiento de láminas de puertas negras y galvanizadas acero inoxidable.

5.1.1.2 Guillotina y matricería

El área de guillotina y matricería está destinada al corte de láminas dependiendo el tamaño y su destino sea este el cuerpo del tambor o la tapa ya que sus dimensiones varían dependiendo su uso, el corte de tubos que servirán en la palanca o pedal del contenedor también es elaborado en esta área de trabajo.

5.1.1.3 Área de prensas

Esta área está destinada tanto a puertas como contenedores para definir y moldear el diseño que llevará la lámina, por lo general se utiliza el montacargas para el transporte de las láminas debido a que se suelen llevar varias láminas para el trabajo de prensado.

5.1.1.4 Área de ensamble

Esta área es empleada para el ensamble de las partes del contenedor especialmente el tambor y la tapa del contenedor, es ocupado por sueldas y los empleados tienen un lugar amplio para poder realizar las actividades de una manera eficaz.

5.1.1.5 Horno

Dicha área es implementada para pintar los contenedores y las puertas, esta área tiene un limitante de 3 contenedores como máximo y se demora alrededor de 90 minutos a una temperatura de 170 grados centígrados, para el caso de puertas se suelen utilizar grupos de 4 a 5 puertas para aumentar la velocidad del mismo.

5.1.1.6 Diseño y mecanizado

Aquí se procede a realizar las partes que van incorporadas en las ruedas del contenedor además de pines, tubos y pedales, esto gracias al torno y otras herramientas de trabajo.

5.1.1.7 Control de calidad

Tras realizar el ensamble del contenedor y sus partes se procede a inspeccionar el adecuado funcionamiento de las partes del contenedor y encontrar cualquier anomalía o falla que pueda presentar en su funcionamiento y su diseño.

5.1.1.8 Embalaje

Cuando un contenedor pasa el control de calidad se procede a colocar los diferentes sellos o logos establecidos en el pedido además de ajustar los procesos finales los cuales son la colocación del tapón del contenedor y el embalaje del mismo para su transporte posterior a su destino.

5.1.1.9 Embarque

Finalmente, tras haber aprobado cada uno de los procedimientos anteriores se procede a embarcar los contenedores con rumbo a su destino final ya sea este dentro o fuera de la ciudad con el respectivo transporte brindado por la propia empresa.

5.1.1.10 Proceso de elaboración

Para realizar un contenedor se realiza el siguiente procedimiento, para definirlos se realizan contenedores de 1100, 1300 y 2400 litros, bajo la modalidad de pedidos, esto se realiza mediante municipios u otras entidades para gestionar el sector de recolección de basura en los distintos sectores de las diferentes ciudades del Ecuador.

- Dimensionamiento y preparación de las láminas
- Transporte de la materia prima al área de guillotina y matricería
- Corte de las láminas
- Matricería
- Transporte de las láminas cortadas a la prensa

- Colocar las láminas en la prensa
- Prensar las láminas
- Extraer las láminas moldeadas en la prensa
- Transporte de las láminas moldeadas al área de ensamble
- Ensamble del cuerpo del contenedor (tambor)
- Ensamble de la tapa del contenedor
- Limpieza de los residuos provocados por la soldadura
- Transporte al área de pintura
- Colocar el producto en el horno
- Pintar en horno a 170°C
- Extraer las piezas pintadas
- Secado de piezas
- Transporte de piezas pintadas al área de ensamble
- Diseño de mecanizados
- Transporte de mecanizados al área de ensamble
- Ensamble final de todas las piezas
- Inspección del funcionamiento del contenedor (control de calidad)
- Colocar los logos correspondientes
- Se coloca un tapón en la parte inferior del contenedor
- Inspección final del funcionamiento del contenedor
- Embalar el contenedor para su posterior envío
- Embarque del contenedor

5.1.1.11 Layout

Para realizar el Layout de la empresa se procedió a realizar un reconocimiento de la instalación “INDUCE del Ecuador”, para conocer detalladamente las áreas en las que se elaboran los contenedores en su producción y posteriormente su venta, el mismo se llevará a cabo mediante la aplicación de AutoCAD y la ayuda de fotografías. (Ver Anexo A)

5.1.2 Elaboración de diagramas dentro de la línea productiva

5.1.2.1 Diagrama analítico

Para proceder a realizar el diagrama analítico es necesario identificar las operaciones y la adecuada secuencia que presentan los mismos para esto se aplicaran los siguientes elementos:

Tabla 5.1. Diagrama analítico.

Actividad	Símbolo-Elemento	Cantidad de operaciones
Operación		10
Transporte		9
Demora		4
Inspección		3
Almacenaje		2
Combinada		1

Con el diagrama terminado concluye que se obtienen un total de 29 actividades, con una distancia recorrida de 1415 metros, y un tiempo total de 732 min, en la elaboración de un contenedor, demostrando las dos líneas de producción principales que se manejan a la par. (Ver Anexo B)

5.1.2.2 Diagrama sinóptico

Para la elaboración de un diagrama sinóptico se recopila netamente las actividades definidas entre operaciones e inspecciones, debido a que son los puntos fundamentales en los que se pueden realizar acciones para identificar y disminuir la pérdida de tiempos.

Tabla 5.2. Diagrama sinóptico.

Actividad	Símbolo-Elemento	Cantidad
Operación		10
Inspección		4

Tras realizar el diagrama sinóptico se puede analizar en total el conjunto de 14 actividades distribuidas entre operaciones e inspecciones, generando un total de 641 minutos de proceso de elaboración de contenedores. (Ver Anexo C)

5.1.3 Estudio de tiempos y movimientos en los procesos productivos

El estudio de tiempos y movimientos permitirá identificar las principales actividades que significan potencialmente una demora en el proceso de elaboración de contenedores, esto además indicara la importancia de transportes y las pérdidas de tiempo en cada una de estas, para elaborar una adecuada redistribución de planta.

5.1.3.1 Diagrama bimanual

Para la elaboración de un diagrama bimanual es necesario identificar los diferentes elementos que componen el mismo, adicionalmente se realiza para ambos manos del operador para identificar un proceso más detallado del funcionamiento del mismo.

Tabla 5.3. Diagrama bimanual.

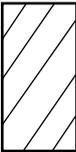
Actividad	Símbolo-Elemento	Cantidad de operaciones
Operación		48
Transporte		2
Demora		2

El estudio de tiempos llevado a cabo en el diagrama bimanual será realizado por cada área de trabajo, esto servirá para identificar el tiempo que emplea cada operador en la elaboración de un contenedor. (Ver anexo D)

5.1.3.2 Diagrama hombre - máquina

El diagrama hombre-máquina permitirá conocer la eficiencia de las máquinas de trabajo empleadas en la elaboración de contenedores en este caso la cortadora, prensa, horno, torno, determinando este proceso por los siguientes indicadores.

Tabla 5.4. Diagrama hombre - máquina.

Actividad	Símbolo-Elemento	Cantidad de operaciones
Tiempo Combinado		3
Tiempo independiente		15
Tiempo improductivo		22

Tras la aplicación y elaboración del diagrama hombre máquina obtendremos la eficiencia y el cálculo del tiempo de ciclo del proceso tomado en minutos, esta información nos permitirá plantear alternativas de solución y de mejorar el rendimiento de uso de las mismas. (Ver Anexo E)

5.1.3.3 Diagrama de Ishikawa

La información recolectada para elaborar el diagrama de Ishikawa se clasificará de la siguiente manera: (Ver Anexo F)

Mano de obra: Aquí se encontrarán ubicadas las fallas del operador por incumplimiento de normas y los posibles descuidos en los procesos, además de la falta de capacitación y experiencia de los mismos en ciertos tipos de actividades de producción.

Métodos: El supervisor asigna múltiples actividades a los operadores esto suele ocurrir por la falta de un adecuado sistema de planificación, además una inadecuada distribución de planta que podría cortar la continuidad en la línea de producción.

Materiales: En los procesos de producción se puede encontrar con la falta de materiales o herramientas en los puestos de trabajo, además de posibles fallas en mediciones o dimensionamientos de contenedores o ensambles defectuosos.

Maquinaria: Las fallas en las maquinarias es otro de los fallos comunes en las empresas industriales, esto puede ocurrir por las condiciones de uso que estas presentan o por la falta de mantenimiento y revisión de las mismas, sin embargo, también puede tener un factor de desgaste por la cantidad de años o uso de estas.

5.1.3.4 Diagrama de Pareto

Los datos obtenidos tienen base en los operadores, problemas y número de defectos identificados que son los siguientes:

Tabla 5.5. Problemas y número de defectos.

Áreas	Problema y número de defectos		
	Falta de planificación	Capacidad Insuficiente	Mala distribución de planta
Materia Prima	19	6	9
Guillotina y matricería	17	3	26
Prensas	12	3	5
Ensamble	38	14	14
Pintura	15	17	10
Diseño y mecanizado	20	9	9
Embalaje	16	10	4
Embarque	14	5	2

El análisis de primer nivel brinda los siguientes resultados:

Tabla 5.6. Pareto de primer nivel.

Pareto 1er. Nivel (problemas)			
Problema	Frecuencia	% Frecuencia	%F. Acumulada
Falta de planificación	151	50,84%	50,84%
Mala distribución de planta	79	26,60%	77,44%
Capacidad Insuficiente	67	22,56%	100,00%
Total	297		

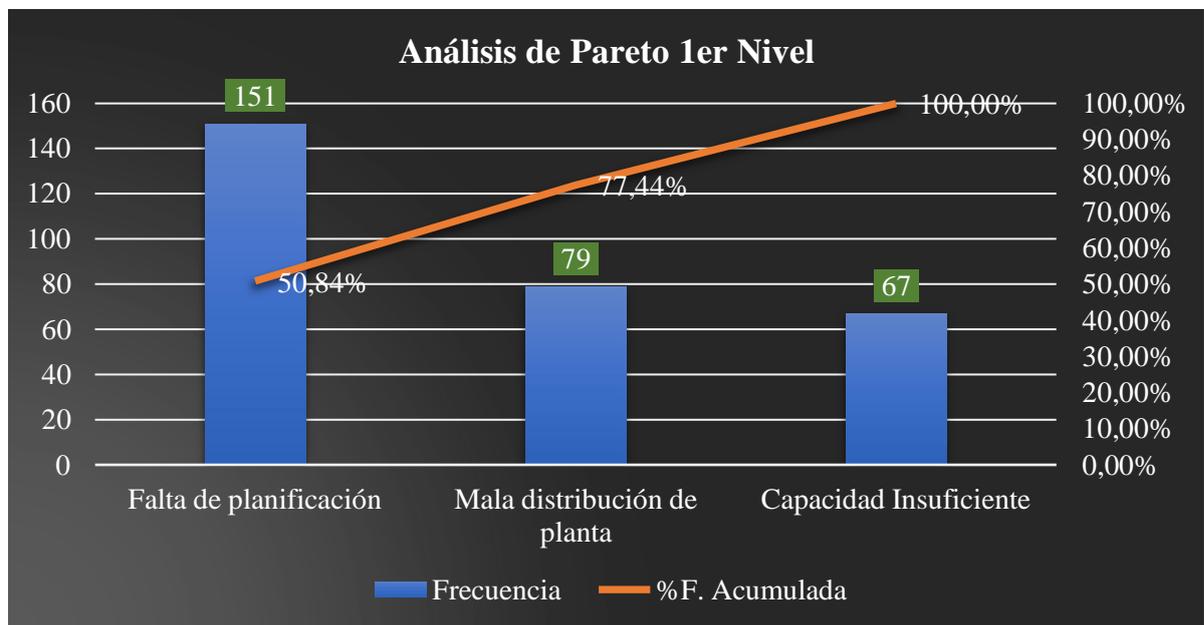


Figura 5.1. Análisis de Pareto primer nivel.

En este primer análisis de Pareto se observa de forma clara que el 50,84% de los problemas relacionados al proceso de la fabricación de contenedores en la fábrica Induce del Ecuador se debe a la falta de planificación, por lo que este es identificado como el problema VITA más relevante, en consecuencia, se desarrollará un Pareto de 2do nivel con el problema identificado y las áreas que involucra el proceso para identificar en cuál de ellas se presentan mayores fallas.

El análisis de segundo nivel brinda los siguientes resultados:

Tabla 5.7. Pareto de segundo nivel.

Pareto 2do. Nivel (problemas - áreas)			
Área	Frecuencia	% Frecuencia	%F. Acumulada
Ensamble	38	25,17%	25,17%
Diseño y mecanizado	20	13,25%	38,41%
Materia Prima	19	12,58%	50,99%
Guillotina y matricería	17	11,26%	62,25%
Embalaje	16	10,60%	72,85%
Pintura	15	9,93%	82,78%
Embarque	14	9,27%	92,05%
Prensas	12	7,95%	100,00%
TOTAL	151		

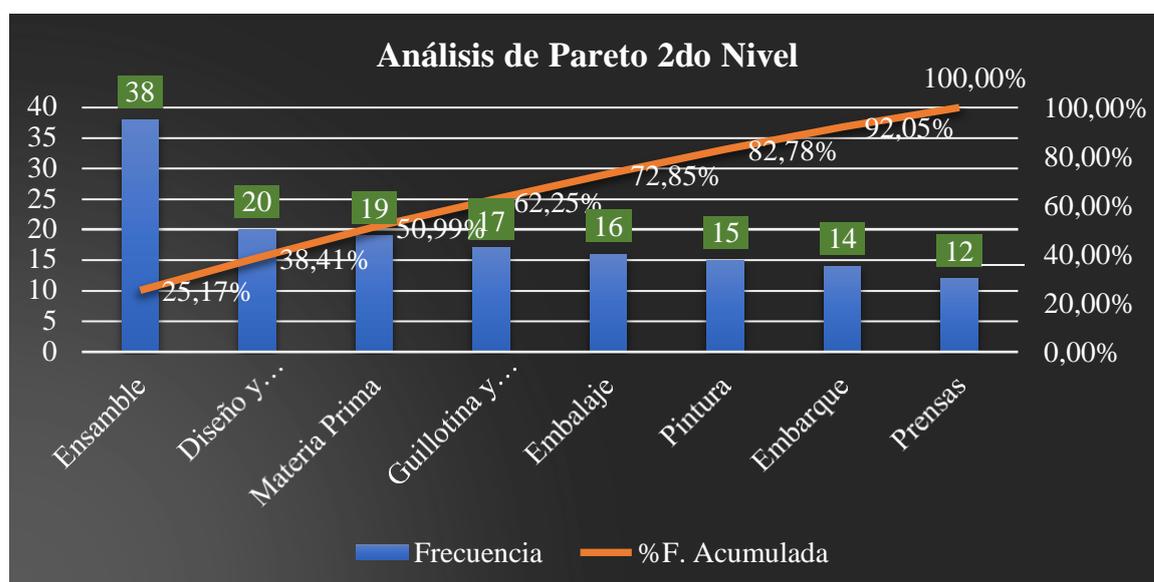


Figura 5.2. Análisis de Pareto segundo nivel.

En este 2do análisis enfocado al principal problema y a las áreas, se puede apreciar que la cantidad de problemas o defectos relacionados con la falta de planificación en la empresa Induce del Ecuador se da en el área de Ensamble, ya que este constituye el 25,17% del total de los problemas de este tipo.

5.1.3.5 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido actual se maneja mediante las siete áreas de trabajo, se puede identificar que el proceso cumple con varios procesos de trabajo que repiten las líneas de

trabajo lo que incrementa demoras y pérdidas de tiempo en el transporte del material entre áreas. (Ver Anexo G)

5.1.4 Estandarización de los procesos productivos, y calcular la eficiencia actual

5.1.4.1 Método Pert

Para elaborar el diagrama de Pert es necesario identificar el proceso mediante la toma de tiempos, en este caso se realizó mediante 3 muestras obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 5.8. Tabla de resumen de actividades.

CLAVE	ACTIVIDAD	COLOR	PREDECESORA	TIEMPO (min)
A	Materia Prima		-----	70,17
B	Guillotina y matricería		A	90,10
C	Prensas		B	79,98
D	Ensamble A		B,C	76,75
E	Diseño y Mecanizado		A	59,97
F	Pintura		D,E	114,61
G	Ensamble B		F	53,25
H	Control de Calidad		G	30,30
I	Embalaje		H	100,02
J	Embarque		I	45,24
				720,38

Mediante la recopilación de datos se obtiene que el tiempo estándar es de 720,38 min para la elaboración de un contenedor.

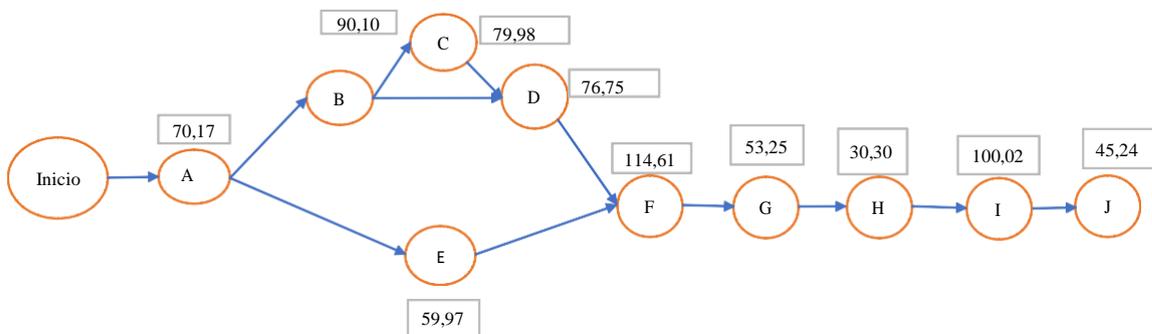


Figura 5.3. Método PERT.

5.1.4.2 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt se procederá a automatizar para que el mismo indique alertas en el caso de que el proceso de la línea de producción se encuentre con demoras, retrasos o con algún inconveniente al momento de elaborar el pedido de contenedores. (Ver Anexo H)

5.1.4.3 Análisis de tiempos

El análisis de tiempo se realiza por cada área, trabajando con una muestra de 3 tiempos en cada actividad y un promedio de estos del cual se obtendrá el 4% de suplementos, obteniendo los tiempos totales, mostrado en las siguientes tablas:

Tabla 5.9. Tiempos en materia prima.

Área: Materia prima							
N	PROCESO	MUESTRA (MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Dimensionamiento y preparación de las láminas	65,9	69,7	66,8	67,47	2,70	70,17
Tiempo Total del proceso :							70,17

Tabla 5.10. Tiempos en guillotina y matricería.

Área: Guillotina y matricería							
N	PROCESO	MUESTRA (MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Transporte de la materia prima al área de guillotina y matricería.	5,9	6,1	5,4	5,80	0,23	6,03
2	Corte de las láminas	67,2	67,1	66,9	67,07	2,68	69,75
3	Matricería	13,5	14,6	13,2	13,77	0,55	14,32
Tiempo Total del proceso:							90,10

Tabla 5.11. Tiempo en Prensas.

Área: Prensas							
N	PROCESO	MUESTRA (MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Transporte de las láminas cortadas a la prensa	3,2	3,4	4,1	3,57	0,14	3,71
2	Colocar las láminas en la prensa	5,9	6	6,6	6,17	0,25	6,41
3	Prensar las láminas	59,3	60,4	61,1	60,27	2,41	62,68
4	Extraer las láminas moldeadas en la prensa	6,7	7,1	6,9	6,90	0,28	7,18
Tiempo Total del proceso:							79,98

Tabla 5.12. Tiempo en ensamble.

Área: Ensamble							
N	PROCESO	MUESTRA (MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Transporte de las láminas moldeadas al área de ensamble	5,3	5,8	6,1	5,73	0,23	5,96
2	Ensamble del cuerpo del contenedor (tambor)	45,8	43,2	42,9	43,97	1,76	45,73
3	Ensamble de la tapa del contenedor	14,8	15,1	14,9	14,93	0,60	15,53
4	Limpieza de los residuos provocados por la soldadura	3,5	3,1	3,5	3,37	0,13	3,50
1	Transporte de piezas pintadas al área de ensamble	6,1	5,9	5,4	5,80	0,23	6,03
Tiempo Total del proceso :							76,75

Tabla 5.13. Tiempos en pintura.

Área: Pintura							
N	PROCESO	MUESTRA(MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Transporte al área de pintura	4,3	4,9	5,2	4,80	0,19	4,99
2	Colocar el producto en el horno	3,2	3,6	4,1	3,63	0,15	3,78
3	Pintar en horno a 170°C	81,5	80,9	81	81,13	3,25	84,38
4	Extraer las piezas pintadas	4,1	3,7	3,9	3,90	0,16	4,06
5	Secado de piezas	17,6	16,5	16,1	16,73	0,67	17,40
Tiempo Total del proceso:							114,61

Tabla 5.14. Tiempos de diseño y mecanizado.

Área: Diseño y mecanizado							
N	PROCESO	MUESTRA(MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Diseño de mecanizados	55,6	56,8	54,9	55,77	2,23	58,00
2	Transporte de mecanizados a ensamble	2,1	1,9	1,7	1,90	0,08	1,98
Total del proceso:							59,97

Tabla 5.15. Tiempos ensamble final.

Área: Ensamble final							
N	PROCESO	MUESTRA (MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Ensamble final de todas las piezas	51,05	52,5	50	51,20	2,05	53,25
Tiempo Total del sub proceso:							53,25

Tabla 5.16. Tiempos de Inspección.

Inspección							
N	PROCESO	MUESTRA(MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Inspección del funcionamiento del contenedor (control de calidad)	29,7	29	28,7	29,13	1,17	30,30
Tiempo Total de la actividad:							30,30

Tabla 5.17. Tiempo de embalaje.

Área: Embalaje							
N	PROCESO	MUESTRA(MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Colocar los logos correspondientes	15,8	15,2	15,3	15,43	0,62	16,05
2	Se coloca un tapón en la parte inferior del contenedor	16	15,59	15,2	15,60	0,62	16,22
3	Inspección final del funcionamiento del contenedor	15,12	15,28	15,13	15,18	0,61	15,78
4	Embalar el contenedor para su posterior envío	50,33	49,55	50,01	49,96	2,00	51,96
Tiempo Total del proceso :							100,02

Tabla 5.18. Tiempo de embarque.

Área: Embarque							
N	PROCESO	MUESTRA(MIN)			TIEMPO RECOLECTADO	SUPLEMENTOS (4%)	TIEMPO TOTAL
		1	2	3			
1	Embarque del contenedor	43,6	43,9	43	43,50	1,74	45,24
Tiempo Total de la actividad:							45,24

Después de este análisis, realizamos la tabla de resumen en la cual se toma en cuenta los subprocesos con sus tiempos totales:

Tabla 5.19. Tabla de resumen de tiempos.

TABLA DE RESUMEN DE LOS SUB-PROCESOS PARA LA FABRICACION DE CONTENEDORES DE BASURA			
N	PROCESO	TIEMPO TOTAL (Min)	TIEMPO TOTAL (Horas)
1	Materia Prima	70,17	1,169
2	Guillotina y matricería	90,10	1,502
3	Prensas	79,98	1,333
4	Ensamble A	76,75	1,279
5	Pintura	114,61	1,910
7	Diseño y mecanizado	59,97	1,000
8	Ensamble B	53,25	0,887
9	Inspección	30,30	0,505
10	Embalaje	100,02	1,667
11	Embarque	45,24	0,754
TIEMPO TOTAL=		720,38	12,01

Después de haber realizado el muestreo de tiempos en el proceso de fabricación de contenedores de basura, observamos que el proceso tiene una duración aproximada de 12 horas, es decir, se realiza 1 contenedor en 1 día y medio, también podemos deducir que el subproceso que más tarda en ser ejecutado es el de ensamble, donde se deberá llevar a cabo medidas correctivas para reducir o eliminar la cantidad de tiempo que existe en ese punto.

5.1.4.4 Indicadores de productividad

Con la información obtenida mediante la recolección de datos y su respectivo análisis, se tiene los siguientes datos iniciales para calcular nuestros indicadores iniciales:

Tabla 5.20. Datos iniciales para cálculo.

Horas trabajadas	8	h
Días laborables	5	días
Almuerzo	45	min
Reunión	10	min
Otros	10	min
Tiempo Productivo	415	min
Tiempo act. Auxiliares	10	min
Número trabajadores	39	trabajadores
Trabajadores contenedores	15	trabajadores

También tomaremos en cuenta la capacidad instalada respecto a los datos obtenidos en los tiempos de trabajo diario, dado por los siguientes datos:

Tabla 5.21. Datos diarios de trabajo.

Unidades	Tiempo (Días)			
10	15		1,5	días
Tiempo por unidad	720	min/unidad	12	horas
Unidades al día	0,67	u/día		
Unidades defectuosas	1,00	unidad/100		
Capacidad disponible	480	min / día		

Finalmente se obtuvieron los siguientes datos iniciales:

Tabla 5.22. Cálculos iniciales.

	INDICADOR	NUMERADOR	DENOMINADOR	RESULTADO	
PLANTA EN GENERAL (CONTENEDORES)	Capacidad eficiente	Capacidad disponible	Tiempo de fabricación por unidad	0,67	u/día
		480	720		
	Capacidad Efectiva	Capacidad disponible - Tiempo para act. Auxiliares	Tiempo de fabricación por unidad	0,65	u/día
		470	720		
	Capacidad Real	Capacidad disponible - Tiempo para act. Auxiliares - Tiempo improductivo	Tiempo de fabricación por unidad	0,56	u/día
		405	720		
	Utilización	Capacidad Real	Capacidad eficiente	84,38%	
		0,56	0,67		
	Eficiencia	Capacidad Real	Capacidad Efectiva	86,17%	
		0,56	0,65		
	Productividad	Unidades producidas	Insumos x # Empleados	0,004 69	Unidades / emp. H
		0,56	120		
	Calidad	Unidades producidas - unidades rechazadas	Unidades producidas	99,00%	
		0,5569	0,56		
	Tasa de Rechazo	Unidades rechazadas	Unidades producidas	1%	
		0,0056	0,56		
Utilización Mano de obra	Tiempo productivo	Tiempo total	86,46%		
	415	480			
Tiempo improductivo	Número H-H perdidas	Tiempo Total	15,63%		
	75	480			

Tabla 5.23. Resumen de utilización.

Área	Tiempo estimado	Tiempo de fabricación por unidad	% utilizado de tiempos	Tiempo productivo	Tiempo total	Utilización
Materia Prima	70	720	9,72%	60	70	85,71%
Guillotina y matricería	90	720	12,50%	80	90	88,89%
Prensa	80	720	11,11%	65	80	81,25%
Embalaje	100	720	13,89%	85	100	85,00%
Pintura	115	720	15,97%	95	115	82,61%
Diseño y mecanizado	60	720	8,33%	50	60	83,33%
Control de calidad	30	720	4,17%	25	30	83,33%
Ensamblaje	130	720	18,06%	105	130	80,77%
Embarque	45	720	6,25%	40	45	88,89%

Para un mejor entendimiento se procede a realizar gráficas que representen los datos obtenidos mediante la tabla de resumen:

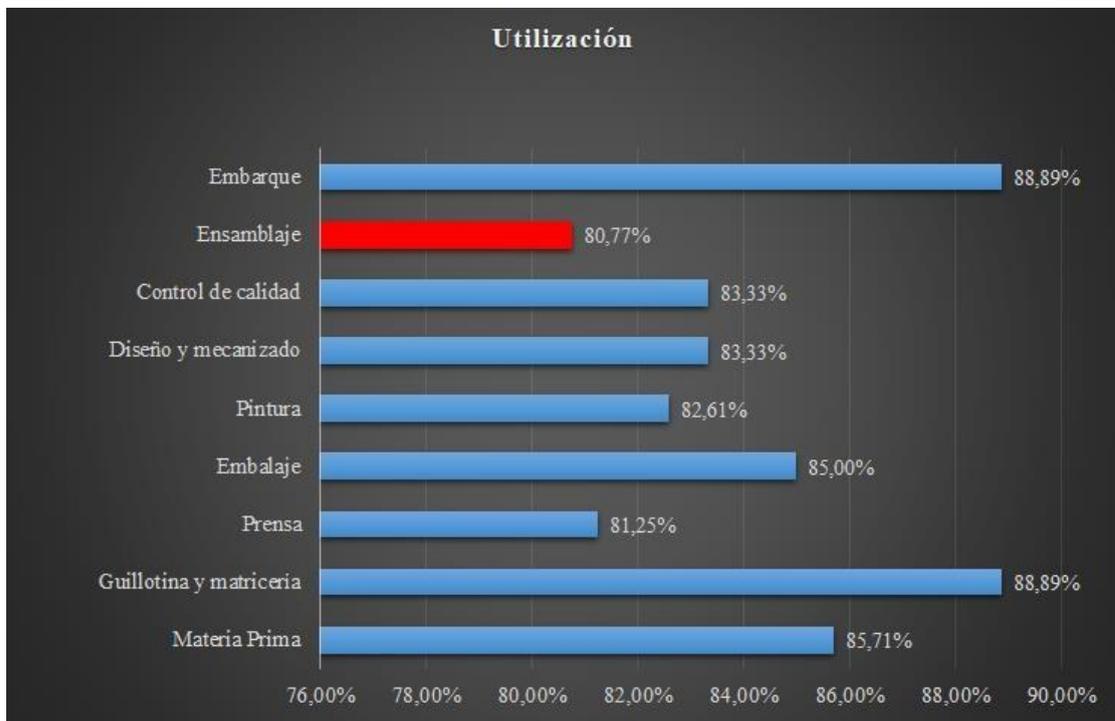


Figura 5.4. Utilización.

Mediante esta gráfica se puede identificar la utilización de cada área de trabajo resaltado que en el área de ensamble es donde existe un menor índice de utilización lo que demuestra la razón de ser la actividad que ocupa una mayor cantidad de tiempo en el proceso de elaboración de contenedores.

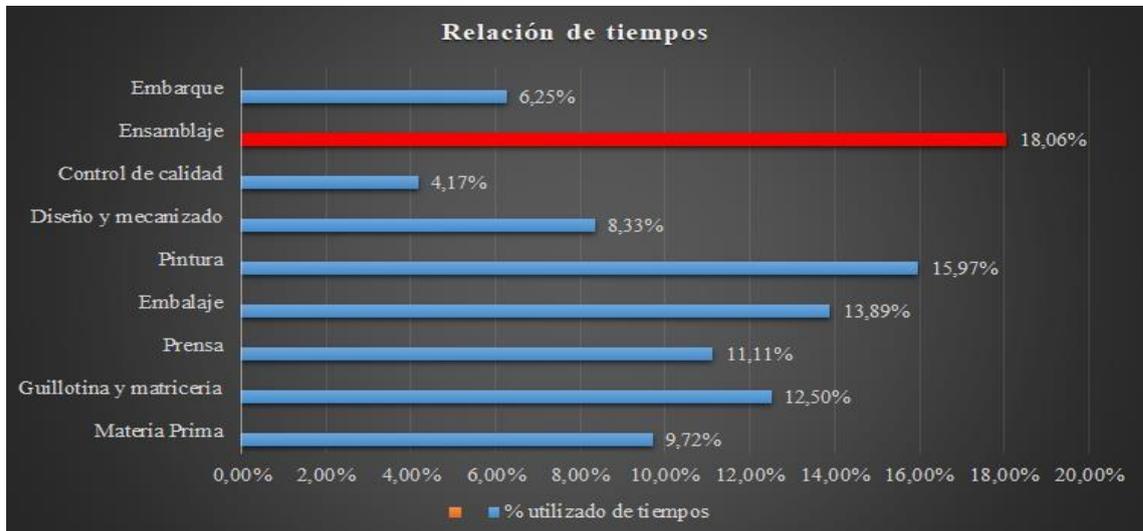


Figura 5.5. Relación de tiempos.

Al hablar de relación de tiempos se toma en cuenta el tiempo total de elaboración de un contenedor que es en este caso 720 minutos, y cuánto de este tiempo abarca cada área de trabajo este dato es importante ya que son los datos que se demostrarán durante la simulación.

Tras el adecuado estudio, recopilación de información y el cálculo de los indicadores de producción demostrando que uno de los principales problemas que presenta la empresa en la elaboración de contenedores es la falta de un sistema de planificación y control de la producción, ya que muchas de las actividades que generan dichas pérdidas abarcan el solicitar información, búsqueda de herramientas, entre otras, con esta información se plantean alternativas de solución que permitan elevar el nivel de los indicadores de producción.

5.2 DEFINIR LOS INDICADORES DE PRODUCCION ACTUALES POR MEDIO DE LA INFORMACION RECOPIlada PARA LA PROPUESTA DE CAMBIO EN LOS METODOS DE TRABAJO

En este punto se identificarán y se plantean alternativas de solución con respecto al estudio realizado acerca de la situación actual de la empresa, con los problemas ya analizados las

correcciones se plantean como métodos de trabajo que permitan incrementar los indicadores de producción acercándose más al objetivo general del proyecto.

5.2.1 Análisis de los métodos de trabajo que causan demoras en los procesos.

Tras el estudio de tiempos y movimientos realizados en la fábrica INDUCE del Ecuador se puede identificar los procesos o actividades que generan una mayor demora o retraso en la elaboración de contenedores, estas serán recopiladas mediante una tabla de información, para obtener una información más detallada la misma operación, se tomarán tiempos a 4 operadores para obtener un resultado más confiable.

Tabla 5.24. Demoras en el proceso de trabajo.

Actividad/Operador	INDUCE DEL ECUADOR				Total
	TIEMPO (MIN)				
	O1	O2	O3	O4	
Solicitar información al supervisor	4	7	5	6,3	5,575
Solicitar herramientas en la bodega	9	8	7,2	9,3	8,375
Búsqueda de herramientas	10	11	8,5	7,45	9,2375
Traslado entre áreas	10	7	8	9,5	8,625
Reunión diaria actividades	14,8	14	15	16	14,95
Traslado del material	15	13	12,5	11	12,875
					60

Por lo que se toma en cuenta que aplicando los métodos de trabajo se pueden reducir aproximadamente 60 minutos en el proceso de elaboración de contenedores en la empresa lo que significa una reducción de 720 a 660 minutos para culminar con el pedido esto representa una reducción del 10% aproximadamente en la elaboración.

Es con esta nueva información que se procederá a realizar y calcular los indicadores de producción, así como la elaboración de un sistema de planificación y control de la producción, que permita mantener el registro de esta información para cumplir con los estándares planificados.

5.2.2 Propuesta de nuevos métodos de trabajo

Como solución a los problemas dentro de los procesos productivos en la fabricación de contenedores, se planteará las siguientes soluciones:

- Reducción de tiempos improductivos y demoras
- Elaboración de un Sistema Planificación y Control mensual
- Propuesta de Redistribución de planta (Ver Anexo I)

Para la redistribución de planta se realizará en un horario fuera de trabajo, es decir; en jornadas de hora extra, de acuerdo a lo mencionado en el Art 55 del Código de Trabajo, con su correspondiente porcentaje de recargo. Para esta actividad se requerirá de 5 operadores con la guía del supervisor debido a que el cambio no conlleva necesidad de uso de maquinaria pesada para el transporte de máquinas, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 5.25. Presupuesto de redistribución.

Salario Mensual Operador	\$400
Valor*Hora	\$1,66
Costo de redistribución	\$
N° Horas extras	3
Valor *Hora	\$1,66
Recargo Cod.Trabajo*hora	2
N° Empleados	5
TOTAL	\$49,80
Salario Mensual Supervisor	\$600
Valor*Hora	\$3,00
Costo de redistribución	\$
N° Horas extras	3
Valor *Hora	\$3,00
Recargo Cod.Trabajo*hora	2
N° Empleados	1
TOTAL	\$18,00
REDISTRIBUCION TOTAL	\$67,80

Posteriormente con los datos obtenidos de este proceso, se realizará el cálculo de los indicadores de producción, en el que se demostrará el cambio creciente en estos factores.

5.2.3 Estandarización de los procesos con la incorporación de los nuevos métodos

Con la reducción de tiempos planteada y con ayuda de la adecuada redistribución de planta procedemos a obtener valores de tiempo por unidad, así como de las unidades que se pueden fabricar diariamente, mediante lo cual se obtendrían los siguientes datos:

Tabla 5.26. Estandarización de procesos.

Unidades	Tiempo (Días)			
10	11,33		1,33	días
Tiempo por unidad	660	min/unidad	9,06	horas
Unidades al día	0,88	u/día		
Unidades defectuosas	1,00	unidad/100		
Capacidad disponible	480	min / día		

De esta forma es evidente el incremento de la producción por contenedor y la reducción de días de trabajo, obteniendo un incremento en los principales indicadores de productividad, con los nuevos datos aplicados, se pueden modificar los datos y obtener los nuevos resultados tras la aplicación y uso del sistema de planificación y control de la producción.

5.2.4 Calcular la eficiencia de la producción con los métodos mejorados.

Los indicadores de producción generales de la empresa se modifican y aumentan con la reducción de tiempos, sin embargo, un rezago más de tiempo es modificado debido a la redistribución de planta, y que mediante el sistema de planificación y control de la producción se eviten las pérdidas de tiempo en solicitar herramientas, o pedir información al supervisor y traslados entre áreas y de materiales.

Tabla 5.27. Cálculos con método mejorados.

	INDICADOR	NUMERADOR	DENOMINADOR	RESULTADO	
PLANTA EN GENERAL (CONTENE DORES)	Capacidad eficiente	Capacidad disponible	Tiempo de fabricación por unidad	0,73	u/día
		480	660		
	Capacidad Efectiva	Capacidad disponible - Tiempo para act. Auxiliares	Tiempo de fabricación por unidad	0,71	u/día
		470	660		
	Capacidad Real	Capacidad disponible - Tiempo para act. Auxiliares - Tiempo improductivo	Tiempo de fabricación por unidad	0,69	u/día
		455	660		
	Utilización	Capacidad Real	Capacidad eficiente	94,79%	
		0,69	0,73		
	Eficiencia	Capacidad Real	Capacidad Efectiva	96,81%	
		0,69	0,71		
	Productividad	Unidades producidas	Insumos x # Empleados	0,00574	Unida des / emp. H
		0,69	120		
	Calidad	Unidades producidas - unidades rechazadas	Unidades producidas	99,19%	
		0,6838	0,69		
	Tasa de Rechazo	Unidades rechazadas	Unidades producidas	1%	
		0,0069	0,69		
Utilización Mano de obra	Tiempo productivo	Tiempo total	96,88%		
	465	480			
Tiempo improductivo	Número H-H perdidas	Tiempo Total	3,79%		
	25	660			

Tabla 5.28. Cálculos de utilización mejorada.

Área	Tiempo estimado	Tiempo de fabricación por unidad	% Utilizado de tiempos	Tiempo productivo	Tiempo total	Utilización
Materia Prima	70	660	10,61%	60	70	85,71%
Guillotina y matricería	80	660	12,12%	70	80	87,50%
Prensa	80	660	12,12%	70	80	87,50%
Embalaje	80	660	12,12%	70	80	87,50%
Pintura	115	660	17,42%	95	115	82,61%
Diseño y mecanizado	50	660	7,58%	45	50	90,00%
Control de calidad	30	660	4,55%	25	30	83,33%
Ensamblaje	110	660	16,67%	95	110	86,36%
Embarque	45	660	6,82%	40	45	88,89%



Figura 5.6. Utilización de tiempos.

De esta forma se demuestra que se eliminan los tiempos improductivos por actividad elevando la utilización de máquinas en la elaboración de contenedores, sin embargo, debido a la

limitación de la capacidad del horno para incrementar la velocidad de trabajo el porcentaje se mantiene de la misma forma.

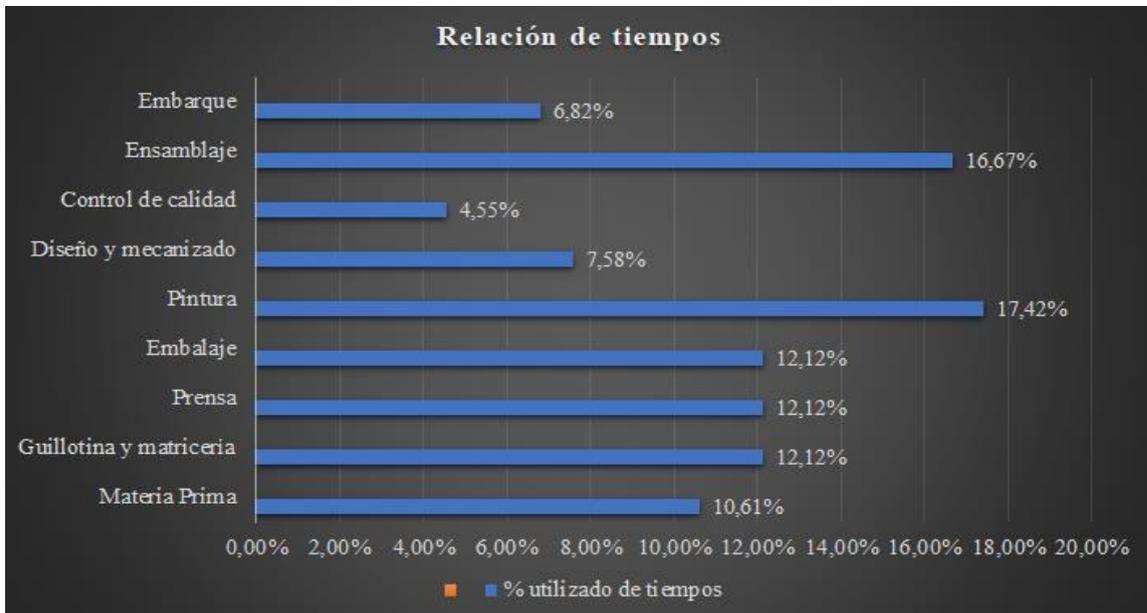


Figura 5.7. Relación en tiempos.

La relación de tiempos representa un punto fundamental en la demostración de resultados mediante la simulación de Promodel, dichos datos servirán para demostrar la veracidad de los resultados obtenidos durante la investigación y el cálculo de valores realizado, convirtiendo de igual manera al horno en el punto de mayor demora en el proceso productivo.

El objetivo de incrementar los indicadores de producción es alcanzable al aplicar los métodos de trabajos que fueron planteados de esta forma se procederá a la elaboración de un sistema de planificación y control de la producción con los datos y cálculos obtenidos de esta manera se garantizará el resultado esperado con la adecuada planificación de actividades.

5.3 PROPONER UN SISTEMA DE PLANIFICACION MENSUAL CONFIABLE PARA LA VERIFICACION DE LA GESTION EFICIENTE DE LA PRODUCCION

El desarrollo de este objetivo partirá de la elaboración de un sistema de datos que tendrá todos aquellos implementos necesarios para el desarrollo de una actividad y será el punto de partida para nuestro inventario inicial, en este se tendrá todos los datos con lista desplegable, luego se determinara los cálculos de indicadores para un aproximado de 200 contenedores ya que este

es el valor máximo de pedidos que la empresa ha tenido. Se presentará el sistema de planificación y control el cual estará automatizado mediante una tabla de control en el que se puede ingresar los datos, y su control será mediante alarmas en los días planificados, la tabla de control o cálculos representará todos los datos del sistema actuando mediante un código inicial, así como también representaremos la simulación del proceso en Promodel, obteniendo los indicadores de productividad y comparándolos a los reales.

5.3.1 Elaboración del plan mensual de producción de la empresa

La elaboración de este plan mensual parte de realizar una base de datos con todos los implementos necesarios a utilizar para cada actividad, en donde resultan los siguientes ítems:

Tabla 5.29. Resumen de actividades.

COD	ACTIVIDADES	N° OPERADORES	ÁREA	MAQUINAS - HERRAMIENTA	INICIO DEL PLAN	DURACIÓN DEL PLAN
1	Dimensionamiento y preparación de las láminas	2	Materia Prima	Metro, Escuadras	1	3
2	Transporte de la materia prima al área de guillotina y matricería	1	Guillotina y Matriceria	Montacargas	1	1
3	Corte de las láminas	2	Guillotina y Matriceria	Cortadora	3	2
4	Matricería	1	Guillotina y Matriceria	Dobladora	5	2
5	Transporte de las láminas cortadas a la prensa	1	Prensas	Montacargas	7	1
6	Colocar las láminas en la prensa	1	Prensas	Prensa	7	2
7	Prensar las láminas	1	Prensas	Prensa	7	2
8	Extraer las láminas moldeadas en la prensa	1	Prensas	Prensa, Montacargas	7	2
9	Transporte de las láminas moldeadas al área de ensamble	1	Ensamble	Montacargas	9	1
10	Ensamble del cuerpo del contenedor (tambor)	6	Ensamble	Suelda	10	3
11	Ensamble de la tapa del contenedor	2	Ensamble	Suelda	10	3
12	Limpieza de los residuos provocados por la soldadura	1	Ensamble	Espátula	13	1
13	Transporte al área de pintura	1	Pintura	Montacargas	13	1

Continuación

Tabla 5.30. Resumen de actividades 2.

14	Colocar el producto en el horno	2	Pintura	Lámina Transportadora, Pinza	13	1
15	Pintar en horno a 170°C	1	Pintura	Horno	13	11
16	Extraer las piezas pintadas	1	Pintura	Lámina Transportadora, Pinza	13	11
17	Secado de piezas	1	Pintura		13	11
18	Transporte de piezas pintadas al área de ensamble	1	Ensamble	Montacargas	15	1
19	Diseño de mecanizados	3	Diseño y Mecanizado	Torno	14	4
20	Transporte de mecanizados al área de ensamble	1	Diseño y Mecanizado	Gaveta	23	1
21	Ensamble final de todas las piezas	6	Ensamble	Suelda	24	3
22	Inspección del funcionamiento del contenedor (control de calidad)	2	Control de Calidad	Hoja de Control	24	1
23	Colocar los logos correspondientes	4	Embalaje	Sellos	27	1
24	Se coloca un tapón en la parte inferior del contenedor	2	Embalaje	Llave inglesa	27	1
25	Inspección final del funcionamiento del contenedor	2	Embalaje	Hoja de Control	28	1
26	Embalar el contenedor para su posterior envío	5	Embalaje	Cinta de embalaje	28	1
27	Embarque del contenedor	4	Embarque	Montacargas	29	1

Luego tendremos el desarrollo de los cálculos de indicadores para un número total de 200 contenedores ya que es el máximo de pedidos que ha realizados en la empresa, en la siguiente tabla se muestra los 3 primeros y los 3 últimos cálculos como un ejemplo a lo que se realizará:

Tabla 5.31. Ejemplo de cálculo de indicadores.

Número de contenedores	10	20	30	198	199	200
Minutos por contenedor	6600	13200	19800	130680	131340	132000
Tiempo. Act. Auxiliares	100	200	300	1980	1990	2000
Horas al día	80	160	240	1584	1592	1600
Tiempos improductivos	150	300	450	2970	2985	3000
Capacidad disponible	4800	9600	14400	95040	95520	96000
Días	13,75	27,5	41,25	272,25	273,625	275
Horas	110	220	330	2178	2189	2200
Minutos	6600	13200	19800	130680	131340	132000
Capacidad Eficiente	72,7%	72,7%	72,7%	72,7%	72,7%	72,7%
Capacidad Efectiva	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%	71,2%
Capacidad Real	68,9%	68,9%	68,9%	68,9%	68,9%	68,9%
Utilización	94,8%	94,8%	94,8%	94,8%	94,8%	94,8%
Eficiencia	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%	97,9%
Tiempos improductivos	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Fecha de inicio	14/6/2021	14/6/2021	14/6/2021	14/6/2021	14/6/2021	14/6/2021
Fecha de finalización	30/6/2021	20/7/2021	17/8/2021	6/7/2022	7/7/2022	11/7/2022

A continuación se realiza listas desplegables de estos datos y de los cálculos que tenemos del número de contenedores este será nuestro inventario:

Tabla 5.32. Base de datos indicadores.

N° CONTE NEDOR ES	N° DÍAS	CAP. EFICIENTE	CAP. EFECTIVA	CAP. REAL	UTILIZACION	EFICIE NCIA	FECHA INICIO	FECHA FIN
132	181,5	72,7%	71,2%	69%	94,8%	97,9%	14/6/2021	15/6/2021

Después se dará el formato al sistema de planificación mensual por actividades en el cual se tendrá el inicio y duración de cada una de ellas así como su inicio y duración real, para el

control de cada actividad se tendrá una pestaña que muestra el estado de la actividad en donde respecto a los días se mostrará una alarma, así con estos tiempos se irá mostrando el progreso mediante barras, este sistema de planificación será completado mediante nuestra tabla de control inicial.

5.3.2 Diseño de un sistema de planificación y control informatizado

La tabla de control inicial es desarrollada mediante macros y el apoyo de la Herramienta Visual Basic de Excel, en la tabla principal tenemos un panel de control de todo nuestro sistema y tiene 4 botones con diferente función. El primero; “Nuevo” es un botón de reinicio que permite que el sistema regrese al estado inicial. El segundo; “Búsqueda” tiene por función completar los campos de actividad, área, número de operadores, máquinas - herramienta, actuando con el código de cada actividad. El tercero “Cálculos” determinará el valor de cada indicador respecto al número de contenedores que se demanden, indicará los niveles de producción que se esperarán en el proceso, y finalmente brindará una fecha de inicio y entrega del pedido. El cuarto; “Registro Automático” hará que todos los datos mostrados en este panel se registren en nuestro sistema de planificación.

ELABORACIÓN DE CONTENEDORES			
CÓDIGO (1-27)	<input type="text"/>	Nº OPERADORES	<input type="text"/>
ACTIVIDADES	<input type="text"/>	MAQUINA-HERRAMIENTA	<input type="text"/>
ÁREA	<input type="text"/>	FECHA DE ENTREGA	<input type="text"/>
FECHA DE INICIO	<input type="text"/>	Nº CONTENEDORES	<input type="text"/>
Nº DÍAS	<input type="text"/>	CAP.EFICIENTE	<input type="text"/>
CAP.EFECTIVA	<input type="text"/>	CAP.REAL	<input type="text"/>
UTILIZACIÓN	<input type="text"/>	EFICIENCIA	<input type="text"/>

NUEVO
BÚSQUEDA
CÁLCULO
REGISTRO AUTOMÁTICO

Figura 5.8. Tabla de control.

5.3.3 Validación del sistema

Para demostrar que nuestro sistema de planificación se desenvuelve de manera correcta se muestra un ejemplo del mismo.

1.- Ingresar el código de la actividad y presionar la tecla **Búsqueda**. Se mostrará los siguientes apartados:

ELABORACIÓN DE CONTENEDORES			
CÓDIGO (1-27)	1	Nº OPERADORES	2
ACTIVIDADES	Dimensionamiento y preparación de las láminas	MAQUINA-HERRAMIENTA	Metro, Escuadras
ÁREA	Materia Prima	FECHA DE ENTREGA	
FECHA DE INICIO		Nº CONTENEDORES	
Nº DÍAS		CAP.EFICIENTE	
CAP.EFFECTIVA		CAP.REAL	
UTILIZACIÓN		EFICIENCIA	

NUEVO BÚSQUEDA CÁLCULO REGISTRO AUTOMÁTICO

Figura 5.9. Función del botón “Búsqueda”.

2.- Respecto a la demanda colocar el número de contenedores que se desea fabricar, dar clic en el botón **Cálculo**, automáticamente tendremos el valor de cada uno de los indicadores de productividad y las fechas de entrega estimadas del producto.

ELABORACIÓN DE CONTENEDORES			
CÓDIGO (1-27)	1	Nº OPERADORES	2
ACTIVIDADES	Dimensionamiento y preparación de las láminas	MAQUINA-HERRAMIENTA	Metro, Escuadras
ÁREA	Materia Prima	FECHA DE ENTREGA	26/7/2021
FECHA DE INICIO	14/6/2021	Nº CONTENEDORES	22
Nº DÍAS	30,25	CAP.EFICIENTE	72,73%
CAP.EFFECTIVA	71,21%	CAP.REAL	69%
UTILIZACIÓN	94,79%	EFICIENCIA	97,92%

NUEVO BÚSQUEDA CÁLCULO REGISTRO AUTOMÁTICO

Figura 5.10. Función del botón “Cálculo”.

- 3.- Dar clic en el botón **Registro automático**, para que los datos sean registrados en el Sistema de Planificación.
- 4.- Si se desea trabajar con otro código, dar clic en el botón **Nuevo**.
- 5.- En las funciones **Búsqueda**, **Cálculo** y **Registro automático** se muestran cuadros de información de acuerdo a la acción realizada.

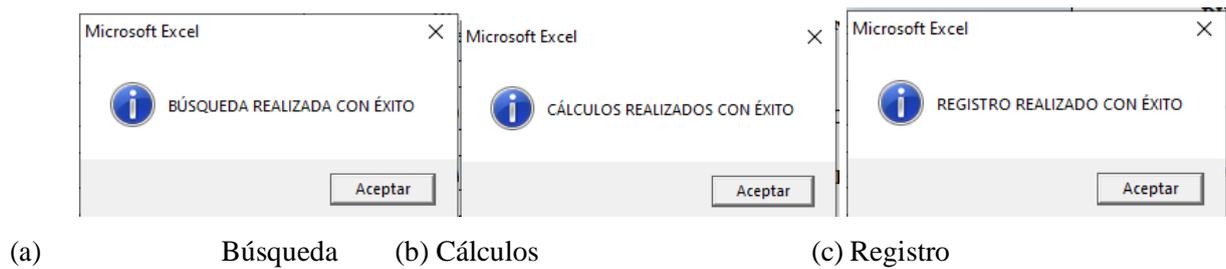


Figura 5.11. Cuadros de Información.

Al presionar el botón de registro automático se accede a una pestaña donde se puede apreciar la siguiente información (Ver Anexo J):

En el sistema de planificación se puede identificar las actividades que conlleva la elaboración de un contenedor, la duración del mismo ideal para un periodo de tiempo de un mes, además la duración real misma que será modificada por el supervisor a cargo en caso de existir un adelanto o un retraso en la elaboración de una actividad.

El siguiente campo es representado por el estado de la actividad esto significa que se mostrará una alerta indicando los días que faltan para completar la actividad, en caso de tener un retraso la alerta indicará el tiempo en días de retraso que representa, este campo está realizado con un máximo de 3 días en la elaboración de las actividades en caso de superarse este tiempo límite se considerará como un error en la actividad.

En la pantalla principal se define el periodo de entrega del pedido realizado, esto tomando en cuenta los días laborables es decir de lunes a viernes, además se incluye una restricción en caso de los días feriados ya que estos no se toman en cuenta, esto funciona de manera similar a la duración en días con una planificación ideal y real.

Finalmente se encuentran dos campos en los que se identifican el porcentaje completado y la eficiencia de las actividades estas funcionan de la manera establecida con la duración ideal y la duración real, en caso de sobrepasar el tiempo establecido la eficiencia disminuirá debido a que se elevará la duración en días.

Gracias al diagrama de Gantt se puede dibujar la acción de actividades en días, la duración ideal se encontrará señalada en manera de barras, mientras que al ir completando cada actividad se pintara cada cuadro que en esta ocasión hace referencia a los días de trabajo para tener un control visual del estado de elaboración de las actividades.

De esta forma se encuentra diseñado el sistema de planificación y control en la producción de contenedores, los datos pueden ser modificados debido al periodo de tiempo que se pretenda diseñar o la cantidad del pedido, cumpliendo de esta manera evitar pérdidas de tiempos en

solicitar materiales, transportes, y otras actividades que generaban demoras en la elaboración de contenedores.

5.3.4 Simulación del sistema

Tras obtener los datos brindados por el sistema de control de la producción es necesario comprobar si los resultados se cumplen al simularlo en un proceso industrial de la elaboración de contenedores, para esto se tomarán los tiempos establecidos con la adecuada corrección de pérdidas de tiempos tras la elaboración del estudio de tiempos y movimientos y la redistribución de planta.

Este proceso se realizará mediante la aplicación de la herramienta de simulación industrial “ProModel” ya que en esta aplicación se podrá comprobar la veracidad de los resultados arrojados tras el diseño del sistema de planificación y control de la producción, las simulaciones se realizarán de acuerdo al número de horas detalladas por el sistema.

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMS...	Estadist	Reglas...
	Loc1	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	MATERIA_PRIMA	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	GUILLOTINA_Y_MATRICERIA	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	PRENSA	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	HORNO	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	DISEÑO_Y_MECANIZADO	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	ENSAMBLAJE	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	CONTROL_DE_CALIDAD	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	EMBALAJE	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo
	EMBARQUE	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo

Figura 5.12. Entidades.

Para llevar a cabo este procedimiento es necesario diseñar el esquema de las nueve áreas de trabajo de la empresa, esto se realizará en la pestaña de locación donde se ubican dichos espacios de trabajo, en el procedimiento se detalla la cantidad de tiempos que se demora en cada área la elaboración de un contenedor, la frecuencia de la misma será detallada acorde al tiempo de elaboración por unidad de contenedor. Para lograr obtener que la simulación cumpla las condiciones establecidas por el sistema de planificación y control de la producción se debe ocupar una frecuencia exponencial de 660 min lo que en teoría es lo que se demora en elaborar un contenedor con una cantidad de arribo de una unidad.

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia
CONTENEDOR	Loc1	(1)	0	INF	e (660) min

Figura 5.13. Locaciones.

Entidad...	Locación...	Operación...	Blk	Salida...	Destino...	Regla...
CONTENEDOR	Loc1			CONTENEDOR	MATERIA_PRIMA	FIRST 1
CONTENEDOR	MATERIA_PRIMA	Wait (70) min				
CONTENEDOR	GUILLOTINA_Y_MATRICERIA	Wait (80) min				
CONTENEDOR	PRENSA	Wait (80) min				
CONTENEDOR	HORNO	Wait (115) min				
CONTENEDOR	DISEÑO_Y_MECANIZADO	Wait (50) min				
CONTENEDOR	ENSAMBLAJE	Wait (110) min				
CONTENEDOR	CONTROL_DE_CALIDAD	Wait (30) min				
CONTENEDOR	EMBALAJE	Wait (80) min				
CONTENEDOR	EMBARQUE	Wait (45) min				

Figura 5.14. Procedimiento.

Tras realizar la simulación obtenemos los datos generales en donde se observa con claridad que el tiempo predeterminado por el sistema se cumple, sin embargo, este no es el único dato que coincide al realizar el cálculo de la eficiencia de porcentajes de utilización en relación a los tiempos de trabajo, presenta una variación mínima de cálculo, demostrando la veracidad y el cumplimiento de las condiciones establecidas.

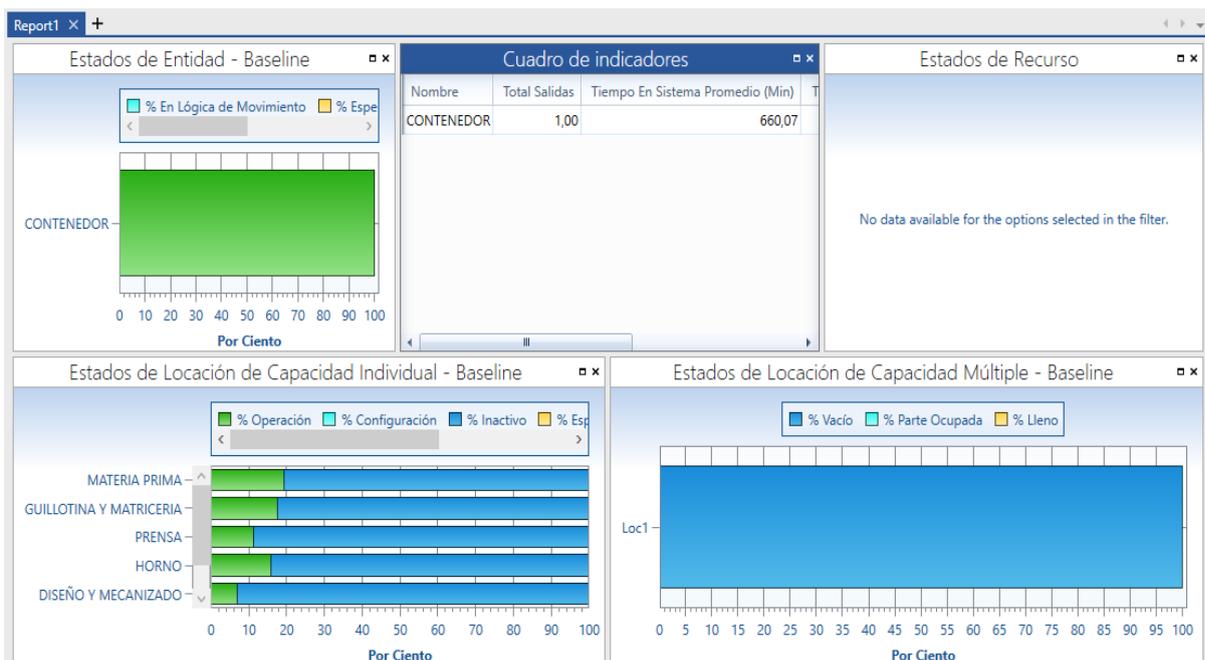


Figura 5.15. Resultados de simulación.

El objetivo de simular y automatizar nuestro sistema de planificación y control se ha logrado con la aplicación de Macros en Excel y el Programa de Promodel, con ellos se observa que los indicadores de producción incrementan dentro del proceso productivo y gracias a la simulación estos resultados quedan comprobados totalmente.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El estudio realizado demuestra que las causas principales de los problemas en la línea de fabricación de contenedores son: Capacidad insuficiente, Mala distribución de planta y Falta de un sistema de planificación, siendo este último la causa principal de la mala gestión de la producción, ya que genera demoras debido a la falta de información, comunicación inadecuada entre empleados y supervisores, falta de materiales y distribución inadecuada de actividades.
- Para la elaboración de un contenedor de 2400 lts se requiere actualmente 720 min, trabajando con una capacidad disponible de 480 min/día, una eficiencia de 86,17 % y una cantidad de tiempo improductivo correspondiente al 15,63%, tras corregir los problemas operativos y mediante una redistribución de planta con un valor de \$67,80 se define que, un contenedor se puede realizar en un tiempo de 660 min/día, con una reducción de 60 min al proceso inicial e incrementando la eficiencia a un 96,81%; reduciendo los tiempos improductivos a un 3,79%, demostrando así la veracidad de los cambios realizados.
- El sistema de planificación y control de la empresa permitirá alcanzar los objetivos establecidos brindando una opción de control en la duración de actividades ideales y reales, además de generar fechas límites para el cumplimiento de cada una de ellas. Los plazos de entrega de pedidos pueden ser demostrados mediante la simulación de ProModel. Este sistema puede ser modificado para aplicarse en otros procesos de trabajo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Al montar una línea de producción, es necesario identificar que las áreas de trabajo se encuentren distribuidas de forma que garanticen la adecuada continuidad de un proceso, para alcanzar niveles óptimos de productividad, evitando la aparición de problemas en el proceso productivo.
- Es necesario realizar la medición de tiempos y movimientos en tres o más observaciones para obtener un mayor rango de exactitud en los valores obtenidos, debido a que existe una gran rotación de personal en las áreas de trabajo, además basarse en datos históricos y realizar comparaciones para obtener un trabajo seguro y eficaz.

- El sistema de planificación y control de la producción puede aplicarse a cualquier industria en su línea productiva modificando los datos en el inventario y se puede emplear en el control de operadores, herramientas, entregas e incluso valores o precios de adquisición o compra.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] INEC, “Fascículo Provincial Cotopaxi,” *Result. Censo 2010*, pp. 1–8, 2010, [Online]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual-lateral/Resultados-provinciales/cotopaxi.pdf>.
- [2] G. A. Tamayo and G. U. Idalianys, “Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas,” *Rev. Metod. Cuantitativos para la Econ. y la Empres.*, vol. 18, no. 1, pp. 130–145, 2014.
- [3] R. Mayta, “Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de restricciones, para mejorar la productividad de la empresa de tratamiento de vidrios Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial,” *Univ. Nac. Mayor San Marcos*, pp. 1–129, 2017, [Online]. Available: <https://bit.ly/301EyQu>.
- [4] B. L. R. Carrasco, “TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CUERO ESCOLAR EN EL ÁREA SECA DE LA TENERÍA CABARO CÍA. LTDA.,” no. Septiembre, p. 215, 2012.
- [5] E. G. Gualpa Cando and D. A. Rubio Rubio, *Universidad técnica de cotopaxi*, vol. 1. 2018.
- [6] S. C. L. M. Guannilo Iñigo Anggie Paola, “Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería,” *Ucv*, pp. 0–116, 2014.
- [7] C. Artieda, “Análisis de los sistemas de costos como herramientas estratégicas de gestión en las pequeñas y medianas empresas (PYMES),” *Rev. Publicando*, vol. 2, no. 3, pp. 90–113, 2015.
- [8] C. Costa Sánchez, “Narrativas Transmedia Nativas: Ventajas, elementos de la planificación de un proyecto audiovisual transmedia y estudio de caso,” *Hist. y Comun. Soc.*, vol. 18, no. SPEC. ISSUE DECEM, pp. 561–574, 2013, doi: 10.5209/rev-HICS.2013.v18.44349.
- [9] T. Informacion, “Ciclo de vida de los sistemas de información,” p. 1, 2016, [Online].

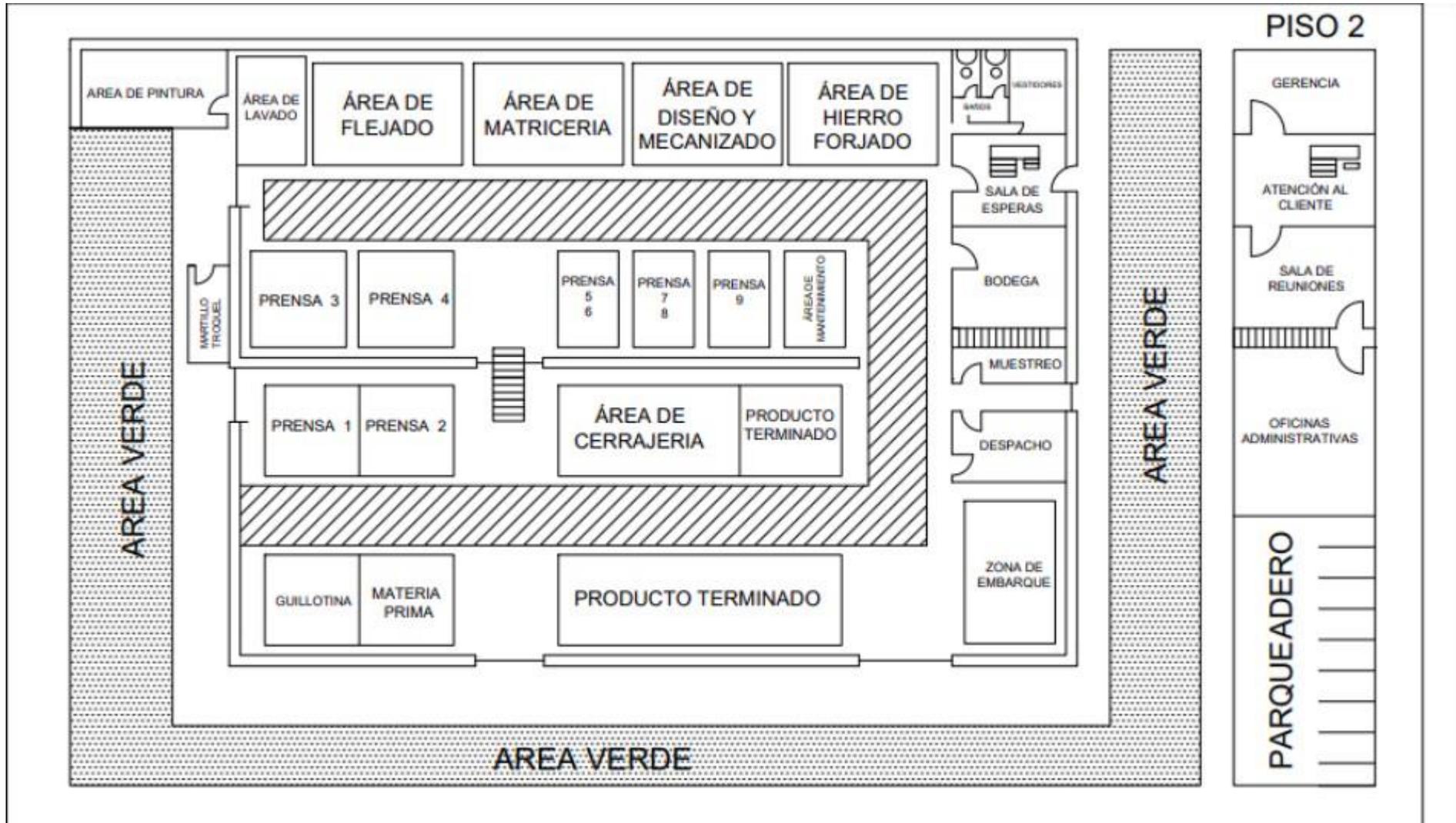
- Available: <https://www.tecnologias-informacion.com/ciclodevida.html#>.
- [10] F. Navarro and L. Ramos, “El control interno en los procesos de producción de la industria litográfica de Barranquilla,” *Equidad y Desarrollo*, vol. 25, pp. 245–267, 2016.
- [11] Carlos Hernandez Pedrera, “Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad,” *Scielo*, vol. 36, no. 1, p. 10, 2016, [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852016000100010&script=sci_arttext&tlng=pt.
- [12] K. L. Gomez, “Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas,” 2011.
- [13] R. D. R. Chavil, “PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA KRYZZAL,” 2016.
- [14] A. M. Andrade, “Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,” *Scielo*, vol. 30, no. 3, 2019, [Online]. Available: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083.
- [15] B. Payán, J. Rivera, R. Durán, V. Calderón, and R. R. Durán, “mediante tecnología Kinect .,” 2015.
- [16] M. A. Camino, M. J. Bó, J. L. Cionchi, J. L. Del Río, A. López de Armentia, and S. G. De Marco, “Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 3.0 Internacional,” *Rev. Univ. Geogr.*, vol. 27, no. 1, pp. 1–13, 2018, [Online]. Available: <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5822%0Ahttps://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383257036005/383257036005.pdf>.
- [17] C. A. Raquel, D. C. D. Maria, and R. R. Victor, “Gestión de Proyectos,” *RAMA*, p. 100, 2014, [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=TI2fDwAAQBAJ&pg=PA100&dq=diagrama+de+gant+proyectos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi2zLnbtanwAhUCEVkfHXhcAF8Q6AEwAnoECAIQAg#v=onepage&q=diagrama+de+gant+proyectos&f=false>.
- [18] R. T. Pastor, “Planificación y programación de operaciones,” *Rev. Perspect.*, no. 28, pp. 7–32, 2011.
- [19] M. D. E. Tapirus *et al.*, “Universidad mayor de san andres,” p. 182, 2003.

- [20] M. R. Mamani Apaza, “El servicio de consulta en la sala del usuario de la Biblioteca Nacional del Perú , aplicando el Diagrama de Ishikawa,” 2017.
- [21] J. L. Carmona Silva, J. A. Cruz de los Ángeles, and L. Sánchez Flores, “La actividad agrícola en localidades rurales en procesos conurbatorios: Una aproximación mediante el diagrama de Ishikawa,” *RICEA Rev. Iberoam. Contaduría, Econ. y Adm.*, vol. 8, no. 16, pp. 49–79, 2019, doi: 10.23913/ricea.v8i16.134.
- [22] F. González Razo, “Herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar,” *Concienc. Tecnológica*, no. 48, pp. 17–24, 2014.
- [23] S. B. Romero, “No Title,” 2018.
- [24] P. P. Julio, *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. 1377.
- [25] E. Arancelarias *et al.*, “Magister en Administración de Empresas,” pp. 1–20, 2015.
- [26] U. R. Palma, B. R. Lazo, and B. R. Albarrazín, “Universidad ricardo palma facultad de ingeniería,” 2019.
- [27] A. D. E. Empresas, “AGENDA MÉTODOS PERT - CPM PERT - CPM CPM (Critical Path Method),” pp. 1–7, 2013.
- [28] S. Ayala, “Gestión en Proyectos de Alcantarillados en pequeñas empresas en la Costa Ecuatoriana,” p. 80, 2014.
- [29] A. Núñez Carballosa, L. Guitart Tarrés, and X. Baraza Sánchez, *Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas*. 2014.
- [30] E. Vinicio, C. Nieira, R. Culcay, B. Bautista, and N. Calderon, “Administracion de la produccion de bienes y servicios.,” 2012.
- [31] C. F. Antonia, “Gestión de Inventarios,” *Malaga*, vol. 1, no. IC Editorial, pp. 8–10, 2017, [Online]. Available: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=lang_es&id=s1cpEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=que+son+inventarios&ots=mCdfjN5USA&sig=nynu-xD0XWIC2x1icUoOuZzKUHE&redir_esc=y#v=onepage&q=que+son+inventarios&f=false.
- [32] M. C. P. Pablo, “Gestion de Inventarios,” *Ediciones Nov. S.A*, no. Ediciones Nov. S.A, 2017, [Online]. Available: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=lang_es&id=MI5IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+son+inventarios&ots=6wt4mwyoA4&sig=UQwyHmVzFuaMI6tzX2-3rZJxaZQ&redir_esc=y#v=onepage&q=que+son+inventarios&f=false.
- [33] G. Cdla and U. Av, *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA*

- INDUSTRIAL Universidad de Guayaquil Universidad de Guayaquil*, no. 04. 2019.
- [34] M. Pizzo, “Importancia de la comunicación en el servicio al cliente,” *Gestiopolis.Com*, pp. 1–19, 2013.
- [35] C. Ing and E. N. Tributacion, *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. 2018.
- [36] E. Lizama, “Optimización multi-objetivo al problema de distribución de planta usando algoritmos genéticos: cuestiones previas para una propuesta de solución,” *Ind. Data*, 2014, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856015>.

8. ANEXOS

Anexo A: Layout “INDUCE del Ecuador”



Anexo B: Diagrama Analítico



FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS

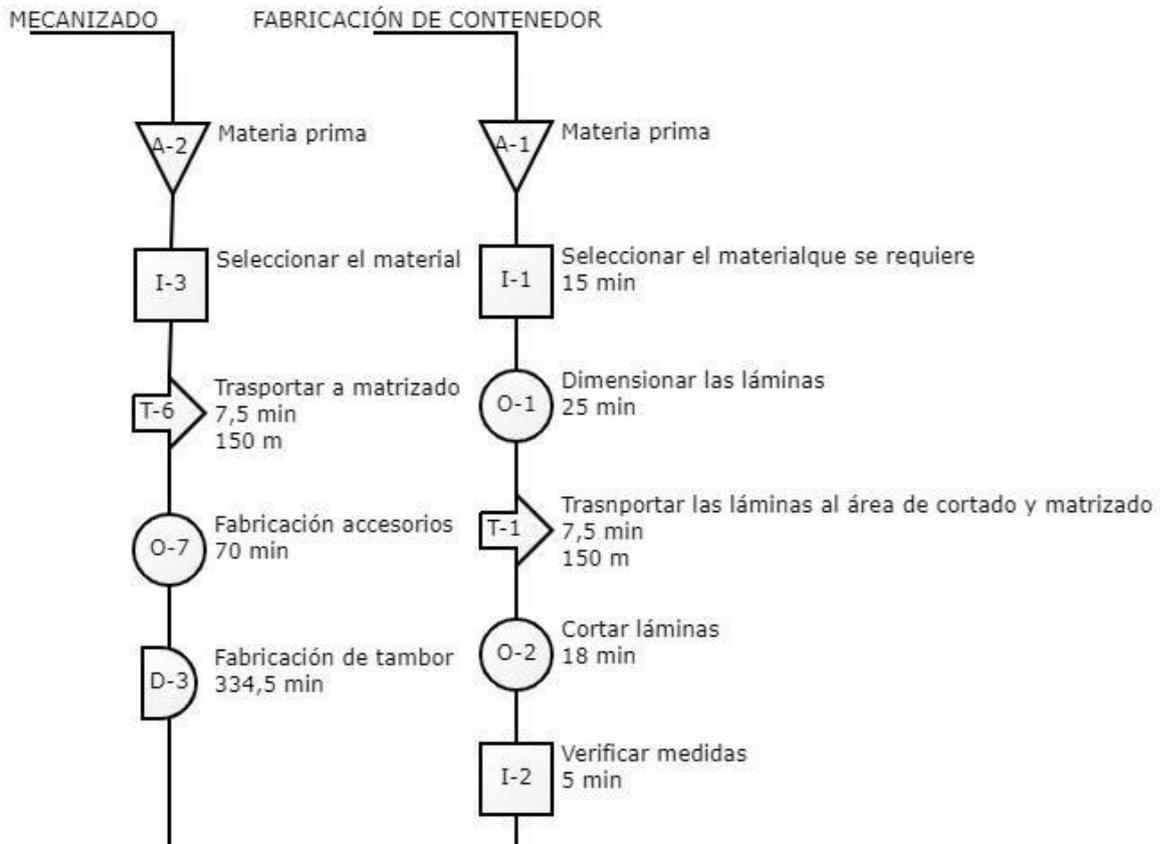


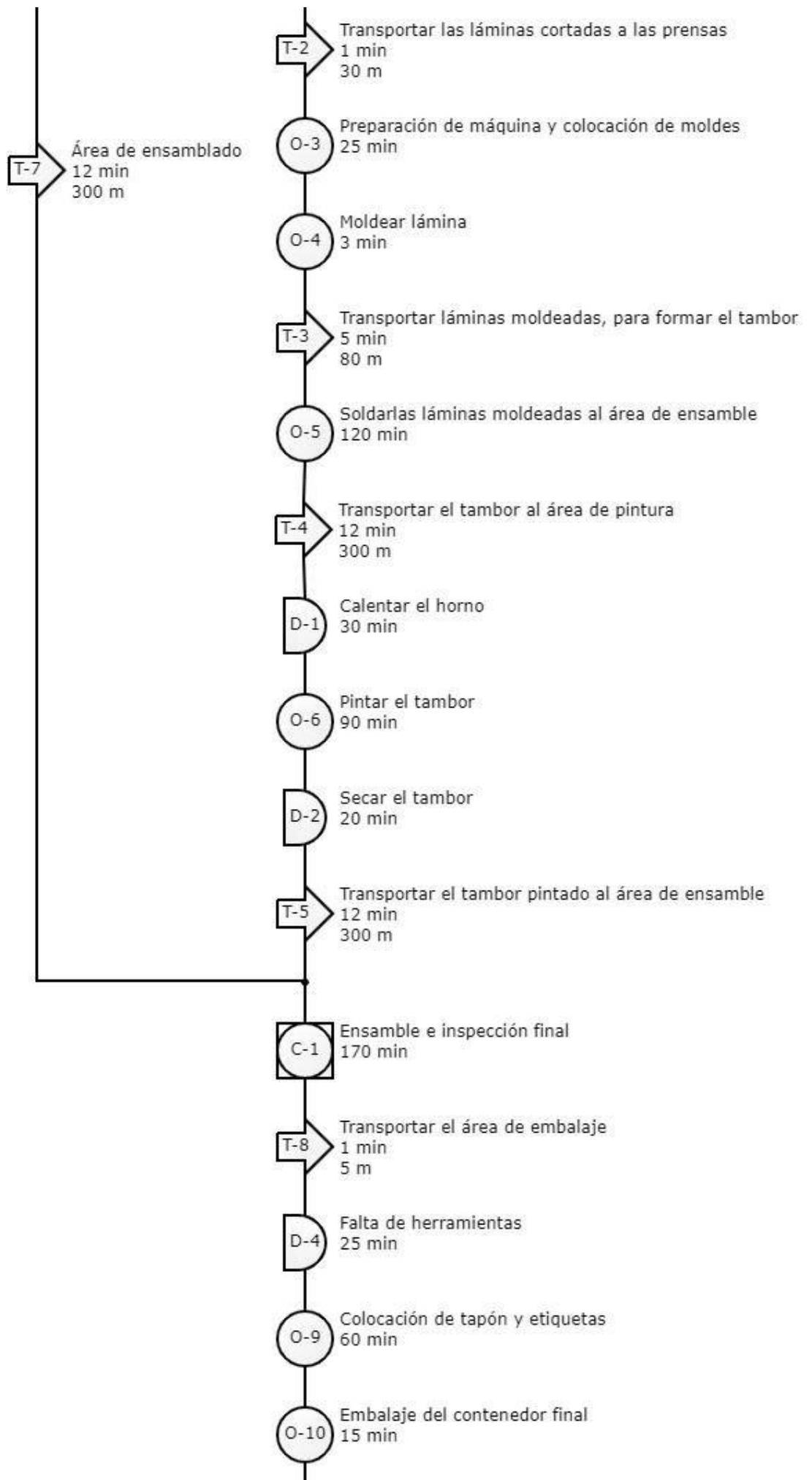
INDUSTRIAL



1768bea4a93

Carta No:	1	Hoja No:	1	De:	3	Método Presente <input checked="" type="radio"/>	Método Propuesto <input type="radio"/>		
Material	Acero Galvanizado					Resumen			
						Actividad	Presente	Propuesto	Ganado
Actividad:	Elaboración de contenedores de basura para la empresa INDUCE					Operación	10	0	10
						Transporte	9	0	9
						Demora	4	0	4
Ubicación:	Cotopaxi, Latacunga vía Alaquez					Inspección	3	0	3
						Almacenaje	2	0	2
Analistas:	Fajardo-Ocaña					Combinada	1	0	1
						Total, actividades	29	0	29
Fecha:	29/04/2021					Distancia T. M	1415	0	1415
						Tiempo T. min	732	0	732







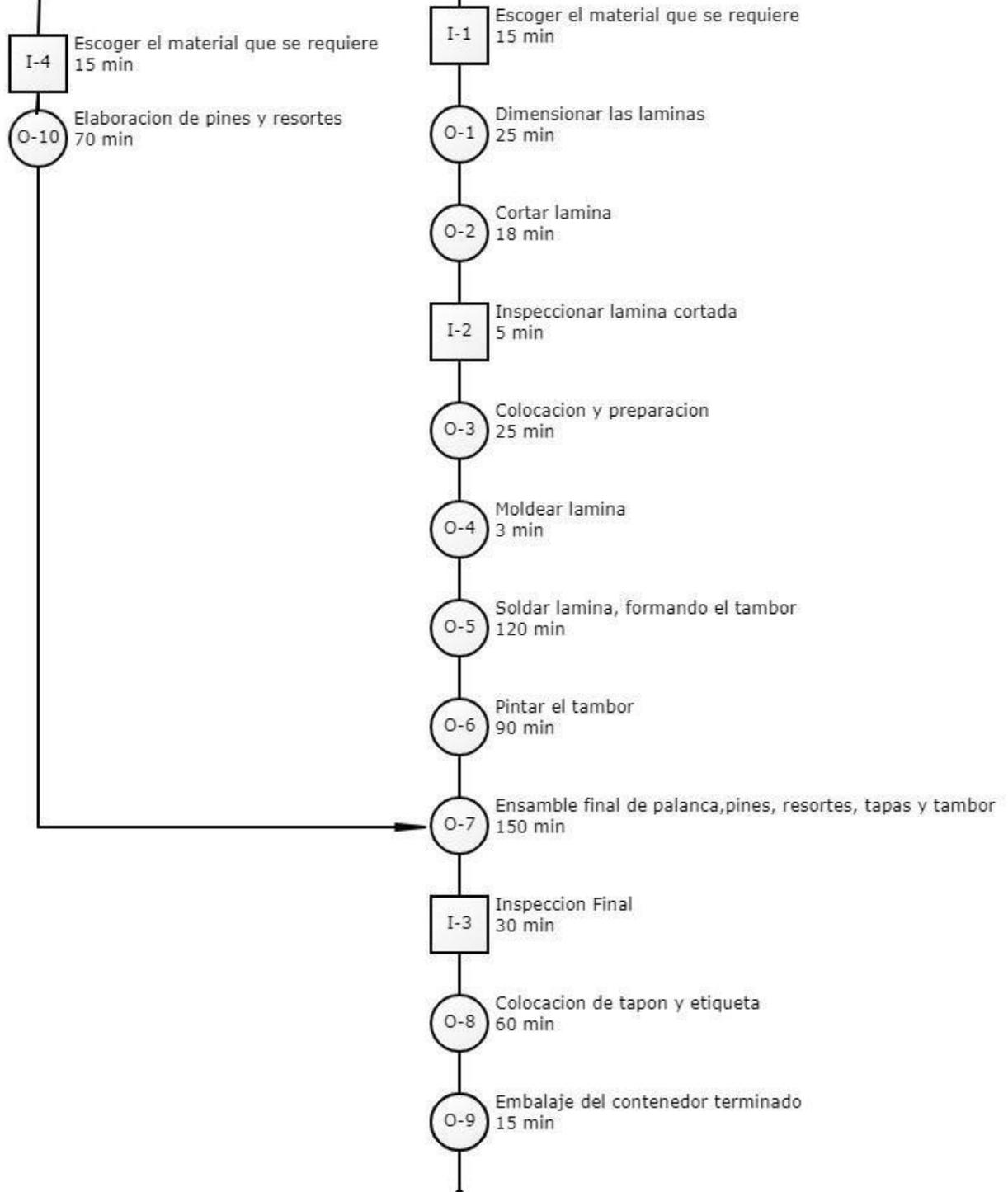
Trasportar al área de embarque
5 min
100 m

Anexo C: Diagrama sinóptico

 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS				INDUSTRIAL 		1768c444085		
Diagrama No:	1	Hoja No:	1	De:	2			
Fecha:	29/04/2021	Presente <input checked="" type="radio"/>	Propuesto <input type="radio"/>	Resumen				
Actividad	Elaboración de contenedores de basura para empresa INDUCE	Actividad	Presente	Propuesto	Ganado			
		Operación <input type="radio"/>	10	0	10			
		Inspección <input type="checkbox"/>	4	0	4			
		Combinada	0	0	0			
Analista:	FAJARDO-OCAÑA	Total, actividades	14	0	14			
Fecha:		Tiempo T. min	641	0	641			

Mecanizado

Elaboracion de contenedores de basura



Anexo D: Diagrama bimanual



FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS



INDUSTRIAL



17688b9be4a

Diagrama No:	01	Hoja No:	01	De:	03	Fecha:	29/04/2021
--------------	----	----------	----	-----	----	--------	------------

Actividad:	Área de Materia prima	Analista:	Grupo Induce
		Método Presente <input checked="" type="radio"/>	Método Propuesto <input type="radio"/>

Puesto de trabajo	Resumen
-------------------	---------



Símbolo	Presente		Propuesto		Ganado	
	M.I	M.D	M.I	M.D	M.I	M.D
Operación	25	23	0	0	25	23
Transporte	1	1	0	0	1	1
Demora	0	2	0	0	0	2
Sostenimiento	4	4	0	0	4	4
Total	30	30	0	0	30	30
T. del ciclo min <input type="text"/>	30		0		30	

Tiempo Min	Descripción de la actividad de Mano izquierda	Símbolo		Descripción de la actividad de Mano derecha	Tiempo Min
		MI	MD		
1 <input type="text"/>	Tomar lamina de acero galvanizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lamina de acero galvanizado	1
3	Levantar lamina para colocar en la mesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar lamina para colocar en la mesa	3
0,4	Soltar lamina en la mesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar lamina en la mesa	0,4
0,4	Tomar flexómetro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mano en espera	0,4
0,4	Pasar flexómetro a mano derecha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mano en espera	0,4
0,4	Tomar lápiz para dimensionar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener flexómetro	0,4
0,4	Pasar el lápiz a mano derecha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener flexómetro	0,4

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min ▾	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
0,05	Tomar la punta del flexómetro			Sostener flexómetro y lápiz	0,05
0,5	Estirar la punta del flexómetro hasta el borde de la lamina			Sostener base del flexómetro y el lápiz	0,5
0,5	Fijar la punta del flexómetro con el borde de la lamina			Pasar el flexómetro a la mano izquierda	0,5
5	Sostener y estirar el flexómetro			Señalar la lámina acorde a la medida	5
0,5	Sostener flexómetro			Levantar la punta del flexómetro	0,5
0,4	Soltar flexómetro			Soltar lápiz	0,4
0,4	Tomar lamina de acero			Tomar lamina de acero	0,4
2	Girar lamina			Girar Lamina	2
0,4	Soltar Lamina			Soltar lamina	0,4
1	Tomar flexómetro			Tomar Lápiz	1
0,4	Sostener flexómetro			Tomar la punta del flexómetro y sostener el lápiz	0,4
0,4	Sostener flexómetro			Estirar punta del flexómetro hacia la base de la lamina	0,4
5	Estirar flexómetro			Señalar la lámina acorde a la medida	5
0,5	Sostener flexómetro			Levantar la punta del flexómetro	0,5
0,1	Soltar flexómetro en la mesa			Soltar lápiz en la mesa	0,1
1	Tomar listón (Regla 2m)			Tomar lápiz	1

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de actividad de	Tiempo
Min ▾	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
5	Colocar listón sobre la lamina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar con las medidas de la lamina	5
7	Recoger listón	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rayar acorde a los requerimientos de la lamina	7
0,5	Levantar listón	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar lápiz	0,5
0,4	Colocar listón en el piso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar lápiz en la mesa	0,4
0,4	Tomar lamina dimensionada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lamina dimensionada	0,4
0,4	Levantar lamina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar lamina	0,4
0,5	Soltar lamina a un costado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar lamina a un costado	0,5

Diagrama No:	02	Hoja No:	01	De:	02	Fecha:	29/04/2021					
Actividad:	Guillotina					Analista:	Grupo Induce					
						Método Presente <input checked="" type="radio"/>			Método Propuesto <input type="radio"/>			
Puesto de trabajo						Resumen						
						Símbolo	Presente		Propuesto		Ganado	
							M.I	M.D	M.I	M.D	M.I	M.D
						Operación	9	12	0	0	9	12
						Transporte	0	0	0	0	0	0
						Demora	3	0	0	0	3	0
						Sostenimiento	0	0	0	0	0	0
						Total	12	12	0	0	12	12
						T. del ciclo min <input type="text"/>	19		0		19	
Tiempo	Descripción de la actividad de					Símbolo		Descripción de actividad de			Tiempo	
<input type="text" value="Min"/>	Mano izquierda					MI	MD	Mano derecha			Min	
2	Tomar acero galvanizado					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar acero galvanizado			2	
3	Levantar acero					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar acero			3	
0,5	Soltar acero en mesa de Guillotina					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar acero en mesa de Guillotina			0,5	
2	Sostener lamina de acero					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cuadrar lamina			2	
0,5	Mano en espera					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Presionar actuador para cortar la lamina			0,5	
4	Limpieza de residuos externos					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Limpieza de residuos externos			4	
1	Mano en espera					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Presionar actuador para parar el corte			1	
1	Tomar lamina cortada					<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lamina cortada			1	

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de actividad de	Tiempo
Min ▾	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
2	Retirar lamina cortada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Retirar lamina cortada	2
1	Soltar laminas cortadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar laminas cortadas	1
1	Mano en espera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar guaípe	1
2	Limpiar con guaípe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Limpiar con guaípe	2



Diagrama No:	01	Hoja No:	1	De:	1	Fecha:	29/04/2021				
Actividad:	Prensado					Analista:	Grupo Induce				
						Método Presente <input checked="" type="radio"/>	Método Propuesto <input type="radio"/>				
Puesto de trabajo					Resumen						
					Símbolo	Presente		Propuesto		Ganado	
						M.I	M.D	M.I	M.D	M.I	M.D
					Operación	13	17	0	0	13	17
					Transporte	0	0	0	0	0	0
					Demora	4	0	0	0	4	0
					Sostenimiento	0	0	0	0	0	0
					Total	17	17	0	0	17	17
					T. del ciclo min	28		0		28	
Tiempo	Descripción de la actividad de		Símbolo		Descripción de actividad de		Tiempo				
Min	Mano izquierda		MI	MD	Mano derecha		Min				
5	Mano en espera		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prender máquina		5				
2	Mano en espera		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Presionar actuador para levantar el cilindro hidráulico		2				
1,5	Tomar la matriz a utilizar		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar la matriz a utilizar		1,5				
2	Colocar la matriz en la mesa de la prensa		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar la matriz en la mesa de la prensa		2				
0,5	Mano en espera		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar llave de pico		0,5				
6	Sostener la matriz		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ajustar la matriz en la mesa		6				
2	Tomar lámina de acero inoxidable		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lámina de acero inoxidable		2				
4	Colocar lámina de acero inoxidable sobre la matriz		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar lámina de acero inoxidable sobre la matriz		4				

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
		MI	MD		
Min	Mano izquierda			Mano derecha	Min
2	Sostener lámina			Cuadrar lámina con matriz	2
0,05	Mano en espera			Presionar actuador en el tablero de control (Prensar)	0,05
3	Limpieza de residuos externos			Limpieza de residuos externos	3
0,05	Mano en espera			Presionar actuador para levantar cilindro hidráulico	0,05
0,05	Tomar la lámina prensada			Tomar la lámina prensada	0,05
1	Retirar lámina prensada			Retirar lámina prensada	1
0,05	Soltar láminas en área de material prensado			Soltar láminas en área de material prensado	0,05
0,03	Mano en espera			Toma guaípe	0,03
1	Limpiar con guaípe			Limpiar con guaípe	1



Diagrama No:	04	Hoja No:	01	De:	06	Fecha:	29/04/2021					
Actividad:	Ensamble					Analista:	Grupo Induce					
						Método Presente <input checked="" type="radio"/>			Método Propuesto <input type="radio"/>			
Puesto de trabajo						Resumen						
						Símbolo	Presente		Propuesto		Ganado	
							M.I	M.D	M.I	M.D	M.I	M.D
						Operación	76	85	0	0	76	85
						Transporte	0	0	0	0	0	0
						Demora	2	0	0	0	2	0
						Sostenimiento	13	6	0	0	13	6
						Total	91	91	0	0	91	91
						T. del ciclo min	141		0		141	
Tiempo	Descripción de la actividad de		Símbolo		Descripción de actividad de		Tiempo					
Min	Mano izquierda		MI	MD	Mano derecha		Min					
0,5	Tomar láminas prensadas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar láminas prensadas		0,5					
2	Levantar lámina prensada		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar lámina prensada		2					
0,4	Soltar láminas en área de ensamble		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar láminas en área de ensamble		0,4					
1	Mano en espera		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar enchufe de la soldadora		1					
1	Mano en espera		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Conectar enchufe en toma corriente		1					
1	Tomar electrodo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar pinza porta electrodo		1					
1	Colocar electrodo en pinza porta electrodo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener porta electrodo		1					
1	Tomar pinza de masa		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener porta electrodo		1					

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
1	Coloca pinza masa en un metal			Soltar porta electrodo	1
2	Tomar lámina lateral 1 del tambor			Tomar lámina lateral 2 del tambor	2
2	Sostener lámina 1			Colocar en el suelo la lámina 2	2
1,5	Colocar lámina 1 perpendicular a 2			Tomar porta electrodo	1,5
4	Sostener lámina perpendicular			Soldar láminas	4
1	Sostener la lámina			Colocar en el piso la pinza porta electrodo	1
0,5	Levantar láminas soldadas			Levantar láminas soldadas	0,5
1	Soltar a un costado las láminas soldadas			Soltar a un costado las láminas soldadas	1
2	Tomar lámina lateral 3 del tambor			Tomar lámina lateral 4 del tambor	2
2	Sostener lámina 3			Colocar en el suelo la lámina 4	2
1,5	Colocar lámina 3 perpendicular a 4			Tomar porta electrodo	1,5
4	Sostener lámina perpendicular			Soldar láminas	4
1	Soltar láminas soldadas			Colocar en el piso la pinza porta electrodos	1
1	Tomar las láminas soldadas 1 y 2			Tomar las láminas soldadas 1 y 2	1
2	Colocar perpendicularmente junta láminas soldadas 3 y 4			Colocar perpendicularmente junta láminas soldadas 3 y 4	2
1	Sostener láminas 1y2 perpendicular a 3y4			Tomar pinza porta electrodo	1
11	Sostener láminas laterales del tambor			Soldar	11
1	Sostener parte lateral del tambor			Soltar pinza porta electrodo en el piso	1

Tiempo	Descripción de la actividad de	símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min 	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
0,5	Sostener parte lateral del tambor			Tomar una lima	0,5
8	Sostener parte lateral del tambor			Limar residuos de soldadura	8
0,7	Soltar parte lateral del tambor			Colocar lima en la mesa	0,7
0,6	Tomar la base del contenedor			Tomar base del contenedor	0,6
0,3	Colocar la base en el piso			Colocar la base en el piso	0,3
0,4	Tomar láminas laterales del tambor soldadas			Tomar láminas laterales del tambor soldadas	0,4
3	Colocar sobre la base			Colocar sobre la base	3
1	Sostener láminas laterales soldadas			Tomar pinza porta electrodos	1
12	Sostener láminas laterales soldadas			Soldar partes laterales con la base	12
1	Sostener tambor			Colocar pinza porta electrodos en el piso	1
0,5	Soltar tambor			Tomar una lima	0,5
0,5	Tomar guaipe			Sostener lima	0,5
9	Limpiar el tambor			Limar residuos de soldadura	9
1	Colocar el guaipe en la mesa de trabajo			Colocar la lima en la mesa de trabajo	1
1	Tomar otro electrodo			Tomar pinza porta electrodo	1
0,8	Colocar nuevo electrodo en la pinza			Sostener pinza porta electrodo	0,8
0,5	Tomar base 1 para la tapa			Sostener pinza porta electrodo	0,5
2,5	Sostener la base 1 de la tapa en un extremo del tambor			Soldar la base 1 de la tapa al tambor	2,5

Tiempo	Descripción de la actividad de	símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
0,5	Soltar base 1 de la tapa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar la pinza porta electrodo en el piso	0,5
0,5	Tomar guaipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lima	0,5
2	Limpiar bases soldadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Limar residuos de bases soldadas	2
0,6	Colocar guaipe en la mesa de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar lima en la mesa de trabajo	0,6
1	Tomar el sistema de pedal para la tapa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar el sistema de pedal para la tapa	1
1	Colocar el sistema de pedal junto al tambor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar el sistema de pedal junto al tambor	1
0,5	Tomar parte del sistema de pedal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar lápiz	0,5
6	Colocar parte del sistema de pedal en los extremos del tambor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Señalar donde se realizará las perforaciones para instalar el sistema	6
0,5	Soltar el sistema de pedal en el piso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar el lápiz en la mesa de trabajo	0,5
2	Tomar broca para perforar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar taladro de mano	2
1	Colocar la broca en el taladro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ajustar la broca en el taladro	1
0,8	Tomar el enchufe del taladro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener el taladro de mano	0,8
0,4	Conectar el enchufe en el toma corriente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sostener taladro de mano	0,4
8	Sostener el taladro para más precisión	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Accionar el taladro para perforar	8
0,5	Desconectar taladro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar el taladro en la mesa de trabajo	0,5
1	Tomar el sistema de pedal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar sistema de pedal	1
4	Colocar el sistema de pedal en el tambor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar el sistema de pedal en el tambor	4
0,5	Tomar remaches	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar remachadora	0,5

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
		MI	MD		
Min	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
0,4	Colocar remaches en la remachadora			Sostener remachadora	0,4
10,5	Sostener el sistema de pedal para coincidir con las perforaciones			Remachar el sistema al tambor	10,5
0,5	Soltar el sistema de pedal			Soltar remachadora en la mesa de trabajo	0,5
1	Tomar la parte 1 de la tapa			Tomar parte 1 de la tapa	1
2	Colocar sobre el sistema y el tambor			Colocar sobre el sistema y el tambor	2
4,5	Ensamblar la parte 1 de la tapa			Ensamblar la parte 1 de la tapa	4,5
1	Tomar la parte 2 de la tapa			Tomar la parte 2 de la tapa	1
2	Colocar sobre el sistema y el tambor			Colocar sobre el sistema y el tambor	2
4,5	Ensamblar la parte 2 de la tapa			Ensamblar la parte 2 de la tapa	4,5
1	Tomar caucho de la tapa			Tomar remachadora	1
7	Colocar caucho en la tapa			Remachar el caucho con la tapa	7
1	Soltar caucho			Colocar la remachadora en la mesa de trabajo	1
1	Tomar el contenedor			Tomar el contenedor	1
2	Voltear 90° al contenedor			Voltear 90° al contenedor	2
0,7	Soltar contenedor			Soltar contenedor	0,7
0,8	Tomar ruedas			Tomar lápiz	0,8
4	Sostener ruedas en la base del contenedor			Señalar para las perforaciones	4
0,5	Colocar las ruedas en el piso			Colocar el lápiz en la mesa de trabajo	0,5
0,5	Tomar enchufe del taladro			Tomar el taladro	0,5

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min <input type="text"/>	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
0,5	Conectar enchufe en el toma corriente			Sostener el taladro	0,5
4	Sostener el taladro para perforar			Perforar	4
0,6	Soltar el taladro			Colocar el taladro en la mesa de trabajo	0,6
0,5	Tomar remaches y colocar en la remachadora			Tomar remachadora	0,5
8	Tomar ruedas y colocarlas en la base del contenedor			Remachar las ruedas al contenedor	8
0,5	Soltar ruedas			Colocar remachadora en la mesa de trabajo	0,5
0,8	Tomar el contenedor			Tomar el contenedor	0,8
2	Voltear el contenedor a su posición normal (-90°)			Voltear el contenedor a su posición normal (-90°)	2
0,7	Soltar el contenedor			Soltar el contenedor	0,7
0,5	Empujar levemente el contenedor para verificar que se muevan las ruedas sin inconveniente			Empujar levemente el contenedor para verificar que se muevan las ruedas sin inconveniente	0,5



Diagrama No:	05	Hoja No:	01	De:	0,4	Fecha:	29/04/2021					
Actividad:	EMBALAJE					Analista:	Grupo Induce					
						Método Presente	<input checked="" type="radio"/>		Método Propuesto	<input type="radio"/>		
Puesto de trabajo						Resumen						
						Símbolo	Presente		Propuesto		Ganado	
							M.I	M.D	M.I	M.D	M.I	M.D
						Operación	35	34	0	0	35	34
						Transporte	2	0	0	0	2	0
						Demora	2	6	0	0	2	6
						Sostenimiento	5	4	0	0	5	4
						Total	44	44	0	0	44	44
						T. del ciclo	59		0		59	
						min <input type="text"/>						
Tiempo	Descripción de la actividad de	símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo							
		MI	MD			Mano derecha	Min					
<input type="text" value="Min"/>	Mano izquierda			Mano derecha								
0,5	Tomar extremo inferior de contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar extremo inferior de contenedor	0,5							
2	Levantar contenedor y girar 90 grados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar contenedor y girar 90 grados	2							
0,5	Soltar parte inferior de contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar parte inferior de contenedor	0,5							
0,5	Tomar tapón Inferior del contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar tapón Inferior del contenedor	0,5							
1	Levantar tapón de contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Levantar tapón de contenedor	1							
1	Soltar Tapón en la parte inferior del contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soltar Tapón en la parte inferior del contenedor	1							
2	Sostener tapón	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cuadrar tapón en la parte inferior del contenedor	2							

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min <input type="text" value=""/>	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
1	Levantar llave de ajuste del tapón			Mano en espera	1
0,4	Pasar llave a otra mano			Mano en espera	0,4
5	Sostener el Tapón			Ajusta el tapón	5
0,5	Mano en espera			Soltar llave de ajuste de tapón	0,5
0,5	Tomar extremo superior del contenedor			Tomar extremo superior del contenedor	0,5
2	Levantar y girar -90 grados			Levantar y girar -90 grados	2
0,5	Soltar extremo supremo del contenedor			Soltar extremo supremo del contenedor	0,5
0,5	Tomar Guaípe			Mano en espera	0,5
0,05	Pasar Guaípe a mano derecha			Mano en espera	0,05
3	Sostener de parte superior del contenedor			Limpiar parte delantera del contenedor	3
0,05	Soltar parte superior del contenedor			Soltar Guaípe	0,05
0,5	Tomar Pegatinas			Tomar Pegatinas	0,5
0,05	Levantar pegatinas			Levantar pegatinas	0,05
5	Sostener pegatina			Quitar funda del pegado y Aplastar pegatina en la parte delantera del contenedor	5
0,05	Soltar pegatina pegada			Soltar pegatina pegada	0,05
0,05	Mano en espera			Tomar Guaípe	0,05
3	Sostener de parte superior del contenedor			Limpiar los lados del contenedor	3

Tiempo	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo
Min ▾	Mano izquierda	M I	MD	Mano derecha	Min
0,05	Soltar parte superior del contenedor			Soltar Guaipe	0,05
0,5	Tomar cinta reflectiva			Mano en espera	0,5
1	Levantar cinta reflectiva			Mano en espera	1
7	Sostener cinta reflectiva en el lado del contenedor			Quitar funda del pegado y Aplastar cinta reflectiva en la parte delantera del contenedor	7
0,5	Soltar cinta reflectiva pegada			Soltar cinta reflectiva pegada	0,5
0,6	Mano en espera			Toma cinta de embalaje stretch	0,6
1	Mano en espera			Levantar cinta de embalaje stretch	1
1	Toma punta de la cinta stretch			Sostenimiento de la cinta stretch	1
1	Sostiene la punta en lado del contenedor			Estira la cinta stretch	1
0,06	Soltar la punta de la cinta			Sostenimiento de la cinta stretch	0,06
0,04	Sostenimiento de la cinta stretch			Sostenimiento de la cinta stretch	0,04
16	Embalaje del contenedor			Embalaje del contenedor	16
0,5	Soltar la cinta de embalaje			Sostener la cinta de embalaje	0,5
0,5	Tomar una tijera			Sostener la cinta de embalaje	0,5
0,6	Levantar la tijera			Sostener la cinta de embalaje	0,6
1	Corta la cinta de embalaje sobrante			Sostener la cinta de embalaje	1
0,7	Soltar la tijera			Soltar la cinta de embalaje	0,7

Tiempo <input type="text" value="Min"/>	Descripción de la actividad de	Símbolo		Descripción de la actividad de	Tiempo <input type="text" value="Min"/>
Min	Mano izquierda	MI	MD	Mano derecha	Min
1	Tomar contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Tomar contenedor	1
5	Empuja el contenedor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Empuja el contenedor	5
0,5	Suelta el contenedor listo para su distribución	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Suelta el contenedor listo para su distribución	0,5

Anexo E: Diagrama Hombre-máquina

Diagrama No:	5	Hoja No:	1	De:	4	Resumen											
Producto:	Contenedor de basura			Metodo Presente	<input checked="" type="radio"/>	Presente				Propuesto				Ganado			
Actividad:	Corte de láminas			Metodo Propuesto	<input type="radio"/>	O1	O2	M1	M2	O1	O2	M1	M2	O1	O2	M1	M2
Maquina(s):	Cortadora			Tiempo Combinado		1	1	3	3	0	0	0	0	1	1	3	3
Velocidad:	15m/min	Avance:		Tiempo Independiente		24	24	25	15	0	0	0	0	24	24	15	15
Analista:	Grupo Induce	Fecha:	2021/04/29	Tiempo Improductivo	<input type="text" value="v"/>	15	15	22	22	0	0	0	0	15	15	22	22
T. de ciclo	Min			Efficiencia (%)		40	40	40	40	0	0	0	0	40	40	40	40
Analista:	Grupo Induce	Fecha:	2021/04/29	Efficiencia (%)		62.50	62.50	45	45	0	0	0	0	62.50	62.50	45	45
Escala min tiempo en seg	Operario 1		Escala min tiempo en seg	Operario 2		Escala min tiempo en seg	Maquina 1		Escala min tiempo en seg	Maquina 2							
10	Dimensionar la lámina		10	Dimensionar la lámina		12	Ocio		12	Ocio							
2	Transporte del molde a máquina		2	Transporte del molde a máquina													
1	Prender la cortadora		1	Prender la cortadora		1	Prender la máquina		1	Prender la máquina							
15	Ocio		15	Ocio		15	Corte de láminas		15	Corte de láminas							
2	Retirar la lámina		2	Retirar la lámina		2	Apagar la máquina		2	Apagar la máquina							
5	Limpieza de lámina		5	Limpieza de lámina													
5	Revisión y traslado		5	Revisión y traslado		10	Ocio		10	Ocio							



Diagrama No:	5	Hoja No:	2	De:	4	Resumen					
Producto:	Contenedor de basura				Metodo Presente <input checked="" type="radio"/>	Presente		Propuesto		Ganado	
					Metodo Propuesto <input type="radio"/>	O1	M1	O1	M1	O1	M1
Actividad:	Prensado de lámina				Tiempo Combinado	5	5	0	0	5	5
					Tiempo Independiente	20	3	0	0	20	3
Maquina(s):	Prensa				Tiempo Improductivo	3	20	0	0	3	20
Velocidad:		Avance:		T. de ciclo <input type="text" value="Min"/>	28	28	0	0	28	28	
Analista:	Grupo Induce	Fecha:	2021/04/29	Eficiencia(%)	89.29	28.57	0	0	89.29	28.5	
Escala de tiempo en min⁹	Operario 1				Escala de tiempo en min⁹	Maquina 1					
3	Recepción de láminas										
7	Preparación del molde				10	Ocio					
5	Ajuste de la máquina				5	Preparación de la máquina					
3	Transporte de lámina a la prensa				3	Ocio					
3	Ocio				3	Prensado					
2	Retiro de la lámina										
5	Transporte de lámina de a ensamblaje				7	Ocio					

Diagrama No:	5	Hoja No:	3	De:	4	Resumen						
Producto:	Contenedor de basura				Metodo Presente <input checked="" type="radio"/>	Presente		Propuesto		Ganado		
					Metodo Propuesto <input type="radio"/>	O1	M1	O1	M1	O1	M1	
Actividad:	Pintura de Contenedores				Tiempo Combinado	2	2	0	0	2	2	
					Tiempo Independiente	12	76	0	0	12	76	
Maquina(s):	Horno				Tiempo Improductivo	76	12	0	0	76	12	
Velocidad:			Avance:			T. de ciclo <input type="text" value="Min v"/>	90	90	0	0	90	90
Analista:	Grupo Induce		Fecha:	2021/04/29		Eficiencia(%)	15.56	86.67	0	0	15.56	86.67

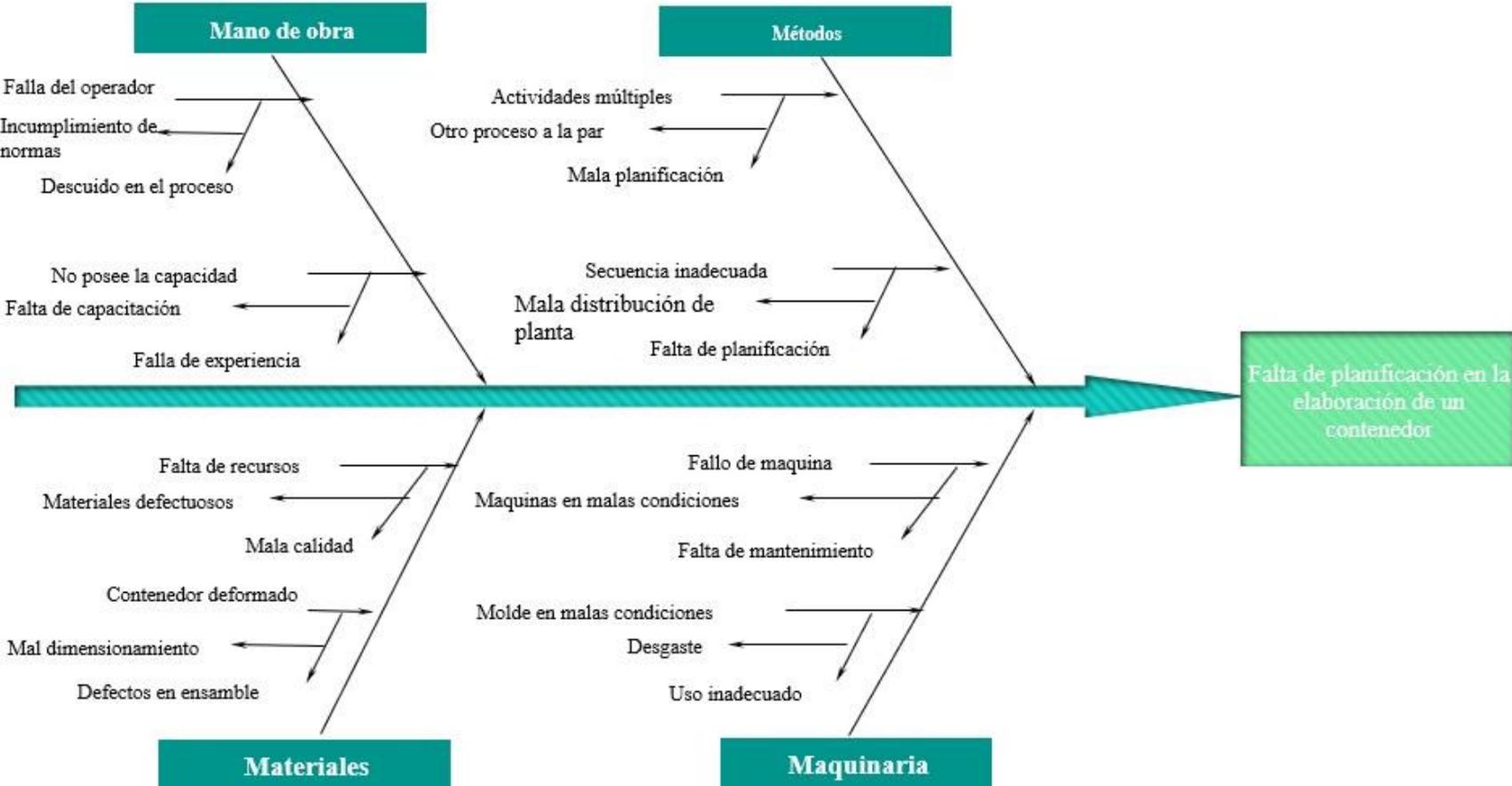
Escala de tiempo en min _g	Operario 1				Escala de tiempo en min _g	Maquina 1			
2	Conectar y encender				2	Ocio			
30	Ocio				30	Llegar a los 270 grados			
10	Trasladar tambores				10	Ocio			
2	Preparar tambores				2	Preparación de máquina			
46	Ocio				46	Pintura de tambores			

Diagrama No:	5	Hoja No:	4	De:	4	Resumen																	
Producto:	Contenedor de basura				Metodo Presente <input checked="" type="radio"/>	Presente						Propuesto						Ganado					
					Metodo Propuesto <input type="radio"/>	O1	O2	O3	M1	M2	M3	O1	O2	O3	M1	M2	M3	O1	O2	O3	M1	M2	M3
Actividad:	Diseño de piñones, remaches, pedales				Tiempo Combinado	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6
					Tiempo Independiente	14	14	14	10	10	10	0	0	0	0	0	0	14	14	14	10	10	10
Maquina(s):	Torno				Tiempo Improductivo	10	10	10	14	14	14	0	0	0	0	0	0	10	10	10	14	14	14
Velocidad:		Avance:		T. de ciclo <input type="text" value="Min"/>	30	30	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	
Analista:	Grupo Induce	Fecha:	2021/04/29	Eficiencia(%)	66.67	66.67	66.67	53.33	53.33	53.33	0	0	0	0	0	0	66.67	66.67	66.67	53.33	53.33	53.33	

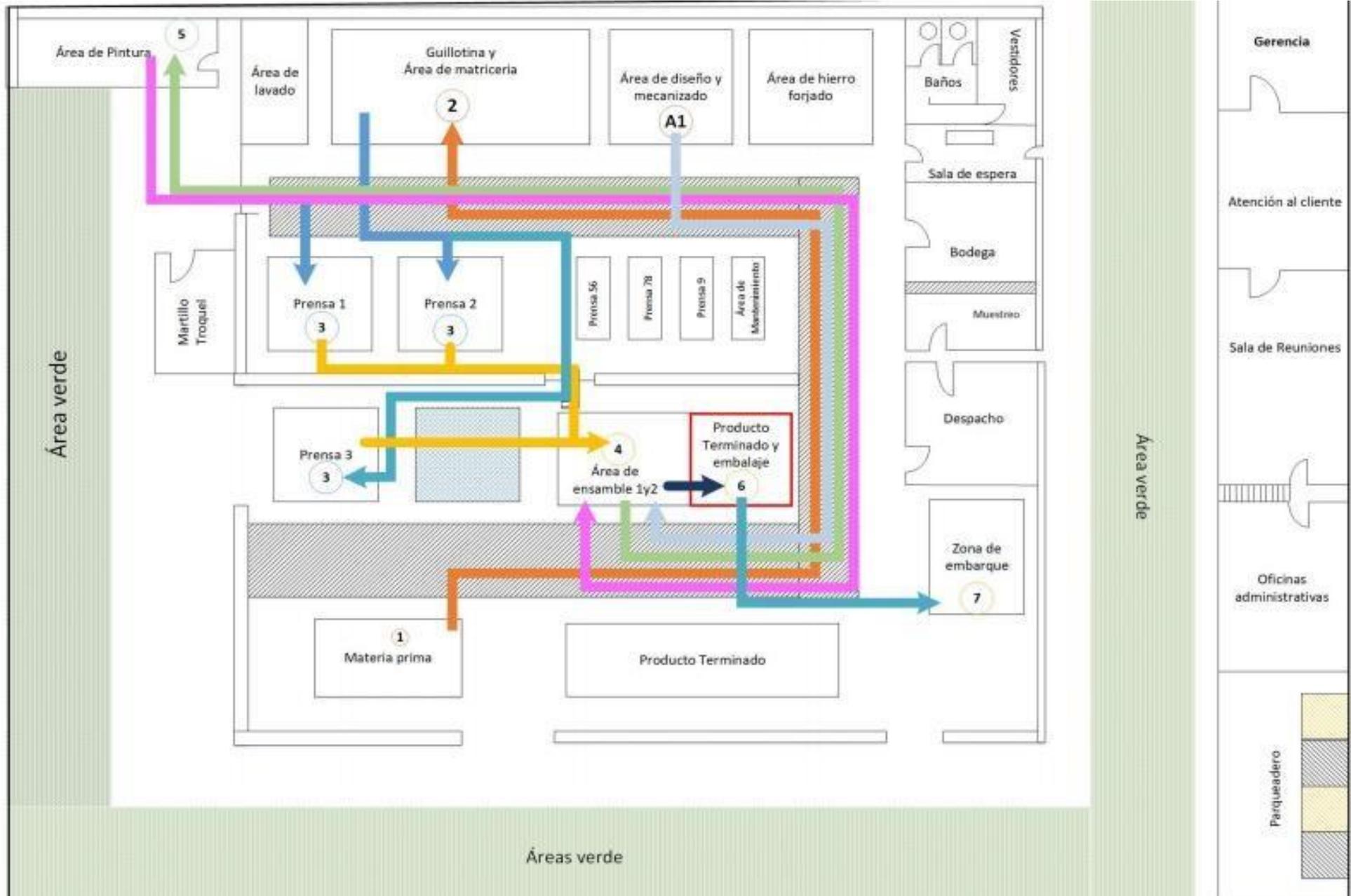
Escala de tiempo eming	Operario 1	Escala de tiempo eming	Operario 2	Escala de tiempo eming	Operario 3	Escala de tiempo eming	Maquina 1	Escala de tiempo eming	Maquina 2	Escala de tiempo eming	Maquina 3
2	Adquisición materia prima	2	Adquisición de materia prima	2	Adquisición de materia prima	6	Ocio	6	Ocio	6	Ocio
4	Diseño de remache	4	Diseño de piñones	4	Dimensionamiento de tubos	2	Preparación de la máquina	2	Preparación de la máquina	2	Preparación de la máquina
2	Encender el torno	2	Encender el torno	2	Encender el torno	1	Ajuste de la máquina	1	Ajuste de la máquina	1	Ajuste de la máquina
1	Ajustar la pieza en el torno	1	Ajustar la pieza en el torno	1	Ajustar la pieza en el torno	10	Maquinado	10	Maquinado	10	Maquinado
2	Apagar el torno	2	Apagar el torno	2	Apagar el torno	2	Preparación de la máquina	2	Preparación de la máquina	2	Preparación de la máquina
1	Retirar la pieza del torno	1	Retirar la pieza del torno	1	Retirar la pieza del torno	1	Apagar la máquina	1	Apagar la máquina	1	Apagar la máquina
3	Limpieza de viruta	3	Limpieza de viruta	3	Limpieza de viruta	8	Ocio	8	Ocio	8	Ocio
5	Traslado al área de ensamble	5	Traslado al área de ensamble	5	Traslado al área de ensamble						

Anexo F: Diagrama de Ishikawa

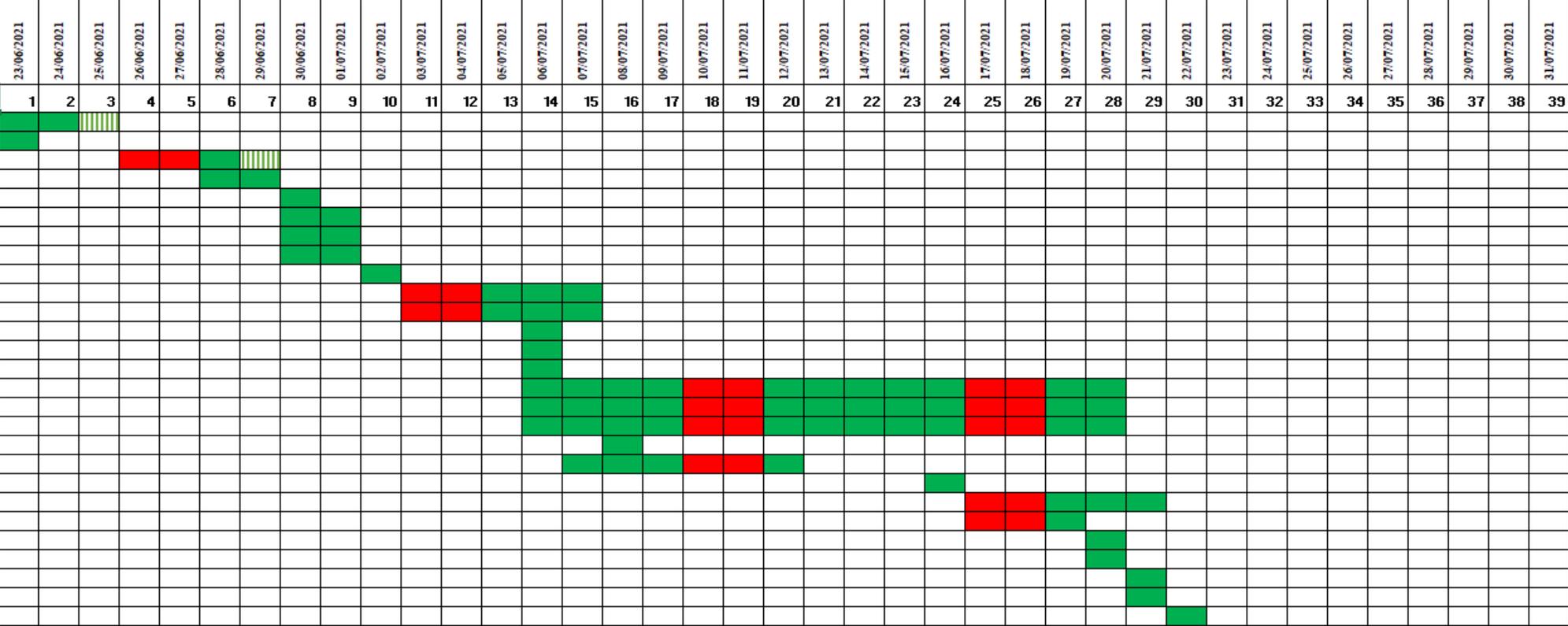
DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE "INDUCE DEL ECUADOR"



Anexo G: Diagrama de recorrido



Anexo H: Diagrama de Gantt



Anexo I: Redistribución de planta

