



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE
LÁMINAS PRENSADAS EN LA EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR”.**

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

Autores:

Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin

Sandoval Caiza Cristian Stalin

Tutor Académico:

Ing., MSc. Ángel Marcelo Tello Cóndor

**Latacunga- Ecuador
2022**



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin** y **Sandoval Caiza Cristian Stalin** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Optimización de los procesos de producción del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador”** siendo el Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor el 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.

Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin
CC. 180514350-8

Sandoval Caiza Cristian Stalin
CC.1600577843



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION DEL AREA DE LAMINAS PRENSADAS EN LA EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR” de Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin y Sandoval Caiza Cristian Stalin , 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, 26 agosto 2022

Tutor de Titulación

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor
CC: 050151855-9



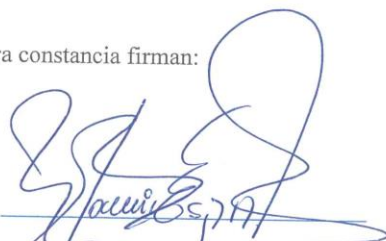
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


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: RONQUILLO ILAÑO JEFFERSON STALIN y con C.I 1805143508 Y SANDOVAL CAIZA CRISTIAN STALIN y con C.I 1600577843 con el título de Proyecto de titulación: OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE LAMINAS PRENSADAS EN LA EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR 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, 26 de agosto del 2022

Para constancia firman:


Lector 1 (Presidente)
Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
CC: 0502269368


Lector 2
Ing. MSc. Jaime Hernán Acurio Masabanda
CC: 0502574247


Lector 3
Ing. MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña
CC: 1719310508

iv



CARTA AVAL

Latacunga, Cotopaxi – Ecuador. 30 de agosto de 2022.

Ing. Wilmer Culqui
Gerente General.
Fabrica induce del Ecuador

De nuestras consideraciones:

Por la presente se complace en extender su aval a la solicitud de los Sres. Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin y Sandoval Caiza Cristian Stalin, para el desarrollo de tesis/titulación "**Optimización de los procesos de producción del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador**", a realizarse en el periodo abril 2022 – agosto 2022.

Su participación en esta actividad nos compromete colaborar con el desarrollo del proyecto investigativo y a apoyar la iniciativa en nuestra institución, además de brindar la información necesaria, **bajo estas consideraciones y condiciones certificamos nuestra aceptación y compromiso por parte de nuestra institución para el desarrollo y seguimiento de la presente actividad.**

Por la participación con nuestra institución, saludos cordiales.

Ing. Wilmer Culqui
0301975254

Gerente General

Fabrica Induce del Ecuador.

032 262126 / 032 262270 // inducelecuador@yahoo.es



AGRADECIMIENTO

Doy gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi en particular a la carrera de Ingeniería Industrial, a mis docentes de toda mi carrera Universitaria los cuales me impartieron sus conocimientos.

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Ing. Marcelo Tello, a quien me gustaría expresar un gran agradecimiento, por haberme ayudado en la realización de mi tesis.

A mi querida y amada esposa, que ha sido la mujer
A mi Madre Norma y a mis hermanas Carla y Sofía
darles las gracias por su apoyo incondicional para cumplir una de mis metas pues sin el apoyo de mi valiosa familia nada de esto hubieron sido posible.

Jefferson Ronquillo

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por brindarme salud y sabiduría para conseguir todos los propósitos trazados en mi vida, agradecer a mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicional, a mi hermano que siempre estuvo ahí en las buenas y malas levantándome el ánimo para no rendirme, a toda mi familia, amigos y personas especiales en mi vida que fueron partícipes de esta meta alcanzada, también agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la carrera de ingeniería industrial y a todos los docentes que me impartieron sus conocimientos durante mi carrera universitaria, estoy muy agradecido con todos y cada uno de ustedes.

Cristian Sandoval

DEDICATORIA

A dios por darme las fuerzas para seguir adelante y darme esa fuerza de voluntad para no darme por vencido en los momentos difíciles que se presentaban.

El esfuerzo realizado en este trabajo quiero dedicar a mí familia a mi madre Norma y a mis hermanas Carla y Sofía, quienes fueron un gran apoyo incondicional, ellas me alentaron a seguir siempre adelante y nunca rendirme hasta lograr una de mis metas más importantes en mi vida.

Muchas gracias a toda mi familia por tenerme paciencia y seguir creyendo en mí por ustedes es este sueño.

Jefferson Ronquillo

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a mis padres Pedro y Carmen quienes me brindaron todo su apoyo, a pesar de todos mis tropiezos nunca me dejaron caer a mi hermano Luis mi ejemplo a seguir quien me enseñó el valor de la responsabilidad y que siempre ha estado conmigo, a mis tíos Jorge y Carmen quienes me brindaron su hogar en estos últimos años, a mis primos hermanos (Víctor, Marlene, Franklin, Magaly) quienes han compartido conmigo toda su vida y me han apoyado y brindado consejos desde mi niñez, también a una persona súper especial Valeria quien ha compartido con migo momentos especiales y siempre ha estado para mí en las buenas y malas mi esfuerzo y trabajo va dedicado a todos y cada uno de ustedes a los que hago mención gracias por toda esa paciencia que tienen con migo.

Cristian Sandoval

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
DECLARACIÓN DE AUDITORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AVAL DE LA EMPRESA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTO.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA	VIII
DEDICATORIA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVII
INFORMACIÓN GENERAL	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AVAL CENTRO DE IDIOMAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2 PROBLEMA	7
1.3 BENEFICIARIOS	8
1.3.1 Beneficiarios Directos.....	8
1.3.2 Beneficiarios Indirectos	8

1.4	JUSTIFICACIÓN.....	9
1.5	HIPÓTESIS.....	9
1.6	OBJETIVOS	10
1.6.1	Objetivo general.....	10
1.6.2	Objetivos específicos	10
1.7	SISTEMA DE TAREAS.....	11
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	12
2.1	ANTECEDENTES	12
2.2	MARCO REFERENCIAL	13
2.2.1	Optimización de la producción	13
2.2.2	Estudio de movimientos.....	14
2.2.3	Objetivos del estudio de movimientos.....	14
2.2.4	Estudio de tiempos.....	14
2.2.5	Equipos a utilizar para la toma de tiempos	15
2.2.6	Técnicas de estudio de tiempos	15
2.2.6.1	Estudio de tiempos con cronometro	15
2.2.6.2	Estudio de tiempos MOST (Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard) 15	
2.2.6.3	Estudio de tiempos MTM (Medida del Tiempo de los Métodos)	15
2.2.7	Producción	16
2.2.8	Procesos de Producción	16
2.2.9	Tipos de procesos de producción.....	16
2.2.10	Tiempo de producción	18
2.2.11	Ingeniería de métodos.....	18
2.2.12	Estudio del trabajo	19
2.2.14	Procedimiento para realizar el estudio de tiempos	19

2.2.15 Equipos a utilizar para el estudio de tiempos.....	20
2.2.16 Estudio de movimientos.....	21
2.2.17 Medición del trabajo	21
2.2.18 Plan de mejoramiento	22
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	23
3.1 METODOLOGIA.....	23
3.1.1 Tipo de investigación.....	23
3.1.2 Método	23
3.1.3 Materiales.....	23
3.1.4 Diagrama de operaciones	25
3.2 MÉTODO A UTILIZAR	25
3.2.1 Tiempo estándar o Tiempo total	26
3.2.2 Tiempo normal.....	26
3.2.3 Capacidad.....	27
3.2.4 La adición de los suplementos	27
3.2.5 Valoración de ritmo de trabajo	27
3.2.6 Métodos de valoración de ritmo de trabajo	27
3.2.7 Suplementos del estudio de tiempos	29
3.2.8 Clasificación de suplementos.....	29
3.2.8.1. Suplementos por descanso	29
3.2.8.2 Suplementos especiales	29
3.2.9. Valor de los suplementos	30
3.2.10 Método de evaluación justa con estándares de agotamiento.....	30
3.3.1 Diagrama de flujo actual.....	32
3.3.2 Diagrama de recorrido actual.....	34

3.3.4 Recepción de materia prima.....	36
3.3.5 Corte de láminas	37
3.3.6 Prensado de láminas.....	38
3.3.7 Despacho y envío de láminas prensadas	39
3.3.8 Estudio de tiempos actual	40
3.3.8.1 Recepción de materia prima.....	40
3.3.8.2 Corte de láminas	44
3.3.8.3 Prensado de láminas	48
3.3.8.4 Despacho y envío de láminas prensadas	52
3.3.9 Capacidad de producción actual	57
3.4 PROPUESTA	57
3.4.1 Diagrama de flujo propuesto.....	57
3.4.2 Diagrama de recorrido propuesto.....	58
3.4.3 Cursograma propuesto de los procesos de producción	60
3.4.3.1 Recepción de materia prima propuesto	60
3.4.3.2 Corte de láminas propuesto	62
3.4.3.3 Prensado de láminas	63
3.4.3.4 Despacho y envío de láminas propuesto	65
3.4.4 Estudio de tiempos propuesto	67
3.4.4.1 Recepción de materia prima.....	67
3.4.4.2 Corte de láminas	70
3.4.4.3 Prensado de láminas	73
3.4.4.4 Despacho y envío de laminas	76
3.4.5 Capacidad de producción propuesta	80

3.4. 6 Tabla comparativa.....	80
3.4.7 Incremento de la productividad	81
3.4.8 Comprobación de hipótesis.....	81
3.5 EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA	82
3.5.1 Evaluación técnica	82
3.5. 2 Evaluación económica	82
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1 CONCLUSIONES	84
4.2 RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.3.1 Beneficiarios Directos	8
Tabla 1.3.2 Beneficiarios indirectos	8
Tabla 1.7 Sistema de tareas	11
Tabla 3.1 Instrumentos empleados para el estudio de tiempos	24
Tabla 3.2. Símbolos empleados para las operaciones y también su combinación	25
Tabla 3.3 Sistema westinghouse para la valoración del trabajador	28
Tabla 3.4 Sistema de suplementos por descanso	31
Tabla 3.5 Descripción del diagrama de recorrido actual	34
Tabla 3.6 Cursograma actual del proceso de recepción de materia prima	36
Tabla 3.7. Cursograma actual del proceso de corte de láminas.....	37
Tabla 3.8. Cursograma actual del proceso de prensado de láminas.	38
Tabla 3.9. Cursograma actual del proceso de despacho de láminas prensadas.	39
13Tabla 3.10 Observaciones previas presentadas en minutos.....	40
Tabla 3.11 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de recepción de materia prima.	40
Tabla 3.12 Suplementos de descanso de la recepción de materia prima	40
Tabla 3.13. Toma de muestras de tiempo en segundos	41
Tabla 3.14. Transformación de tiempo a minutos en las muestras de la operación de recepción de materia prima	42
Tabla 3.15 Calculo de tiempo de ciclo	43
Tabla 3.16 Observaciones previas presentadas en minutos del corte de láminas.....	44
Tabla 3.17 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de corte de láminas.	44
Tabla 3.18 Suplementos de descanso del corte de láminas	44
Tabla 3.19. Toma de muestras de tiempo en segundos	45
Tabla 3.20. Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso de corte de láminas.	46
Tabla 3.21. Cálculo de tiempo de ciclo	47
Tabla 3.22 Observaciones previas presentadas en minutos de prensado de láminas.	48
Tabla 3.23 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de prensado de láminas.....	48
Tabla 3.24 Suplementos de descanso del proceso de prensado de láminas	48
Tabla 3.25. Toma de muestras de tiempo en segundos	49

Tabla 3.26. Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso de prensado.....	50
Tabla 3.27. Cálculo de tiempo de ciclo	51
Tabla 3.28 Observaciones previas presentadas en minutos del despacho de láminas.....	52
Tabla 3.29 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de despacho de láminas.	52
Tabla 3.30 Suplementos de descanso del despacho de láminas prensadas.	52
Tabla 3.31 Toma de muestras de tiempo en segundos	53
Tabla 3.32. Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso de despacho	54
Tabla 3.33. Cálculo de tiempo de ciclo	55
Tabla 3.34. Cálculo de tiempo total del proceso en 10 láminas prensadas	56
Tabla 3.35 Descripción del diagrama de recorrido propuesto.....	58
Tabla 3.36 Cursograma propuesto del proceso de recepción de materia prima	61
Tabla 3.37 Cursograma propuesto del proceso de corte.....	62
Tabla 3.38. Cursograma propuesto del proceso de prensado.	64
Tabla 3.39. Cursograma propuesto del proceso de despacho.....	66
Tabla 3.40. Toma de muestras de tiempo en segundo propuesto.....	67
Tabla 3.41. Transformación de unidades de tiempo a minutos en las muestras del proceso de recepción de materia prima.....	68
Tabla 3.42 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto	69
Tabla 3.43. Toma de muestras de tiempo en segundos.	70
Tabla 3.44 Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso de corte	71
Tabla 3.45 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto	72
Tabla 3.46 Toma de muestras de tiempo en segundos	73
Tabla 3.47 Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso propuesto de prensado.	74
Tabla 3.48. Cálculo de tiempo de ciclo propuesto	75
Tabla 3.49 Toma de muestras de tiempo en segundos	76
Tabla 3.50 Transformación de unidades de tiempo de segundos a minutos en el proceso propuesto de despacho.....	77
Tabla 3.51 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto	78
Tabla 3.52. Cálculo de tiempo del proceso propuesto en 10 láminas prensadas.....	79

Tabla 3.53 Comparación de la situación actual y propuesta de la empresa.	81
Tabla 3.54. Comprobación de la hipótesis	82
Tabla 3.55. Comparación de ganancias al día, proceso actual vs propuesto	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Diagrama de flujo actual del área de láminas prensadas.....	33
Figura 3.2 Diagrama de recorrido actual de la producción de láminas prensadas	35
Figura 3.3. Diagrama de recorrido propuesto del proceso de láminas prensadas	59

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (2.1) Rango.....	16
Ecuación (2.2) Tiempo estándar.....	16
Ecuación (3.1) Tamaño de muestra.....	21
Ecuación (3.2) Tiempo estándar.....	21
Ecuación (3.3) Tiempo normal.....	21
Ecuación (3.4) Capacidad.....	22
Ecuación (3.6) Incremento de la productividad	75

INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Optimización de los procesos de producción del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador.

Fecha de Inicio

18 de abril 2022

Fecha de Finalización

Lugar de Ejecución

Empresa Induce del Ecuador- Vía a Mulaló Km7

Facultad que Auspicia

Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

Carrera que Auspicia

Ingeniería Industrial

Proyecto de Investigación Vinculado

No Aplica

Equipo de Trabajo

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Ing. MsC. Marcelo Tello

Celular: 0993394177

Correo electrónico: angel.tello@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin

Celular: 0979357958

Correo electrónico: jefferson.ronquillo3508@utc.edu.ec

Estudiante investigador:

Nombre: Sandoval Caiza Cristian Stalin

Celular: 0986560292

Correo electrónico: cristian.sandoval7843@utc.edu.ec

Área de Conocimiento

- **Campo Amplio:** (07) Ingeniería, industria y construcción
- **Campo Específico:** (02) Industria y producción
- **Campo Detallado:** (07) Diseño Industrial y de Procesos
- **Carreras de Grado:** (B) Ingeniería Industrial
- **Titulaciones de Grado:** (01) Ingeniero Industrial

Línea de Investigación

- Procesos Industriales

Sublíneas de investigación de la Carrera

- Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Induce del Ecuador es una empresa laticungueña la cual se ha caracterizado por la producción y comercialización de láminas prensadas para la construcción de puertas metálicas, esta se encuentra ubicada en la vía Mulaló, una característica principal de esta empresa es su ubicación estratégica, ya que se encuentra situada donde están los talleres fabricantes de puertas metálicas las cuales son a menudo sus clientes.

La optimización de procesos juega un papel muy importante en todos los campos de negocios que existen hoy en día, por lo que su conocimiento es una herramienta muy importante. Los dueños de las empresas deben de hacer uso de la mayor cantidad de conocimientos sobre procesos de producción para poder alcanzar sus objetivos.

La empresa en la que se desarrolla esta investigación es en la empresa Induce del Ecuador, en esta empresa existen varias líneas de producción que necesitan procesos estandarizados para aumentar la capacidad productiva manteniendo los mismos recursos, se ha escogido un área específica debido a la diversidad de procesos que tiene cada área.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE LAMINAS EN LA EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR.”

Autor: Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin

Sandoval Caiza Cristian Stalin

RESUMEN

La empresa Induce del Ecuador tiene como actividad principal la producción de láminas prensadas que, pese a tener pocos años de vigencia, se ha posesionado de manera contundente en el mercado. En el presente proyecto de investigación se realizará, un estudio de tiempos del área de producción, por lo que el presente proyecto esté enfocado en ello, aplicando una investigación descriptiva y empleando el método inductivo, se determina las actividades realizadas con la finalidad de determinar los movimientos innecesarios y demoras en las diferentes actividades. La investigación se la realizo en dos etapas, el primero en un estudio de tiempos actual para lo cual se identificó todos los procesos mediante un diagrama de flujo general y un diagrama de recorrido para tener una idea de cuál es la secuencia de los procesos de producción de las láminas prensadas; además, un cursograma analítico presentan las actividades específicas de cada proceso. La base fundamental del proyecto radica en el estudio de tiempos resultando un tiempo de producción de 74,63 minutos por la producción de 10 láminas prensadas, tomando en cuenta cada uno de los factores que inciden en el desarrollo de las actividades como la valoración de ritmo de trabajo y los suplementos para finalmente determinar la capacidad productiva actual de la empresa. La segunda etapa se propone realizar una mejora al eliminar o combinar ciertas actividades, además se plantea una reubicación de ciertas maquinas en la planta la cual nos muestran pérdidas de tiempo, de esta manera se reduce el tiempo de producción a 64,99 minutos, incrementando la capacidad productiva diaria en un 16% con los mismos recursos con los que cuenta actualmente la empresa.

Palabras claves: capacidad productiva, movimientos innecesarios, tiempos, láminas prensadas

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

TOPIC: "PRODUCTION PROCESSES OPTIMIZATION IN THE SHEETS AREA AT THE INDUCE ENTERPRISE, FROM ECUADOR".

Author: Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin
Sandoval Caiza Cristian Stalin

ABSTRACT

The Induce enterprise from Ecuador's main activity is the pressed sheets production that, despite having only been in existence for a few years, it has established itself convincingly in the market. Into this research project, it will be made a production area time study, so this project is focused on it, applying descriptive research and using the inductive method, the made activities are determined, in order to determine the unnecessary movements and delays in the different activities. The research was performed into two stages, the first, in a current times study, which it was identified all the processes, by means a general flow diagram and a route diagram for having an idea, what the production processes sequence is pressed sheets; further, an analytical flowchart presents the specific activities each process. The project fundamental basis lies in the times study, resulting in, a 74.63 minutes production time for the 10 production pressed sheets, taking into account each the factors,, what affect the activities development, such as the work rhythm assessment and the supplements to finally determine the enterprise current productive capacity. The second stage proposes to make an improvement by eliminating or combining certain activities, furthermore, it was proposed a certain machines relocation in the plant, what shows time losses, in this way, it is reduced the time production time to 64.99 minutes, increasing daily production capacity by 16% with the same resources that the currently has enterprise.

Keywords: Productive capacity, unnecessary movements, times, pressed sheets.

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 titulación cuyo título versa: **“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE LAMINAS EN LA EMPRESA INDUCE DEL ECUADOR”**, presentado por: **Ronquillo Ilaño Jefferson Stalin y Sandoval Caiza Cristian Stalin**, estudiantes 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, septiembre del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

1.2 PROBLEMA

Determinación de los factores que ocasionan la pérdida de tiempo y recursos dentro del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador.

En Ecuador el análisis de tiempos y movimientos es un método ya manejado más en las organizaciones donde la mayor parte de las actividades son manuales, como en la situación de las industrias metalmeccánicas, esta clase de análisis ha servido de enorme ayuda para decidir los tiempos estándar de todas las operaciones que conforman un proceso, así como examinar los movimientos que hace el operario para realizar las actividades.

Esto permite detectar operaciones que estén causando retrasos en la fabricación, de esta forma evita movimientos innecesarios que incrementan el tiempo de la operación, con esto se mejora la capacidad productiva. Tal es el caso de las grandes corporaciones tienen incorporado método de análisis de tiempos y movimientos, de esta forma se mantiene listas para competir en el mercado.

Actualmente, la organización no cuenta con un plan de estas características, por consiguiente el presente análisis nace de la necesidad de incorporar tiempos y movimientos en cada actividad, reconocer demoras, cuellos de botella y tiempos muertos, buscar alternativas de optimización continua en las ocupaciones de organización que se hacen diariamente en la zona de láminas prensadas, con el firme objetivo de mejorar la capacidad productiva manteniendo los estándares de calidad.

La distribución de las áreas de la empresa muestra errores donde se puede observar ciertos movimientos innecesarios, según observaciones realizadas previas a este estudio, se considera que la pérdida de recursos de producción es considerable lo que genera grandes pérdidas económicas para la empresa.

En el área de materia prima, se puede evidenciar que existe tiempos muertos, uno de los más importantes es que mientras un operador conduce el montacargas hacia la zona de desembarque, el otro operario se encuentra sin hacer ninguna tarea, para este caso se necesita asignar tareas a dicho operario.

Pero, el mayor problema se genera principalmente en el área de láminas prensadas se genera tiempos muy largos de proceso, debido a que las máquinas prensadoras se encuentran muy lejanas a la bodega donde se guarda las hojas de acero para las láminas prensadas, esto genera una pérdida de tiempo muy larga en el transporte de las láminas y por lo tanto estas acciones no poseen una estandarización adecuada de tiempos, esto provoca que la producción reduzca produciendo perdidas económicas para la empresa.

1.3 BENEFICIARIOS

En la investigación realizada se identificó a los principales beneficiarios los mismos que se encuentran detallados en dos grupos.

1.3.1 Beneficiarios Directos

La empresa Induce del Ecuador presenta en la tabla 1.3.1 a los beneficiarios directos.

Tabla 1.3.1 Beneficiarios Directos

BENEFICIARIOS	TOTAL
Los trabajadores de la empresa	18
Dueños de la empresa	1

Elaborado por: Los autores

1.3.2 Beneficiarios Indirectos

La empresa Induce del Ecuador presenta en la tabla 1.3.2 a los beneficiarios indirectos.

Tabla 1.3.2 Beneficiarios indirectos

Beneficiarios	Total
La Universidad Técnica de Cotopaxi, la unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas.	500
Proveedores	3
Clientes nacionales	4

Elaborado por: Los autores

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto responde a la necesidad que tiene Induce del Ecuador de reducir tiempos y mejorar procesos productivos en el área de láminas prensadas, el propósito es eliminar demoras innecesarias y pérdidas de materia prima y materiales en los distintos procesos. El estudio y aplicación de estándares de procesos industriales busca mejorar y optimizar recursos para aumentar la productividad, eliminando desperdicios, manteniendo los estándares de calidad.

El presente trabajo de investigación pretende optimizar los procesos y subprocesos correspondientes a la elaboración de láminas prensadas, por medio de la identificación de las actividades para que mediante la aplicación de métodos sobre estudio de trabajo, producción e ingeniería de métodos se desarrolle un estudio de tiempos, diagramas de procesos, recorrido, layout, entre otras herramientas que permitan determinar la capacidad de producción de la planta, así como las falencias existentes en el proceso y que pueden ser optimizadas. Una vez concluido el estudio, se realizará el análisis respectivo para el desarrollo de un plan de mejora en tiempos que suministrará alternativas de mejoramiento en los procesos de producción de la empresa.

Para el análisis del proceso se emplearán técnicas y métodos como recolección de datos, metodologías de la investigación e identificación de factores que intervienen en el mismo, para así, en el plan de mejoramiento, determinar el nivel máximo de optimización de tiempos y posibles alternativas de mejora que permitan aumentar su capacidad de producción.

Finalmente, el presente proyecto e investigación permitirán conocer puntos fundamentales para el análisis de las posibles alternativas en el plan de mejoramiento en tiempos

1.4 HIPÓTESIS

- Con la optimización de procesos, junto a un estudio de tiempos ayudaran a mejorar la capacidad productiva del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador.

1.5 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

- Optimizar los procesos de producción, mediante un estudio de tiempos para el mejoramiento de la capacidad productiva del área de láminas prensadas en la empresa Induce del Ecuador.

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar los procesos y actividades presentes en la producción de láminas prensadas mediante registros de información para la elaboración de diagramas de estudio.
- Realizar el estudio de tiempos actuales en el área de láminas prensadas, mediante métodos del estudio de trabajo, con la finalidad de obtener la capacidad productiva.
- Generar una propuesta de mejora en tiempos en el área de láminas prensadas por medio del análisis de estudio de tiempos realizado para su optimización.

1.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 1.7 Sistema de tareas

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Identificar los procesos y actividades presentes en la producción de láminas prensadas mediante registros de información para la elaboración de diagramas de estudio.	Identificar todos los procesos y actividades de producción.	Procesos de elaboración identificados	Diagrama de flujo y recorrido y Diagrama analítico de operaciones
	Registrar todas las actividades realizadas por los trabajadores.	Apunte de actividades realizadas por los trabajadores en los diferentes procesos.	
	Identificar el número de operadores en los diferentes procesos de producción.	Número de operadores por los procesos identificados.	
Realizar el estudio de tiempos actuales en el área de láminas prensadas, mediante métodos del estudio de trabajo, con la finalidad de obtener la capacidad productiva.	Registrar los tiempos de los procesos productivos.	Tabla de registro de tiempos de los procesos de producción.	Estudio de tiempos Tabla de resultados
	Calcular el tiempo total de cada proceso.	Tiempo total de cada proceso.	
	Calcular la capacidad actual de la planta.	Capacidad actual de producción	
Generar una propuesta de mejora en tiempos en el área de láminas prensadas por medio del análisis de estudio de tiempos realizado para su optimización	Adaptar estrategias para la optimización de los tiempos de producción	Plan de mejoramiento de tiempos de producción	Procedimiento de mejoramiento Tablas comparativas
	Elaborar un plan de mejoras en los tiempos de producción.		

Elaborado por: Los autores.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

Las importancias de los métodos de estudio de trabajo hoy en día son muy vitales para llevar un control minucioso de la producción siendo estos un factor importante para la optimización de procesos de producción y el registro de información respecto a las actividades que realiza cada operador, para poder elaborar una propuesta de mejora eliminando tiempos y movimientos innecesarios. Para la elaboración del proyecto se consultó de varios autores temas similares a nuestro proyecto los cuales se los detallaremos a continuación.

En la Escuela superior politécnica de Chimborazo con el tema titulado optimización del proceso producción del yogurt en la empresa Proalim propone como objetivo la optimización de los procesos de producción de dicho producto y efectuar el diagnóstico del proceso de elaboración del yogurt, llegando a la conclusión que la optimización de procesos brinda una mejor capacidad productiva manteniendo los mismos estándares de calidad , esto beneficiara a la empresa y a los clientes por que muestran satisfacción del producto. [1]

En la Universidad distrital Francisco José de Caldas con el tema titulado Estandarización y optimización del proceso productivo de la brocha profesional 5 de industrias Goyaincol Ltda. Propone como objetivo estandarizar el proceso productivo de la brocha profesional 5 de industrias Goyaincol obteniendo la conclusión que la materia prima, la maquinaria la mano de obra representa el 80% las causas que provocan los mayores inconvenientes y retrasos en la empresa por lo cual esta empresa se debe revalorizar para eliminar dichos inconvenientes. [2]

En la Universidad nacional de Chimborazo con el tema titulado Optimización del proceso productivo en la fabricación de puertas de madera en muebles Fonseca se propone como objetivo general optimizar el proceso productivo en la fabricación de puertas de madera mediante la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la microempresa Muebles Fonseca en la ciudad de Riobamba obteniendo como conclusión que la falta de procedimientos de trabajo dentro de cualquier empresa puede significar pérdida de tiempo lo que ocasiona atraso en la producción y por ende productos entregados fuera de los límites de tiempo estimado. [3]

En la Universidad politécnica salesiana sede Cuenca con el tema titulado Propuesta para la

optimización del proceso productivo en la fábrica de resortes Vanderbilt propone como objetivo general optimizar los procesos de producción en la fábrica de resortes Vanderbilt en la ciudad Cuenca obteniendo como conclusión que se requiere implementar el pantógrafo oxicorte en la línea de manufactura con ballestas ya que con la implementación de esta máquina es posible cubrir la demanda y a la vez es posible disminuir recursos. [4]

En la Universidad Técnica de Ambato con el tema titulado optimización de los procesos de producción de calzado en la industria manufacturas de cuero Calzafer CIA. LTDA. Propone como objetivo optimizar los procesos de producción de calzado en la industria manufacturas de cuero Calzafer CIA. LTDA. Obteniendo como conclusión que gracias a la nueva distribución se observa que el flujo de producción ha mejorado ya que el tiempo de proceso disminuye un 7,89% por ende la capacidad productiva aumentará. [5]

Las tesis citadas nos indican los resultados de los métodos de estudio dentro de las empresas, manteniendo una clara similitud con el proyecto de investigación que se quiere realizar, demostrando la importancia que tiene la optimización de procesos para estabilidad y crecimiento de las industrias.

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Optimización de la producción

La optimización como su palabra lo indica es que algo llegue a la situación óptima, es decir indaga la mejora continua para hacer más eficaz una actividad, como se está mencionando a la producción se tiene que mejorar las actividades mediante la disminución de recursos sin afectar la calidad de los productos.

Un buen sistema de producción bien ajustado intenta combinar las ventajas de la producción en masa y de la producción artesanal. Se fundamenta en el principio de la exclusión de las ineficiencias del sistema productivo, a las ineficiencias se las considera desperdicio de recursos que no aportan valor al producto, pero en cambio consumen recursos que son escasos. La producción ajustada debe su nombre a que se apremia el gran aprovechamiento de los recursos. [6]

Para la correcta optimización de un de producción es sumamente necesario tomar en cuenta aspectos como:

- Evaluación de tiempos de fabricación
- Evaluación del particular
- Capacitaciones en el personal
- Mantenimiento de las máquinas y equipos
- Diagnóstico de la maquinaria y de los equipos
- Valoración de un sistema productivo
- Materia Prima y de los materiales

Para que una empresa pueda ejercer sus actividades normalmente debe existir unadirección adecuada en la cual todos los departamentos internos que actúan en el proceso productivo ayuden de manera eficiente mediante la planificación, control, organización de todas las áreas de producción. [6]

2.2.2 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos se ha vuelto un instrumento necesario para el funcionamiento óptimo o eficaz en la industria o cualquier tipo de negocio. En si el estudio de los movimientos genera una verificación bastante metódica deltrabajo y fabrica un diagrama de flujo del trabajador teniendo en cuenta la economía en los movimientos. [7]

2.2.3 Objetivos del estudio de movimientos

Eliminar o reducir los movimientos ineficientes.

Acelerar u optimizar los movimientos eficientes. [7]

2.2.4 Estudio de tiempos

Definición

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

[8]

2.2.5 Equipos a utilizar para la toma de tiempos

Para un correcto estudio de tiempos hay que tener en cuenta que se deben tener por lo menos los siguientes recursos:

- Un cronometro
- Un tablero para el estudio de tiempos
- Formatos impresos para la toma de tiempos
- Calculadora [8]

2.2.6 Técnicas de estudio de tiempos

2.2.6.1 Estudio de tiempos con cronometro

El instrumento principal para realizar un levantamiento de tiempos es básicamente un cronómetro, una tabla o paleta y una calculadora. No obstante, la utilización de más ayuda técnica, como registradores de tiempo, grupos de cómputo y cámaras de clip de video en conjunción con programas, se ha usado exitosamente al tiempo que mantiene ventajas mejores sobre los cronómetros. [9]

2.2.6.2 Estudio de tiempos MOST (Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard)

Usando esta técnica, las tres secuencias de actividad básicas para medir el trabajo manual son:

- Secuencia de movimiento general (para el movimiento espacial de objetos colocados libremente en el aire).
- Trayectoria de desplazamiento controlado (movimiento de un objeto una vez que toca un área o está con otro objeto a medida que se mueve).
- Orden de uso de herramientas (cuando se usan herramientas manuales generales) [9]

2.2.6.3 Estudio de tiempos MTM (Medida del Tiempo de los Métodos)

Es una metodología que posibilita aprender cualquier procedimiento manual descomponiendo los movimientos básicos necesarios, tal dedicar tiempos estándar a cada actividad en funcionalidad del tipo de desplazamiento y en funcionalidad a las condiciones llevadas a cabo. Como consecuencia del estudio de las operaciones hay aspectos bastante relevantes

involucrados con el inicio de la economía de movimientos. Por consiguiente, realizamos un análisis de cronómetro para detectar los estándares de tiempos reales con los que se labora en la compañía, de esta forma obtener resultados reales para producir una comparación de estudio de consenso al tiempo estándar de los movimientos usados en el procedimiento MTM según su naturaleza. [9]

2.2.7 Producción

La producción se basa en una serie de operaciones que convierten los materiales realizando que pasen de una manera dada a otra que se quiere obtener. Además, se entiende por producción la añadidura de costo a un bien o servicios por efectos de una transformación. Producir es sustraer, cambiar los bienes con el fin de volverlos aptos para saciar las necesidades. [10]

Un proceso industrial se apoya en ocupaciones o una secuencia de ocupaciones que necesitan recursos humanos, físicos y mecánicos, entre otras cosas, para transformar materias primas en productos terminados o para brindar servicios.

La construcción (o producción) involucra transformar recursos en productos tangibles. Los servicios, a diferencia de la producción, involucran la conversión de recursos desde resultados intangibles. [11]

2.2.8 Procesos de Producción

El proceso de producción incluye la tecnología, la información y la conducta humana para transformar las materias primas en bienes, bienes o servicios terminados, cuyo objetivo primordial es saciar la enorme demanda de los consumidores y producir los ingresos económicos de la compañía.

En la actualidad, el proceso de producción es un sistema involucrado en la conversión de una secuencia de recursos de acceso denominados materias primas, los cuales se unen a casi cada una de las ocupaciones de la compañía mientras se transforman en recursos de salida por medio del proceso de producto culminado. [12]

2.2.9 Tipos de procesos de producción

Producción bajo pedido

En esta clase de producción, solo se hace por medio de las normas del pedido del comprador, y las propiedades de cada producto principalmente se especifican según sea primordial.

Los sistemas de producción corresponden a consumidores. El claro ejemplo de esta manera es: los productores de artículos de moda, talleres de arreglos, las imprentas y las organizaciones que se dedican en la ejecución de diversos proyectos, las consultorías, las monumentales constructoras y productores de aparatos pesadas. [13]

Producción continua

Cuando se habla de producción continua, enfocamos las situaciones de fabricaciones en las cuales las instalaciones se aciertan a ciertos itinerarios y flujos de operación que sigue una escala no sufre ninguna interrupción.

Los materiales o materia prima se reciben constantemente por los proveedores para ser almacenados, transportándose convenientemente para su procesamiento. A continuación, se reduce su temperatura enfriando el producto para su mejor conservación. [14]

Producción en masa

La producción en masa funciona por medio de una línea de producción en la cual se produce cientos de productos con características similares, en este proceso por lo frecuente implica un enlace de una gran diversidad de subconjuntos determinados para conseguir un producto conclusivo, la generalidades de los procesos son automatizados, pero siempre es preciso la intervención de los recursos humanos para la sistematización de estos.

Una vez que se frecuenta los procesos de construcción en masa, se encuentran ejemplos de productos más ajustados con menor mano de obra y procesos intensos en la utilización de la tecnología como la preparación de coches y microordenadores electrónicos, a diferencia de la construcción continua o sin problema se muestra en procesos como la construcción de papel, purificación de petróleo y pinturas. [15]

Producción en masa

Es la estructura en la fabricación de un bien que implica la división del proceso en diferentes

fases o partes en el cual cada trabajador realiza una tarea específica.

Se puede decir que esta forma de producción es de uso constante en la producción de bienes. A la vez nos parece un proceso normal en los procesos de producción. Sin embargo, cuando tal forma de producción comenzó a implementarse en aquellos tiempos significó una tremenda revolución. Avances sin precedentes dentro de las diferentes industrias. [16]

2.2.10 Tiempo de producción

El tiempo de producción se denomina al periodo de tiempo que es importante para la producción de uno o varios productos, en la actualidad están en varias empresas que se dedican a la misma acción económica, por esta razón para que una puede ser más profesional es necesario que ejecute las actividades en menor tiempo aleatorio y con menor costo. [17]

El tiempo de producción está combinado por:

- **Tiempo de espera:** es el tiempo en el que los bienes se demoran hasta que décomienzo la acción.
- **Tiempo de preparación:** es el periodo de tiempo importante para la elaboración de los recursos que entran en el proceso de la operación.
- **Tiempo de operación:** es el tiempo explícito que se difiere en la preparación de un producto definitivo.
- **Tiempo de transferencia:** constituye del tiempo necesario para poder trasladar una cantidad de productos hacia una nueva maniobra.

2.2.11 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es mejorar los procesos, procedimientos y tareas, los lugares de trabajo, también abarca el diseño de los instrumentos, así como las instalaciones y las condiciones de trabajo. La ingeniería de métodos también se enfoca en reducir o eliminar el esfuerzo humano, disminuir el uso de materiales, con el único fin de hacer más fácil y seguro el trabajo.

Para mejorar los métodos de trabajo se evalúan todas las actividades tanto directas como indirectas, que generen o no valor agregado, estas actividades son evaluadas de manera analítica, continua y meticulosamente. Durante esta evaluación se determinan los puntos

críticos, cuellos de botella, mermas, desperdicios o alguna otra actividad que hacen que el proceso sea deficiente. [18]

2.2.12 Estudio del trabajo

El análisis del trabajo es una revisión sistemática de los procedimientos de ejecución de ocupaciones para mejorar la utilización eficaz de los recursos y entablar estándares de manejo para las actividades en curso.

En medio de las primordiales ventajas del análisis del trabajo destaca que ayuda a minimizar precios y tiempos empleados en hacer diversas ocupaciones, y para tener claro cómo ofrece esta ayuda, es necesario conocer el tiempo total de una actividad. [19]

2.2.13 Estudio de tiempos

Esta actividad comprende la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para que una persona calificada y convenientemente adiestrada realice tareas u operaciones de trabajo, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida determinación de la fatiga y las demoras personales y los retrasos de cada operador. [20]

El estudio de tiempos y movimientos se emplea bajo la siguiente metodología:

- Obtener y registrar información sobre las operaciones y el operador que se estudia.
- Dividir las operaciones en elementos y anotar la descripción del método.
- Observar y registrar el tiempo empleado por el operador.
- Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse.
- Valorar la actuación del operario.
- Comprobar que se ha cronometrado un número suficiente de ciclos.

2.2.14 Procedimiento para realizar el estudio de tiempos

En lo que específicamente se refiere al estudio de tiempos, sus fases de ejecución son las que se mencionan a continuación:

- **Seleccionar** el trabajo que va a ser objeto del estudio.
- **Registrar** todos los hechos pertinentes al método o condiciones actuales. Cuando

no hubiere método actual porque se trata de una instalación nueva, deberá registrarse toda la información especificada en el proceso y sus condiciones previstas de ejecución.

- **Examinar** estos hechos en una forma crítica y ordenada, utilizando las técnicas de análisis más apropiadas en cada caso.
- **Desarrollar** el método más conveniente tanto por su economía como por su eficacia y aplicación, teniendo debidamente en cuenta las restricciones y especificaciones que atañan al caso.
- **Adoptar** el método como una práctica uniforme, debiendo normalizarse el método propuesto
- **Mantener** dicho método mediante comprobaciones regulares y habituales. [20]

2.2.15 Equipos a utilizar para el estudio de tiempos

Para un correcto estudio de tiempos hay que tener en cuenta que se deben tener por lo menos los siguientes recursos:

- Un cronometro
- Un tablero para el estudio de tiempos
- Formatos impresos para la toma de tiempos
- Calculadora [20]

Tiempo normal

El tiempo normal es el tiempo que se necesita para realizar una actividad, los operarios no tienen la posibilidad de conservar la rapidez de su trabajo a diario por las interrupciones que emergen por medio del día, como son las interrupciones individuales (viajes al sanitario o el tomar agua), el cansancio que perjudica a cualquier operador y los retrasos inevitables que emergen una vez que se descompone un instrumento o alteración en los materiales, por esa razón se necesita conceder una época adicional, para eso se utilizan los suplementos los cuales se ajustaran conforme el criterio del analista de tiempos, para obtener el tiempo normal se realiza con la siguiente ecuación (2.1) [20]

$$\textit{Tiempo Normal} = \textit{Tiempo Observado} * \textit{Factor de valoracion} \quad (2.1)$$

Tiempo estándar

Un estándar de tiempo es el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las siguientes condiciones: Operador calificado y bien capacitado, manufactura a ritmo normal, y hacer una tarea específica, para obtener el tiempo estándar se realiza con la siguiente ecuación (2.2). [20]

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo Estandar} &= (\textit{tiempo observado} + \textit{factor de valoracion}) + \textit{suplementos} \\ \textit{Tiempo Estandar} &= \textit{Tiempo Normal} + \textit{Suplementos} \end{aligned} \quad (2.2)$$

2.2.16 Estudio de movimientos

Se trata de analizar las actividades que realizan los operarios con métodos técnicos y científicos: se realiza grabando en imágenes los detalles de la actividad que realiza el trabajador, su postura y movimientos corporales. [21]

Técnicas para estudio de movimientos

Las técnicas para la observación de los movimientos en el trabajo pueden ser a través de:

- Técnica cinematográfica o de micro movimientos
- Técnica de proyección lenta cinematográfica para movimientos
- Técnica de análisis ciclográfico (medio eléctrico fotográfico continuo)
- Técnica de análisis cronociclográfico (medio eléctrico fotográfico interrumpido)
- Observación directa. [21]

2.2.17 Medición del trabajo

Según la OIT, la medición del trabajo (MT) se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que se demora un trabajador “capacitado” en efectuar sus actividades comparándolas contra estándares preestablecidos. [22]

Procedimiento de medición de trabajo

Los pasos que se deben seguir para una correcta medición del trabajo son:

- Selección del trabajo a estudiar.
- Registrar la información recolectada.
- Seleccionar el método adecuado de trabajo
- Medir cada elemento del trabajo.
- Evaluar el desempeño del operario.
- Contemplar las mediciones de los operarios con las respectivas holguras.
- Definir el estándar del tiempo. [23]

Técnicas de medición del trabajo

Las principales técnicas que se emplean para medir el trabajo son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Por descomposición en micro movimientos de tiempos
- predeterminados (MTM, MODAPTS, técnica MOST).
- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).

2.2.18 Plan de mejoramiento

Es necesario realizar un plan de mejoramiento en base al estudio de tiempos actual de la empresa con la función de producción definida, el analista puede tomar elecciones y plantear nuevos procedimientos que ayude a la mejora del proceso, optimización de la capacidad y de la productividad en sí. Para terminar, se efectuará una tabla comparativa del caso de hoy vs el caso iniciativa, considerando las superficies de estudio, el número de obreros, número de ocupaciones, distancias, tiempo estándar y la función de producción que posibilite detectar las diferencias frente a las propuestas de optimización.

Para la comprobación de la premisa se determinará la función de producción mensual de hoy y la iniciativa, el crecimiento de la productividad expresado en porcentaje. [23]

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de investigación

Descriptiva

Después de la recopilación y análisis de información cuantificable, específicamente de estudio tiempos permite detallar los diferentes procesos inmersos para la obtención de las láminas prensadas y de esta manera contemplar la optimización de recursos para mejorar la productividad.

3.1.2 Método

Utilizamos el método inductivo puesto que se parte de registros de información del proceso de prensado y de los tiempos cronometrados en campo por los investigadores para aprobar la información partiendo de indicios particulares con la finalidad de llegar a generar conclusiones generales sobre el tema.

3.1.3 Materiales

Para realizar un estudio de tiempos y movimientos se debe emplear diferentes tipos de materiales e instrumentos básicos que por lo general la mayoría de personas tienen a su disponibilidad, el instrumento principal para el estudio de tiempos es un cronometro ya sea digital o analógico, también es indispensable tomar apuntes de los tiempos registrados para lo cual es necesario un registro de apuntes y un bolígrafo.

Finalmente, para el desarrollo de los cálculos y generar una base de datos se utiliza un computador para el respectivo estudio.

Tabla 3.1 Instrumentos empleados para el estudio de tiempos







INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Cronometro Digital	Para el registro de tiempos se utilizó un cronometro digital mismo que debe estar calibrado para que la toma de tiempos sea exacta.	
Tabla de registros	Soporte portable con sus respectivas hojas que nos ayudara a tomar los apuntes necesarios para el registro de tiempos.	
Hojas de registros	Para el registro de tiempos que se tomara de cada actividad que se realiza dentro del área de láminas prensadas.	
Computadora (Laptop)	Se empleara para el desarrollo de cálculos y generar una base de datos para el respectivo estudio.	
Flexómetro	Para medir la distancia que recorre el operador en las diferentes áreas de producción.	
AutoCAD	Software de diseño mismo que nos ayudara para la ilustración de la planta y realizar diagramas de recorrido.	

Elaborado por los: Los autores

3.1.4 Diagrama de operaciones

El diagrama de procesos es una ilustración gráfica de los puntos en los que se introducen los materiales en el proceso, una serie de inspecciones y todas las operaciones excepto las relacionadas con el manejo de materiales. También contiene la información necesaria para el análisis, como la hora y el lugar de interés. Este diagrama puede ayudarlo a comenzar a explorar procesos complejos o implementar nuevos procesos para que no se pierda ningún paso importante [24].

Tabla 3.2. Símbolos empleados para las operaciones y también su combinación

Operación	
Inspección	
Transporte	
Demora	
Almacenamiento	
Operación combinada	

Elaborado por: Los autores

3.2 MÉTODO A UTILIZAR

Método estadístico (OIT)

Sirve para determinar el tamaño de la muestra o calcular el número de observaciones es un proceso importante al momento de tomar los tiempos ya que de esto depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos, esta secuencia tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. [25] Como se muestra en (3.1):

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (3.1)$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra (número de observaciones)

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar

Σ = Sumatoria de valores

x = Valor de las observaciones

3.2.1 Tiempo estándar o Tiempo total

Se puede definir el tiempo estándar como el tiempo requerido para que un operario plenamente capacitado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo una tarea según el método establecido.

[26] Como se muestra en (3.2):

$$TE = TN + TN * HOLGURA \quad (3.2)$$

Donde:

TE= Tiempo estándar

TN= tiempo normal

Holgura= % de adiciones

3.2.2 Tiempo normal

Es el tiempo que solicita un operador que está certificado para desarrollar una tarea determinada a un ritmo normal, para culminar una operación o ciclo usando un procedimiento señalado. [27]

Como se muestra en (3.3):

$$TN = TO * C (100) \quad (3.3)$$

Donde:

TN= Tiempo normal

TO= Tiempo Observado

C= Calificación del ejercicio del operario

3.2.3 Capacidad

La capacidad de producción es el techo máximo de rendimiento de bienes y servicios que se puede obtener por unidad de producción en un período de tiempo limitado. [28] Así, la fórmula empleada para calcular la capacidad se presenta en (3.4):

$$CP = \frac{1}{TS} \quad (3.4)$$

Siendo:

CP= Capacidad de producción.

TS = Tiempo estándar.

3.2.4 La adición de los suplementos

En este punto al tiempo normal se le aumentan las tolerancias por suplementos concedidos obteniéndose el tiempo que es concedido por cada elemento. Se realizará así para cada uno de los elementos (T_t = tiempo concedido elemental). [29] Como se muestra en (3.5):

$$T_t = T_n * (1 + \text{suplementos}) \quad (3.5)$$

3.2.5 Valoración de ritmo de trabajo

La definición de ritmo de trabajo o desempeño es el rendimiento que se obtiene sin forzar a los trabajadores certificados, como promedio de la jornada o turno siempre y cuando respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse. [30]

3.2.6 Métodos de valoración de ritmo de trabajo

El sistema Westinghouse

El procedimiento que se utiliza mediante el sistema de calificación Westinghouse, es uno de los más completos y utilizados por la mayor parte de evaluadores en estudio de tiempos, en este método se utilizan cuatro factores para calificar al trabajador, los cuales tienen asignado un valor numérico a cada factor. [30] Estos son:

Tabla 3.3 Sistema westinghouse para la valoración del trabajador [30]

CONDICIONES			
+	0,06	A	Ideales
+	0,04	B	Excelentes
+	0,02	C	Buenas
+	0,00	D	Regulares
-	0,03	E	Aceptables
-	0,07	F	Deficientes

CONSISTENCIA			
+	0,04	A	Ideales
+	0,03	B	Excelentes
+	0,01	C	Buenas
+	0,00	D	Regulares
-	0,02	E	Aceptables
-	0,04	F	Deficientes

DESTREZA O HABILIDAD			
+	0,15	A1	Extrema
+	0,13	A2	Extrema
+	0,11	B1	Excelente
+	0,08	B2	Excelente
+	0,06	C1	Buena
+	0,03	C2	Buena
+	0,00	D	Regular
-	0,05	E1	Aceptable
-	0,10	E2	Aceptable
-	0,16	F1	Deficiente

ESFUERZO O EMPEÑO			
+	0,13	A1	Excesivo
+	0,12	A2	Excesivo
+	0,10	B1	Excelente
+	0,08	B2	Excelente
+	0,05	C1	Bueno
+	0,02	C2	Bueno
+	0,00	D	Regular
-	0,04	E1	Aceptable
-	0,08	E2	Aceptable
-	0,12	F1	Deficiente

Habilidad: Se refiere a la calidad del operario, es decir, la habilidad que tiene para realizar un determinado trabajo, con la mente o con las manos. Es la capacidad de seguir un determinado método.

Esfuerzo: Se define como la expresión de la voluntad de trabajar con eficacia, es decir, el esfuerzo que hace el moderador para avanzar en un determinado tipo de acción. Se identificaron seis niveles de esfuerzo, a saber: Excesivo, Excelente, Bueno, Aceptable y Deficiente.

Condiciones: Las condiciones son las que afectan directamente al operador, no a la operación. Varios factores afectan las condiciones de trabajo, como la temperatura, la iluminación, la ventilación y el ruido. Tenemos seis tipos generales de condiciones; Ideal, Excelente, Bueno, Regular, Aceptable y Deficiente.

Consistencia: Se define como la forma de acciones repetidas de una persona en una determinada obra, es decir, los valores básicos de tiempo se repiten continuamente mostrando un alineamiento más o menos preciso. La consistencia puede ser: Ideal, Excelente, Bueno, Regular, Aceptable y Deficiente.

3.2.7 Suplementos del estudio de tiempos

La valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación del suplemento es extremadamente sensible en los estudios de tiempos, ya que en este paso el experto necesita el mayor grado de objetividad e imparcialidad, su evidente claridad. El significado de la justicia.

Durante el periodo de evaluación del ritmo de trabajo se calcula el tiempo de trabajo básico o normal, si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar a alcanzar en un determinado periodo de tiempo, en el periodo de observación inmediata, difícilmente cumpliríamos con este criterio. [31]

La declaración anterior desencadenará un análisis de causa de la estimación de rendimiento fallida y la conclusión más probable es:

- ✓ Hay causas atribuidas a los operadores.
- ✓ Hay razones atribuidas al estudio.
- ✓ Consten principios no asignables.

3.2.8 Clasificación de suplementos

Los suplementos que se pueden administrar durante un estudio de tiempo se pueden clasificar en términos generales en:

- ✓ Suplementos sostenidos (Necesidades personales).
- ✓ Suplementos volubles (Fatiga básica).
- ✓ Suplementos especiales.

3.2.8.1. Suplementos por descanso

El resto es una adición al tiempo de referencia para permitir que los trabajadores se recuperen de los efectos psicofisiológicos de realizar un trabajo en determinadas condiciones y para permitirles satisfacer sus necesidades personales. La cantidad depende de la naturaleza del trabajo. OIT [31].

3.2.8.2 Suplementos especiales

Estos suplementos están en escenarios que no sean parte regular del ciclo de trabajo, se podrán

dar complementos especiales a criterio del especialista. Estos complementos pueden ser permanentes o temporales y suelen estar más relacionados con el proceso en general, que con una situación del mismo. Entre los suplementos de especialidad más utilizados se encuentran:

- ✓ **Suplementos por apertura:** Esto compensa el tiempo invertido en la preparación requerida o espera que ocurre al inicio del turno.
- ✓ **Suplemento por finalización:** Para el trabajo o la espera habitual al final del día.
- ✓ **Suplemento por la limpieza:** Para casos en los que sea necesaria la limpieza de máquinas o lugares de trabajo.
- ✓ **Suplemento por las herramientas:** Para aquellos casos en los que sea necesario ajustarlo.
- ✓ **Suplemento por acoplamiento:** Tiempo de configuración cuando se prepara la máquina o cuando se espera producir un nuevo lote.
- ✓ **Suplemento por desintegración:** Cuando termina la producción y cambia la máquina o el proceso.
- ✓ **Suplemento por instrucción:** Para nuevos operadores que estén formándose en una profesión según el tiempo prescrito.

3.2.9. Valor de los suplementos

A lo largo de los años, ya medida que la cuestión de definir los complementos se ha vuelto cada vez más debatida por los empresarios, los profesionales y los sindicatos; Han solicitado reiteradamente a la OIT (Oficina Internacional del Trabajo) que determine su postura sobre la evaluación que deben recibir estos suplementos. [31]

3.2.10 Método de evaluación justa con estándares de agotamiento

Este método divide los factores adicionales en constantes y variables. Los factores constantes incluyen la necesidad individual en 5% y 7% para hombres y mujeres, respectivamente; Además de las necesidades individuales, el grupo de factores constantes incluye el porcentaje de fatiga de línea de base, que corresponde a lo que creemos que necesitamos en un trabajador que realiza sus funciones en condiciones deseables para los hombres y para mujeres. [31]

Tabla 3.4 Sistema de suplementos por descanso [31]

INGENIERÍA INDUSTRIAL			SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (mili calorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES					
a) Trabajo de pie			16	0	
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14	0	
Trabajo se realiza de pie	2	4	12	0	
b) Postura normal			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6	21	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
			3	64	
			2	100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	j) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
17,5	7	10	Sonidos estridentes	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20(máx.)	Proceso complejo o de atención dividida	4	4
30	17		Proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Fuente: Ingeniería Industrial Online

Tal como ya hemos mencionado, estos valores son una referencia que no necesariamente aplica en todas las condiciones de trabajo ni en todas las regiones del planeta, sin embargo es una estimación ampliamente aceptada que ha producido buenos resultados en general. [31]

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La empresa Induce del Ecuador dedicada a la fabricación de láminas prensadas de acero, presenta posibles problemas que se pretenden solucionar mediante alternativas para optimizar su proceso. Para ello, el primer paso es identificar todas las áreas que están inmersas en el proceso productivo, teniendo así las siguientes:

- Recepción de materia prima
- Corte
- Prensado de laminas
- Despacho de laminas

3.3.1 Diagrama de flujo actual

Para entender el proceso general de la elaboración de láminas prensadas, con la información levantada se realiza un diagrama de flujo que se presenta a continuación en la Figura 3.1.

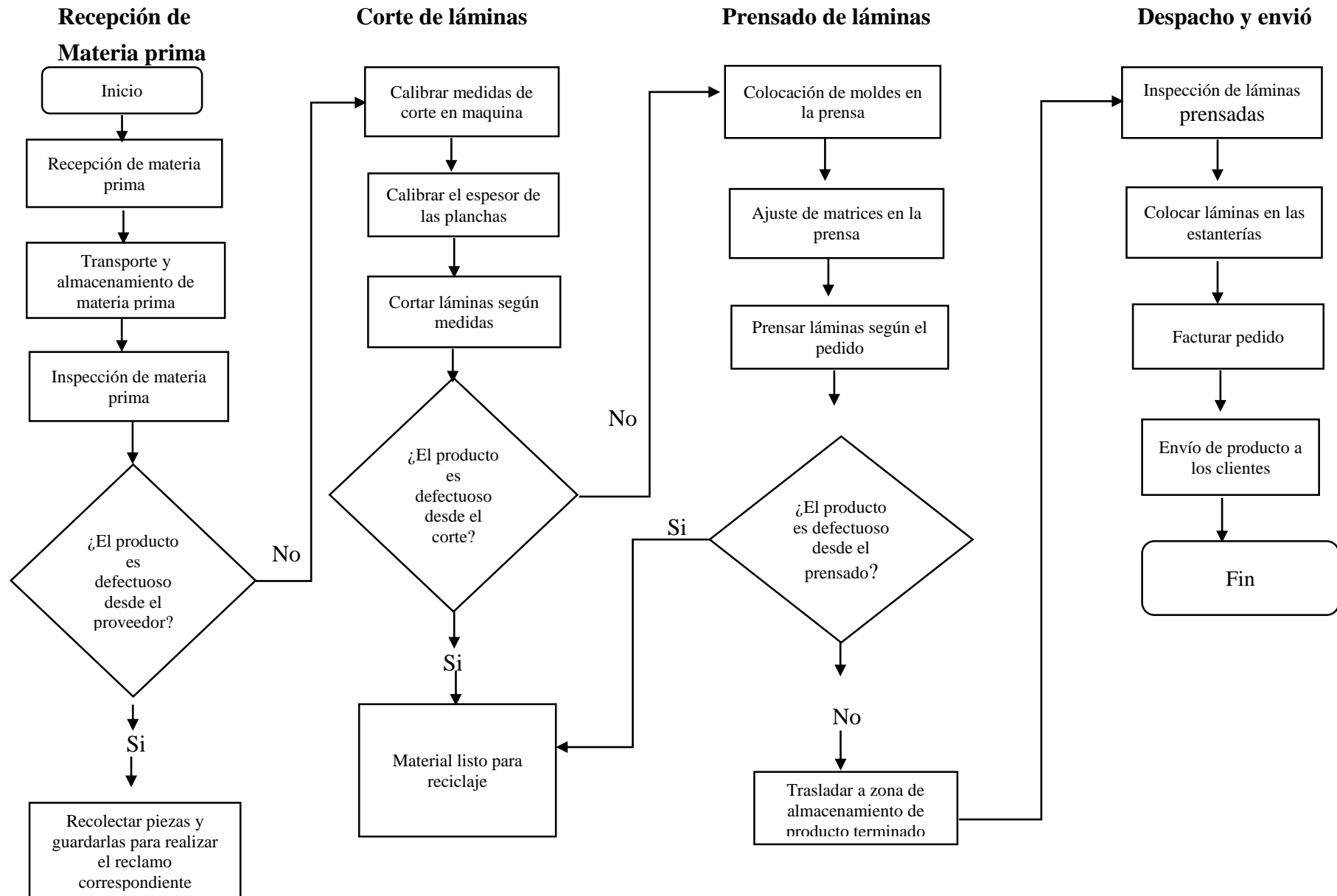


Figura 3.1 Diagrama de flujo actual del área de láminas prensadas

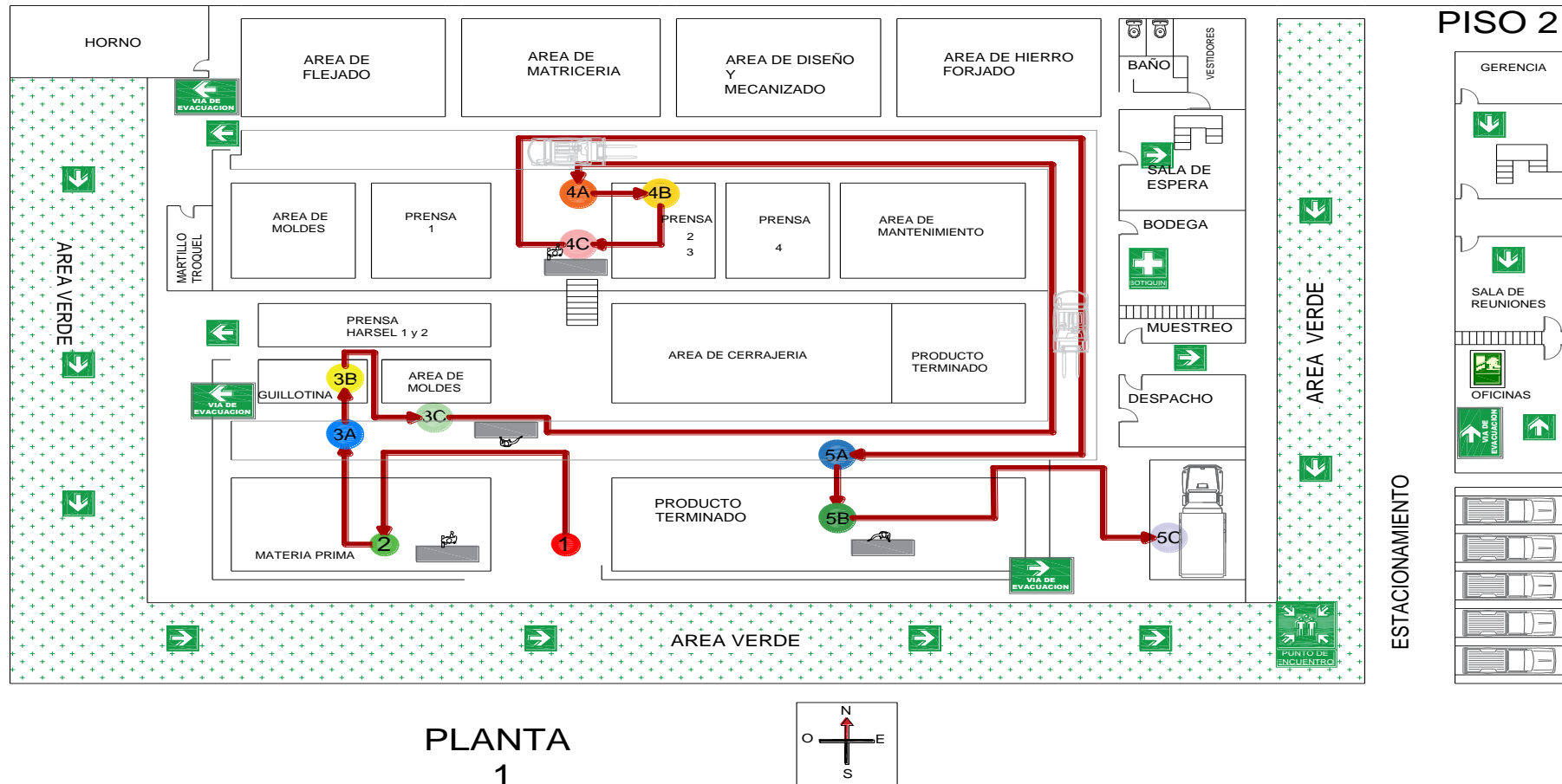
3.3.2 Diagrama de recorrido actual

La fabricación de láminas prensadas lleva una secuencia lógica que se presenta en un diagrama de recorrido, teniendo la descripción del mismo en la Tabla 3.5 conjuntamente con la Figura 3.2 que se presentan a continuación.

Tabla 3.5 Descripción del diagrama de recorrido actual

Descripción del recorrido	
1	Recepción de materia prima
2	Transporte y almacenamiento temporal de los paneles hasta que se realice el pedido.
3 ^a	Los lotes de láminas es transportado hacia el área de corte
3B	Corte de las láminas, por unidad en la guillotina, después de que las láminas son cortada se los coloca en una mesa ubicada en la parte izquierda de la máquina
3C	Las láminas son inspeccionadas para asegurarse que las dimensiones estén acordes a la orden de trabajo.
4 ^a	Las láminas cortadas son transportadas hacia el área de prensado.
4B	Prensado de las láminas, por unidad en la maquina prensadora según el pedido del cliente.
4C	Las láminas prensadas son inspeccionadas para asegurarse que estén acordes a la orden de trabajo.
5 ^a	Las láminas prensadas son transportadas hacia el área de despacho.
5B	Las láminas son inspeccionadas para asegurarse que las láminas prensadas estén acordes a la orden de trabajo.
5C	Las láminas prensadas son transportadas hacia el camión de envió.

DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL



<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p>	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS INGENIERIA INDUSTRIAL</p>	<p>FECHA:</p>	<p>AUTORES: -RONQUILLO JEFFERSON -SANDOVAL CRISTIAN</p>	<p>CONTENIDO: DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL</p>	<p>LAMINA: 2 / 3</p>
--	--	---------------	---	--	--------------------------






Figura 3.2 Diagrama de recorrido actual de la producción de láminas prensadas

Ante el problema de tiempos muertos y movimientos innecesarios, se desarrolló cursogramas analíticos de las áreas más importantes que pueden ayudar a optimizar dichos procesos.

3.3.4 Recepción de materia prima

La recepción de la materia prima normalmente se realiza con dos operadores, en esta área se detalla en el cursograma presentado en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Cursograma actual del proceso de recepción de materia prima

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGÍA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación 	Transporte 	Inspección 	Demora 	Almacenamiento 		
1	Encender montacargas	●					0,53	
2	Transportar el montacargas al área de desembarque		●				0,60	13m
3	Esperar los lotes de las laminas				●		1,13	
4	Ajustar el lote de láminas al montacargas	●					0,41	
5	Desembarque de lotes de laminas	●					0,99	
6	Transportar los lotes de láminas a la bodega.		●				0,86	26 m
7	Colocar tacos para reposar los lotes de laminas	●					0,52	
8	Colocar las láminas en la bodega	●					0,40	
TC (min)							5,45	

Elaborado por: Los autores.

3.3.5 Corte de láminas

Para este proceso normalmente lo realiza un solo operario en la tabla 3.7 se detalla el cursograma actual que posee el proceso de corte de láminas prensadas en la empresa INDUCE DEL ECUADOR

Tabla 3.7. Cursograma actual del proceso de corte de láminas.

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON	
							SANDOVAL CRISTIAN	
		SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento		
1	Contar las láminas de acuerdo al pedido	○					0,34	
2	Colocar las láminas en el montacargas para llevarlas al área de corte	●					1,38	
3	Encender el montacargas	●					0,55	
4	Transportar lotes de láminas al área de corte		⇒				2,18	10,5 m
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas	●					1,27	
6	Encender la guillotina	●					0,27	
7	Calibrar	●					1,07	
8	Ajustar las medidas de corte	●					2,93	
9	Colocar la lámina en la guillotina	●					2,20	
10	Presionar el pedal para cortar	●					0,23	
11	Esperar el corte de laminas				D		9,21	
12	Colocar la lámina cortada en la mesa	●					1,42	
13	Inspección de láminas de acuerdo a la orden del cliente			□			0,59	
TC (min)							23,64	

Elaborado por: Los autores

3.3.6 Prensado de láminas

Para este proceso normalmente lo realiza un solo trabajador en la tabla 3.8 se detalla el cursograma actual del proceso de láminas prensadas.

Tabla 3.8. Cursograma actual del proceso de prensado de láminas.

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON				
				SANDOVAL CRISTIAN				
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento		
		○	⇒	□	D	▽		
1	Colocar las láminas cortadas en el montacargas	●					1,28	
2	Encender el montacargas	●					0,54	
3	Transporte de láminas al área de prensado		●				1,06	106m
4	Colocar las láminas cortadas en la mesa	●					1,24	
5	Encendido de la prensa	●					0,45	
6	Encendido del montacargas	●					0,54	
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa		●				2,16	18m
8	Colocación de molde en la prensa	●					3,69	
9	Regular presión de la prensa	●					0,31	
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido		●				0,85	11m
11	Colocación de matrices en el molde	●					3,82	
12	Ajuste de las matrices de acuerdo al pedido	●					1,20	
13	Colocación de láminas en la prensa	●					2,11	
14	Pulsar el botón de prensado	●					0,24	
15	Esperar el prensado de las laminas				D		9,79	
16	Inspección de láminas de acuerdo al pedido.			●			0,79	
TC (min)							30,09	

Elaborado por: Los autores

3.3.7 Despacho y envío de láminas prensadas

Para este proceso se lo realiza con dos trabajadores en la tabla 3.9 se detalla el cursograma que posee actualmente el proceso de despacho

Tabla 3.9. Cursograma actual del proceso de despacho de láminas prensadas.

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación ○	Transporte ⇨	Inspección □	Demora D	Almacenamiento ▽		
1	Colocar las láminas prensadas en el montacargas	●					1,28	
2	Encender el montacargas	●					0,53	
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	●	●				1,25	71m
4	Inspección final de las láminas prensadas			●			0,36	
5	Colocar las láminas prensadas en las estanterías	●					0,74	
6	Espera del camión para el envío de las laminas				D		16,37	
7	Limpiar camión para embarcar el producto terminado.	●					1,30	
8	Colocación de tacos en el camión para asentar las láminas prensadas.	●					0,94	
9	Contar las láminas que serán enviadas	●					0,18	
10	Facturar el pedido	●					0,65	
11	Transporte de las láminas prensadas al camión de envío	●	●				0,91	8m
12	Asegurar las láminas en el camión	●					1,36	
TC (min)							25,87	

Elaborado por: Los autores

3.3.8 Estudio de tiempos actual

3.3.8.1 Recepción de materia prima

Para obtener el número de muestras se presentan 5 observaciones previas para determinar n, mediante la ecuación (3,1) determinar n.

Tabla 3.10 Observaciones previas presentadas en minutos

observaciones	X	x^2
1	0,75	0,56
2	0,77	0,59
3	0,87	0,75
4	0,71	0,49
5	0,85	0,72
total	3,94	3,12

$$n = \left(\frac{40^2 \sqrt{5(3,12) - (3,94)^2}}{3,94} \right)^2$$

n= 10,3 ≈ 10 observaciones

Se realizará el estudio de tiempos con las 10 observaciones obtenidas.

Tabla 3.11 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de recepción de materia prima.


CONSISTENCIA BUENA	0,01
CONDICIONES REGULARES	-0,03
HABILIDAD BUENA	0,03
ESFUERZO REGULAR	-0,08
Total	-0,07
	-7
	93%

Tabla 3.12 Suplementos de descanso de la recepción de materia prima.

Es un trabajador	9
Postura incomoda	2
Ruido intermitente y fuerte	2
Levanta peso de 5kg	1
Total	14
	0,14

En la tabla 3.13 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de recepción de materia prima.



Tabla 3.13. Toma de muestras de tiempo en segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS										
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA				
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN				
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA												
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Encender montacargas	25,87	24,86	32,87	29,57	31,78	26,96	34,56	30,04	32,56	27,78	
2	Transportar el montacargas al área de desembarque	36,80	32,45	35,87	32,68	34,87	35,01	32,65	38,56	31,41	34,81	
3	Esperar los lotes de las laminas	65,48	66,78	63,06	62,56	64,90	63,19	61,24	69,16	66,18	62,56	
4	Ajustar el lote de láminas al montacargas	22,86	21,56	23,67	24,68	21,58	20,43	23,68	22,69	23,56	26,34	
5	Desembarque de lotes de laminas	57,31	52,17	55,32	57,54	53,54	56,14	59,02	57,56	62,45	57,57	
6	Transportar los lotes de láminas a la bodega.	45,04	46,34	52,56	42,34	51,36	49,32	55,21	50,17	48,13	39,36	
7	Colocar tacos para el asentamiento de los lotes de láminas.	27,61	27,01	30,61	32,41	27,61	29,41	31,80	28,20	27,60	30,61	
8	Colocar las láminas en la bodega	20,65	18,59	19,45	22,56	21,84	27,58	26,09	24,72	22,98	24,81	

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.14 se realiza la transformación de segundos a minutos en las muestras de tiempo.



Tabla 3.14. Transformación de segundos a minutos en las muestras de la operación de recepción de materia prima

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA						
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVA CRISTIAN						
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LC	LCI
1	Encender montacargas	0,43	0,41	0,55	0,49	0,53	0,45	0,58	0,50	0,54	0,46	0,05	0,49	0,55	0,44
2	Transportar el montacargas al área de desembarque	0,61	0,54	0,55	0,54	0,58	0,58	0,54	0,64	0,52	0,58	0,03	0,57	0,61	0,53
3	Esperar los lotes de las laminas	1,09	1,11	1,05	1,04	1,08	1,05	1,02	1,15	1,10	1,04	0,04	1,07	1,11	1,03
4	Ajustar el lote de láminas al montacargas	0,38	0,36	0,39	0,41	0,36	0,34	0,39	0,38	0,39	0,44	0,02	0,38	0,41	0,36
5	Desembarque de lotes de laminas	0,95	0,86	0,92	0,95	0,89	0,93	0,98	0,96	1,04	0,95	0,04	0,94	0,99	0,89
6	Transportar los lotes de láminas a la bodega.	0,75	0,77	0,87	0,70	0,85	0,82	0,92	0,83	0,80	0,65	0,08	0,80	0,88	0,72
7	Colocar las láminas en la bodega	0,46	0,45	0,51	0,54	0,46	0,49	0,53	0,47	0,46	0,51	0,03	0,49	0,52	0,46
8	Colocar laminas en la bodega \bar{x}	0,34	0,31	0,32	0,38	0,36	0,46	0,43	0,41	0,38	0,41	0,04	0,37	0,42	0,33

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.15. Ajustamos la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados seguidamente se efectuara el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación.

Tabla 3.15 Calculo de tiempo de ciclo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA					
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN					
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
1	Encender montacargas	0,51	0,48	0,55	0,49	0,53	0,45	0,52	0,50	0,54	0,46	0,03	0,50	93%	0,47	0,14	0,53
2	Transportar el montacargas al área de desembarque	0,61	0,54	0,55	0,54	0,58	0,58	0,54	0,56	0,6	0,58	0,02	0,57	93%	0,53	0,14	0,60
3	Esperar los lotes de las laminas	1,09	1,11	1,05	1,04	1,08	1,05	1,06	1,10	1,10	1,04	0,02	1,07	93%	0,99	0,14	1,13
4	Ajustar el lote de láminas al montacargas	0,38	0,36	0,39	0,41	0,36	0,37	0,39	0,38	0,39	0,40	0,01	0,38	93%	0,36	0,14	0,41
5	Desembarque de lotes de laminas	0,95	0,93	0,92	0,95	0,89	0,93	0,98	0,96	0,92	0,95	0,02	0,94	93%	0,87	0,14	0,99
6	Transportar los lotes de láminas a la bodega.	0,75	0,77	0,87	0,70	0,85	0,82	0,81	0,83	0,80	0,84	0,04	0,81	93%	0,75	0,14	0,86
7	Colocar tacos para asentar los lotes de laminas	0,46	0,48	0,51	0,52	0,46	0,49	0,53	0,49	0,46	0,51	0,02	0,49	93%	0,46	0,14	0,52
8	Colocar las láminas en la bodega	0,34	0,36	0,40	0,38	0,36	0,42	0,33	0,41	0,38	0,41	0,03	0,38	93%	0,35	0,14	0,40
TC (min)																5,45	

Elaborado por: Los autores

3.3.8.2 Corte de láminas

Para el número de muestras se presentan 5 observaciones previas para determinar n, mediante la ecuación (3,1)

Tabla 3.16 Observaciones previas presentadas en minutos del corte de láminas.

Observaciones	X	x^2
1	0,35	0,12
2	0,31	0,09
3	0,34	0,11
4	0,33	0,10
5	0,28	0,07
total	1,61	0,52

$$n = \left(\frac{40^2 \sqrt{5(0,52) - (1,61)^2}}{1,61} \right)^2$$

n= 9,50 ≈ 10 observaciones

El estudio de tiempos se realizará con las 10 observaciones obtenidas.

Tabla 3.17 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de corte de láminas.



habilidad bueno	0,03
esfuerzo regular	-0,08
condiciones buenas	0,02
consistencia regular	-0,02
Total	-0,05
	-5
	95%

Tabla 3.18 Suplementos de descanso del corte de láminas

es un trabajador	9
trabajo de pies	2
postura incomoda	2
ruido intermitente y fuerte	2
levanta peso de 5kg	1
Total	16
	0,16

En la tabla 3.19 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de corte de láminas.

Tabla 3.19. Toma de muestras de tiempo en segundos

		ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL										
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:			KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON			
									SANDOVAL CRISTIAN			
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)												
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Contar las láminas de acuerdo al pedido	21,11	18,61	20,41	19,80	16,80	18,60	20,17	18,97	19,54	18,13	
2	Colocar las láminas en el montacargas para llevarlas al área de corte	75,30	76,05	72,58	71,69	77,45	74,19	73,36	78,39	72,29	76,83	
3	Encender el montacargas	25,87	24,86	32,87	29,57	31,78	26,96	34,56	30,04	32,56	27,78	
4	Transportar lotes de láminas al área de corte	123,12	119,26	122,72	116,19	117,84	120,45	120,22	118,18	117,23	118,82	
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas	73,81	71,81	70,15	68,63	69,76	68,13	71,22	67,38	69,45	68,64	
6	Encender la guillotina	15,41	14,26	15,61	13,28	12,37	15,71	14,86	14,74	14,87	16,88	
7	Calibrar el espesor de las planchas	61,21	62,26	57,32	59,27	58,16	56,76	57,58	59,19	61,14	57,65	
8	Ajustar las medidas de corte	161,16	159,49	162,48	160,56	161,22	162,48	157,15	160,20	158,86	157,56	
9	Colocar la lámina en la guillotina	122,81	120,26	123,72	117,19	118,84	121,45	121,22	119,18	118,23	119,82	
10	Presionar el pedal para cortar	12,02	11,56	14,78	12,78	11,78	10,46	11,56	13,68	11,57	14,02	
11	Esperar el corte de laminas	500,76	501,26	498,22	497,76	500,65	502,13	498,15	501,34	503,28	501,51	
12	Colocar la lámina cortada en la mesa	75,70	72,36	77,31	79,27	78,16	76,76	77,58	79,19	71,98	77,01	
13	Inspección de láminas de acuerdo a la orden del cliente	317,60	304,50	327,80	328,70	293,51	346,41	283,41	305,41	366,51	332,31	

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.20 se realiza la transformación de segundos a minutos en las muestras de tiempo.

Tabla 3.20. Transformación de segundos a minutos en el proceso de corte de láminas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON			
												SANDOVAL CRISTIAN			
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS PRENSADAS 1x1)															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Contar las láminas de acuerdo al pedido	0,35	0,31	0,34	0,33	0,28	0,31	0,33	0,31	0,32	0,30	0,02	0,32	0,341	0,299
2	Colocar las láminas en el montacargas para llevarlas al área de corte	1,26	1,27	1,21	1,19	1,29	1,24	1,22	1,31	1,21	1,28	0,04	1,25	1,29	1,21
3	Encender el montacargas	0,43	0,41	0,55	0,49	0,53	0,45	0,58	0,51	0,54	0,46	0,05	0,49	0,55	0,44
4	Transportar lotes de láminas al área de corte	2,05	1,98	2,04	1,93	1,96	2,01	2,01	1,96	1,95	1,98	0,03	1,98	2,01	1,95
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas	1,23	1,19	1,17	1,14	1,16	1,14	1,19	1,12	1,16	1,14	0,03	1,16	1,19	1,13
6	Encender la guillotina	0,25	0,23	0,26	0,22	0,21	0,26	0,24	0,24	0,247	0,28	0,02	0,24	0,27	0,22
7	Calibrar el espesor de las planchas	1,02	1,03	0,95	0,98	0,96	0,94	0,959	0,98	1,02	0,96	0,03	0,98	1,01	0,95
8	Ajustar las medidas de corte	2,68	2,65	2,70	2,67	2,68	2,71	2,62	2,67	2,64	2,62	0,03	2,66	2,69	2,63
9	Colocar la lámina en la guillotina	2,05	2,01	2,06	1,95	1,98	2,02	2,02	1,99	1,97	1,99	0,03	2,00	2,04	1,97
10	Presionar el pedal para cortar	0,20	0,19	0,25	0,21	0,19	0,17	0,19	0,23	0,19	0,23	0,02	0,21	0,23	0,18
11	Esperar el corte de laminas	8,34	8,35	8,31	8,29	8,34	8,36	8,30	8,355	8,38	8,35	0,03	8,34	8,37	8,31
12	Colocar la lámina cortada en la mesa	1,26	1,21	1,29	1,32	1,31	1,28	1,29	1,32	1,21	1,18	0,05	1,27	1,32	1,21
13	Inspección de láminas de acuerdo a la orden del cliente	5,29	5,07	5,46	5,47	4,89	5,77	4,72	5,09	6,10	5,53	0,41	5,34	5,75	4,92

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.21 Ajustamos la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados seguidamente se efectuara el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación.

Tabla 3.21. Cálculo de tiempo de ciclo

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																	
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS						OPERARIO:		KEVIN QUINGATUÑA							
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS						OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN							
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
1	Contar las láminas de acuerdo al pedido	0,32	0,31	0,34	0,33	0,31	0,31	0,33	0,31	0,32	0,30	0,01	0,32	95%	0,31	0,16	0,36
2	Colocar las láminas en el montacargas para llevarlas al área de corte	1,26	1,27	1,21	1,25	1,29	1,24	1,22	1,28	1,23	1,28	0,02	1,25	95%	1,19	0,16	1,38
3	Encender el montacargas	0,52	0,50	0,55	0,49	0,53	0,45	0,48	0,50	0,54	0,46	0,03	0,50	95%	0,48	0,16	0,55
4	Transportar lotes de láminas al área de corte	1,96	1,98	2,01	1,95	1,96	2,01	2,01	1,96	1,95	1,98	0,02	1,98	95%	1,88	0,16	2,18
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas	1,17	1,19	1,17	1,14	1,16	1,14	1,19	1,14	1,16	1,14	0,01	1,16	95%	1,10	0,16	1,27
6	Encender la guillotina	0,25	0,23	0,26	0,22	0,23	0,26	0,24	0,24	0,247	0,26	0,01	0,24	95%	0,23	0,16	0,27
7	Calibrar el espesor de las planchas	0,95	0,98	0,95	0,98	0,96	1,01	0,959	0,98	0,95	0,96	0,01	0,97	95%	0,92	0,16	1,07
8	Ajustar las medidas de corte	2,68	2,65	2,64	2,67	2,68	2,66	2,69	2,67	2,64	2,63	0,02	2,66	95%	2,53	0,16	2,93
9	Colocar la lámina en la guillotina	1,97	2,01	2,03	2,02	1,98	2,02	2,02	1,99	1,97	1,99	0,02	2,00	95%	1,90	0,16	2,20
10	Presionar el pedal para cortar	0,20	0,19	0,22	0,21	0,19	0,20	0,19	0,23	0,19	0,23	0,01	0,21	95%	0,19	0,16	0,23
11	Esperar el corte de laminas	8,34	8,35	8,36	8,37	8,34	8,36	8,34	8,35	8,35	8,38	0,01	8,35	95%	7,94	0,16	9,21
12	Colocar la lámina cortada en la mesa	1,26	1,21	1,29	1,32	1,31	1,28	1,29	1,32	1,31	1,29	0,03	1,29	95%	1,22	0,16	1,42
13	Inspección de láminas de acuerdo a la orden del cliente	5,29	5,07	5,46	5,47	5,11	5,54	4,96	5,09	5,46	5,53	0,27	5,30	95%	5,03	0,16	5,84
TC (min)																	28,90

Elaborado por: Los autores

3.3.8.3 Prensado de láminas

Para el número de muestras se presentan 5 observaciones previas para determinar n, mediante la ecuación (3.1)

Tabla 3.22 Observaciones previas presentadas en minutos de prensado de láminas.

Observaciones	X	x ²
1	1,32	1,74
2	1,31	1,71
3	1,15	1,32
4	1,14	1,29
5	1,09	1,18
total	6,01	7,26

$$n = \left(\frac{40^2 \sqrt{5(7,26)} - (6,01)^2}{6,01} \right)^2$$

n= 9,90 ≈ 10 observaciones

El estudio de tiempos se realizará las 10 observaciones obtenidas.

Tabla 3.23 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de prensado de láminas.



HABILIDAD BUENA	0,03
ESFUERZO REGULAR	-0,08
CONDICIONES REGULARES	-0,03
CONSISTENCIA REGULAR	-0,02
Total	-10%
	90%

Tabla 3.24 Suplementos de descanso del proceso de prensado de láminas

Son trabajadores	9
Trabajo de pies	2
Postura incomoda	2
Ruido intermitente y muy fuerte	5
Levanta peso de 5kg	1
Total	19
	0,19

En la tabla 3.25 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de prensado de láminas.


Tabla 3.25. Toma de muestras de tiempo en segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL											
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:				EDISON CANDO			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:				RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
PRENSADO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)													
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Colocar las láminas cortadas en el montacargas	79,20	78,61	69,01	68,41	65,41	71,41	70,20	75,39	69,49	73,83		
2	Encender el montacargas	25,87	24,86	32,87	29,57	31,78	26,96	34,56	30,04	32,56	27,78		
3	Transporte de láminas al área de prensado	61,80	60,15	58,63	59,76	58,13	61,22	57,38	59,45	58,64	60,90		
4	Colocar las láminas cortadas en la mesa	72,50	70,28	70,15	68,25	69,74	67,31	71,72	67,98	69,75	68,83		
5	Encendido de la prensa	24,18	22,34	21,46	27,23	26,35	27,65	23,78	25,85	24,59	21,57		
6	Encendido del montacargas	25,87	24,86	32,87	29,57	31,78	26,96	34,56	30,04	32,56	27,78		
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	123,30	121,15	120,62	122,66	119,22	120,81	119,67	120,57	119,19	121,76		
8	Colocación de molde en la prensa	207,60	206,12	208,26	206,72	207,19	208,84	205,45	206,22	208,18	207,23		
9	Regular presión de la prensa	17,22	18,41	17,36	16,87	17,76	18,34	17,87	16,48	18,58	17,67		
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	47,49	48,47	43,68	44,75	48,79	48,97	49,03	47,94	48,29	45,68		
11	Colocación de matrices en el molde	213,60	214,20	213,81	210,05	213,83	210,07	216,54	215,22	216,76	210,13		
12	Ajuste de las matrices de acuerdo al pedido	69,61	69,86	69,19	67,36	66,23	68,14	66,81	66,64	66,85	67,47		
13	Colocación de láminas en la prensa	120,61	118,06	121,52	115,09	116,64	119,52	119,12	117,21	116,13	117,82		
14	Pulsar el botón de marcha de la prensa	13,12	12,66	15,88	13,88	12,98	11,56	12,66	14,78	12,67	15,12		
15	Esperar el prensado de las laminas	547,81	548,20	548,81	540,05	548,83	540,07	547,54	548,22	548,76	542,13		
16	Inspección de láminas de acuerdo al pedido.	45,24	46,22	45,63	42,10	44,98	42,87	45,79	44,54	43,39	41,93		

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.26 transformamos de segundos a minutos en las muestras de tiempo.

Tabla 3.26. Transformación de segundos a minutos en el proceso de prensado.

		ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					EDISON CANDO			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON			
												SANDOVAL CRISTIAN			
Prensado de láminas (10 láminas 1x1)															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Colocar las láminas cortadas en el montacargas	1,32	1,31	1,15	1,14	1,09	1,19	1,17	1,26	1,16	1,23	0,076	1,20	1,28	1,13
2	Encender el montacargas	0,43	0,41	0,55	0,49	0,53	0,45	0,58	0,50	0,54	0,46	0,056	0,49	0,55	0,44
3	Transporte de láminas al área de prensado	1,03	1,01	0,97	0,99	0,97	1,02	0,95	0,99	0,98	1,01	0,025	0,99	1,02	0,97
4	Colocar las láminas cortadas en la mesa	1,21	1,17	1,17	1,14	1,16	1,12	1,20	1,13	1,16	1,15	0,028	1,16	1,19	1,13
5	Encendido de la prensa	0,40	0,37	0,36	0,45	0,44	0,46	0,4	0,43	0,41	0,36	0,037	0,41	0,44	0,37
6	Encendido del montacargas	0,43	0,41	0,55	0,49	0,53	0,45	0,58	0,50	0,54	0,46	0,056	0,49	0,55	0,44
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	2,05	2,02	2,01	2,04	1,98	2,01	1,99	2,01	1,98	2,03	0,024	2,01	2,04	1,99
8	Colocación de molde en la prensa	3,46	3,43	3,47	3,44	3,45	3,48	3,42	3,43	3,47	3,45	0,020	3,45	3,47	3,43
9	Regular presión de la prensa	0,28	0,30	0,29	0,28	0,29	0,30	0,29	0,27	0,31	0,29	0,012	0,29	0,30	0,28
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	0,79	0,81	0,73	0,74	0,81	0,81	0,82	0,8	0,8	0,76	0,032	0,79	0,82	0,76
11	Colocación de matrices en el molde	3,56	3,57	3,56	3,50	3,56	3,50	3,60	3,58	3,61	3,50	0,041	3,55	3,59	3,51
12	Ajuste de las matrices de acuerdo al pedido	1,16	1,16	1,15	1,12	1,10	1,13	1,11	1,11	1,11	1,12	0,022	1,13	1,15	1,10
13	Colocación de láminas en la prensa	2,01	1,97	2,03	1,92	1,94	1,99	1,99	1,96	1,94	1,96	0,034	1,97	2,01	1,94
14	Pulsar el botón de marcha de la prensa	0,22	0,21	0,26	0,23	0,22	0,19	0,21	0,25	0,21	0,25	0,022	0,23	0,25	0,20
15	Esperar el prensado de las laminas	9,13	9,14	9,15	9,01	9,15	9,02	9,12	9,14	9,15	9,03	0,064	9,10	9,17	9,04
16	Inspección de láminas de acuerdo al pedido.	0,75	0,77	0,76	0,70	0,75	0,71	0,76	0,74	0,72	0,69	0,028	0,74	0,76	0,71

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.27 Ajustamos la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación.

Tabla 3.27. Cálculo de tiempo de ciclo

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																	
PRENSADO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
1	Colocar las láminas cortadas en el montacargas	1,16	1,14	1,15	1,14	1,28	1,19	1,17	1,25	1,16	1,23	0,04	1,19	90%	1,07	0,19	1,27
2	Encender el montacargas	0,51	0,51	0,55	0,49	0,53	0,45	0,54	0,50	0,54	0,46	0,03	0,51	90%	0,46	0,19	0,54
3	Transporte de láminas al área de prensado	1,02	1,01	0,97	0,99	0,97	1,02	0,97	0,99	0,98	1,01	0,02	0,99	90%	0,89	0,19	1,06
4	Colocar las láminas cortadas en la mesa	1,16	1,17	1,17	1,14	1,16	1,19	1,18	1,13	1,16	1,15	0,01	1,16	90%	1,04	0,19	1,24
5	Encendido de la prensa	0,41	0,37	0,42	0,45	0,44	0,46	0,41	0,43	0,41	0,38	0,03	0,42	90%	0,37	0,19	0,45
6	Encendido del montacargas	0,51	0,52	0,55	0,49	0,53	0,45	0,53	0,51	0,54	0,46	0,03	0,51	90%	0,46	0,19	0,54
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	2,03	2,02	2,01	2,04	2,02	2,01	1,99	2,01	2,01	2,03	0,01	2,02	90%	1,81	0,19	2,16
8	Colocación de molde en la prensa	3,46	3,43	3,47	3,44	3,45	3,44	3,46	3,43	3,47	3,45	0,01	3,45	90%	3,11	0,19	3,69
9	Regular presión de la prensa	0,28	0,31	0,29	0,28	0,29	0,30	0,29	0,30	0,294	0,29	0,00	0,29	90%	0,26	0,19	0,31
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	0,79	0,81	0,77	0,78	0,81	0,81	0,82	0,80	0,80	0,76	0,02	0,80	90%	0,72	0,19	0,85
11	Colocación de matrices en el molde	3,56	3,57	3,56	3,58	3,56	3,51	3,56	3,58	3,59	3,57	0,02	3,56	90%	3,21	0,19	3,82
12	Ajuste de las matrices de acuerdo al pedido	1,12	1,14	1,15	1,12	1,10	1,13	1,11	1,11	1,11	1,12	0,01	1,12	90%	1,01	0,19	1,20
13	Colocación de láminas en la prensa	2,01	1,97	2,01	1,98	1,94	1,99	1,99	1,96	1,94	1,96	0,02	1,97	90%	1,78	0,19	2,11
14	Pulsar el botón de marcha de la prensa	0,22	0,21	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,21	0,25	0,01	0,23	90%	0,20	0,19	0,24
15	Esperar el prensado de las laminas	9,13	9,14	9,15	9,12	9,15	9,14	9,12	9,14	9,15	9,17	0,01	9,14	90%	8,23	0,19	9,79
16	Inspección de láminas de acuerdo al pedido.	0,75	0,74	0,76	0,72	0,75	0,71	0,76	0,74	0,72	0,71	0,02	0,74	90%	0,66	0,19	0,79
TC (min)																	30,08

Elaborado por: Los autores

3.3.8.4 Despacho y envío de láminas prensadas

Para el número de muestras se presentan 5 observaciones previas para determinar n, mediante la ecuación (3,1).

Tabla 3.28 Observaciones previas presentadas en minutos del despacho de láminas

Observaciones	X	x^2
1	1,31	1,71
2	1,34	1,79
3	1,16	1,34
4	1,15	1,32
5	1,11	1,23
Total	6,07	7,41

$$n = \left(\frac{40^2 \sqrt{5(7,41)} - (6,07)^2}{6,07} \right)^2$$

n= 9,32 ≈ 10 observaciones

El estudio de tiempos se realizará con las 10 observaciones obtenidas.

Tabla 3.29 Valoración del ritmo de trabajo del proceso actual de despacho de láminas.



HABILIDAD BUENA	0,03
ESFUERZO REGULAR	-0,08
CONDICIONES REGULARES	-0,03
CONSISTENCIA BUENA	0,01
TOTAL	-0,07
	-7%
	93%

Tabla 3.30 Suplementos de descanso del despacho de láminas prensadas.

Son trabajadores	9
Trabajo de pies	2
Postura ligeramente incomoda	0
Ruido intermitente y fuerte	2
Levanta peso de 5kg	1
Total	14
	0,14

En la tabla 3.31 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de despacho de láminas prensadas.


Tabla 3.31 Toma de muestras de tiempo en segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS										
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA				
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN				
DESPACHO DE LAMINAS (20 LAMINAS 1x1)												
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Colocar las láminas prensadas en el montacargas	78,61	80,41	69,61	69,02	66,67	71,31	70,63	75,09	69,91	73,37	
2	Encender el montacargas	25,87	24,86	32,87	29,57	31,78	26,96	34,56	30,04	32,56	27,78	
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	70,81	71,45	72,58	70,46	73,76	71,89	69,78	68,49	70,07	73,68	
4	Inspección final de las láminas prensadas	20,19	22,96	21,78	20,58	21,35	19,56	18,93	19,78	20,56	22,97	
5	Colocar las láminas prensadas en las estanterías	41,62	40,75	43,68	42,05	40,56	41,27	42,07	41,58	45,7	42,51	
6	Espera del camión para el envío de las laminas	856,8	943,20	891,60	985,80	919,21	967,20	982,20	870,60	904,80	979,20	
7	Limpiar camión para embarcar el producto terminado.	72,61	74,15	76,08	72,21	75,76	73,89	71,78	69,49	73,07	74,68	
8	Colocación de tacos en el camión para asentar las láminas prensadas.	54,02	54,50	49,82	55,85	53,64	52,31	50,33	52,19	49,81	57,27	
9	Contar las láminas que serán enviadas	11,25	11,00	9,93	10,97	9,96	11,06	10,45	08,95	11,46	9,70	
10	Facturar el pedido	37,31	38,56	39,12	32,45	31,98	33,38	32,89	39,02	38,73	35,58	
11	Transporte de las láminas prensadas al camión de envío	51,34	53,68	52,67	48,56	51,86	49,96	51,23	53,02	52,78	51,86	
12	Asegurar las láminas en el camión	80,43	73,21	81,47	74,35	77,39	79,46	74,58	75,23	80,06	73,09	

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.32 transformamos de segundos a minutos en las muestras de tiempo.

Tabla 3.32. Transformación de segundos a minutos en el proceso de despacho

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
DESPACHO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
1	Colocar las láminas prensadas en el montacargas	1,31	1,34	1,16	1,15	1,11	1,19	1,18	1,25	1,17	1,22	0,07	1,21	1,28	1,14
2	Encender el montacargas	0,43	0,41	0,55	0,49	0,53	0,45	0,58	0,50	0,54	0,46	0,05	0,49	0,55	0,44
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	1,18	1,19	1,21	1,17	1,23	1,20	1,16	1,14	1,16	1,23	0,03	1,19	1,22	1,16
4	Inspección final de las láminas prensadas	0,33	0,38	0,36	0,34	0,35	0,32	0,31	0,33	0,34	0,38	0,02	0,34	0,37	0,32
5	Colocar las láminas prensadas en las estanterías	0,69	0,68	0,73	0,70	0,67	0,69	0,70	0,69	0,76	0,71	0,02	0,70	0,73	0,68
6	Espera del camión para el envío de las laminas	14,28	15,72	14,86	16,43	15,32	16,12	16,37	14,51	15,08	16,32	0,80	15,50	16,30	14,70
7	Limpiar camión para embarcar el producto terminado.	1,21	1,24	1,27	1,20	1,26	1,23	1,20	1,16	1,22	1,24	0,03	1,23	1,26	1,19
8	Colocación de tacos en el camión para asentar las láminas prensadas.	0,90	0,91	0,83	0,93	0,89	0,87	0,84	0,87	0,83	0,95	0,04	0,88	0,92	0,84
9	Contar las láminas que serán enviadas	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,17	0,15	0,19	0,16	0,01	0,17	0,18	0,16
10	Facturar el pedido	0,62	0,64	0,65	0,54	0,53	0,56	0,55	0,65	0,64	0,59	0,04	0,60	0,65	0,55
11	Transporte de las láminas prensadas al camión de envío	0,85	0,89	0,88	0,81	0,86	0,83	0,85	0,88	0,88	0,86	0,02	0,86	0,88	0,83
12	Asegurar las láminas en el camión	1,34	1,22	1,36	1,24	1,29	1,32	1,24	1,25	1,33	1,22	0,05	1,28	1,33	1,23

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.33 Ajustamos la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación



Tabla 3.33. Cálculo de tiempo de ciclo

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
AREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		KEVIN QUINGATUNA EDISON CANDO								
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN								
DESPACHO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
1	Colocar las láminas prensadas en el montacargas	1,26	1,24	1,16	1,15	1,17	1,19	1,18	1,19	1,17	1,22	0,03	1,19	93%	1,11	0,14	1,26
2	Encender el montacargas	0,48	0,52	0,55	0,49	0,53	0,45	0,47	0,50	0,54	0,46	0,03	0,50	93%	0,46	0,14	0,53
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	1,18	1,19	1,21	1,17	1,16	1,20	1,16	1,21	1,16	1,18	0,020	1,18	93%	1,10	0,14	1,25
4	Inspección final de las láminas prensadas	0,33	0,34	0,36	0,34	0,35	0,32	0,35	0,33	0,34	0,36	0,01	0,34	93%	0,32	0,14	0,36
5	Colocar las láminas prensadas en las estanterías	0,69	0,68	0,73	0,7	0,72	0,69	0,70	0,69	0,68	0,71	0,01	0,70	93%	0,65	0,14	0,74
6	Espera del camión para el envío de las laminas	15,02	15,72	14,86	16,05	15,32	16,12	15,98	14,82	15,08	15,42	0,50	15,44	93%	14,36	0,14	16,37
7	Limpiar camión para embarcar el producto terminado.	1,21	1,24	1,22	1,20	1,26	1,23	1,20	1,24	1,22	1,24	0,01	1,23	93%	1,14	0,14	1,30
8	Colocación de tacos en el camión para asentar las láminas prensadas.	0,90	0,91	0,92	0,88	0,89	0,87	0,84	0,87	0,91	0,84	0,02	0,88	93%	0,82	0,14	0,94
9	Contar las láminas que serán enviadas	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,00	0,17	93%	0,16	0,14	0,18
10	Facturar el pedido	0,62	0,64	0,65	0,61	0,58	0,56	0,55	0,65	0,64	0,59	0,03	0,61	93%	0,57	0,14	0,65
11	Transporte de las láminas prensadas al camión de envío	0,85	0,87	0,88	0,84	0,86	0,83	0,85	0,88	0,88	0,86	0,01	0,86	93%	0,80	0,14	0,91
12	Asegurar las láminas en el camión	1,28	1,30	1,29	1,24	1,29	1,32	1,24	1,25	1,33	1,26	0,03	1,28	93%	1,19	0,14	1,36
TC (min)																	25,85

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.34 nos indica un resumen del proceso de láminas para conocer el tiempo total de producción en el cual los trabajadores elaboran 10 láminas prensadas de 1x1.

Tabla 3.34. Cálculo de tiempo total del proceso en 10 láminas prensadas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS				
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA		
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS(1x1)	OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN		
Procesos para la elaboración de 10 láminas prensadas						
N°	PROCESO	Tiempo de ciclo (min)	N# de operarios	Por operario	Sumatoria	
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	5,45	2	2,72	2,72	
2	CORTE DE LAMINAS	28,90	1	28,89	28,90	
3	PRENSADO DE LAMINAS	30,08	1	30,09	30,08	
4	DESPACHO DE LAMINAS	25,85	2	12,94	12,93	
TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min)					74,63	
TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (HORA)					1,15	

Elaborado por: Los autores

Análisis: Mediante el estudio de tiempos actual de la empresa se describe que el proceso de elaboración de 10 láminas tiene un tiempo total de producción de 74,63 minutos.

3.3.9 Capacidad de producción actual

Con el tiempo total (TT) de 74,63 minutos y 8 horas laborables, para la obtención de la capacidad productiva se aplicará la ecuación (3.4).

$$\begin{aligned}CP &= \frac{10}{TC} \\CP &= \frac{10}{74,63 \text{ min}} \\CP &= 0,13 \frac{\text{LAMINAS}}{\text{min}} \\CP &= 0,13 \frac{\text{LAMINAS}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \\CP &= 8,03 \frac{\text{laminas}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas} \\CP &= 64,30 \frac{\text{laminas}}{\text{dia}}\end{aligned}$$

Análisis: La capacidad de producción actual de la planta es de 0,13 láminas prensadas por minuto, equivalente a 8,03 láminas prensadas por hora. Si multiplicamos por las 8 horas laborables, se tiene una capacidad de 64,30 láminas al día.

3.4 PROPUESTA

Para iniciar con la propuesta de optimización del proceso de láminas prensadas, se empezará con la elaboración de los diagramas mejorados en el caso de ser necesario.

3.4.1 Diagrama de flujo propuesto

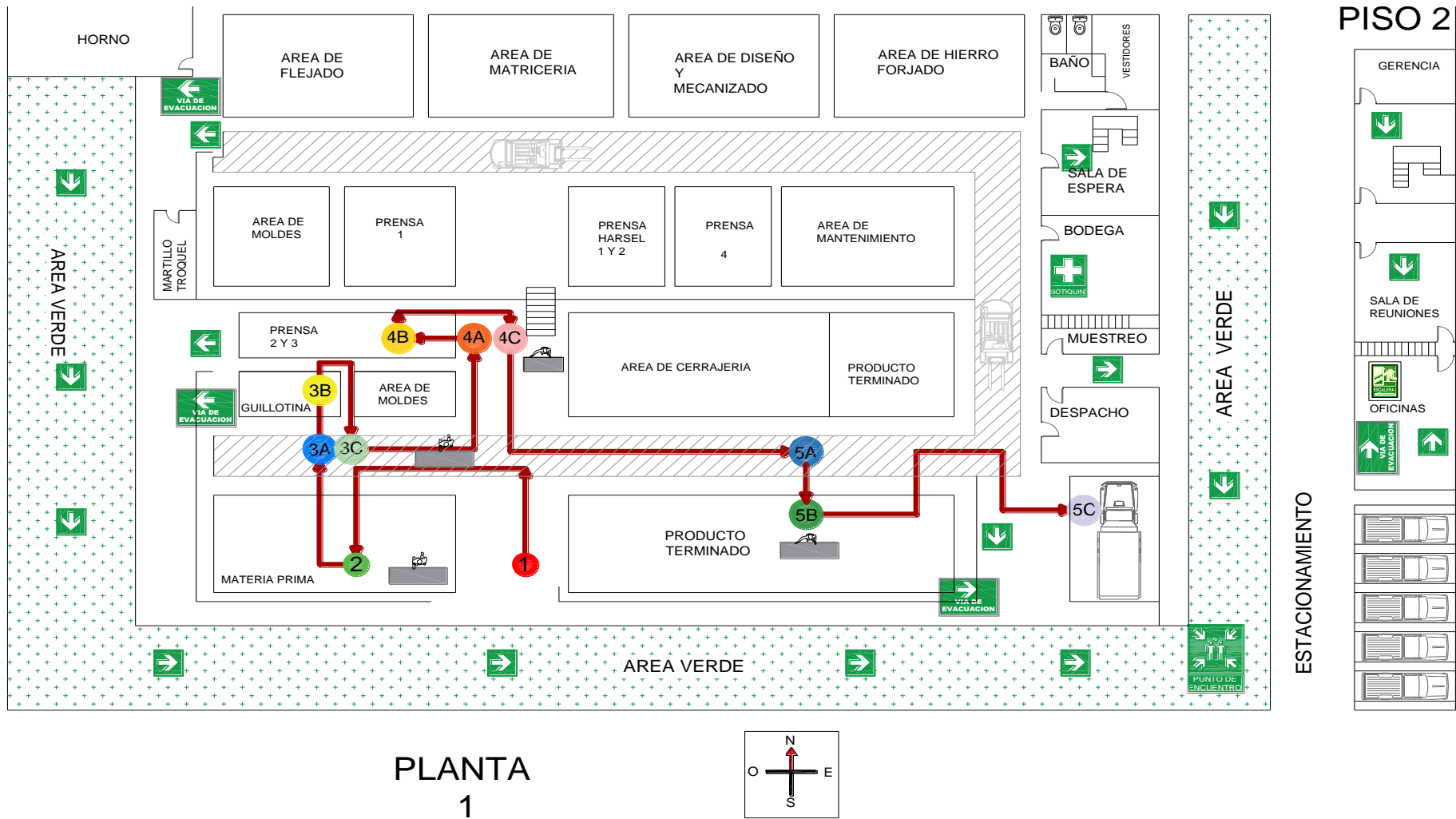
El diagrama de flujo seguirá siendo el mismo ya que los procesos se realizarán la misma secuencia u orden. El diagrama de flujo se lo puede observar en la fig. 3.1

3.4.2 Diagrama de recorrido propuesto

Las actividades empleadas para la elaboración de láminas prensadas se presentan en la Tabla 3.35. Mientras que el recorrido nuevo propuesto se presenta en la Figura 3.3 realizando una nueva distribución de planta.

Tabla 3.35 Descripción del diagrama de recorrido propuesto.

Descripción del recorrido	
1	Recepción de materia prima
2	Transporte y almacenamiento temporal de los paneles hasta que se realice el pedido.
3 ^a	Los lotes de láminas es transportado hacia el área de corte
3B	Corte de las láminas, por unidad en la guillotina, después de que las láminas son cortada se los coloca en una mesa ubicada en la parte izquierda de la máquina
3C	Las láminas son inspeccionadas para asegurarse que las dimensiones estén acordes a la orden de trabajo.
4 ^a	Las láminas cortadas son transportadas hacia el área de prensado.
4B	Prensado de las láminas, por unidad en la maquina prensadora según el pedido del cliente.
4C	Las láminas prensadas son inspeccionadas para asegurarse que estén acordes a la orden de trabajo.
5 ^a	Las láminas prensadas son transportadas hacia el área de despacho.
5B	Las láminas son inspeccionadas para asegurarse que las láminas prensadas estén acordes a la orden de trabajo.
5C	Las láminas prensadas son transportadas hacia el camión de envió.



	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS INGENIERIA INDUSTRIAL	FECHA:	AUTORES: -RONQUILLO JEFFERSON -SANDOVAL CRISTIAN	CONTENIDO: DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO	LAMINA: 3/3
--	---	--------	--	---	----------------

Figura 3.3. Diagrama de recorrido propuesto del proceso de láminas prensadas

Análisis. – Para el nuevo diagrama de recorrido se propone una mejor distribución.

- Las prensas que fueron removidas, se proyecta a ubicarla en un espacio disponible apto para la misma, en un lugar céntrico y más cercano al área de corte como para el despacho de las láminas, reduciendo así la distancia para el transporte de láminas y por ende se reduce el tiempo.
- Finalmente se propone clasificar al área de moldes para que estén más cerca de las prensas







3.4.3 Cursograma propuesto de los procesos de producción

Tras el análisis realizado de los procesos de producción con la ayuda de estudio de tiempos, son viable ciertas modificaciones en las actividades con el fin de optimizar dicho proceso. En ciertos casos los diagramas no han sido modificados.

3.4.3.1 Recepción de materia prima propuesto

- Se pudo observar que existe un tiempo muerto de un trabajador que mientras un operador transporta el montacargas el otro operador no realiza nada, entonces en ese momento dicho operario puede colocar los tacos para la colocación de las láminas de las bodegas así eliminaríamos la actividad “colocación de tacos para el asentamiento de los lotes de láminas”.

Tabla 3.36 Cursograma propuesto del proceso de recepción de materia prima

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS						
ÁREA:	PRESADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación 	Transporte 	Inspección 	Demora 	Almacenamiento 		
1	Engender montacargas	●					0,53	
2	Transportar el montacargas al área de desembarque		●				0,60	13m
3	Esperar los lotes de las laminas				●		1,13	
4	Ajustar el lote de láminas al montacargas	●					0,41	
5	Desembarque de lotes de laminas	●					0,99	
6	Transportar los lotes de láminas a la bodega.		●				0,86	26m
7	Colocar las láminas en la bodega	●					0,40	
TC (min)							4,93	

Elaborado por: Los autores.

3.4.3.2 Corte de láminas propuesto

Para el cursograma propuesto en el proceso de corte, con el mismo número de operadores se omitió las actividades:

6) Encender la guillotina

13) Inspección de láminas de acuerdo al pedido del cliente

Se combinan las actividades 5 y 6 obteniendo una sola actividad N° 5. De igual manera las actividades 11 y 13 se las puede realizar en una sola actividad N°10.

Tabla 3.37 Cursograma propuesto del proceso de corte

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGÍA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento		
1	Contar las láminas de acuerdo al pedido	○					0,34	
2	Colocar las láminas en el montacargas para llevarlas al área de corte	●					1,38	
3	Encender el montacargas	●					0,55	
4	Transportar lotes de láminas al área de corte		⇒				2,18	10,5m
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas y encender la guillotina.	●					1,27	
6	Calibrar	●					1,07	
7	Ajustar las medidas de corte	●					2,93	
8	Colocar la lámina en la guillotina	●					2,20	
9	Presionar el pedal para cortar	●					0,23	
10	Esperar el corte de láminas e inspección de laminas			□	D		9,21	
11	Colocar la lámina cortada en la mesa	●					1,42	

Elaborado por: Los autores

3.4.3.3 Prensado de láminas

Al ubicar a las prensas hidráulicas en un lugar más estratégico, se puede evidenciar algunos cambios como:

- El recorrido del transporte disminuye de 106 a 21 metros hasta las prensas 2 y 3, economizando en un 80%.

Al realizar una reubicación del área de moldes se lo piensa ubicar en un lugar más cercano a la prensa esto disminuirá distancia y por lo tanto tiempo de transporte de los mismos.

- El recorrido de transporte de moldes se disminuirá de 36 a 18 metros hasta las prensas 2 y 3 economizado en un 50%






Al realizar una reubicación de matrices se lo piensa ubicar junto a los moldes para así disminuir la distancia y por lo tanto el tiempo de transporte de los mismos.

- El recorrido de transporte de matrices se disminuirá de 22 a 18 metros hasta las prensas 2 y 3 economizando un 18%

Se puede eliminar la actividad N° 16 que propone “inspección de láminas”. En su lugar se puede realizar al mismo tiempo en la actividad N° 15, que manifiesta el “esperar el prensado de las láminas e inspección de láminas”.

En el proceso de prensado normalmente se trabaja con un solo operador en la tabla 3.38 se detalla el cursograma propuesto del proceso de prensado.

Tabla 3.38. Cursograma propuesto del proceso de prensado.

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			EDISON CANDO			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación 	Transporte 	Inspección 	Demora 	Almacenamiento 		
1	Colocar las láminas cortadas en el montacargas	●					1,28	
2	Encender el montacargas	●					0,54	
3	Transporte de láminas al área de prensado		→				0,21	21m
4	Colocar las láminas cortadas en la mesa	●					1,24	
5	Encendido de la prensa	●					0,45	
6	Encendido del montacargas	●					0,54	
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa		→				1,08	18m
8	Colocación de molde en la prensa	●					3,69	
9	Regular presión de la prensa	●					0,31	
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido		→				0,70	18m
11	Colocación de matrices en el molde	●					3,82	
12	Ajuste de las matrices de acuerdo al pedido	●					1,20	
13	Colocación de láminas en la prensa	●					2,11	
14	Pulsar el botón de prensado	●					0,24	
15	Esperar el prensado de las láminas e inspección de laminas			■			9,79	
TC (min)							27,22	

Elaborado por: Los autores

3.4.3.4 Despacho y envío de láminas propuesto

Al ubicar a las prensas hidráulicas en un lugar más estratégico, se puede evidenciar algunos cambios como:

- El recorrido del transporte disminuye de 71 a 34 metros hasta el área de producto terminado, economizando en un 52%.

Se puede eliminar la actividad N° 9 que propone “contar las láminas que serán enviadas”. En su lugar se puede realizar al mismo tiempo en la actividad N° 5, que manifiesta el “colocar y contar las láminas en las estanterías”.

Para el proceso de despacho se lo realiza con dos trabajadores en la tabla 3.39 se detalla el cursograma propuesto que posee el proceso de despacho para las láminas prensadas de la empresa INDUCE DEL ECUADOR

Tabla 3.39. Cursograma propuesto del proceso de despacho

DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA 10 LAMINAS PRENSADAS								
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:			EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS (1x1)	OBSERVADORES:			RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
		SIMBOLOGIA					Tiempo Estándar (min)	Distancia (metros)
N°	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento		
1	Colocar las láminas prensadas en el montacargas	○					1,28	
2	Encender el montacargas	●					0,53	
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho		⇒				0,60	34m
4	Inspección final de las láminas prensadas			□			0,36	
5	Colocar y contar las láminas prensadas en las estanterías	●					0,74	
6	Espera del camión para el envío de las laminas				D		16,37	
7	Limpiar camión para embarcar el producto terminado.	●					1,30	
8	Colocación de tacos en el camión para asentar las láminas prensadas.	●					0,94	
10	Facturar el pedido	●					0,65	
11	Transporte de las láminas prensadas al camión de envío		⇒				0,91	8m
12	Asegurar las láminas en el camión	●					1,36	
TC (min)							25,04	



Elaborado por: Los autores

3.4.4 Estudio de tiempos propuesto

3.4.4.1 Recepción de materia prima

Tanto el número de observaciones, la valoración de ritmo de trabajo y los suplementos serán los mismos que utilizamos en el estudio de tiempos actual. En la tabla 3.40 se establecen las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso propuesto de recepción de materia prima.



Tabla 3.40. Toma de muestras de tiempo en segundo propuesto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO									
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA											
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Transportar el montacargas al área de desembarque y colocar tacos para los lotes de láminas.	36,80	32,45	35,87	32,68	34,87	35,01	32,65	38,56	31,41	34,81

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.41 transformamos de segundos a minutos en las muestras de tiempo.



Tabla 3.41. Transformación de segundos a minutos en las muestras del proceso de recepción de materia prima

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA						
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVA CRISTIAN						
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LC S	LCI
2	Transportar el montacargas al área de desembarque y colocar tacos para los lotes de laminas	0,61	0,54	0,55	0,54	0,58	0,58	0,54	0,64	0,52	0,58	0,03	0,57	0,61	0,53

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.42 ajustamos la muestra de tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación

Tabla 3.42 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO															
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA					
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN					
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
2	Transportar el montacargas al área de desembarque y colocar tacos para los lotes de laminas	0,61	0,54	0,55	0,54	0,58	0,58	0,54	0,56	0,60	0,58	0,02	0,57	93%	0,53	0,14	0,60
TC (min)																	4,93

Elaborado por: Los autores

3.4.4.2 Corte de láminas

En la tabla 3.43 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de corte de láminas.



Tabla 3.43. Toma de muestras de tiempo en segundos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO									
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON			
								SANDOVAL CRISTIAN			
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)											
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas y encender la guillotina.	73,80	71,80	70,15	68,63	69,76	68,13	71,22	67,38	69,45	68,64
10	Esperar el corte de láminas e inspección de láminas.	500,76	501,26	498,22	497,76	500,65	502,13	498,15	501,34	503,28	501,51

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.44 transformamos de segundos a minutos en las muestras de tiempo.



Tabla 3.44 Transformación de segundos a minutos en el proceso de corte

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		KEVIN QUINGATUÑA						
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN						
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS PRENSADAS 1x1)															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas y encender la guillotina	1,23	1,19	1,17	1,14	1,16	1,14	1,19	1,12	1,16	1,14	0,03	1,16	1,19	1,13
10	Esperar el corte de láminas e inspección de láminas \bar{x}	8,34	8,35	8,30	8,29	8,34	8,36	8,30	8,35	8,38	8,35	0,03	8,34	8,37	8,31

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.45 Ajustamos la muestra de los tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación

Tabla 3.45 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO															
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					KEVIN QUINGATUÑA					
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON					
												SANDOVAL CRISTIAN					
CORTE DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
5	Colocar el lote de láminas en la mesa para ser cortadas y encender la guillotina	1,17	1,19	1,17	1,14	1,16	1,14	1,19	1,14	1,16	1,14	0,01	1,16	95%	1,10	0,16	1,27
10	Esperar el corte de láminas e inspección de láminas.	8,34	8,35	8,36	8,37	8,34	8,36	8,34	8,35	8,35	8,35	0,01	8,35	95%	7,94	0,16	9,21
TC (min)																	22,78

Elaborado por: Los autores.

3.4.4.3 Prensado de láminas

En la tabla 3.46 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de prensado de láminas.



Tabla 3.46 Toma de muestras de tiempo en segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO									
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		EDISON CANDO			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON		SANDOVAL CRISTIAN	
PRENSADO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)											
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Transporte de láminas al área de prensado	12,36	12,03	11,72	11,95	11,62	12,24	11,47	11,89	11,72	12,18
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	61,65	60,57	60,31	61,33	59,61	60,40	59,83	60,28	59,59	60,88
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	38,94	39,74	35,81	36,69	40,00	40,15	40,20	39,31	39,59	37,45
15	Esperar el prensado de las láminas e inspección de láminas.	547,80	548,20	548,81	540,05	548,83	540,07	547,54	548,22	548,76	542,13

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.47 Transformamos de segundos a minutos en las muestras de tiempo



Tabla 3.47 Transformación de segundos a minutos en el proceso propuesto de prensado.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		EDISON CANDO						
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN						
Prensado de láminas (10 láminas 1x1)															
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
3	Transporte de láminas al área de prensado	0,20	0,21	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,01	0,20	0,20	0,19
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	1,02	1,01	1,00	1,02	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99	1,01	0,01	1,01	1,02	0,99
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	0,64	0,66	0,59	0,60	0,66	0,66	0,67	0,65	0,65	0,62	0,02	0,65	0,67	0,62
15	Esperar el prensado de las láminas e inspección de láminas.	9,13	9,14	9,15	9,00	9,15	9,01	9,12	9,14	9,15	9,03	0,06	9,10	9,17	9,04

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.48 Ajustamos la muestra de tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación

Tabla 3.48. Cálculo de tiempo de ciclo propuesto



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO															
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:					EDISON CANDO					
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:					RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN					
PRENSADO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
3	Transporte de láminas al área de prensado	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,01	0,20	90%	0,18	0,19	0,21
7	Transporte de molde de acuerdo al pedido hacia la prensa	1,00	1,01	1,00	1,02	1,01	1,00	0,99	1,00	1,02	1,01	0,01	1,01	90%	0,91	0,19	1,08
10	Transporte de matrices de acuerdo al pedido	0,64	0,66	0,67	0,66	0,66	0,66	0,62	0,65	0,65	0,62	0,01	0,65	90%	0,59	0,19	0,70
15	Esperar el prensado de las láminas e inspección de las láminas.	9,13	9,14	9,15	9,12	9,15	9,14	9,12	9,14	9,15	9,17	0,01	9,14	90%	8,23	0,19	9,79
TC (min)																	27,22

Elaborado por: Los autores

3.4.4.4 Despacho y envío de laminas

En la tabla 3.49 se colocan las muestras de tiempo obtenidas en segundos para el proceso de despacho de láminas prensadas.



Tabla 3.49 Toma de muestras de tiempo en segundos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO									
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS				OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA			
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS				OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN			
DESPACHO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)											
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	33,98	34,29	34,83	33,82	35,40	34,50	33,49	32,87	33,63	35,36
5	Colocar y contar las láminas prensadas en las estanterías para ser enviadas	41,62	40,75	43,68	42,05	40,56	41,27	42,07	41,58	45,70	42,51

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.50 Transformamos de segundos a minutos en la muestra de tiempo.



Tabla 3.50 Transformación de segundos a minutos en el proceso propuesto de despacho

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO													
ÁREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA						
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN						
DESPACHO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)															
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	\bar{x}	LCS	LCI
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	0,56	0,57	0,58	0,56	0,59	0,57	0,55	0,54	0,55	0,59	0,01	0,57	0,58	0,55
5	Colocar y contar las láminas prensadas en las estanterías.	0,69	0,68	0,73	0,70	0,67	0,69	0,70	0,69	0,76	0,71	0,02	0,70	0,73	0,68

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.51 Ajustamos la muestra de tiempos para que ingresen a los límites de control y así obtener valores que puedan ser trabajados, seguidamente se efectúa el estudio aplicando los suplementos y variación de ritmo para obtener el tiempo de ciclo en la operación



Tabla 3.51 Cálculo de tiempo de ciclo propuesto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO															
AREA:		PRENSADO DE LAMINAS					OPERARIO:		KEVIN QUINGATUNA EDISON CANDO								
PRODUCTO:		LAMINAS PRENSADAS					OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN								
DESPACHO DE LAMINAS (10 LAMINAS 1x1)																	
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MUESTRAS (minutos)										TIEMPOS (minutos)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DS	TE	VA	TN	S	TT
3	Transporte de láminas prensadas al área de despacho	0,56	0,57	0,58	0,56	0,57	0,57	0,55	0,56	0,55	0,57	0,01	0,57	93%	0,53	0,14	0,60
5	Colocar y contar las láminas prensadas en las estanterías para ser enviadas	0,69	0,68	0,73	0,70	0,72	0,69	0,70	0,69	0,68	0,71	0,01	0,70	93%	0,65	0,14	0,74
TC (min)																	25,04

Elaborado por: Los autores

En la tabla 3.52 nos proporciona un breve resumen de los procesos de producción propuesto para conocer el tiempo total de producción en el cual los trabajadores elaboran 10 láminas prensadas de 1x1.

Tabla 3.52. Cálculo de tiempo del proceso propuesto en 10 láminas prensadas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO				
ÁREA:	PRENSADO DE LAMINAS	OPERARIOS:		EDISON CANDO KEVIN QUINGATUÑA		
PRODUCTO:	LAMINAS PRENSADAS(1x1)	OBSERVADORES:		RONQUILLO JEFFERSON SANDOVAL CRISTIAN		
Procesos para la elaboración de 10 láminas prensadas						
N°	PROCESO	Tiempo de ciclo (min)	N# de operarios	Por operario	Sumatoria	
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	4,93	2	2,46	2,46	
2	CORTE DE LAMINAS	22,78	1	22,78	22,78	
3	PRENSADO DE LAMINAS	27,22	1	27,22	27,22	
4	DESPACHO DE LAMINAS	25,04	2	12,52	12,52	
TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min)					64,99	
TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (HORA)					1,08	

Elaborado por: Los autores

Análisis: La producción de láminas prensadas con el estudio de tiempos propuesto nos da un tiempo total de producción de 64,99 minutos, estos por la producción estándar de 10 láminas prensadas.

3.4.5 Capacidad de producción propuesta

La capacidad productiva mejorada de la planta se enfocará en el estudio de tiempos de la producción estándar de 10 láminas prensadas donde se obtuvo un tiempo total (TT) de 64,99 minutos, tiempo que se utilizara en la ecuación (3,4), con 8 horas laborables.

$$CP = \frac{10}{TC}$$

$$CP = \frac{10}{64,99 \text{ min}}$$

$$CP = 0,15 \frac{\text{LAMINAS}}{\text{min}}$$

$$CP = 0,15 \frac{\text{LAMINAS}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

$$CP = 9,23 \frac{\text{laminas}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas}$$

$$CP = 73,86 \frac{\text{laminas}}{\text{dia}}$$

Análisis: La capacidad productiva nueva de la empresa Induce es de 0,15 láminas prensadas por minuto, equivalente a 9,23 láminas por hora. Al multiplicar por las 8 horas laborables, se tiene una capacidad de 73,86 láminas al día, redondeándolo a 74.

3.4. 6 Tabla comparativa

Para culminar con el estudio realizado en la presente tesis, se lleva a cabo una comparación de la situación actual y la propuesta de la empresa, tomando en cuenta las actividades analizadas, el número de obreros, el número de actividades, la distancia, el tiempo total y la capacidad de producción. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 3.53.

Tabla 3.53 Comparación de la situación actual y propuesta de la empresa.

Procesos	n. obreros	n. de actividades			Distancia (m)			Tiempo total (min)			Capacidad Productiva(und)	
		actual	propuesto	Δ	actual	Propuesta	Δ	actual	propuesta	Δ	actual	propuesto
Recepción de materia prima	2	8	7	1	26	26	0	5,45	4,93	0,52	64	74
Corte de laminas	1	13	11	2	10,5	10,5	0	28,90	22,78	6,12		
Prensado de laminas	1	16	15	1	106	21	85	30,08	27,22	2,86		
Despacho y envió de laminas	2	12	11	1	71	34	37	25,85	25,04	0,81		

Elaborado por: Los autores

3.4.7 Incremento de la productividad

Teniendo las dos capacidades productivas en unidades se puede calcular el incremento de la capacidad productividad expresada en porcentaje por medio de la ecuación (3.6).

Ecuación 3.6 Incremento de la productividad

$$\text{Productividad} = \frac{P2 - P1}{P1} * 100\%$$

$$\text{Productividad} = \frac{74 - 64}{64} * 100\%$$

$$\text{Productividad} = 0,16 * 100\%$$

$$\text{Productividad} = 16\%$$

Por medio del estudio de tiempos se puede notar un incremento de la productividad del 16 % la cual nos indica una mejoría en los procesos de producción, demostrando la efectividad de aplicación del proceso propuesto realizado.

3.4.8 Comprobación de hipótesis

Teniendo la capacidad de producción actual y la capacidad de producción obtenida mediante la propuesta, se puede observar cierto incremento en la capacidad productiva. Esto se muestra en la tabla 3.54.

Tabla 3.54. Comprobación de la hipótesis

Procesos	Capacidad productiva (und)	
	Actual	Propuesto
Recepción de materia prima	64	74
Corte de laminas		
Prensado de laminas		
Despacho y envío de laminas		

Análisis: la capacidad de producción actual es de 64 láminas prensadas al día, mediante el proceso propuesto se incrementó la capacidad productiva a 74 láminas prensadas es decir se incrementó la producción diaria en un 16%.

3.5 EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA

3.5.1 Evaluación técnica

El impacto técnico para la empresa se realizará basándonos en el estudio de los tiempos de los procesos de producción, entonces, el tiempo que se obtuvo en el proceso actual es de 74,64 minutos y en el proceso propuesto de 64,99 minutos en la producción estándar de 10 láminas prensadas, con esto se optimiza el tiempo en varios procesos para incrementar la producción productiva diaria en un 16%.

3.5. 2 Evaluación económica

El impacto económico que tiene nuestro proyecto, nos muestra gracias al incremento de la producción, ya que la planta aprovecha de manera favorable la organización y distribución de procesos y actividades para cada trabajador, de esta manera, se logra incrementar el número de láminas a producir, logrando que sus ganancias de producción aumenten diariamente, manteniendo los estándares de calidad. Esto se demuestra en la tabla 3.55:

Tabla 3.55. Comparación de ganancias al día, proceso actual vs propuesto

Proceso	Producción de laminas	Precio de venta	Precio Total	Incremento (Diario)
Actual	64	12 \$	768 \$	120 \$
Propuesto	74	12 \$	888\$	

Elaborado por: Los Autores

En la tabla 3.55 se evidencia el incremento de ganancias. El proceso actual de producción de 64 láminas prensadas al día obtiene 768 \$ y en el proceso propuesto mediante el incremento de la producción diaria en 74 láminas prensadas se obtiene 888 \$, demostrando una ganancia de 120 \$ al día al aplicar el proceso propuesto, obteniendo un mejor desempeño al optimizar los tiempos de los trabajadores en cada área de trabajo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Mediante la técnica de observación y registros de información se pudo conocer de manera clara sobre como es el proceso de producción en el área de láminas prensadas, ya que nos dio a conocer a detalle las actividades que realizan los operadores en el proceso de producción, permitiéndonos conocer los diferentes problemas que existen dentro de dicha área de estudio.
- Gracias al estudio de tiempos realizado se pudo observar que el proceso actual nos da un tiempo de 74,64 minutos, equivalente a 1,15 horas en la producción de láminas prensadas.
- Al realizar la mejora con el proceso propuesto se obtiene un tiempo de producción de 64,99 minutos equivalente a 1,08 horas en la producción del mismo número de láminas, con lo cual se pudo optimizar 9,65 minutos por 10 láminas prensadas, lo cual en unidades representa el incremento de 10 láminas diarias esto nos da un incremento del 16%, esto nos indica una optimización con un valor bastante significativo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de producción en el área de láminas prensadas, para evitar averías o perdidas de materia prima, de esta manera se garantizará que la producción sea constante y la calidad de los productos sea la mejor.
- Poner en práctica la propuesta de estandarización de tiempos de la misma manera designar a cada operador una sola actividad, evitando a que un solo operador realice varias actividades, ya que esto afecta el rendimiento del operador, por lo tanto, generara retrasos en la producción.
- Incluir a los operadores de la planta en el mejoramiento y progreso de su área de trabajo, mediante capacitaciones, teniendo como resultado un correcto manejo de los diferentes

procesos, en consecuencia la capacidad productiva aumentará.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. E. F. PÉREZ, «Optimización del proceso de producción de yogurt en la empresa Proalim,» de *Tesis de grado* , Riobamba , 2013.
- [2] D. A. R. U. RAÚL FERNANDO OSMA VARGAS, «ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA BROCHA PROFESIONAL 5” DE INDUSTRIAS GOYAINCOL LTDA,» Bogota , 2014.
- [3] I. A. F. Carrión., «“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA,» Riobamba , 2015.
- [4] A. M. P. Pizarro, «OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA,» Cuenca , 2010.
- [5] J. D. C. Rodríguez, «OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA,» Ambato , 2017.
- [6] F. G. I. A. Albert Suñe, *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*, Madrid : diaz de santos , 2010 .
- [7] C. J. Abraham, *Manual de tiempos y movimientos Ingeniería de metodos*, Mexico : Grupo Noriega , 2008.
- [8] G. Kanaway, *Intruducción al estudio del trabajo*, cuarta , 1996.
- [9] J. I. Ruíz-Ibarra, A. Ramírez-Leyva, K. Luna-Soto y Estrada-Beltran, *OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE PROCESOS EN DESESTIBADORA Y EN*, El Fuerte, Mexico , 2017.
- [10] O. C. A. T. J. F. Naim Caba Villalobos, *Gestion de la Produccion y Operaciones*, Santa Fe Bogota : NC Villalobos , 2012.
- [11] R. J. E. Everett E. Adam, *Administracion de la produccion y las Operaciones*, Guatemala , 1991.
- [12] R. Billene, *Analisis de costos II*, Argentina , 2016.
- [13] D. F. M. Negrón, *Administracion de Operaciones*, Santa fe : Cengage Learning, Enfoque de administracion de procesos .
- [14] G. V. Mastretta, *Administracion de los sistemas de produccion*, Mexico : Limusa S.A, 1996.
- [15] C. E. F. Retamoso, «Libro de producción limpia, contaminación y gestión ambiental,» Bogota, Editorial Pontificia Universidad Javeriana , 2007.
- [16] M. Fortún, «Producción en cadena,» 2020.
- [17] F. E. Meyers, «Estudio de tiempos y movimiento para la manufactura agil,» Mexico , Editorial mexicana, 2000.
- [18] G. A. R. E. C. W. P. F. R. S. BOCÁNGEL WEYDERT, «Ingeniería de metodos,» de *ingeniería industrial* , Lima, Peru, 2021, p. 4.
- [19] G. Kanaway, «Introducción al estudio del trabajo,» Suiza , Ginebra Oficina Internacional , 1996.
- [20] V. C. Y. Nieves Amaya Silis, «Evaluación y propuesta de mejora en los procesos operativos de la coordinación de almacenes,» Venezuela , 2000, p. 7.
- [21] C. H. Sánchez Rosero, «Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la Empresa Calzado Gabriel,» Ambato , 2013.
- [22] J. A. Pineda, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FABRICA CASA BLANCA,» Guatemala , 2005.
- [23] A. A. Diego, «INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MOTOTAXIS APLICANDO METODOLOGÍAS DE LAS 5S’s E INGENIERÍA DE MÉTODOS,» Lima , 2012.
- [24] V. Y. Piqueras, «Diagramas de proceso de operaciones como herramienta en el estudio de

- métodos,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALÉNCIA, 07 06 2021. [En línea]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/>.
- [25] B. S. Lopez, «INGENIERÍA INDUSTRIAL online,» 26 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>.
- [26] J. A. C. Ruiz, «ÁREA EDUCATIVA DIRECCIÓN Y PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL,» ZADECON Productividad Industrial, 01 03 2010. [En línea]. Available: <http://blog.zadecon.es/metodos-y-tiempos/definicion-e-importancia-del-tiempo-estandar/>.
- [27] W. Hodson, «Estudio de tiempos con cronómetro,» de *Manual del ingeniero industrial tomo 1*, Mexico, 2009.
- [28] F. C. Morales, «Capacidad de producción,» 06 03 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/capacidad-de-produccion.html>.
- [29] B. S. Lopez, «INGENIERÍA INDUSTRIAL online,» 28 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-tiempo-estandar-o-tiempo-tipo/>.
- [30] J. Perez, «La web del Ingeniero Industrial,» 13 08 2016. [En línea]. Available: <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>.
- [31] B. S. Lopez, «INGENIERÍA INDUSTRIAL online,» 28 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>.
- [32] V. C. Y. Nieves Amaya Silis, «Evaluacion y propuesta de mejora en los procesos operativos de la coordinacion de almacenes,» Venezuela , 2000, p. 7.

ANEXO 1

Informe urkund



Document Information

Analyzed document	tesis final completo JEFFERSON RONQUILLO Y CRISTIAN SANDOVAL.pdf (D143444023)
Submitted	2022-08-31 16:47:00
Submitted by	Cristian Espin
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/ Fetched: 2022-08-31 16:47:00		1
W	URL: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/ Fetched: 2022-08-31 16:47:00		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / HENDRY.docx Document HENDRY.docx (D143373139) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com		1
W	URL: http://blog.zadecon.es/metodos-y-tiempos/definicion-e-importancia-del-tiempo-estandar/ Fetched: 2022-08-31 16:47:00		1
SA	Heredia Alex_Perfil.pdf Document Heredia Alex_Perfil.pdf (D90978050)		2
W	URL: https://economipedia.com/definiciones/capacidad-de-produccion.html Fetched: 2022-08-31 16:47:00		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Jhonatan cayo (Plagio).pdf Document Tesis Jhonatan cayo (Plagio).pdf (D110502648) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com		2
W	URL: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-tiempo-estandar-o-tiempo-tipo/ Fetched: 2022-08-31 16:47:00		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / JEFFERSON DAVID UNAPUCHA.docx Document JEFFERSON DAVID UNAPUCHA.docx (D143408688) Submitted by: josue.constante@utc.edu.ec Receiver: josue.constante.utc@analysis.orkund.com		2

ANEXO 2

Evidencias fotográficas



Recepción de la materia prima



Área de corte de láminas



Transporte de molde



Área de prensado



Inspección de láminas

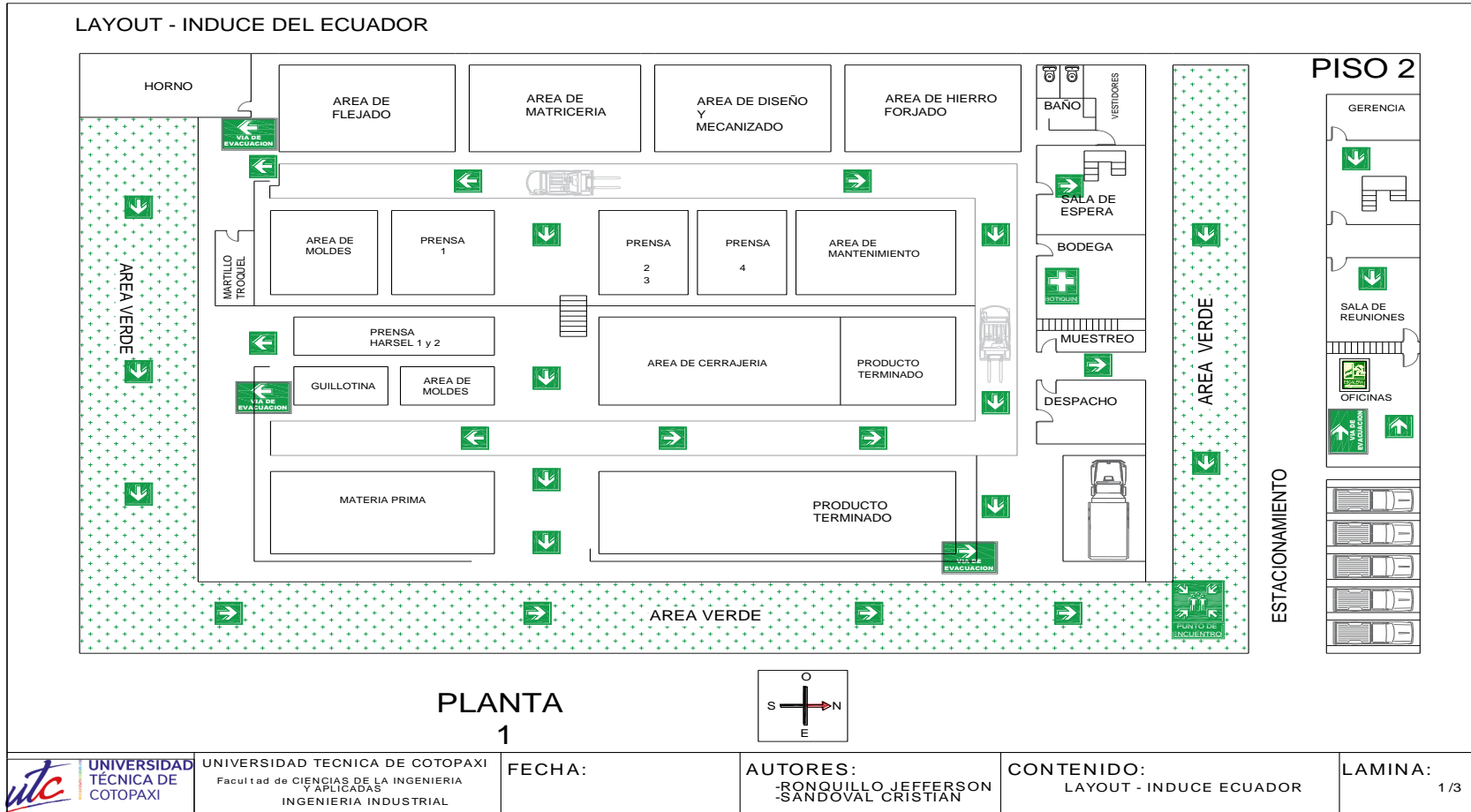


Recopilación de datos



Despacho y envío de laminas

ANEXO 3 Layout de la empresa



LAYOUT - INDUCE DEL ECUADOR