



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TITULACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA
MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PERFILES DE ACERO EN LA EMPRESA
FERROTORRE S.A**

**AUTOR
HUILA QUIÑÓNEZ MARIO JAVIER**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. MAQUILÓN NICOLA RAMÓN MSc.**

**2017
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”.

.....
HUILA QUIÑÓNEZ MARIO JAVIER
C.C 080378682-1

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi madre Salinova Quiñónez por ser una mujer luchadora, lo cual le ha permitido impulsar hacia el sendero del bien a sus cuatro hijos sin desmayar. A mi padre Mario Daniel Huila por los valores morales, éticos y académicos brindados en toda mi formación académica y personal.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre por todo el apoyo incondicional a largo de toda mi formación académica superior. A mi madre por ser esa estructura rígida y fundamental, que permitió sostenerme en momentos difíciles. A mi familia, quien fue un soporte de estabilidad emocional; y a Marjorie Estupiñán, quien fue mi compañera de vivencias a lo largo de este camino de adversidades.

ÍNDICE GENERAL

Descripción	Pág.
PRÓLOGO	1
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

No.	Descripción	Pág.
1.1.	Marco conceptual	8
1.1.1.	Ingeniería de métodos	8
1.1.2.	Estudio del trabajo	11
1.1.3.	Estudio de tiempos y movimientos	15
1.1.4.	Administración de las operaciones	30
1.1.5.	Diagrama de Pareto	31
1.1.6.	Diagrama de Causa – Efecto	31
1.2.	Marco referencial	32
1.3.	Marco histórico	33
1.3.1.	Historia de los estudios de tiempos y movimientos	33

CAPÍTULO II METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

No.	Descripción	Pág.
2.1.	Modalidad de la investigación	36
2.1.1.	Investigación exploratoria	36
2.1.2.	Investigación descriptiva	37
2.1.2.1.	Recopilación de información	37
2.1.2.2.	Técnica de estudio de tiempos y movimientos	38

No.	Descripción	Pág.
2.1.3.	Investigación analítica	39
2.2.	Población y muestra	40
2.3.	Operacionalización de variables	40
2.3.1.	Hipótesis	41
3.1.	La empresa	43
3.1.1.	Datos generales	43
3.1.2.	Ubicación	44
3.1.3.	Organización	44
3.1.4.	Productos	44
3.1.5.	Recursos	45
3.1.5.1.	Recursos físicos	45
3.1.5.2.	Recurso humano	47
3.1.5.3.	Recursos financieros	48
3.1.5.4.	Seguridad Industrial	48
3.1.6.	Proceso de producción	48
3.1.6.1.	Descripción del proceso de producción de perfiles	49
3.1.7.	Diagrama de flujo de proceso	52
3.1.8.	Diagrama de operaciones	52
3.1.9.	Diagrama de recorridos	53
3.2.	Situación actual	53
3.2.1.1.	Capacidad Teórica	56
3.2.1.2.	Eficiencia	56
3.2.2.	Registro de problemas	57
3.2.2.1.	Métodos de trabajo	58
3.2.2.2.	Registro de la información relativo al método actual	60
3.3.	Análisis de datos	75
3.3.2.	Identificación de problemas	77
3.3.3	Análisis foda de la empresa	82
3.3.4.	Impacto económico de problemas	86
3.3.5	Diagnóstico	88
3.4.	Propuesta	91

No.	Descripción	Pág.
3.4.1.	Planteamiento de solución al problema	92
3.4.1.1.	Combinación y eliminación de elementos	92
3.4.1.2.	Estandarización del proceso	94
3.4.1.3.	Diagramas propuestos	103
3.4.1.4.	Análisis de la propuesta	110
3.4.1.5.	Costo de solución	112
3.5.	Evaluación económica y financiera	113
3.5.1.	Plan de inversión y financiamiento	113
3.5.2.	Evaluación financiera (Coeficiente beneficio/costo, TIR, VAN, Periodo de recuperación del capital)	113
3.5.2.1.	Relación beneficio/costo	113
3.6.	Programación para puesta en marcha	114
3.6.1.	Planificación y Cronograma de implementación	115
3.7.	Conclusiones y recomendaciones	115
3.7.1.	Conclusiones	115
3.7.2.	Recomendaciones	116
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	117
	ANEXOS	118
	BIBLIOGRAFÍA	134

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1	Variable independiente	41
2	Variable dependiente	42
3	Cantidad de trabajadores	48
4	Especificaciones operativas de las correas	50
5	Especificaciones operativas de los canales	51
6	Reporte de producción de correas mes enero de 2016	53
7	Reporte de producción de correas mes febrero de 2016	54
8	Reporte de producción de correas mes marzo de 2016	54
9	Reporte de producción de correas mes abril de 2016	55
10	Producción del perfil correa (80x40x15x2)mm	55
11	Ratio de la capacidad teórica y la producción realizada	56
12	Operaciones imprescindibles en el proceso de fabricación de perfiles	58
13	Descripción de las operaciones cursograma sinóptico método actual	61
14	Cursograma analítico montar rollo	65
15	Cursograma analítico desprender fleje	65
16	Cursograma analítico unir colas de fleje	66
17	Cursograma analítico enhebrado de máquina	66
18	Cursograma analítico enzunche de paquete	67
19	Diagrama hombre – máquina actual línea 1	68
20	Resumen diagrama hombre – máquina actual línea 1	68
21	Diagrama hombre – máquina actual línea 2	69
22	Resumen diagrama hombre – máquina actual línea 2	69
23	Diagrama hombre – máquina actual línea 3	70
24	Resumen diagrama hombre – máquina actual línea 3	70

N°	Descripción	Pág.
25	Productividad actual de las líneas perfiladoras	71
26	Estudio de tiempos ciclos línea 1	72
27	Datos gráficos de tiempos ciclos línea 1	72
28	Estudio de tiempos ciclos línea 2	73
29	Datos gráficos de tiempos ciclos línea 2	73
30	Estudio de tiempos ciclos línea 3	74
31	Datos gráficos de tiempos ciclos línea 3	75
32	Demoras por semana	79
33	Análisis de la frecuencia de causas	79
34	Matriz foda	84
35	Matriz estratégica foda	85
36	Costo de mano de obra	86
37	Costo de hora – máquina	87
38	Pérdida económica por cada causa del problema en un mes	88
39	Actividades del proceso propuesto	96
40	Tamaño de la muestra por cada actividad	97
41	Inclusión de tiempos nuevos	98
42	Cálculo de tiempo básico	99
43	Suplementos primera actividad	100
44	Suplementos segunda actividad	101
45	Suplementos tercera actividad	101
46	Suplementos cuarta actividad	101
47	Estandarización de las actividades	102
48	Descripción de las operaciones cursograma sinóptico método propuesto	103
49	Cursograma analítico propuesto montar rollo	104
50	Cursograma analítico propuesto desprender fleje	105
51	Cursograma analítico propuesto unir colas de flejes	105
52	Cursograma analítico propuesto enhebrado de máquina	106
53	Diagrama hombre – máquina propuesto línea 1	107
54	Resumen diagrama hombre – máquina propuesto línea 1	108

N°	Descripción	Pág
55	Diagrama hombre – máquina propuesto línea 2	108
56	Resumen diagrama hombre – máquina propuesto línea 2	108
57	Diagrama hombre – máquina propuesto línea 3	109
58	Resumen diagrama hombre – máquina propuesto línea 3	109
59	Productividad propuesta de las líneas perfiladoras	110
60	Decisión 1	111
61	Decisión 2	111
62	Decisión 3	112
63	Costo de implementación de la propuesta	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Pag.
1	Diagrama de Pareto conceptual	31
2	Estudio de tiempos ciclos línea 1	73
3	Estudio de tiempos ciclos línea 2	74
4	Estudio de tiempos ciclos línea 3	75
5	Diagrama de Pareto	78
6	Comparación de tiempos actuales y propuestos	106
7	Comparación de la productividad actual y propuesta	110

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pag.
1	Relación entre el estudio de métodos y medición del trabajo	15
2	Especificaciones generales de las correas	50
3	Especificaciones generales de los canales	51
4	Cursograma sinóptico método actual línea 1	62
5	Cursograma sinóptico método actual línea 2	63
6	Cursograma sinóptico método actual línea 3	64
7	Cursograma sinóptico método propuesto	104

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pag.
1	Localización de la empresa Ferro Torre S.A	119
2	Localización de la oficina matriz	120
3	Organigrama	121
4	Productos y especificaciones técnicas	122
5	Perfiladora Yoder 1	125
6	Perfiladora Yoder 2	126
7	Perfiladora Yoder 3	127
8	Diagrama de flujo del proceso	128
9	Diagrama de flujo de operaciones	129
10	Diagrama de recorrido	130
11	Escala del ritmo de trabajo	131
12	Sistema de suplementos por descanso	132
13	Diagrama de Gantt puesta en marcha de propuesta	133

AUTOR: HUILA QUIÑONEZ MARIO JAVIER
TÍTULO: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA
MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
PERFILES DE ACERO EN LA EMPRESA FERROTORRE
S.A
DIRECTOR: ING. IND. RAMÓN MAQUILÓN NICOLA, MSC.

RESUMEN

La empresa constantemente desarrolla gestiones de mejoras continuas en todas sus áreas, de esta manera garantiza eficientemente su mano de obra, procesos y productos; en ese sentido, el objetivo del presente trabajo es mejorar el proceso de producción de perfiles. Para efectos del trabajo se utilizó la metodología descriptiva, exploratoria y analítica, en donde estas permitieron recolectar la información necesaria y, aplicar los diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar las principales causas que ocasionan altos tiempos improductivos, siendo estas el método de trabajo con que se desarrollan las actividades y los daños mecánicos en las máquinas perfiladoras, ocasionando 24,59 y 19,56 de horas improductivas al mes respectivamente, trabajando con una ineficiencia del 66% y cuyas pérdidas económicas ascienden a los \$24.646,68 anuales. Para consecuencia de solución del problema se plantea una de las herramientas de Ingeniería Industrial; el Estudio de Tiempos y Movimientos, en donde mediante a ella, se combinan actividades innecesarias y se estandarizan los tiempos de cada actividad del proceso de fabricación de perfil, cuyo mejoramiento es significativo al evidenciar el incremento de la productividad en las 3 líneas. La propuesta requiere de una inversión de \$4.119,15, en donde la misma ahorraría a la empresa \$15.105,26 anuales.

PALABRAS CLAVES: Mejora, Acero, Método, Diagrama, Estandarizar, Improductivo, Proceso, Productividad, Empresa, Tiempos, Producción, Eficiencia.

Huila Quiñonez Mario
C.C: 0803786821

Ing. Ind. Maquilón Nicola Ramón Msc.
DIRECTOR DEL TRABAJO

AUTHOR: HUILA QUIÑONEZ MARIO JAVIER
TOPIC: STUDY OF TIMES AND MOVEMENTS TO IMPROVE THE
PROCESS OF PRODUCTION OF STEEL PROFILES IN
THE COMPANY FERRO TORRE S.A
DIRECTOR: IND. ENG. RAMÓN MAQUILÓN NICOLA, MSC.

ABSTRACT

The company constantly develops continuous improvement efforts in all its areas, in this way efficiently guarantees its manpower, processes and products; in this sense, the objective of the present work is to improve the profile production process. For the purposes of this work was used the descriptive, exploitative and analytical methodology, where they allowed to collect the necessary information and, to apply the Ishikawa and Pareto diagrams to identify the main causes that originate high unproductive times, being these the method of work with which activities and mechanical damage in the profiling machines, resulting in 24.59 and 19.56 unproductive hours each month respectively, working with an inefficiency of 66% and whose economic losses amount to \$ 24,646.68 per year. For the solution of problem one of the tools of Industrial Engineering arises; the Study of Times and Movements, where it combines unnecessary activities and standardize the times per each activity of the profile manufacturing process, whose improvement is significant as evidence by the increase in productivity in the 3 lines. The idea requires an investment of \$ 4,119.15, where it would save the company \$ 15,105.26 a year.

KEY WORDS: Improvement, Steel, Method, Diagram, Standardize,
Unproductive, Process, Productivity, Company,
Times, Production, Efficiency.

Huila Quiñonez Mario
C.C: 0803786821

Ind. Eng. Maquilón Nicola Ramón Msc.
WORK DIRECTOR

PRÓLOGO

Dentro de la empresa se desplegará un estudio técnico, el cual consiste en determinar prolijamente cuáles son los problemas que afectan un área productiva, así mismo darle las soluciones correspondientes utilizando herramientas de Ingeniería Industrial. Dicha área es el proceso de fabricación de perfiles, donde se cuenta con tres líneas productivas.

El capítulo I: se deja expuesto el marco teórico, de tal manera que se busca toda una revisión bibliográfica, investigando documentos que se han escrito sobre el tema para verificar si realmente el problema está bien fundamentado.

El capítulo II: es la metodología con la que se va a llevar a cabo la investigación. Se utilizará los tipos de metodología que más se sujeten al estudio.

El capítulo III: es la propuesta que solucionará el problema que afecta al área de producción de perfiles, a más de ello, se realizará un estudio económico de implementación de propuesta para viabilizar la misma. También se efectuará la programación de puesta en marcha de la propuesta.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Introducción

Actualmente las pequeñas y grandes empresas se enfocan en gestiones de mejoramiento continuo en todas sus áreas que componen la organización, de tal manera que, obtengan un alto nivel de competitividad y un mayor porcentaje de participación en el mercado; ya que hoy en día, existe una demanda exigente, y las organizaciones que estén bien sistematizadas, hablando tecnológicamente, con nuevos procesos productivos y que adopten un sistema de gestión de calidad sujetos a sus procesos y productos, son las que infaliblemente se consolidarán en el mercado.

Es importante mencionar que en una organización todas sus áreas son sustanciales, pero en el plano donde se desarrolla la transformación de materia prima a producto terminado es la que genera el mayor valor agregado, sin embargo, cuando no se tiene un control sistemático en todos sus recursos y procesos, pueden ocurrir problemas graves, que cuyos efectos desestabiliza económicamente a la empresa.

El presente trabajo busca identificar, analizar y proponer mejoras para resolver problemas como baja productividad, tiempos improductivos, bajos niveles de producción y altos en desperdicio, paros constantes de máquinas, que tiene una línea de producción de perfiles en el sector metalmecánico, ubicado en la ciudad de Guayaquil.

Para llevar a cabo el proyecto se utilizará la técnica del Estudio de Tiempos y Movimientos; siempre tomando en consideración los aspectos

económico, en donde se buscará la mejor viabilidad financiera para cada mejora.

La consecución de los objetivos marcará un precedente para ser la estructura de una mejora continua para la resolución de problemas en las demás líneas de producción de la planta, así apuntar por un máximo rendimiento de optimización en todos los procesos de esta industria metalmecánica y por consecuente, ser la más competitiva en el mercado.

Antecedentes

Corría el año 1972, en que al cabo de 17 años de desarrollo en Chile, en el cual se había estacionado un régimen político que había menoscabado la institucionalidad y por cierto la actividad, el sr. Antonio Ferro Torre decide regresar al Ecuador, período en que el país empezaba a explotar una nueva veta de crecimiento, la cual era el desarrollo de su industria petrolera, misma que requería de diversos insumos, principalmente de materiales de acero.

Es así que formando parte de un grupo de inversión chileno, el 2 de junio de 1972 se fundan tres compañías de manera simultánea: Ipac, la planta que procesaría perfiles; Cimpac, una distribuidora de estos productos para la región costa, y FERRO TORRE S.A. para la comercialización y distribución de los productos y materiales que Ipac produciría, para la sierra. El sr. Antonio se integra a este cuadro de capitales, que con el transcurso del tiempo llega a tener una participación cercana al 40%, posición que le permitía ser presidente del Directorio y Gerente General a la vez.

Una vez instalado en Quito, y con el transcurrir de los años se inicia las importaciones de otros productos y materiales de acero, los cuales son:

planchas, varillas corrugadas, vigas, entre otras líneas.

Transcurridos unos 20 años de su fundación, el sr. Antonio tomó la iniciativa de vender su participación accionaria para así iniciar caminos distintos de emprendimiento y trabajo.

Habiendo concluido el sr. Sebastián sus estudios universitarios de administración, se integra de lleno a trabajar con su padre, toma las riendas y hace frente a una serie de dificultades de orden político y económico que enfrenta el país a finales del siglo pasado.

Es entonces, que arrancando el año 2000 con una economía dolarizada, sumadas a variables macroeconómicas de expansión en la economía a nivel mundial, le permiten al sr. Sebastián Ferro tomar la iniciativa de formar equipos de trabajo, para así liderar un nuevo desarrollo industrial que tanto anhelaban tanto él como su padre.

En estos 12 años de sangre nueva, joven, entusiasta, de gran dinamismo y capacidad de trabajo, habiendo pasado por duros y difíciles momentos, con una estructura muy liviana, se ha logrado consolidar un desarrollo industrial, bajo la NORMA ISO 9001:2008, que hoy le permite liderar la conformación y fabricación de tubería estructural, ser grandes actores en perfilería estándar y plegada; y por cierto ser unos proveedores confiables en materiales y productos de acero para la industria y construcción.

Planteamiento del problema

Ferro Torre es una de las empresas más competitivas en producir materiales de acero para la industria y la construcción, cuyos productos satisfacen enteramente las necesidades de potenciales usuarios. Siempre

enfocada a la innovación, tecnología y mejoramiento de sus procesos. No obstante, en uno de sus procesos productivos que conforman líneas de producción, están presentando muchos problemas de carácter operacional, que de una u otra manera causan costos innecesarios, los cuales se ven reflejados en un tiempo de largo plazo.

Las líneas de producción de perfiles de acero, tienen como síntomas actuales bajos niveles de productividad, este indicador de producción ha obligado a la empresa a tomar decisiones apremiantes para mantener un equilibrio productivo y cumplir con toda la demanda que tiene como capacidad producir. El excesivo uso de horas extras, la implementación de turnos adicionales y la contratación de personal, son decisiones recurrentes e imperativamente imprescindibles. Estos aspectos son medidas alternativas que al ser aplicadas cumplen con la demanda programada, pero generan elevados costos de producción, y por lo tanto, no son medidas óptimas.

Son muchos los factores que actúan como causas para generar efectos desfavorables en la empresa, estas causas se están presentando de forma frecuente, lo cual hace que la eficiencia de producción en las líneas de perfilería se manifiesten en niveles críticos.

Entre las causas más relevantes que producen efectos y afectan directamente a la eficiencia productiva son: paradas de máquinas que se presentan por diferentes situaciones inesperadas y no controladas, altos desperdicios de materia prima, la incidencia de tiempos muertos e improductivos, etc.

Justificativo

Este estudio tiene por consecuencia la necesidad para la empresa,

ya que la mejora continua es un factor de carácter imperativo para todas las organizaciones que apunta a ser líderes en el mercado y junto a cambios tecnológicos, son aspectos que se generan en la actualidad para brindar un mejor servicio y así, satisfacer las necesidades de los clientes internos y en especial a los consumidores.

Sujetos a estos cambios mencionados que se encaminan al mejoramiento de los procesos, está la administración eficiente de los recursos involucrados y así tener altos niveles de productividad, con el objetivo de cumplir con total precisión la demanda de productos. Sin embargo, esta empresa metalmecánica, que es una de las más competitivas en el mercado de materiales para la construcción, en su línea de producción de perfiles, está presentando un conjunto de problemas, cuyos efectos se reflejan en los índices de producción, productividad y en costos ocultos que a la larga representan cifras significativas.

De tal manera, es necesario implementar métodos de trabajo que permitan desarrollar un flujo de proceso ininterrumpidamente, manejar el recurso humano, la materia prima, entre otros, de forma eficiente. Establecer métodos que permitan tener una gestión competitiva e innovadora constantemente, haciendo uso de una de las herramientas más importantes de la Ingeniería Industrial, como lo es el estudio de tiempos y movimientos.

Delimitación

La investigación estará enfocada en el área de producción, en la línea de perfiles de acero en la empresa Ferro Torre S.A, abarcando todos los elementos que componen esta área para un mejor entendimiento de la naturaleza del problema.

Objetivo general

Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de perfiles de acero en la empresa Ferro Torre S.A

Objetivos específicos

Identificar los elementos directamente relacionados en la producción de perfiles de acero.

Determinar los puntos críticos en la producción de perfiles de acero.

Aplicar la herramienta de tiempos y movimientos para el proceso actual y propuesto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Marco conceptual

1.1.1. Ingeniería de métodos

Introducción a la ingeniería de Métodos

(Niebel & Freivalds, 2004), describen lo siguiente:

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos. En la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, en la forma en que se define en este libro, implica el análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto. Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, ese ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad. En años recientes, este segundo análisis se ha conocido con el nombre de reingeniería corporativa. A este respecto, reconocemos que

un negocio se puede implantar cambio si se desea continuar con una operación rentable. Por lo tanto, podría ser deseable introducir cambios en otras áreas además de la de manufactura. A menudo, los márgenes de ganancia pueden mejorarse a través de cambios positivos en áreas como contabilidad, administración de inventarios, planeación de requerimientos de materiales, logística y administración de recursos humanos. La automatización de la información puede proporcionar enormes recompensas en todas estas áreas. A medida que el estudio de métodos sea aplicado a detalle durante las etapas de planeación, será menor la necesidad de realizar estudios de métodos adicionales durante la vida del producto. La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Debido principalmente a la ingeniería de métodos, las mejoras en la productividad nunca terminan. El diferencial de productividad que resulta de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre podrán mantener su competitividad respecto a los países en desarrollo de bajos sueldos. Por lo tanto, la investigación y desarrollo (R&D) que lleva a una nueva tecnología es fundamental en la ingeniería de métodos. Los 10 países con la mayor inversión en R&D por empleado, de acuerdo con el reporte de la Organización de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (1985), son Estados Unidos, Suiza, Suecia, Holanda, Alemania, Noruega, Francia, Israel, Bélgica y Japón. Estos países se encuentran entre los líderes en productividad. Siempre y cuando mantengan la importancia que otorgan a la investigación y desarrollo, la ingeniería de métodos a través de la innovación tecnológica será fundamental para conservar su

capacidad para ofrecer bienes y servicios de alto nivel. (pág. 3).

Burgos (1999), Afirma lo siguiente:

La Ingeniería de Métodos llamada en una época Estudio de Movimientos y Tiempos, está relacionada directamente con el establecimiento de métodos de trabajo, determinación del tiempo necesario para realizar una actividad y desarrollo del material que se requiere para darle un uso práctico a estos datos. (p. 17)

Un concepto más específico y funcional, según **Niebel (2004)**, plantea lo siguiente:

La Ingeniería de Métodos es el estudio de los métodos, materiales equipos y herramientas, involucrados en una tarea particular, con la finalidad de:

- **Encontrar el mejor método de ejecución.**
- **Normalizar el método, los equipos, los materiales y las herramientas.**
- **Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y debidamente entrenada realice la tarea.**
- **Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método. (p. 3)**

Importancia de la Ingeniería de Métodos

La importancia de la ingeniería de métodos según **Burgos (1999)**, subyace en lo siguiente:

La Ingeniería de Métodos permite el logro de ciertos objetivos específicos como son: reducir el costo de operación, eliminar actividades innecesarias y no esenciales, incrementar la eficiencia de cada actividad necesaria, eliminar la duplicación de esfuerzos, hacer el trabajo más seguro y menos fatigoso, eliminar pérdidas de tiempo, energía y materiales, crear conciencia respecto al tratamiento sistemático para la solución de problemas, y en general, mejorar la calidad y por ende aumentar la productividad, tal como expresa la reacción en cadena del Dr. Edwards Deming. (p. 19).

1.1.2. Estudio del trabajo

Es un modelo sistemático que, particularmente aplica ciertas técnicas para el estudio de métodos, operaciones y mediciones que se emplean dentro de un sistema productivo, con el objetivo de optimizar recursos y el rendimiento de la organización.

(Kanawaty, 1996), define al estudio del trabajo de la siguiente manera:

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. (p. 9).

Utilidad del estudio del trabajo

Según (Kanawaty, 1996).

Investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo no es nada bueno; los buenos dirigentes lo están haciendo desde que se organizó por primera vez el esfuerzo humano para acometer grandes empresas. Siempre ha habido dirigentes de extraordinaria capacidad, genios que logran realizar notables progresos, pero, lamentablemente ningún país parece poseer un número adecuado de dirigentes competentes. De ahí la gran utilidad del estudio del trabajo, pues aplicando sus procedimientos sistemáticos un dirigente puede lograr resultados equiparables, incluso superiores, a los obtenidos en otras épocas por hombres geniales, pero menos sistemáticos.

El estudio del trabajo da resultados porque es sistemático, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. Pero la investigación sistemática requiere tiempo y, por eso, en todas las empresas, salvo en las más pequeñas, las personas que mandan no pueden encargarse del estudio del trabajo. El director de una fábrica o el jefe de un taller, por competentes que sean, nunca disponen de suficiente tiempo sin interrupciones, mientras cumplen su labor cotidianas con sus múltiples problemas humanos y materiales, para dedicarlo enteramente al estudio de una sola actividad de la fábrica. Por eso les es casi imposible conocer todos los datos sobre lo que está sucediendo en tal actividad. Ahora bien, sin todos los datos es imposible estar seguro de que las modificaciones que se hacen se basan en información exacta y van a sufrir efectos. Para enterarse a fondo de lo que ocurre en el lugar o zona donde se trabaja es indispensable estudiar y observar continuamente, y por sí mismo, el desarrollo de las actividades. Esto significa que el estudio del trabajo deberá encomendarse siempre a quien

pueda dedicarse a él exclusivamente y sin ejercer funciones de dirección a alguien que permanezca a la línea jerárquica asesora y no de mando. El estudio del trabajo es un servicio a los directores y mandos intermedios. (pág. 17).

Aspectos de la naturaleza del estudio del trabajo y motivo de su utilidad como instrumento de su dirección, como lo manifiesta **(Kanawaty, 1996)** son los siguientes:

- 1. Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipos.**
- 2. Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las practicas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen todos los datos relaciones con la operación.**
- 3. Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.**
- 4. Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.**
- 5. Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.**
- 6. Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado donde quiera que se realice manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas,**

comercio, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al por mayor y al por menor y los restaurantes y las explotaciones agropecuarias.

7. Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.
8. Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes que dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos. (pág. 18).

Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación

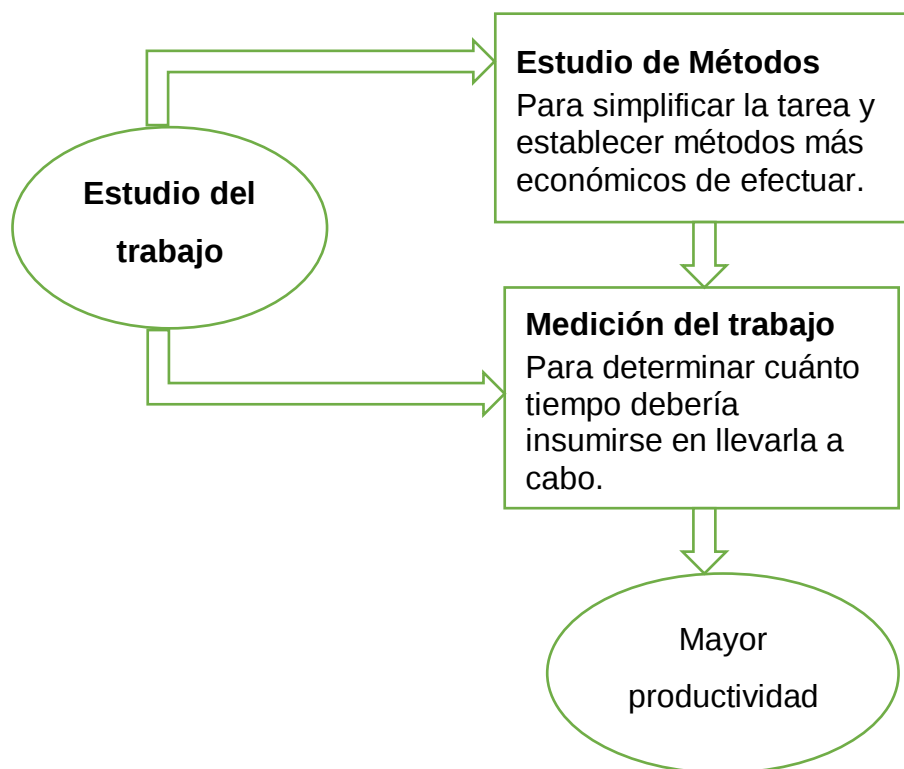
Kanawaty (1996), indica que el estudio del trabajo comprende varias técnicas sustanciales, en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

- El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.
- La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que interviene un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.
- El estudio de métodos y la medición del trabajo, están estrechamente relacionados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea o una operación. Sin embargo, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con esta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para

ejecutar la operación de una manera mejorada, tal como ha sido determinada por el estudio de métodos. (p. 19).

En la **figura No. 1** Se muestra la relación entre ambas técnicas.

FIGURA No. 1
RELACIÓN ENTRE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO



Fuente: Libro "Introducción al estudio del trabajo"
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

1.1.3. Estudio de tiempos y movimientos

Es una técnica del estudio del trabajo que consiste en determinar el tiempo que manifiesta un trabajador al realizar una actividad preestablecida para eliminar movimientos innecesarios.

Introducción al estudio de tiempos y movimientos

Según (Meyers, 2000).

La manufactura ágil es un concepto según el cual todo el personal de producción colabora para eliminar desperdicios. La ingeniería industrial, los técnicos industriales y otros grupos de la administración han tratado de hacerlo desde el inicio de la Revolución Industrial, pero ahora que los trabajadores están bien instruidos y motivados, la gerencia moderna de la manufactura ha descubierto las ventajas para solicitar su ayuda y eliminar el desperdicio. Los japoneses tienen una palabra para desperdicio, *muda*, que es el centro de atención en todo el mundo. ¿Quién sabe mejor que el empleado de producción, que vive ocho horas al día en su trabajo, como reducir el desperdicio? La meta es aprovechar este recurso dando a los empleados de producción las mejores herramientas disponibles. Las técnicas que se aprenden en un curso de estudio de tiempos y movimientos son algunas de las herramientas que necesitan para llevar a cabo su nuevo cometido.

Finalmente, los estudios de tiempos y movimientos han encontrado un sitio en la planta moderna. Sirven a los empleados para comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, y les permite ser útiles a la gerencia en la tarea de reducir costos innecesarios y balancear las celdas de trabajo, a fin de allanar el flujo del mismo. Además los estándares de tiempo ayudan a los gerentes a tomar decisiones importantes con inteligencia. Por ejemplo, la gerencia de la planta manufacturera necesita estándares de

tiempo, incluso antes de que se inicie la producción, para determinar cuántas personas contratar, cuántas máquinas comprar, con qué rapidez se van a mover las bandas transportadoras, como dividir el trabajo entre los empleados y cuánto costará el producto; una vez iniciada la producción, con los estándares de tiempo se determina cuál es la reducción en costo que se obtiene, quien trabaja con más empeño, y, quizás, quien debería ganar más dinero. Los estudios de tiempos y movimientos pueden reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y el entorno, así como motivar a las personas. (p. 1).

También (Meyers, 2000) manifiesta que:

Los estudios de tiempos y movimientos están considerados la espina dorsal del ingeniero industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, porque la información que generan afecta a muchas áreas, incluyendo las siguientes:

- 1) Estimación de costos
- 2) Control de producción e inventarios
- 3) Disposición física de la planta
- 4) Materiales y procesos
- 5) Calidad
- 6) seguridad (pág. 5).

Importancia de los estudios de tiempos y movimientos

La importancia de los estudios de tiempos y movimientos según (Meyers, 2000).

Los estudios de tiempos pueden ahorrar un porcentaje mayor de costos de manufactura que cualquier otra pudiéramos hacer en una planta de manufactura. Mediante el recurso de cambiar una maquina por una más automática, eliminamos o automatizamos muchos pasos de un proceso.

Una situación más común y corriente es la de un grupo de personas que mientras observan las operaciones se hacen las siguientes preguntas: “¿cómo puedo hacer más fácil ese trabajo?” Quizá la respuesta es la de mover componentes o herramientas para que estén más cercas unas de otras, lo que ahorra tiempo o mantener elevada una herramienta sobre el punto de uso, lo que eliminara el trabajo de alcanzarla y moverla. Esos ahorros no son tan importante sobre la eliminación o combinación de operaciones, pero son posibles de efectuar en todo trabajo; en efecto, podemos reducir el costo de cualquier trabajo. (pág. 16).

Estudio de movimientos

(R, S, & S)

Análisis detallado de los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. (pág. 2)

Otra definición del estudio de movimiento de **(R, S, & S)**.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los

movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. (pág. 3).

Tecnicas importantes del estudio de movimientos

- Diagrama de procesos
- Diagrama de operación
- Economía de movimientos

Diagrama de procesos

(Abraham, 2008) Define al diagrama de procesos de la siguiente manera:

El Diagrama de proceso-análisis del hombre representa gráficamente las diferentes etapas en forma separada, lo que una persona realiza cuando hace una determinada tarea o labor que requiera que el trabajador se movilice de un área a otra en el curso del trabajo. Además, nos dan un panorama específico en el cual podemos decidir los cambios aceptables que se puedan realizar en un determinado proceso, es decir, nos permite graficar el método actual y el mejorado. (pág. 9).

(Abraham, 2008)

La American Society of Mechanical Engineers (ASME) instituyó un conjunto estándar de elementos y símbolos que pueden ser utilizados en los diferentes procesos, pues

constituyen una clave utilizable en casi todas partes, que ahorra mucha escritura y sobre todo, permite indicar con mucha claridad y exactitud lo que ocurre durante la actividad que se analiza.

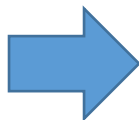
Los símbolos mejorados son los siguientes:



Operación. Indica las etapas más importantes de un método, proceso o procedimiento, es decir; la realización de algo en algún lugar. En otras palabras, son todos aquellos cambios intencionales en una o más características, por ejemplo: hincar, transcribir, teñir, coser, dividir, limpiar, pulir, taladrar, rellenar.



Inspección. Aquí sólo se va a comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a la calidad, o sea, un método particular que implica que la persona verifique o compare la calidad de un determinado producto, es decir, un examen global. Por ejemplo: probar un vino para verificar su calidad, sentarse o acostarse en una cama para ver si es dura o blanda; examinar cualquier material, etcétera.

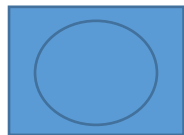


Transporte. Se considera un transporte cuando se traslada de un lugar a otro, ya que con esto sucede un cambio de localización. Normalmente se consideran

distancias iguales o mayores que un metro. Por ejemplo; trasladar material en una carreta, mediante un obrero, mediante un transportador de banda, mediante una grúa, mediante un transportador de horquilla, etc.



Demora. Esto indica ociosidad, ya sea moviéndose o esperando, con tal de que el movimiento no sea parte del trabajo, es decir, una interrupción entre la acción inmediata y la acción siguiente, por ejemplo; esperar a que llegue el montacargas, esperar por el autobús, esperar por material, etc.



Actividades combinadas. Esto nos indica por medio de dos símbolos que se realizan actividades simultáneas, es decir, que se realizan al mismo tiempo por el mismo operario en una misma área. Aquí lo que se lleva a cabo es una inspección al mismo tiempo que se ejecuta una operación, por ejemplo, tomar una botella y examinarla para ver si está rajada, determinar si el grosor de un cable es el correcto, verificar la cantidad de barritas de yeso de una caja, etc. (pág. 25).

Diagrama de operaciones de procesos

(Abraham, 2008)

El Diagrama de operaciones de proceso representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan

procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones. Con esto, se entiende que única y exclusivamente se utilizaron los símbolos de operación e inspección.

Para comenzar el Diagrama de operaciones de proceso, es práctico comenzar colocando una línea vertical a la derecha de una hoja, y así, de esa manera, colocar todas las operaciones e inspecciones que sea objeto un determinado producto; sin olvidar que la primera pieza deberá ser la principal, o sea, la más importante de todo el producto. El tiempo que se fijará por tarea deberá colocarse a la izquierda de cada operación. Con las inspecciones es opcional colocar el tiempo o no. (pág. 47)

Principios de la economía de movimientos

Los principios de economía de movimientos son fundamentales en la ergonomía del trabajador, aportando en gran ahorro de energía física y mental. Según **(Kanawaty, 1996)**, existen varios principios que se los clasifica de la siguiente manera:

Utilización del cuerpo humano

- **ambas manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.**
- **Nunca deben estar inactivas las dos manos simultáneamente, excepto los periodos de descanso.**
- **Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en dirección opuesta y simétrica.**

- Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
- Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestárselo con un esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos y controlados.
- El ritmo es esencial para la ejecución suave y automáticas de las operaciones repetidas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
- El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo

Distribución del lugar de trabajo

- Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objetos de que se adquieran hábitos.
- Las herramientas y materiales deben de colocarse de antemano donde se necesitaran, para no tener que buscarlos.
- Deben utilizarse depósitos y medios de “abastecimiento por gravedad”, para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.

- Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima y tan cerca del trabajador como sea posible. El trabajador debe de estar dotado de todos lo necesario en su área de trabajo.
- Deben utilizarse siempre que sea posible, eyectores y dispositivo que permitan al operario “dejar caer” el trabajo realizado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- Deben preverse medios para que la luz sea buena y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sientan en buena postura. La de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.
- El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza para reducir así la fatiga de la vista. Que no haya algún tipo de obstaculizador visual que fatigue al trabajador.

Modelo de las máquinas y herramientas

- Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando esta pueda sujetarse con una planilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
- Siempre que sean posible deben combinarse dos o más herramientas.
- Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe destruirse la carga con la capacidad inherente a cada dedo. (pág. 142).

Estudio de tiempos

(Meyers & Stephens, 2006) Definen como:

El proceso de determinar el tiempo que requiere un operador hábil y bien capacitado que trabaja ritmo normal para realizar una tarea específica. (pág. 70).

Requerimiento del estudio de tiempos

(Niebel & Freivalds, 2004)

Antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales. Por ejemplo, si se requiere un estándar de un nuevo trabajo, o de un trabajo antiguo en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas. (pág. 328).

Etapas del estudio de tiempos

Según **(Kanawaty, 1996)**, cuando se halla elegido el trabajo que se va a analizar; el estudio de tiempos consta de ocho etapas:

1) Obtener toda la información posible acerca de la tarea,

del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.

- 2) Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en “elementos”.
- 3) Examinar ese desglose para verificar si se está utilizando los mejores métodos y determinar el tamaño de la muestra.
- 4) Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronometro, y registrar el tiempo invertido, en llevar a cabo cada “elemento” de la operación.
- 5) Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
- 6) Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
- 7) Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- 8) Determinar el tiempo tipo propio de la operación. (pág. 293).

Equipo para el estudio de tiempos

(Niebel & Freivalds, 2004)

El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, un tablero de estudio de tiempos, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. Un equipo de videograbación también puede ser muy útil.

Descripción de los equipos indispensables:

Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: el tradicional cronómetro minuterio decimal (0.01 min) y el cronómetro electrónico que es mucho más práctico. El cronómetro decimal, tiene 100 divisiones en la carátula, y cada división es igual a 0.01 minutos; es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño de la carátula tiene 30 divisiones, cada una de las cuales es de 1 minuto. Por lo tanto, por cada revolución completa de la manecilla larga, la manecilla corta se mueve una división, o un minuto. Para iniciar este cronómetro, se desliza el botón lateral hacia la corona. Al oprimir la corona, ambas manecillas, la larga y la corta, regresan a cero. Al soltarla el cronómetro inicia de nuevo la operación, a menos que se deslice el botón lateral alejándolo de la corona. Al mover el botón lateral lejos de la corona el reloj se detiene.

Tablero de estudio de tiempo

Cuando se usa un cronómetro, los analistas encuentran conveniente tener un tablero adecuado para sostener el estudio de tiempos y el cronómetro. El tablero debe ser ligero, de manera que no se canse el brazo, ser fuerte y suficientemente duro para proporcionar el apoyo necesario para la forma de estudio de tiempos. Entre los materiales adecuados se incluyen el triplay y el plástico liso de $\frac{1}{4}$ de pulgada. El tablero debe tener contactos para el brazo y el cuerpo con el propósito de que el ajuste sea cómodo y resulte fácil escribir mientras se sostiene. Para un observador derecho, el reloj debe estar montado en la esquina superior derecha de la tabla. Un broche de resorte

a la izquierda mantiene la forma para el estudio de tiempos en su lugar. De pie en la posición adecuada el analista de tiempos puede ver la estación de trabajo por encima de la tabla y seguir los movimientos del operario, al mismo tiempo que mantiene el reloj y la forma dentro de su campo visual inmediato. (pág. 331)

Para comprender mejor el estudio de tiempos, hay que tener claro los siguientes conceptos:

Tiempo ciclo

(Abraham, 2008)

T_c = Tiempo ciclo, que se ha venido utilizando en las gráficas hombre-máquina y que se calcula sumando carga, maquinado y descarga

Calculo del tiempo ciclo:

$$T_c = c + M + d. \text{ (pág. 100).}$$

Tiempo normal

(Abraham, 2008)

T_n = Tiempo normal, es el tiempo que emplea una persona para realizar trabajo a ritmo normal y se calcula de la siguiente manera: $T_n = T_c \times Fc$. La media de los tiempos será el promedio de todos los tiempos tomados en observaciones directas a una determinada operación. El factor de calificación se le hace tanto al obrero como al lugar de trabajo. (pág. 100).

Tiempo básico

Según (Meyers F. E., 2000)

El tiempo base se define como "tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo". Una tarea de trabajo es un conjunto de actividades necesarias para completar la ejecución de un proceso o producto. Cada tarea está compuesta de varios movimientos elementales. (pág. 182).

El tiempo base se calcula de la siguiente manera:

$$T_b = \frac{\text{Tiempo normal} \times \text{valor del ritmo observado}}{\text{valor del ritmo tipo}}$$

Tiempo estándar

Llamamos tiempos estándar a aquel tiempo definitivo que el trabajador tiene para emplear una tarea u operación. La etapa del cálculo del tiempo estándar marca el inicio del trabajo en el estudio de **tiempos**, aunque es muy probable que el especialista en medio del análisis considere necesario apoyarse nuevamente en la observación de las operaciones.

(Abraham, 2008) manifiesta:

Es el tiempo a considerar globalmente de la operación, se utilizan cuatro fórmulas para su cálculo:

$$T_b = \text{tiempo básico} + \text{tiempo suplementario} + \text{tiempo improductivo} \quad (\text{pág. 123}).$$

1.1.4. Administración de las operaciones

Es el arte de combinar los recursos de una organización para elaborar productos o prestar servicios. Según **(Heizer & Render, 2004)** define la administración de operaciones de la siguiente manera:

Es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar insumos en productos terminados. Las actividades que crean bienes y servicios se realizan en organizaciones. (pág. 4).

Enfoques de la administración de operaciones y gestión de la producción según **(Caba Villalobos, Chamorro Altahona, & Fontalvo Herrera, 2011)**

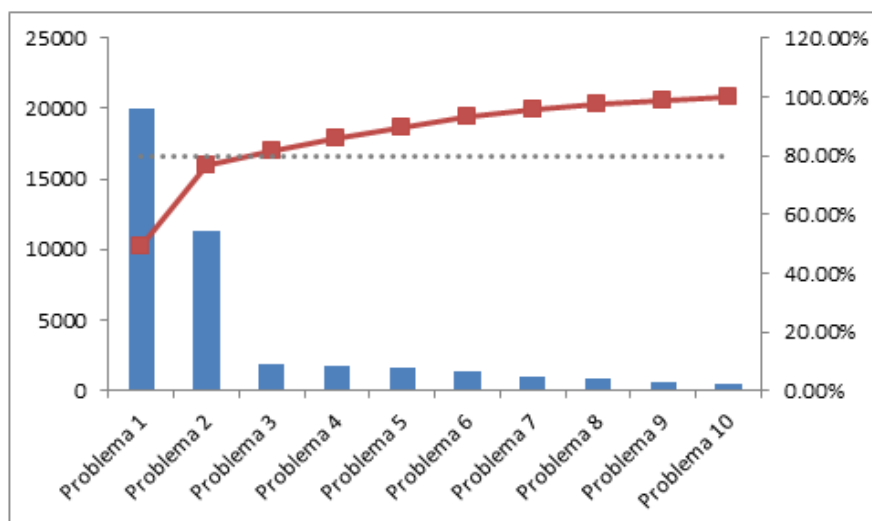
- **Enfoque funcional es el enfoque tradicional o clásico y está fundamentado en que los administradores planean, organizan, dirigen y controlan las actividades de una organización.**
- **Enfoque conductista que está fundamentado en las relaciones humanas, da importancia a las relaciones interpersonales y del comportamiento de la organización. Bajo este esquema o enfoque, los administradores trabajan a través de otras personas para dirigir las actividades de una organización.**
- **Enfoque de toma de decisiones, conocido también como enfoque de sistemas, está fundamentado en el uso de datos y técnicas cuantitativas para la adopción de decisiones que faciliten el logro de los objetivos. Los administradores de operaciones son principalmente los tomadores de decisiones dentro de todos los sistemas de**

producción o de operación. (pág. 2).

1.1.5. Diagrama de Pareto

Esta herramienta nos servirá para identificar las causas que tienen mayor relevancia con relación a las demás. Este argumento está sujeto a un principio básico, donde hace alusión a que, el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas.

**GRÁFICO No 1
DIAGRAMA DE PARETO**



Fuente: Wikipedia internet

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

1.1.6. Diagrama de Causa – Efecto

El diagrama causa – efecto o espina de pescado por su forma geométrica, consiste en establecer los elementos o causas que están sujetos a un problema. Este diagrama busca identificar las causas que originan algún problema o efecto.

Para desarrollar un funcional diagrama de causa – efecto, es imprescindible plantear correctamente el problema a analizar e involucrar a

las personas que tienen alcance o conocimiento sobre el tema, exponer sus ideas y analizar cada una de las mismas para llegar a una idea principal.

1.2. Marco referencial

En el desarrollo del estudio se ha visto la necesidad de revisar tesis del repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial y otros proyectos de tesis internacionales relativos al tema, con el fin de tener una orientación y una perspectiva clara dentro del estudio.

En el marco de referencias las más importantes son:

“Mejoramiento de los métodos de trabajo para aumentar la eficiencia de la planta Ferro Torre S.A”. Autor Guzmán Moncada Martha Juana. Año 2009 – 2010.

“Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa Confrina S.A”. Autor Riofrio Sabando Mario Israel. Año 2012.

“Mejora de productividad del lateral de horno en Mabe Ecuador”. Autor: Briones Estrada Cristhian Jhonn. Año 2011.

“Estudio de Tiempos y Movimientos para mejorar los procesos de producción en la empresa Calzado Gabriel”. Autor Jijón Bautista Klever Antonio. Año 2013.

“Estudio de Tiempos y Movimientos en el área de evaporador en la empresa Seah Precision México S.A de C.V”. Autor Anayeli Ramirez Hernández. Año 2010 (México).

1.3. Marco histórico

1.3.1. Historia de los estudios de tiempos y movimientos

(Meyers F. E., 2000)

La historia de los estudios de tiempos y movimientos no es larga, pero está llena de controversia. Los estudios de tiempos surgieron en 1880. Se dice que Frederick W. Taylor fue el primero para medir el contenido del trabajo. Su propósito fue definir “la jornada justa de trabajo”. Hacia 1900, Frank y Lilian Gilbreth empezaron a trabajar con estudios de métodos. Su meta era encontrar el mejor método. En 1928 Elton Mayo inició lo que se conoce el movimiento de las relaciones humanas. Por accidente descubrió que las personas trabajan mejor cuando tienen mejor actitud.

La mano de obra siempre ha sido uno de los factores principales del costo de un producto. Conformen se mejora la productividad de la mano de obra, los costos se reducen, los salarios suben y las utilidades se elevan. Desde los primeros días de la historia industrial, la gerencia ha buscado técnicas de ahorro de mano de obra. El objetivo y razón de ser de la tecnología industrial es aumentar la productividad y la calidad. El volumen producido por hora de mano de obra es la medida más común de la productividad. Las técnicas de los estudios de tiempos y movimientos dan a la gerencia las herramientas para medir y mejorar la productividad.

La preocupación por la productividad ha sido una motivación primordial de los gerentes de producción. La productividad es uno de los intereses de quienquiera que tenga que ver con algún negocio. Por ejemplo, tomemos el caso de un granjero. ¿Cuánto más trabajo puede hacer con un tractor en vez de con caballos?, ¿Cuántas hectáreas más puede arar, sembrar y cosechar una sola persona? ¿Cuántas toneladas más se pueden cosechar por hora hombre? Las toneladas por hora hombre son una buena medida para la productividad en las granjas. Traslade este concepto a la manufactura y tendremos el número de unidades producidas por hora trabajada. La minería del carbón es otro buen ejemplo. Todo mundo está de acuerdo que las maquinas extractoras son mucho más productivas que el pico y la pala. ¿Negaría alguien que el trabajo de minero de actual es mejor que el de hace cien años? Naturalmente que no. Las toneladas de carbón por operario o por día siguen aumentando.

Hay miles de ejemplos históricos de las nuevas tecnología incrementaron la productividad en todas las áreas de los negocios y de la industria. La máquina de vapor reemplazo los caballos de fuerza, y dios origen a la revolución industrial. Las partes intercambiables sustituyeron a los componentes a la medida, lo que hizo posible la producción en masa y las líneas de ensamblaje. Durante el siglo XIX, los primeros fabricantes buscaron ventajas competitivas y la tecnología avanzo a un paso febril. El secreto era la suma importancia. Se compartían al mínimo la información y las ideas 1832, Charles Babbage público su libro *On The Economy Of Machinery and Manufacturer's*, donde expuso sus ideas sobre la división

de la mano de obra, los diagramas de organización y las relaciones sindicales. Tuvieron que pasar de 50 a 100 años para que fueran utilizadas ampliamente. Se da el crédito a las sociedades profesionales y a la educación superior por la difusión de información sobre las técnicas de gerencia de manufactura, pero la participación en la información se demoró por la mentalidad proclive a los secretos de la mayor parte de los gerentes. Solo al final de su vida Frederick W. Taylor puso por escrito lo que había hecho. (pág. 8)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología a emplear tiene que ser funcional, de tal manera, que permita hacer uso de todos los datos recopilados necesarios para obtener información sustancial, que reflejen los hechos y realidades de la situación actual y la naturaleza del problema. También que describa un panorama claro y objetivo para utilizar las herramientas adecuadas en esta investigación. A todo esto se utilizará métodos combinados, los cuales darán acceso a desarrollar un estudio lógico y ordenado para la consecución de los objetivos.

2.1. Modalidad de la investigación

2.1.1. Investigación exploratoria

Consiste en indagar acerca de un fenómeno poco conocido, sobre el cual hay poca información o no se han realizado investigaciones anteriores, con el fin de explorar la situación. El objetivo de este tipo de investigación puede ser el de identificar aspectos para definir mejor algún evento o formular investigaciones en otros niveles.

Este tipo de investigación ayudará a fijar los parámetros del estudio que vamos a desarrollar, explorando los fenómenos y variables que manifiesta el problema.

Se empezará preguntando a los trabajadores que intervienen directamente en el proceso de producción de perfiles, que puntos de vistas

tienen referente a los métodos de trabajo que se emplean en los procesos. También se consultará a supervisores la situación actual de la empresa. De esta forma, sintetizar las ideas y poder definir la investigación.

2.1.2. Investigación descriptiva

Tiene como finalidad detallar inequívocamente la naturaleza del problema. Esta variante de investigación comprende una evaluación breve del contexto del evento, constituyendo sus características intrínsecas y extrínsecas para obtener un mejor entendimiento de la situación.

La investigación descriptiva proporcionará información suficiente para conocer el comportamiento de las líneas perfiladoras, encontrar sus puntos críticos para centrar en ellos y analizar con mayor profundidad.

Para esta investigación, a más de otras variantes, se llevará a cabo una serie de procesos técnicos que facilitarán el estudio:

2.1.2.1. Recopilación de información

Se extrae información inherente a la situación actual de la empresa, como fuente de información inicial para dar apertura a la investigación. Como datos principales a recopilar serán los siguientes:

- Procesos de Fabricación
- Productos
- Recursos productivos
- Registro histórico de producción
- Diagrama de procesos
- Diagrama de operaciones
- Diagrama de recorrido

Por medio de registros históricos se calculará la capacidad teórica, la eficiencia de producción de la planta y la ineficiencia. Estos indicadores de productividad se los calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{\text{capacidad de producción de la máquina}}{\text{tiempo de fabricación}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{capacidad realizada}}{\text{capacidad teórica}} \times 100$$

$$\text{Ineficiencia} = 100\% - \text{eficiencia}$$

2.1.2.2. Técnica de estudio de tiempos y movimientos

Con esta técnica de ingeniería industrial se analizará la situación actual de la empresa y posteriormente se planteará la solución al problema como un método propuesto.

Unas de las herramientas de esta técnica que será indispensable y de gran ayuda será el diagrama hombre – máquina. Con este diagrama se analizará las estaciones de trabajo del proceso de producción de perfiles y por consecuente, la relación del hombre con la máquina.

Conjuntamente con la herramienta estudio de tiempos se observa los siguientes tiempos:

- Tiempo ciclo total: es la suma de todos los tiempos.
- Ciclo total del operario: preparar, hacer y retirar.
- Ciclo total de la maquina: preparar, hacer y retirar.
- Tiempo productivo de la maquina: Hacer.
- Tiempo improductivo del operario: ocio.

- Tiempo improductivo de la maquina: tiempo muerto.

Con estos tiempos mencionados se determinan los siguientes parámetros:

$$\text{piezas por hora} = \frac{\text{piezas producidas en un ciclo}}{\text{tiempo de ciclo}} \times 60 \text{min}$$

$$\text{Utilización del operador} = \frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\text{Utilización de la máquina} = \frac{\text{tiempo productivo de la máquina}}{\text{tiempo del ciclo total}} \times 100$$

2.1.3. Investigación analítica

La investigación analítica es uno de los tipos de investigación que conllevan procedimientos complejos. Tiene por objeto definir y comprender de forma prolija, las variables y fenómenos de un evento, identificando las causas y sus efectos. También es utilizada, fundamentalmente, para establecer analogías que permitan llegar a una conclusión lógica y definida.

Este tipo de investigación será de gran ayuda para establecer o definir las causas que producen los problemas en las líneas de perfiles. También conocer cuáles son sus consecuencias y de qué manera se manifiestan las mismas.

Dentro de este tipo de investigación, se utilizarán las siguientes herramientas:

- **Diagrama de Pareto.** Esta herramienta ayudará a todas las

principales causas que generan los problemas más relevantes en la empresa.

- **Diagrama Ishikawa.** Este diagrama será de gran ayuda para desarrollar un proceso de análisis detallado sobre los factores que crean las causas principales, ya determinadas por el diagrama de Pareto.

2.2. Población y muestra

La población en la que nuestro estudio estará centrado serán todos los elementos que componen el proceso de fabricación de perfiles de la empresa Ferro Torre S.A. Las máquinas, obreros, supervisores y otros factores que estén involucrados directa e indirectamente.

Estos elementos mencionados serán de gran ayuda para el análisis de la situación actual y la proposición de medidas alternativas para la resolución de los problemas.

La muestra será el conjunto de información cualitativa y cuantitativa sustraídos de la población objetiva, éstas estarán sometidas a un análisis prolijo para determinar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.

2.3. Operacionalización de variables

Es el proceso por el cual se traduce una variable a propiedades o aspectos directamente observables, con la finalidad de poder medirlos, o propiamente, poder evaluarlos. A través de la operacionalización pasamos de un concepto teórico, que manejamos en el planteamiento de la investigación y que generalmente es muy dificultoso de calcular en la realidad directamente, hasta un concepto empírico.

2.3.1. Hipótesis

Con la aplicación de la técnica estudio de tiempos y movimientos; y conjuntamente con sus herramientas, se logrará mejorar el proceso de producción de perfiles en la empresa Ferro Torre S.A.

CUADRO No. 1
VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable Independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Estudio de tiempos y movimientos	Es un conjunto de procedimientos que consiste en determinar el tiempo que manifiesta un trabajador al realizar una actividad preestablecida para eliminar movimientos innecesarios.	• Procedimientos • Tiempo • Movimientos innecesarios	• Procesos de producción estandarizados • métodos de trabajo adecuados • secuencia lógica de trabajo • Tiempos operacionales • Tiempos estándar • Tiempos improductivos • Movimientos de los obreros

Fuente: Páginas web

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Una variable independiente es aquella cuyo valor no depende de otra variable. Es aquella característica o propiedad que se supone es la causa del fenómeno estudiado. En investigación experimental se llama así a la variable que el investigador manipula.

Las variables independientes son las que el investigador escoge para establecer agrupaciones en el estudio, clasificando intrínsecamente a los casos del mismo.

CUADRO No. 2
VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Proceso de producción	Conjunto de operaciones imprescindibles que tienen como objetivo la elaboración de un producto.	- Operaciones - Producto	- Operaciones medidas y controladas - Cumplimiento de la producción con las operaciones o actividades preestablecidas - Productos que cumplen con los estándares de calidad para la satisfacción al cliente. - Productos de segunda. - Desperdicio de materia prima

Fuente: Páginas web

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Una variable dependiente es aquella cuyos valores dependen de los que tomen otra variable. La variable dependiente en una función que suele representar por (y). La variable dependiente se representa en el eje ordenadas.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1. La empresa

3.1.1. Datos generales

Ferro Torre S.A. fue fundado el 2 de junio de 1972 por el Sr. Antonio Ferro en Quito, con el objeto de comercializar materiales para la construcción. Principalmente productos de acero como la perfilería doblada y tubería que se producían en una fábrica de Acero de Guayaquil, de la cual éramos distribuidores exclusivos para la ciudad. La oficina se abre en la Av. 10 de Agosto y Las Casas, la misma que se movería a la Mariana de Jesús en 1975. De acuerdo a otras necesidades detectadas en el mercado local de aquel entonces, Ferro Torre S.A. inicia un proceso expansivo importando otros productos de acero, de los que destacaron: planchas frías, galvanizadas y calientes, como también varilla corrugada entre otras líneas de distribución nacional. Entrada la década de los noventa, se adquieren los terrenos para las nuevas bodegas en la Av. Eloy Alfaro, para esa época la compañía se convierte en la principal importadora de varilla del país desde SIDOR, Venezuela, con distribución a nivel nacional que se consolida hasta el año 2007, último año que se importó varilla. Finalmente oficinas y bodegas se unifican en Eloy Alfaro en el año 2005.

En el año 2000 se abre la sucursal en el centro de Guayaquil, desde donde se concentraba la logística de la compañía para despachos a todo el país.

3.1.2. Ubicación

Por el crecimiento de la ciudad de la ciudad de Guayaquil y restricciones en la movilización de carga, se buscó como alternativa operativamente más ágil, movernos a las nuevas instalaciones ubicadas en la Vía a Daule km 14 ½, donde se inicia la construcción de la Planta industrial incorporando equipos para la fabricación de perfilería, corte de planchas y flejes. Desde el 2007 hasta la fecha la compañía ha ido intensificando la inversión en procesos productivos, incorporando equipos para la conformación en frío de acero. En 2008 se proyecta y decide la compra de un equipo para producir tubería, el mismo que se termina de instalar en el 2010, complementando la gama de productos que tiene compañía. (Ver **anexo No. 1** localización de la empresa).

La oficina matriz está ubicada en la ciudad de Quito, en la Av. Eloy Alfaro N58-09 y Leonardo Murialdo (Esquina). (Ver **anexo No. 2** Localización de la oficina matriz).

3.1.3. Organización

La organización de la empresa Ferro Torre S.A tiene un enfoque lineal, en donde las decisiones que se determinen para el perfecto funcionamiento de la empresa son dispuestas exclusivamente por la alta dirigencia. La alta directiva de la empresa está conformada por la junta general de accionistas y consiguientemente el gerente general. (Ver **anexo No. 3** organigrama de la empresa).

3.1.4. Productos

El Acero Estructural es el material más usado para construcción de

muchas estructuras en el mundo; se utiliza como materia prima para la producción de perfiles conformados en frío.

Estos productos se utilizan en la fabricación de viguetas, vigas, columnas, muebles metálicos, estructuras de cubiertas, chasis para camiones, cerrajería en general o cualquier otro tipo de estructuras metálicas.

Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuyo formato puede ser:

- Correa G
- Ángulo L
- Omega
- Canal U
- Tubería: redonda, cuadrada y estructural
- Planchas: laminadas en caliente, galvanizadas, antideslizantes
- Flejes: laminado en caliente, galvanizadas, antideslizantes
- Cubiertas

En el **anexo 4** se detallan los productos terminados y sus especificaciones técnicas.

3.1.5. Recursos productivos

3.1.5.1. Recursos físicos

Las máquinas con las que la empresa transforma su materia prima a producto terminado son muchas, pero describiremos las máquinas que se someterán al estudio:

1. Perfiladora Yoder 1
2. Perfiladora Yoder 2
3. Perfiladora Yoder 3

Perfiladora Yoder 1

Esta máquina solamente fabrica canales y correas desde 1.8mm hasta 3mm de espesor. Fabrica perfiles bajo longitudes estándar, pero también fabrica perfiles con otras dimensiones, esto se lo manejo bajo pedido.

En esta máquina trabajan tres personas, un operador y dos asistentes. Cuando la demanda es exigente se prevé la necesidad de planificar un turno adicional.

El sistema de corte de esta máquina es por medio de un disco de dientes. El espesor de éste, varía de acuerdo al espesor del producto que se vaya a fabricar. Cuando el filo del disco de corte está gastando, éste es cambiado por otro para la continuidad del proceso. (Ver **anexo No 5**. Perfiladora Yoder 1).

Perfiladora Yoder 2

La perfiladora Yoder 2 se encarga de fabricar perfiles en correas, canales, ángulos y omegas, con espesores de 1.8mm hasta 3mm de espesor. Solo fabrica productos de longitudes estándar.

En esta máquina trabajan 2 personas, un operador y un asistente. Esta perfiladora, por lo general, fabrica perfiles con mayor rotación para

stock, de esta manera trabajan a un solo turno, pero en ocasiones esporádicas lo hacen en turnos adicionales.

El sistema de corte de la perfiladora Yoder 2 es por medio de una cuchilla, esta es diseñada al modelo de cada producto. El cambio de la cuchilla se la realiza cuando su filo se haya desgastado. (Ver **anexo No. 6** Perfiladora Yoder 2).

Perfiladora Yoder 3

Esta máquina tiene por función elaborar perfiles en correas y canales de 1.5mm hasta 2mm de espesor. Esta es la única diferencia con respecto a la perfiladora Yoder 2, pero básicamente, estas dos máquinas trabajan con los mismos parámetros operativos. (Ver **anexo No. 7** Perfiladora Yoder 3).

Además de las máquinas perfiladoras, existen dos montacargas, cuyas capacidades son de siete toneladas. Estos recursos se encargan de transportar el paquete de perfiles al área de almacenamiento.

3.1.5.2. Recurso humano

Para un nivel de competitividad organizacional muy alto, el departamento de talento humano de la empresa realiza una buena gestión del talento humano, contratando personal calificado para las distintas funciones que se necesiten en cada una de las operaciones, de esta manera, garantizar en gran parte, la calidad de sus procesos en todas las áreas de la empresa.

Básicamente el departamento de talento humano de la empresa se encarga de reclutar, seleccionar, contratar y capacitar al recurso humano.

En el cuadro siguiente se describe la cantidad y el personal de trabajo de la empresa.

CUADRO No. 3
CANTIDAD DE TRABAJADORES

AREA	CANTIDAD
Administración	9
Planta	39
Ventas	4
Mantenimiento	10
Logística	6
Montacarga	2
Seguridad industrial	1
Total	71

Fuente: Dto. de Talento Humano de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.1.5.3. Recursos financieros

La empresa Ferro Torre S.A cuenta con potenciales accionistas, que con su poder adquisitivo fortalecen la empresa en condiciones económicas, permitiendo un flujo constante en todas sus operaciones en términos monetarios.

3.1.5.4. Seguridad Industrial

El departamento de Seguridad Industrial es un recurso indispensable en el proceso de producción, este proporciona todos los equipos de protección personal para el cuidado de los trabajadores. Además de ellos, realiza una gestión en prevención de riesgos, efectuando una serie de actividades con el objetivo de reducir y prevenir accidentes laborales en la empresa.

3.1.6. Proceso de producción

Ferro Torre S.A tiene varios procesos de producción, no obstante,

el presente trabajo se enfocará donde se ha delimitado el estudio.

3.1.6.1. Descripción del proceso de producción de perfiles

La fabricación de perfiles consiste en dos etapas sustanciales, las cuales se detallan a continuación:

Preparación de la materia prima

La materia prima que actúa como entrada para las máquinas perfiladoras son bobinas de acero, estas son trasladadas por medio del montacargas a una máquina llamada Slitter, la cual corta las bobinas en rollos de flejes. El puente grúa transporta los rollos de flejes cortados para que estos sean pesados y distribuidos en cada una de las máquinas de transformación final por medio del puente grúa.

Fabricación de perfil

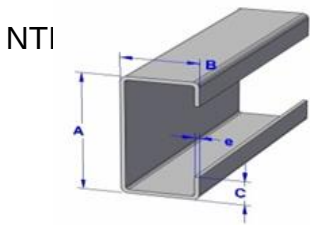
Para fabricar perfiles, hay que modificar los rodillos formadores de las máquinas perfiladoras, de acuerdo al perfil que se va a producir.

Las máquinas perfiladoras utilizan un rollo de fleje a la vez. Cuando se halla armado el formato del producto, ubican el rollo de fleje al portarrollo con el puente grúa, después introducen el fleje por los rodillos formadores y ajustan todo el conjunto de los mismos. Estos rodillos van dando forma al perfil que se esté realizando y cuando se haya completado la forma del perfil, este pasa por un sistema de corte, donde cada 6 metros de longitud es cortado. Los perfiles elaborados son empaquetados de acuerdo al número de unidades que cada paquete debe tener, esto depende del producto.

Posteriormente, los paquetes de productos terminados son trasladados al área de almacenamiento de producto terminado por el montacargas.

En los siguientes cuadros detalla las especificaciones operativas de los productos más rotativos, los cuales son correas y canales.

FIGURA No. 2
ESPECIFICACIONES GENERALES DE LAS CORREAS

Especificaciones generales	
Fabricación: Según Norma	
	1623:2015
	Largo: 6m + 40mm
	Espesores: Entre 1.8 – 4mm
	Calidad de acero: JIS G3132, ASTM
	A36 o A572 grado 50

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 4
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS DE LAS CORREAS

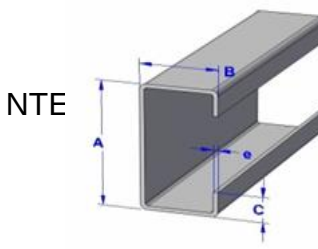
DIMENSIONES				PESO (6 mt)	UNIDADES POR PAQUETE
A (mm)	B (mm)	C (mm)	e (mm)	kg	
60	30	10	1,5	8,96	200
60	30	10	1,8	10,75	200
60	30	10	2	11,94	200
80	40	15	1,5	12,51	96
80	40	15	1,8	15,02	96
80	40	15	2	16,68	96
80	40	15	3	24,06	96
100	50	15	1,8	18,36	70
100	50	15	2	20,40	70
100	50	15	3	29,70	70

100	50	20	4	40,26	70
125	50	20	1,8	20,52	50
125	50	15	2	22,60	50
125	50	15	3	33,24	50
125	50	20	4	44,94	50
150	50	15	2	25,14	42
150	50	15	3	36,78	42
150	50	20	4	49,58	42
200	50	15	2	29,94	42
200	50	15	3	43,86	42
200	50	20	4	70,20	42

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

FIGURA No. 3 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS CANALES

	Especificaciones generales
	Fabricación: Según Norma
	1623:2015
	Largo: 6m + 40mm
	Espesores: Entre 1.8 – 4.0mm
	Calidad de acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 5 ESPECIFICACIONES OPERATIVAS DE CANALES

DIMENSIONES			PESO (6 mt)	UNIDADES POR PAQUETE
A (mm)	B (mm)	e (mm)	Kg	
50	25	1,5	6,62	200
50	25	1,8	7,83	200
50	25	2	8,82	200
50	25	3	12,72	200
60	30	1,5	7,96	200

60	30	1,8	9,56	200
60	30	2	10,62	200
80	40	1,5	10,85	96
80	40	1,8	13,02	96
80	40	2	14,46	96
80	40	3	21,24	96
100	50	1,8	16,42	70
100	50	2	18,24	70
100	50	3	26,88	70
100	50	4	35,22	70
125	50	1,8	18,52	50
125	50	2	20,58	50
125	50	3	30,42	50
125	50	4	39,90	50
150	50	2	22,92	42
150	50	3	33,96	42
150	50	4	44,64	42
200	50	2	27,66	42
200	50	3	40,99	42
200	50	4	54,06	42

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.1.7. Diagrama de flujo del proceso

En este diagrama de flujo de proceso, se encuentran las etapas del sistema productivo de la empresa, proporcionando una perspectiva general de la producción en sus diferentes mecanismos. (Ver **anexo No. 8** de diagrama de flujo de proceso).

3.1.8. Diagrama del flujo de operaciones

La estructura de este diagrama pone en manifiesto la secuencia de operaciones que se ejecutan desde la entrada de materia prima, hasta la salida que es el producto terminado. (Ver **anexo No. 9** diagrama de flujo de operaciones).

3.1.9. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido de la empresa Ferro Torre S.A, indica los puntos en los que se encuentra cada estación de trabajo y nos ayuda a visualizar los desplazamientos operativos. (Ver **anexo No. 10** diagrama de recorrido).

3.2. Situación actual

Para efectos del diagnóstico de la situación actual, primero se observará la producción de perfiles en los primeros 4 meses del año 2016, para luego calcular la capacidad teórica, y así determinar la eficiencia de producción con la que está trabajando la empresa. Este indicador permite saber que tan eficiente ha sido la empresa en el proceso de producción de perfiles a inicios del presente año.

CUADRO No. 6
REPORTE DE PRODUCCIÓN DE CORREAS MES ENERO DE 2016

Producción	Cantidad producción			Días de producción	Total de producción en kilos	
	1ra/unid	2da/unid	merma/kg		Primera	Segunda
Correa 60x30x10x1.5mm, a 36	1046	2	55	2	9162	17,52
Correa 60x30x10x1.8mm, a 36	6427	14	500	4	67547,77	147,14
Correa 80x40x15x1.5mm, a 36	11203	6	100	2	22398,65	72,06
Correa 80x40x15x1.8mm, a 36	1798	82	1990	15	246381,7	1181,62
Correa 80x40x15x2mm, a 36	2899	7	340	3	26239,4	112,07
Correa 80x40x15x3mm, a 36	2736	86	550	7	64186,56	2017,56
Correa 100x50x15x1.8mm, a 36	5280	13	395	5	93984	231,4
Correa 100x50x15x2mm, a 36	2800	0	100	2	55384	0
Correa 100x50x15x3mm, a 36	3742	0	615	4	105299,9	0
Correa 150x50x15x2mm, a 36	560	10	50	1	13770,4	245,9
Correa 150x50x15x3mm, a 36	1164	5	450	2	41938,92	180,15
Correa 250x100x30x4000x4mm, gr 50	591	0	0	2	35132,43	0

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 7
REPORTE DE PRODUCCIÓN DE CORREAS MES FEBRERO DE 2016

Producción	Cantidad de producción			Días de producción	Total de producción en kilos	
Descripción del producto	1ra/unid	2da/unid	merma/kg		Primera	Segunda
Correa 60x30x10x1.8mm, a36	7083	9	250	4	74442,33	94,59
Correa 60x30x10x2mm, a 36	6543	15	470	5	76422,24	151,84
Correa 80x40x15x1.5mm, a36	3217	5	230	3	38636,17	60,05
Correa 80x40x15x1.8mm, a 36	17354	47	2060	12	250071,14	677,27
Correa 80x40x15x2mm, a 36	217	179	420	4	34256,48	240,00
Correa 80x40x15x3mm, a 36	3736	8	910	6	87646,56	187,68
Correa 100x50x15x2mm, a 36	4226	8	735	4	83748,52	158,24
Correa 125x50x15x2mm, a 36	1728	3	0	2	38257,92	66,42
Correa 125x50x15x3mm, a 36	1756	2	400	3	57070,00	65,00
Correa 150x50x15x2mm, a 36	3069	26	455	2	74348,31	626,86
Correa 150x50x15x3mm, a 36	4720	42	1857	6	170061,60	1513,26
Correa 200x50x15x2mm, a 36	1355	4	220	2	39823,45	117,56
Correa 200x50x15x3mm, a 36	1796	34	925	3	77659,04	1470,16
Correa 250x100x30x3900x4mm, gr 50	97	0	0	3	5449,04	0,00
Correa 250x100x30x3970x4mm, gr 50	290	0	1000	3	17171,64	0,00
Correa 250x100x30x5540x4mm, gr 50	75	0	0	1	6197,18	0,00

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 8
REPORTE DE PRODUCCIÓN DE CORREAS MES MARZO DE 2016

Producción	Cantidad de producción			Días de producción	Total de producción en kilos	
Descripción del producto	1ra/unid	2da/unid	merma/kg		Primera	Segunda
Correa 60x30x10x1,5mm, a 36	2504	0	340	2	21935,04	0,00
Correa 60x30x10x1,8mm, a36	9262	8	635	5	97343,62	84,08
Correa 60x40x10x1,8mm, a 36	2000	0	110	1	21020,00	0,00
Correa 60x30x10x2mm, a 36	9665	6	1065	7	112423,20	70,08
Correa 80x40x15x1,8mm, a36	13573	13	985	10	195586,92	187,33
Correa 80x40x15x2mm, a36	10785	0	475	5	145658,98	0,00
Correa 100x50x15x1,8mm, a 36	2195	0	138	3	39071,00	0,00
Correa 100x50x15x2mm, a 36	4252	24	365	1	84104,56	474,72
Correa 100x50x15x3mm, a 36	2462	0	540	3	70095,48	0,00
Correa 100x50x25x4mm, gr 50	354	4	215	1	14174,16	160,16
Correa 125x50x15x2mm, a36	1730	0	310	2	38302,20	0,00
Correa 150x50x15x2mm, a 36	242	15	40	1	5950,78	368,85
Correa 200x50x15x2mm, a 36	818	23	0	2	24041,02	675,97
Correa 200x50x15x3mm, a 36	2780	26	985	4	120207,20	1124,24
Correa 250x100x30x3970x4mm, gr 50	896	0	0	5	53052,16	0,00

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 9
REPORTE DE PRODUCCIÓN DE CORREAS MES ABRIL DE 2016

Producción	Cantidad de producción			Días de producción	Total de producción en kilos	
Descripción del producto	1ra/unid	2da/unid	merma/kg		Primera	Segunda
Correa 60x30x10x1,5mm, a 36	2085	4	145	1	18264,60	35,04
Correa 60x30x10x1,8mm, a 36	5882	0	450	3	61819,82	0,00
Correa 60x30x10x2mm, a 36	2900	29	430	3	33872,00	338,32
Correa 80x40x15x1,5mm, a 36	5859	12	470	4	70366,59	144,12
Correa 80x40x15x1,8mm, a 36	8664	39	850	6	124848,24	561,99
Correa 80x40x15x2mm, a 36	6227	15	730	6	99694,27	240,15
Correa 80x40x15x3mm, a 36	2171	0	465	3	50931,66	0,00
Correa 200x50x30x3mm, a 36	1269	5	480	1	54871,56	216,20
Correa 200x50x15x3mm, a 36	2191	4	622	2	85334,69	117,56
Correa 150x50x15x3mm, a 36	3506	10	1082	2	126321,18	360,30
Correa 150x50x15x2mm, a 36	3507	10	455	3	86276,33	245,90
Correa 100x50x15x3mm, a 36	5757	7	1415	6	163283,68	196,98
Correa 100x50x15x1,8mm, a 36	4650	6	580	4	82770,00	106,80

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.2.1. Capacidad de Producción

Para objeto del análisis, tomaremos la fabricación del perfil correa 80x40x15x2mm. Este producto es unos de los que más se venden y consecuentemente el que más rota.

En el siguiente cuadro se detalla la producción en los primeros 4 meses del año perfil correa 80x40x15x2mm, el número de días en el mes que se trabajó para fabricó, la cantidad de material de primera que se produjo, o sea, los productos que si cumplen con las especificaciones de estándares de calidad. También se describe la cantidad de material de segunda y la merma o residuo.

CUADRO No. 10
PRODUCCIÓN DE PERFIL CORREA (80X40X15X2)MM

MES	DÍAS DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN EN KG			TOTAL
		MATERIAL DE PRIMERA	MATERIAL DE SEGUNDA	MERMA	
Enero	3	26239,4	112	340	26691,4
Febrero	4	34256,48	240	420	34916,48
Marzo	5	145658,98	0	475	146133,98
Abril	6	99694,27	240,15	670	100604,42

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.2.1.1. Capacidad Teórica

El cálculo de la capacidad teórica se realiza de la siguiente manera: suponiendo que se está fabricando una correa, cuyas dimensiones son (80x40x15x2)mm. Las maquinas perfiladoras generalmente, para este tipo de correas, trabajan a una velocidad de 5 unidades/min.

Bajo los parámetros mencionados, se calculará la capacidad teórica de la producción en los cuatros primeros meses del año, tomando en cuenta que se trabajó 18 días en total, a una jornada de 10 horas diarias.

$5 \text{ unidades/min} \times 60 \text{ min/hora} \times 10 \text{ horas/día} = 3000 \text{ perfiles/día}$

$3000 \text{ perfiles/día} \times 18 \text{ días} = 54000 \text{ perfiles}$

$54000 \times 16.68\text{kg} = 9007720 \text{ kg}$

La capacidad teórica en 18 días es de 900.72 toneladas.

CUADRO No. 11
RATIO DE LA CAPACIDAD TEÓRICA Y LA PRODUCCIÓN REALIZADA

DESCRIPCIÓN	TONELADAS EN 18 DÍAS
CAPACIDAD TEÓRICA	900.72
PRODUCCIÓN REALIZADA	308,34

Fuente: Dto. Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.2.1.2. Eficiencia

La eficiencia se la determinará de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción realizada}}{\text{Capacidad teórica}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{308.34}{900.72}$$

$$\text{Eficiencia} = 34\%$$

Durante los 4 primeros meses del año, en la fabricación de perfil correa 80x40x15x2mm, se obtuvo una eficiencia del 34% con relación a su capacidad teórica. En otras palabras, la empresa ha sido ineficiente en 66%. Este valor se lo obtiene de la resta del 100% que es la eficiencia absoluta.

$$\text{Ineficiencia} = 100\% - 34\%$$

$$\text{Ineficiencia} = 66\%$$

Con este esquema de cálculo de la capacidad de producción se puede analizar todos los productos que la empresa Ferro Torre S.A fábrica y, llegaremos a la conclusión de que actualmente no opera con el máximo aprovechamiento de su capacidad instalada.

3.2.2. Registro de problemas

Los datos calculados en los ítem 3.2.1.1 y 3.2.1.2 de la situación actual de la empresa, sirviendo como indicadores sustanciales, dan apertura a considerar que existen factores que afectan directamente la capacidad de producción y la eficiencia productiva, provocando niveles de eficiencia deplorables.

Para determinar los problemas que existen en las líneas perfiladoras, se debe de estudiar el método de trabajo con el cual se viene trabajando en estas líneas. Conforme a este estudio, se analizará paso a

paso el comportamiento de todos los elementos que componen estas líneas para poder identificar los puntos críticos que se encuentran dentro de ellas.

3.2.2.1. Métodos de trabajo

Cabe aclarar que, para el proceso de producción de perfiles, es imprescindible para la maquina cada vez que se termine un rollo de fleje, para luego montar otro rollo de fleje y continuar con el proceso. Esta actividad conlleva una serie de operaciones indispensables y están contabilizadas y consideradas dentro de la programación de producción, son procedimientos que generan valor al proceso de fabricación de perfiles. Así mismo, hay operaciones que de manera imperativa se las realiza cada vez que se presenta la necesidad, de tal forma, continuar con el proceso.

En el siguiente cuadro, se describen las operaciones que agregan valor al proceso:

CUADRO No. 12
OPERACIONES IMPRESCINDIBLES EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE PERFILES

Montar rollo
Desprender fleje
Unir colas de flejes
Enhebrado de máquina
Enzunche de paquete
Cambio de disco de corte
Cambio de cuchilla
Cambio de formato

Fuente: Dto. Producción de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Desde la operación “montar rollo” hasta “enhebrado de máquina” son operaciones que se realizan cada vez que se acaba un rollo de fleje para montar otro, la operación “enzunche de paquete” se la ejecuta cada que se haya conformado un paquete de perfiles. Mientras que, el cambio

de disco de corte o cambio de cuchilla según la máquina y el cambio de matricería, son operaciones que se las realizan cuando surge la necesidad de hacerlo.

Descripción de las operaciones del proceso de fabricación de perfiles

Montar rollo: esta operación consiste en montar un rollo de fleje al portarrollos por medio del puente grúa. Para esta operación se utiliza solamente la persona encargado del puente.

Desprender fleje: una vez que se haya montado el rollo de fleje al portarrollos, se desprende la cola del fleje del rollo, que ha estado pegada o unida por soldadura. Esta operación es realizada por el asistente con una pulidora.

Unir cola de flejes: procedimiento en el cual consiste unir la punta desprendida del rollo de fleje nuevo, con la punta final del rollo de fleje procesado. La unión es a base de soldadura y es efectuada por el asistente.

Enhebrado de máquina: se trata de preparar la máquina para que esta empiece su funcionamiento de elaborar perfiles. El encargado de manipular la máquina es el operador.

Enzunche de paquete: después que el asistente haya reunido la cantidad estándar de perfiles que conforman un paquete de acuerdo al producto, el asistente compacta el paquete con la enzunchadora.

Cambio de disco de corte: cuando el disco de corte es utilizado por mucho tiempo, este se gasta (el tiempo varía dependiendo el espesor del producto) y es cambiado por otro para continuar con el proceso. Los asistentes son los que se encargan de la ejecución de esta operación.

Cambio de cuchilla: de igual manera que el cambio de disco de corte, el cambio de cuchilla es realizada, con la diferencia que esta actividad es realizada por un asistente de mantenimiento.

Cambio de formato: es un proceso que es ejecutado en la matricería de la máquina. Se la realiza cuando se va a fabricar otro producto, por lo tanto, el formato con que venía trabajando la maquina es cambiado. Este proceso es muy largo e intervienen el operador y el asistente.

3.2.2.2. Registro de la información relativo al método actual

Para un mejor análisis de la información del método actual del proceso de fabricación de perfiles, se detallará el cursograma sinóptico para fijar los detalles de cada actividad del proceso; también se elaborará el cursograma analítico, el cual permitirá aumentar el grado de detalle y analizarlas muy prolijamente. Estarán representadas simbólicamente por operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenaje.

También se desarrollará el diagrama hombre - máquina de cada línea para determinar la relación exacta del hombre con la máquina, el tiempo ciclo actual, los porcentajes de utilización de los recursos; tanto hombre como máquina y las unidades producidas en un ciclo de trabajo.

Cursograma sinóptico

El cuadro sinóptico es la representación gráfica de las principales actividades del proceso, manifiesta un esquema general de la secuencia lógica del proceso donde básicamente se incluyen las operaciones e inspecciones.

Su forma de uso indica un análisis preliminar del tiempo requerido y los sucesos. A continuación se detalla el cuadro sinóptico del método actual.

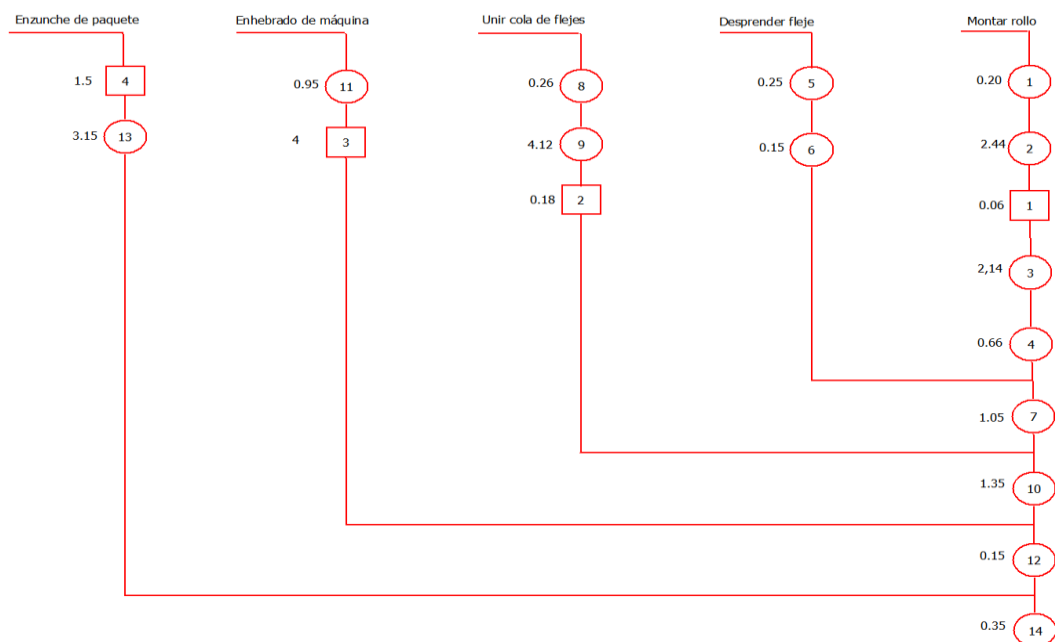
CUADRO No. 13
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES CURSOGRAMA SINÓPTICO
DEL MÉTODO ACTUAL

Actividad	Descripción de la operación	Línea 1 (tiem. min)	Línea 2 (tiem. min)	Línea 3 (tiem. min)
Operaciones requeridas en montar rollo		5,50	5,59	5,62
Operación 1	llamar al obrero encargado del puente grúa	0,20	0,25	0,25
Operación 2	ubicar un rollo de fleje al gancho del puente grúa	2,44	2,38	2,41
Inspección 1	inspeccionar si el rollo de fleje está bien ubicado	0,06	0,06	0,07
Operación 3	montar rollo de fleje al portarrollos	2,14	2,19	2,21
Operación 4	Ajustar el portarrollos	0,66	0,71	0,68
Operaciones requeridas en desprender fleje		1,45	1,58	1,47
Operación 5	buscar la punto del rollo de fleje que está soldada así mimo	0,25	0,31	0,22
Operación 6	Coger pulidora	0,15	0,18	0,17
Operación 7	desprender fleje	1,05	1,10	1,08
Operaciones requeridas en unir colas de flejes		4,56	5,19	5,02
Operación 8	acercar la cola del fleje desprendida a la cola del fleje de rollo procesado	0,26	0,15	0,15
Operación 9	Unir las dos colas por medio de soldadura	4,12	4,88	4,73
Inspección 2	verificar si la unión de las colas de flejes estén bien soldadas	0,18	0,16	0,14
Operación 10	Limar el cordón de soldadura con la pulidora	1,35	1,25	1,30
Operaciones requeridas en enhebrado de máquina		5,1	4,9	5,42

Operación 11	operar máquina manualmente para verificar el primer perfil	0,95	2,03	1,15
Inspección 3	control de calidad; inspeccionar si el perfil cumple con los estándares de calidad	1,43	1,68	2,10
Operación 12	operar máquina para que funcione automáticamente	0,15	0,16	0,17
Operaciones requeridas en enzunche de paquete		5	6,2	6,1
Inspección 4	contar los perfiles para verificar si se acumuló el número de unidades que conforman un paquete	1,5	1,2	1,15
Operación 13	enzunchar paquete para que el mismo sea compactado	3,15	4,25	4,4
Operación 14	trasladar el paquete de perfiles hacia el área de almacenamiento previo	0,35	0,75	0,55
Total general		31,7	30,736	32,45

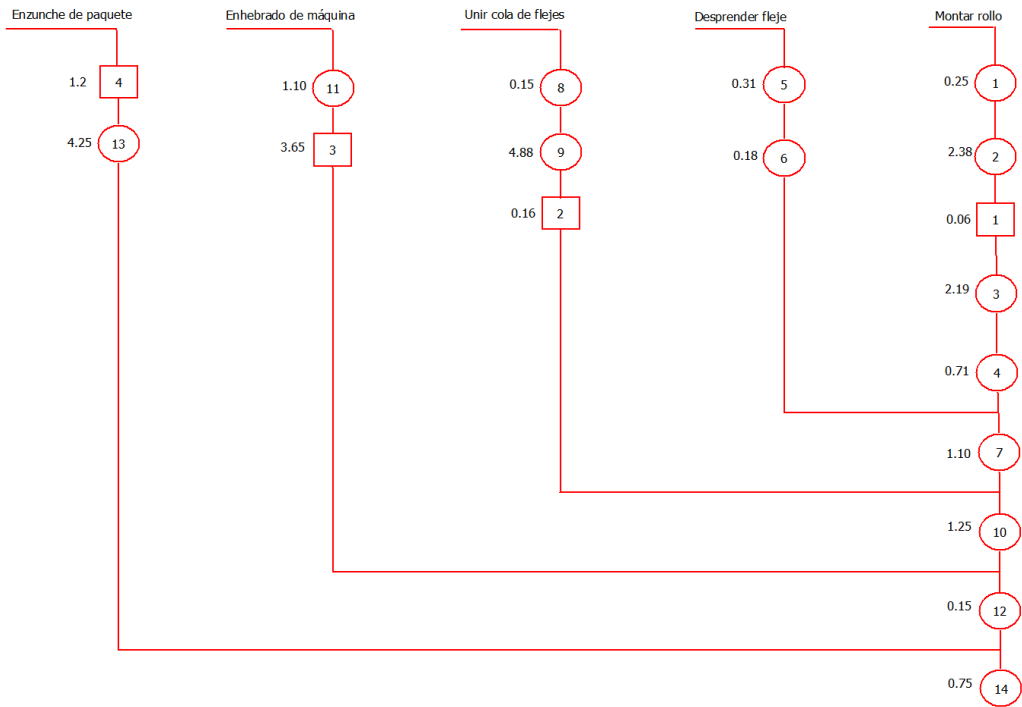
Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

FIGURA No. 4
CURSOGRAMA SINÓPTICO MÉTODO ACTUAL LÍNEA 1



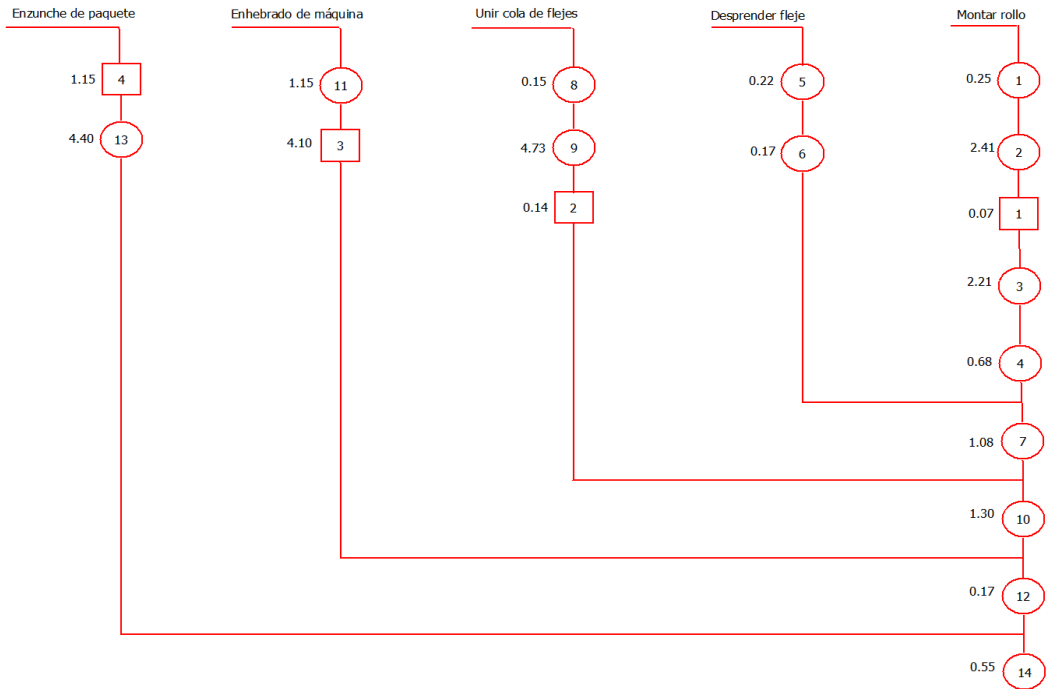
Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

FIGURA No. 5
CURSOGRAMA SINÓPTICO MÉTODO ACTUAL LINEA 2



Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

FIGURA No. 6
CURSOGRAMA SINÓPTICO MÉTODO ACTUAL LÍNEA 3



Fuente: Planta Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Cursograma analítico

El cursograma analítico es de gran utilidad cuando se requiere tener mayor detalle visual de las actividades que se llevan a cabo en un proceso, por ello ahora se definen las cinco actividades fundamentales que se pueden desarrollar en un proceso:

Operación, control, transporte, almacenamiento y operaciones combinadas.

Consecuentemente de bosquejar un esquema genérico del proceso, se adentra a un escenario prolijo de las actividades detalladas anteriormente, elaborando un cursograma analítico del proceso.

El cursograma analítico permitirá establecer simbólicamente todos los elementos que componen el proceso, los cuales se derivan en operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenajes, estos estarán sometidos a observaciones de tiempos que se emplean en su ejecución y distancias recorridas si es necesario.

Con el objetivo de analizar minuciosamente las actividades del proceso, el cursograma será diseñado para cada actividad que compone el proceso de fabricación de perfiles.

- Montar rollo
- Desprender fleje
- Unir colas de flejes
- Enhebrado de máquina
- Enzunche de paquete

A continuación los cursogramas analíticos de cada actividad.

CUADRO No. 14 CURSOGRAMA ANALÍTICO MONTAR ROLLO

CURSOGRAMA ANALÍTICO MONTAR ROLLO						
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	8/9/2016
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo o (min)	Area	Planta de producción
 Operaciones	3	5,5			Producto	Correa 80x40x15x3
 Transporte	1	0,25			Tarea	Montar rollo
 Inspección	1	0,07			# Operario	2
 Esperas	-	1,2			Material	Acero A 36
 Almacenamiento	-	-			El diagrama empieza:	Llamar al obrero encargado del puente grúa
Total	5	7,04			El diagrama termina:	Ajustar al portarrollos
Distancia recorrida (mts)	2				Diagramado por:	Mario Huila Quiñónez

Descripción	Dist. (mts)	Tiempo o (min)	Símbolos					Observación	
									
Llamar al obrero encargado del puente grúa	2	0,25							
Esperar a que el puente grúa llegue al almacen de rollos de fleje		1,20							Tiempo muerto
Ubicar un rollo de fleje al gancho del puente grúa	-	2,4							
Inspeccionar si el rollo de fleje está bien ubicado	-	0,07							
Montar rollo de fleje al portarrollo	-	2,21							
Ajustar el portarrollo	-	0,68							

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 15 CURSOGRAMA ANALÍTICO DESPRENDER FLEJE

CURSOGRAMA ANALÍTICO DESPRENDER FLEJE										
Resumen	Actual		Propuesto			Fecha				
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)		Area	Planta de producción			
 Operaciones	3	1,36				Producto	Correa 80x40x15x3			
 Transporte	2	0,10				Tarea	Desprender fleje			
 Inspección	-	-				# Operario	2			
 Esperas	-	-				Material	Acero A 36			
 Almacenamiento	-	-				El diagrama empieza:	Buscar la punto del rollo de fleje que está solada así			
Total	5	1,46				El diagrama termina:	Desprender fleje			
Distancia recorrida (mts)	3					Diagramado por:	Mario Huila Quiñónez			
Descripción			Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observación
										
Buscar la punto del rollo de fleje que está solada así mimo			-	0,26						
Traladar a coger pulidora			1,5	0,05						Pulidora lejos del portarrollos
Coger pulidora			-	0,033						
Trasladar a rollo de fleje			1,5	0,05						
Desprender fleje			-	1,07						

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 16
CURSOGRAMA ANALÍTICO UNIR COLAS DE FLEJES

CURSOGRAMA ANALÍTICO UNIR COLAS DE FLEJES						
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	10/8/2016
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)		
 Operaciones	4	5,24			Area	Planta de producción
 Transporte	2	0,26			Producto	Correa 80x40x15x3
 Inspección	1	0,16			Tarea	Montar rollo
 Esperas	-	-			# Operario	2
 Almacenamiento	-	-			Material	Acero A 36
Total	7	5,66			El diagrama empieza:	Trasladarse al portarollos
Distancia recorrida (mts)	4				El diagrama termina:	Limar el cordón de soldadura
					Diagramado por:	Mario Huila Quiñónez

Descripción	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observación
								
Trasladarse al portarollos	3	0,10						
acercar la cola del fleje desprendida a la cola del fleje de rollo procesado	-	0,19						
Coger la pinza de soldar	-	0,05						
Unir las dos colas por medio de soldadura	-	3,97						
verificar si la unión de las colas de flejes estén bien soldadas	-	0,16						
Coger pulidora y regresar	1	0,16						
Limar el cordón de soldadura con la pulidora	-	1,03						

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 17
CURSOGRAMA ENHEBRADO DE MÁQUINA

CURSOGRAMA ANALÍTICO ENHEBRADO DE MÁQUINA										
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha					
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)						
 Operaciones	2	1,23			Area	Planta de producción				
 Transporte	-	-			Producto	Correa 80x40x15x3				
 Inspección	1	1,68			Tarea	Enhebrado de máquina				
 Esperas	-	-			# Operario	2				
 Almacenamiento	-	-			Material	Acero A 36				
Total	3	2,91			El diagrama empieza:	Operar máquina manualmente				
Distancia recorrida (mts)	-				El diagrama termina:	operar máquina para que funcione automáticamente				
					Diagramad o por:	Mario Huila Quiñónez				
Descripción			Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos		Observación			
										
Operar máquina manualmente			-	1,07						
inspeccionar primer perfil			-	1,68						
operar máquina para que funcione automáticamente			-	0,16						

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 18
CURSOGRAMA ANALÍTICO ENZUNCHE DE PAQUETE

CURSOGRAMA ANALÍTICO ENZUNCHE DE PAQUETE						
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)	Area	
○ Operaciones	3	23,21			Producto	Correa 80x40x15x3
⇒ Transporte	1	0,55			Tarea	Acumular perfiles
□ Inspección	-	0,16			# Operario	2
D Esperas	-	-			Material	Acero A 36
▽ Almacenamiento	-	-			El diagrama empieza:	Trasladar paquete
Total	4	23,92			El diagrama termina:	operar máquina para que funcione automáticamente
Distancia recorrida (mts)	2				Diagramado por:	Mario Huila Quiñónez

Descripción	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observación
			○	⇒	□	D	▽	
Acumular perfiles	-	18	●					
Contar perfiles para empaquetar	-	1,28	●					Verificar si se acumuló el número de unidades que conforman un paquete
Enzunchar paquete para que el mismo sea compactado	-	3,93	●					
Trasladar el paquete de perfiles hacia el área de almacenamiento previo	2	0,55		●				

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Diagrama hombre - máquina

Como se planteó anteriormente, el diagrama hombre máquina será de gran ayuda para analizar la relación exacta de un operador con la máquina. Este análisis conducirá a una utilización mejor del tiempo del trabajador y de la máquina.

Se determinará la utilización y el tiempo ciclo de los dos recursos; tanto del trabajador como la máquina. Y finalmente las unidades producidas en el tiempo ciclo de trabajo para definir la productividad actual.

Cada línea perfiladora será analizada para estudiar mejor todas las

estaciones de trabajo.

CUADRO No 19
DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA ACTUAL LÍNEA 1

DIAGRAMA HOMBRE - LÍNEA 1									
Proceso: Conformación del perfil					Fecha: 06/07/2016				
Máquina: Yoder 1					Realizado por: Mario Huila Q.				
Area: Proudcción					Aprobado por: Dpto. Producción				
Operario 1		Asistente 1		Asistente 2		Tiempo (minutos)	Máquina 1		
T. ocio		Montaje de rollo		Montaje de rollo		1	T. muerto		
						2			
						3			
						4			
						5			
						6			
						7			
						8			
						9			
						10			
						11			
Enhe. Maq.		T. ocio		T. ocio		12	T. espera		
T. ocio		Conformación de perfiles		Conformación de perfiles		13	Conformación de perfiles		
						14			
						15			
						16			
						17			
						18			
						19			
						20			
						21			
						22			
						23			
T. ocio		Enzun. Paquete		Enzun. Paquete		24	T. muerto		
						25			
Opera máq.		T. ocio		T. ocio		26	T. espera		
T. ocio		Conformación de perfiles restantes		Conformación de perfiles restantes		27	Conformación de perfiles restantes		
						28			
						29			
						30			
						31			
						32			
						33			
						34			

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 20
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA ACTUAL LINEA 1

Resumen	Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Tiempo de ocio (min)			Utilización (%)			Producción (unidades)	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	44			3			41			7%			2,9	174
Asistente 1	44			41			3			93%				
Asistente 2	44			41			3			93%				
Máquina	44			26			15			59%				

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 21
DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA ACTUA LÍNEA 2

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA LINEA 2						
Proceso: Conformación del perfil			Fecha: 17/08/2016			
Máquina: Yoder 3			Realizado por: Mario Huila Q.			
Area: Proudcción			Aprobado por: Dpto. Producción			
Operario 1		Asistente 1		Tiempo (minutos)	Máquina 1	
Montaje de rollo		Montaje de rollo		1	T. muerto	
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
				7		
				8		
				9		
				10		
				11		
				12		
Enhe. Maq.		T. ocio		13	T. espera	
				14		
T. ocio		Conformación de perfiles		15	Conformación de perfiles	
				16		
				17		
				18		
				19		
				20		
				21		
				22		
				23		
				24		
				25		
				26		
Enzun. Paquete		Enzun. Paquete		27	T. muerto	
				28		
Opera		T. ocio		29	T. espera	
				30		
T. ocio		Conformación de perfiles restantes		31	Conformación de perfiles restantes	
				32		
				33		
				34		
				35		
				36		
				37		
				38		
				39		
				40		
				41		
				42		
				43		
				44		
				45		
				46		
				47		
				48		
				49		
				50		
				51		
				52		
				53		
				54		
				55		
				56		

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
 Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 22
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA ACTUAL LÍNEA 2

Resumen	Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Tiempo de ocio (min)			Utilización (%)			Producción (unidades)	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	56			19			37			34%			3,23	193,8
Operador 2	56			52			4			93%				
Máquina	56			36			20			64%				

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
 Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 23
DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA ACTUAL LINEA 3

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA LINEA 2						
Proceso: Conformación del perfil		Fecha: 17/08/2016				
Máquina: Yoder 3		Realizado por: Mario Huila Q.				
Area: Producción		Aprobado por: Dpto. Producción				
Operario 1		Asistente 1		Tiempo (minutos)	Máquina 1	
Montaje de rollo		Montaje de rollo		1	T. muerto	
				2		
				3		
				4		
				5		
				6		
				7		
				8		
				9		
				10		
				11		
				12		
Enhe. Maq.		T. ocio		13	T. espera	
T. ocio		Conformación de perfiles		14	Conformación de perfiles	
				15		
				16		
				17		
				18		
				19		
				20		
				21		
				22		
				23		
				24		
				25		
				26		
				27		
				28		
				29		
				30		
				31		
				32		
				33		
				34		
Enzun. Paquete		Enzun. Paquete		35	T. muerto	
T. ocio		Conformación de perfiles restantes		36	Conformación de perfiles restantes	
				37		
				38		
				39		
				40		
				41		
				42		
				43		
				44		
				45		
				46		
				47		
				48		
				49		
				50		
				51		
				52		
				53		
				54		
				55		
				56		

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 24
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA ACTUAL LINEA 3

Resumen	Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Tiempo de ocio (min)			Utilización (%)			Producción (unidades)	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	56			19			37			34%			3,23	193,8
Operador 2	56			52			4			93%				
Máquina	56			36			20			64%				

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

A continuación de cada diagrama hombre – máquina, se ha descrito un resumen del mismo para visualizar los parámetros que cada línea presenta.

Según el **cuadro No. 20**, el tiempo ciclo de la línea perfiladora 1 es de 44 minutos, la utilización más baja es del operador 1 con el 7%, mientras que la máquina es del 59%, y la producción en un ciclo de tiempo es de 2,9 piezas/min. Con este mismo esquema de observación, se alega que el tiempo ciclo de la línea perfiladora 2, según el **cuadro No. 22**, es de 56 minutos, la utilización más baja la presenta el operador 1 con el 7%, mientras que la utilización de la máquina es del 64% y la producción en un ciclo de tiempo es de 3,23 piezas/min. Por otro lado, la línea perfiladora 3 presenta parámetros absolutamente iguales al de la línea 2; véase **cuadro No. 24**.

Análisis de la productividad

Para efectos del análisis se calculará la productividad con respecto a la unidad producidas en una hora de trabajo y la mano de obra que integra cada línea de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto obtenido}}{\text{Recurso utilizado}}$$

CUADRO No. 25
PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LAS LINEAS PERFILADORAS

PRODUCTIVIDAD DE LAS LINEAS PERFILADORAS			
Líneas	Producción (unid/Hora)	Dotación	Productividad (unid/H-H)
Línea 1	174	3	58
Línea 2	193,8	2	96,9
Línea 3	193,8	2	96,9

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Estudio de tiempos ciclos

Se aplica un estudio hacia los tiempos ciclos de cada máquina, con el objetivo de comprobar si los tiempos de este parámetro se disparan o mantienen márgenes pequeños con respecto a otro.

CUADRO No. 26
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LÍNEA 1

AREA:	PRODUCCIÓN	PRODUCTO:	C 100x50x15X6000					FECHA: 12/7/2016			
MÁQUINA:	YODER 1	ESPESOR:	3 mm					HORA DE INICIO:		9:10	
DOTACIÓN:	3	MATERIAL:	GRADO A 36					HORA DE TÉRMINO:		16:20	
MUESTRAS	TIEMPOS OBSERVADOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T _o
1	43	60	49	53	72	79	49	37	67	44	55
2	53	49	39	41	48	55	51	41	47	61	49
3	42	53	47	56	62	49	67	48	49	48	52
4	42	53	48	74	85	52	61	62	52	37	57
5	58	46	42	48	52	64	71	63	67	59	57
6	64	47	52	61	42	46	37	45	56	63	51
7	46	42	48	47	52	46	61	44	48	53	49
8	55	46	57	71	42	47	47	59	58	62	54
9	43	43	46	42	41	44	43	48	51	47	45
10	48	48	61	51	39	56	41	40	46	43	47
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	55	49	52	57	57	51	49	54	45	47	
V. MAX	79	61	67	85	71	64	61	71	51	61	
V. MIN	37	39	42	37	42	37	42	42	41	39	
RANGO	42	22	25	48	29	27	19	29	10	22	
PROMEDIO DEL CICLO	52										

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

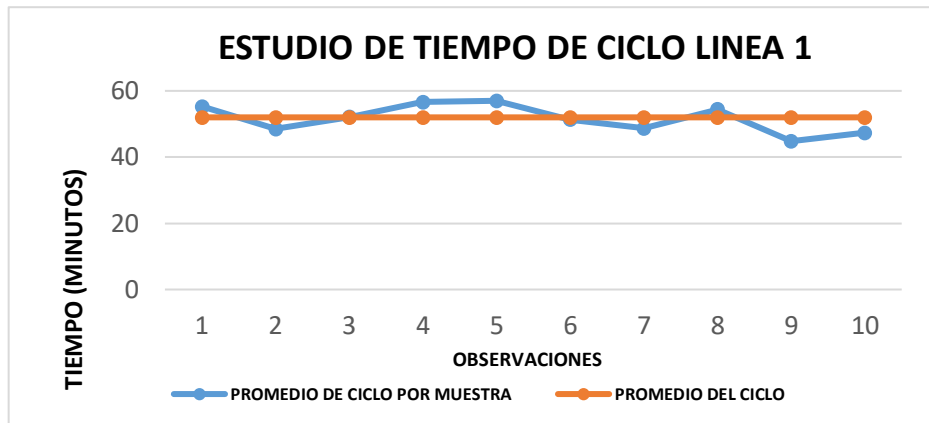
CUADRO No 27
DATOS GRÁFICOS DE TIEMPOS CICLO LINEA 1

PROMEDIO TOTAL DEL CICLO	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	55	49	52	57	57	51	49	54	45	47	

Fuente: Estudio de tiempos ciclos
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

En el **gráfico No. 2** se muestra el comportamiento de tiempos ciclos en la línea perfiladora 1.

GRÁFICO No. 2
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LINEA 1



Fuente: Estudio de tiempos ciclos
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 28
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LÍNEA 2

AREA:	PRODUCCIÓN	PRODUCTO:	C 80x40x15X6000					FECHA: 12/7/2016			
MÁQUINA:	YODER 2	ESPESOR:	1,8 mm					HORA DE INICIO: 9:10			
DOTACIÓN:	3	MATERIAL:	GRADO A 36					HORA DE TÉRMINO: 16:20			
MUESTRAS	TIEMPOS OBSERVADOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T _o
1	70	73	75	63	78	56	41	41	50	83	63
2	55	81	67	80	56	58	59	58	72	52	64
3	48	63	50	72	56	61	75	80	42	45	59
4	41	85	42	49	59	50	79	72	42	72	59
5	44	43	71	55	54	70	63	76	56	69	60
6	84	84	64	82	66	79	72	53	65	65	71
7	56	53	78	71	54	63	65	60	58	80	64
8	70	67	85	75	42	47	42	52	43	73	60
9	83	69	58	69	50	83	51	73	61	55	65
10	58	69	48	49	74	45	77	77	43	44	58
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	63	64	59	59	60	71	64	60	65	58	
V. MAX	83	81	80	85	76	84	80	85	83	77	
V. MIN	41	52	42	41	43	53	53	42	50	43	
RANGO	42	29	38	44	33	31	27	43	33	34	
PROMEDIO DEL CICLO	62										

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

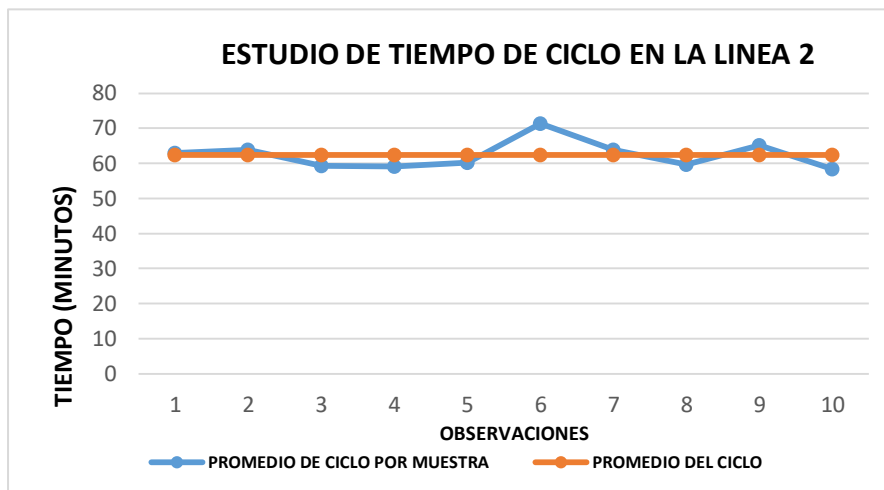
CUADRO No. 29
DATOS GRÁFICOS DE TIEMPOS CICLO LINEA 2

PROMEDIO TOTAL DEL CICLO	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	63	64	59	59	60	71	64	60	65	58

Fuente: Estudio de tiempos ciclos
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

En el **gráfico No. 3** se muestra el comportamiento de tiempos ciclos en la línea perfiladora 2

GRÁFICO No. 3
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LINEA 2



Fuente: Estudio de tiempos ciclos
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 30
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LÍNEA 3

ESTUDIO DE TIEMPOS DE CICLOS EN LA LINEA 3											
AREA:	PRODUCCIÓN	PRODUCTO: C 80x40x15X6000						FECHA: 12/7/2016			
MÁQUINA:	YODER 3	ESPESOR: 1,5 mm						HORA DE INICIO: 9:10			
DOTACIÓN:	2	MATERIAL: GRADO A 36						HORA DE TÉRMINO 16:20			
MUESTRAS	TIEMPOS OBSERVADOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T _o
1	79	43	79	72	81	48	60	49	64	81	66
2	71	65	45	58	59	81	81	78	68	63	67
3	76	47	69	61	64	43	57	74	69	41	60
4	69	60	52	48	68	49	63	72	71	50	60
5	58	44	55	81	65	41	43	45	43	52	53
6	50	46	52	84	64	51	52	64	44	78	59
7	59	82	57	75	42	80	85	85	84	49	70
8	62	42	42	57	74	72	70	54	74	70	62
9	57	62	84	63	80	71	78	72	68	83	72
10	44	69	65	60	65	49	53	61	69	66	60
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	66	67	60	60	53	59	70	62	72	60	
V. MAX	81	81	76	72	81	84	85	74	84	69	
V. MIN	43	45	41	48	41	44	42	42	57	44	
RANGO	38	36	35	24	40	40	43	32	27	25	
PROMEDIO DEL CICLO	63										

Fuente: Área de producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

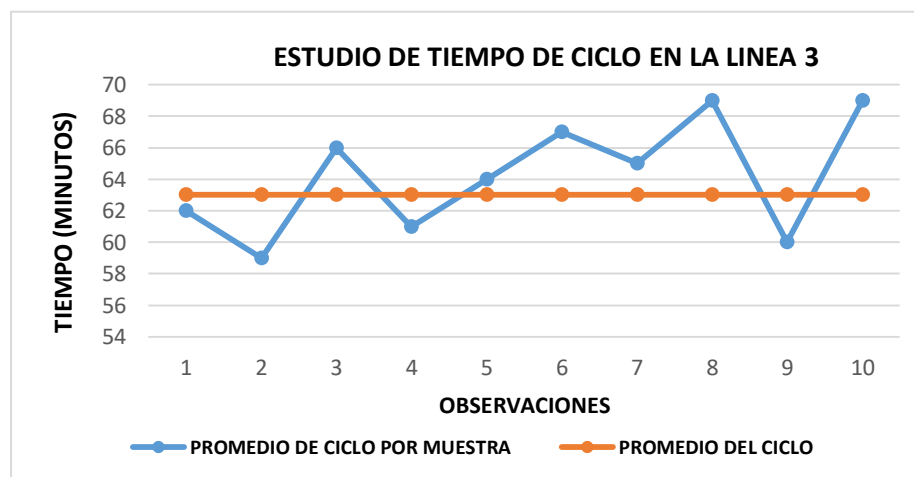
CUADRO No. 31
DATOS GRÁFICOS DE TIEMPOS CICLO LINEA 3

PROMEDIO TOTAL DEL	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
PROMEDIO DE CICLO POR MUESTRA	62	59	66	61	64	67	65	69	60	69

Fuente: Estudio de tiempos ciclos
 Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

En el **gráfico No. 4** se muestra el comportamiento de tiempos ciclos en la línea perfiladora 3,

GRÁFICO No. 4
ESTUDIO DE TIEMPOS CICLOS LINEA 3



Fuente: Estudio de tiempos ciclos
 Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.3. Análisis de datos

Conforme a la aplicación del estudio de metodos en las líneas perfiladoras, abarcando toda su dimensión entre lo más mínimo y máximo en que se componen estas líneas, se implementó actividades determinantes que sirvieron para la recolección de datos objetivos, los cuales ayudan para obtener una mejor perspectiva de la situación en la que comprende la naturaleza del problema.

En el estudio realizado se descompuso en actividades el proceso

de producción de perfiles. Primero se realizó un cursograma sinóptico donde se le aplicó observaciones de tiempo a las actividades del proceso para tener una concepción de medición y poderlas cuantificar. Después se aplicó un cursograma analítico, donde se hizo una descomposición de cada actividad expresándolas en elementos, los mismo que fueron representados simbólicamente por operaciones, transporte, inspección, espera y almacenamiento. También, estos elementos fueron sometidos a análisis de estudio para identificar si agregan o no valor al proceso. Este cursograma permitió reconocer elementos innecesarios que consecuentemente no trascienden dentro del proceso. De tal forma, estos elementos innecesarios contribuyen a generar tiempos improductivos que afectan la productividad de las líneas.

Posteriormente se implementó un diagrama hombre – máquina para determinar parámetros que sirven como indicadores que describen la relación de la mano de obra y la máquina.

Una vez concluido el diagrama hombre - máquina, donde se hicieron diferentes observaciones en cada una de las líneas perfiladoras para evidenciar un escenario claro, que permita determinar su comportamiento actual y compararlas con las condiciones normales de trabajo que estas líneas productivas deberían de funcionar. Se llegó al análisis que, conforme a los **cuadros No. 20, 22, y 24**, las máquinas Yoder 1, Yoder 2 y Yoder 3, están trabajando a un 59%, 64%, y 64% de utilización respectivamente, los cuales son significativamente bajas y dejan expuesto que la eficiencia de producción y productividad se encuentran en niveles bajos.

Así mismo también se analiza la utilización de la mano de obra dentro del proceso. En la línea 1 se encuentran tres trabajadores y según el **cuadro No. 20**, el operador 1, el operador 2 y el operador 3, actúan a una utilización del 7%, 93% y 93% respectivamente. En la línea 2 laboran

dos trabajadores y conforme al **cuadro No. 22**, el operador 1 y el operador 2 tienen como utilización 7% y 93% respectivamente. La línea 3 funciona con los mismos parámetros y datos que la línea 2. Estos indicadores muestran que hay una desproporcionalidad en las tareas asignadas por cada trabajador. Muestra un desbalance de trabajo abismal entre operadores con otro. Este aspecto que ha proporcionado el diagrama hombre – máquina, evidentemente también contribuye al incremento de tiempos improductivos, ya que al mantener un balance de trabajo desmedido entre los operadores se incrementa el tiempo ciclo de la línea de producción, que cuyos efectos se manifiestan en la productividad.

Nótese que la productividad en la línea 1, según el **cuadro 25**, es de 58 unidades/h-h. En la línea 2 es de 96.9 unidades/h-h. Y en la línea 3 es de 96.9 unidades/h-h. Esto significa que, si las líneas perfiladoras estuviesen correctamente balanceadas el tiempo ciclo se reduciría y la productividad aumentaría.

Se les realizó a las líneas un estudio de tiempo ciclos para observar si estos son frecuentemente repetitivos. Se observó que había tiempos ciclos muy altos y otros considerablemente bajos, también habían márgenes altos de tiempos ciclos con respecto a otros. Se calculó un promedio por muestra de tiempo ciclo y otro promedio general; estos cálculos fueron representados gráficamente, donde se evidenció como el promedio de tiempo ciclo calculado por muestra se aleja del promedio general, situación que evidentemente los métodos de trabajo que se están efectuando en el proceso no son correctamente aplicados, ya que crean tiempos totalmente disparejos y finalmente lo que genera es tiempos improductivo.

3.3.2. Identificación de problemas

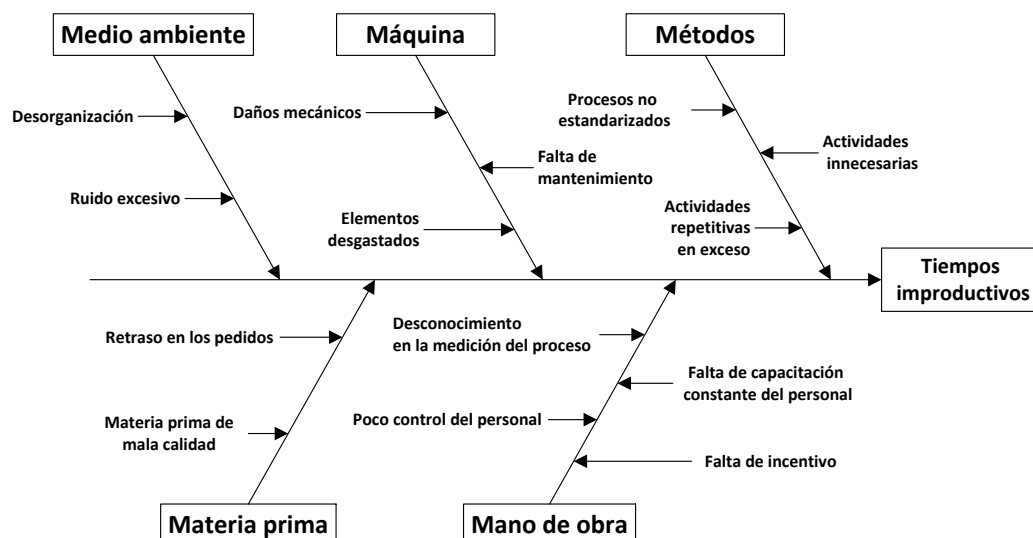
Luego de recopilar todos los datos de acuerdo al problema y siendo

analizados prolijamente para determinar los puntos críticos que se encuentran dentro del proceso, se procede a identificar las causas que crean el problema. Para la identificación se utilizará la herramienta diagrama de Ishikawa, el cual ayudará a exponer las causas que conllevan el problema, teniendo una contextualización de la situación actual del proceso mediante el análisis ya anteriormente descrito.

A través de una categorización del sistema productivo de la empresa desarrollaremos el diagrama de Ishikawa, clasificando las causas dentro de las siguientes categorías que correspondan:

- Método
- Mano de obra
- Materia prima
- Máquina
- Medio ambiente

GRÁFICO No. 5
DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: Análisis de información
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Estudio de las causas establecidas en el diagrama de Ishikawa

Se realiza un estudio a las causas para observar la frecuencia en la que estas incurren en el proceso. Este estudio se efectuó en 4 semanas de trabajo para determinar el tiempo improductivo dentro de ese tiempo.

CUADRO No. 32
DEMORAS POR SEMANA

CAUSAS	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA	CUARTA SEMANA	TOTAL
Métodos	4,835	7,49	6,437	5,835	24,597
Mano de obra	2,29	2,95	1,86	3,14	10,24
Máquina	4,55	4,20	3,94	6,87	19,56
Materia prima	0,42	0	0	0,28	0,70
Medio ambiente	0,305	0,28	0,007	0,505	1,097
TOTAL DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN HORAS					56,194

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Análisis de la frecuencia de las causas de acuerdo al método de Pareto

Con el estudio de las causas del problema se determinaron los tiempos que generan las mismas dentro de un mes de trabajo. Estos datos fueron de gran ayuda para la elaboración del diagrama de Pareto, el cual permitirá establecer cuáles son las causas que provocan los mayores tiempos improductivos en el proceso de producción de perfiles.

CUADRO No. 33
ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA DE CAUSAS

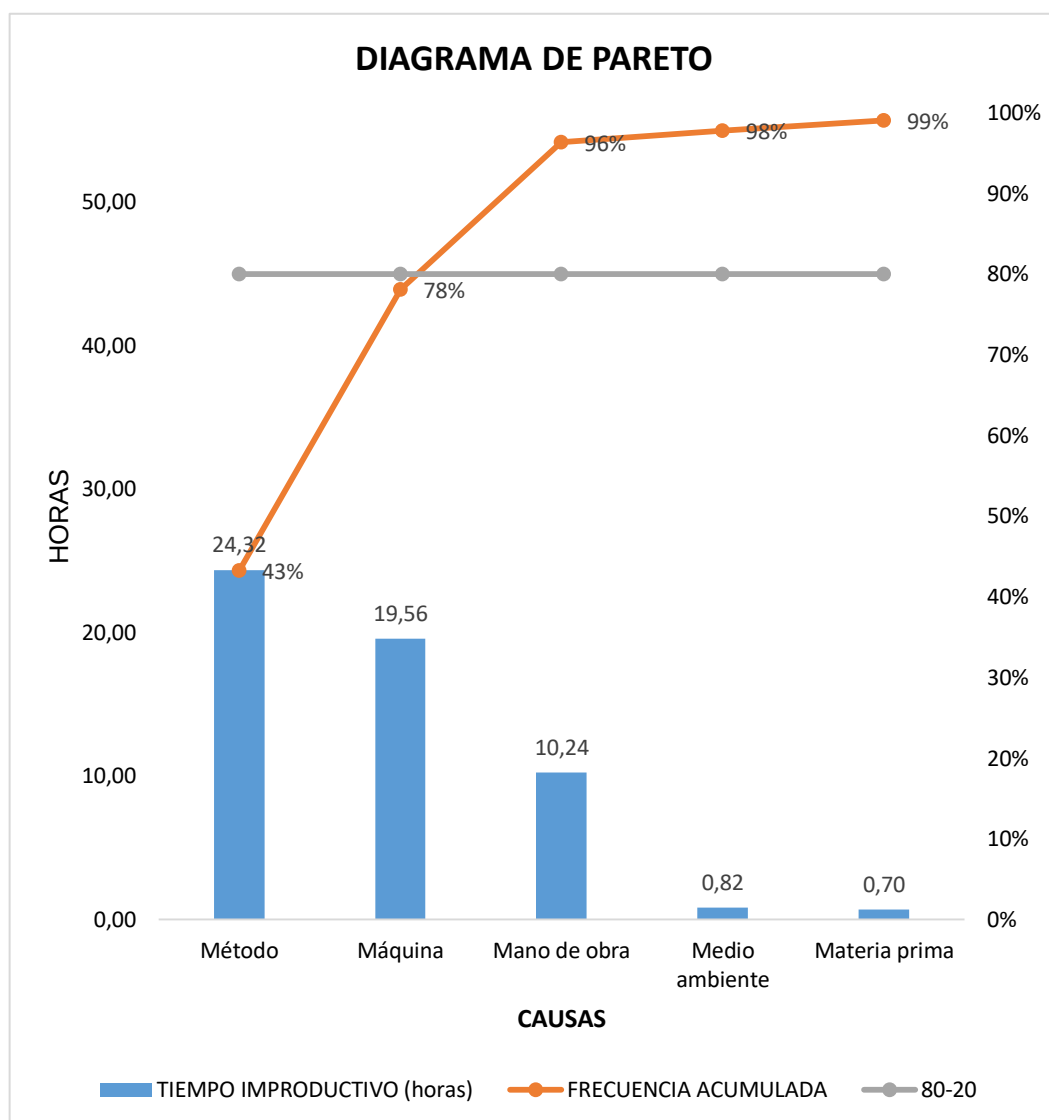
CAUSAS	TIEMPO IMPRODUCTIVO (horas)	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA
Método	24,59	43%	43%
Máquina	19,56	35%	78%
Mano de obra	10,24	18%	96%
Medio ambiente	0,82	1%	98%
Materia prima	0,97	1%	99%

Fuente: Demoras por semana

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

El diagrama de Pareto trae consigo una relación, en donde expone que, el 20% de las causas originan el 80% de los problemas. En ese sentido, se realizará el respectivo análisis según el diagrama.

GRÁFICO No. 4
DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: Análisis de la frecuencia de causas
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Conforme a al diagrama de Pareto se observa que, la causa que genera mayor tiempo improductivo en las líneas perfiladoras es el método de trabajo con el que se ha laborado en la producción de perfiles; seguidamente se encuentra la deficiente utilización de la máquina.

Consecuentemente se llega la conclusión que las causas mencionadas, prácticamente originan el 80% de los tiempos improductivos.

También el diagrama de Pareto ayuda a analizar, que si la propuesta que se desarrollará en la tesis logra solucionar los problemas que subyacen en los métodos de trabajo y la deficiente utilización de las máquinas, la empresa ahorraría un 80% de los costos que actualmente se generan.

Eficiencia productiva actual

Se Calculará la eficiencia con la que trabajaron las líneas de perfilería en el tiempo que se efectuó el estudio de las causas.

La empresa trabaja de lunes a viernes de 8:00 a 18:00, y los sábados de 8:00 a 15:00 todos los meses al año. Esto solamente para la fabricación de perfil en la línea 1, línea 2 y línea 3.

Como el estudio fue desarrollado en un mes de trabajo, entonces serian 24 días laborables.

Horas trabajadas = Horas programadas - Horas improductivas

Horas trabajadas = 220 horas - 56 horas

Horas trabajadas = 164 horas

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas trabajadas mensuales}}{\text{Horas programadas mensuales}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{164 \text{ horas}}{220 \text{ horas}}$$

$$\text{Eficiencia} = 74\%$$

Posteriormente de haber calculado la eficiencia de la producción en un mes de trabajo, se calcula la ineficiencia.

$$\text{Ineficiencia} = 100\% - \text{eficiencia}$$

$$\text{Ineficiencia} = 100\% - 74\%$$

$$\text{Ineficiencia} = 26\%$$

La ineficiencia con la que trabaja el proceso en estudio es del 26%, número que será mejorado aplicando técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial en la propuesta.

3.3.3 Análisis FODA de la empresa

El análisis FODA es una herramienta sustancial para la toma de acciones y decisiones en cualquier ámbito económico, político, social y cultural. Sirve para visualizar el contexto de los fenómenos externos e internos de una población. En este caso se llevara a cabo un análisis FODA organizacional, en donde se analizaran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene la empresa Ferro Torre S.A.

Para efectos del análisis FODA, específicamente se lo desarrollará en el proceso de producción de perfiles, en las 3 líneas productivas; ya que en esa delimitación de área, es donde se realizó el estudio.

Análisis interno

Fortalezas: Son competencias que tiene el proceso de fabricación de perfiles en comparación con otras áreas de trabajo. Los recursos productivos con las que cuenta las líneas tienen virtudes de capacidad y habilidades para trabajar.

- Talento humano que conocen del proceso.
- Talento humano responsable, cumpliendo con las horas extras estipuladas a cualquier momento.
- Maquinarias que teóricamente cuentan con un flujo de producción continuo.
- El espacio de trabajo es amplio, permitiendo desplazamientos ininterrumpidos.
- Materia prima de calidad.

Debilidades: Son características que se tratan de eliminar por completo o reducir al mínimo. Las debilidades originan escenarios adversos o perjudiciales para el proceso.

- Componentes y elementos desgastados que afecta la capacidad de producción.
- Actividades repetitivas e innecesarias.
- Falta de incentivo al recurso humano.
- Falta de motivación al personal.
- Falta de capacitación constante para calibración de máquina.

Oportunidades: Son situaciones que suelen presentarse y resultan favorables para la fabricación de perfil. Son circunstancias que se deben aprovechar para el máximo rendimiento del proceso.

- Alta demanda de productos de mayor rotación.
- Abastecimiento permanente de materia prima.
- Contar con personal de mantenimiento en todo momento.

Amenazas: Son eventos que se derivan del entorno que se suscitan dentro y fuera de la empresa.

- Temporadas con poca demanda de productos de perfiles de acero.
- Stock de productos terminados sin rotación.
- Posibles averías en las máquinas de conformado.

CUADRO No. 34

MATRIZ FODA

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
• Talento humano que conocen del proceso. • Talento humano responsable, cumpliendo con las horas extras estipuladas en cualquier momento. • Maquinarias que teóricamente cuentan con un flujo de producción continuo. • El espacio de trabajo es amplio permitiendo desplazamientos ininterrumpidos. • Materia prima de calidad.	• Componentes y elementos desgastados y poca capacidad de producción. • Actividades repetitivas e innecesarias. • Falta de incentivo al recurso humano. • Falta de motivación al personal. • Falta de capacitación constante para calibración de máquina.
FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES (O)	AMENAZAS (A)
• Alta demanda de productos de mayor rotación. • Abastecimiento permanente de materia prima. • Contar con personal de mantenimiento en todo momento.	• Temporadas con poca demanda de productos de perfiles de acero. • Stock de productos terminados sin rotación. Posibles averías en las máquinas de conformado

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñonez Mario

CUADRO No. 35
MATRIZ ESTRATÉGICA FODA

FACTORES EXTERNOS	FACTORES INTERNOS	
	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
	• Talento humano que conocen del proceso. • Talento humano responsable, cumpliendo con las horas extras estipuladas en cualquier momento. • Maquinarias que teóricamente cuentan con un flujo de producción continuo. • El espacio de trabajo es amplio permitiendo desplazamientos ininterrumpidos. • Materia prima de calidad.	• Componentes y elementos desgastados y poca capacidad de producción. • Actividades repetitivas e innecesarias. • Falta de incentivo al recurso humano. • Falta de motivación al personal. • Falta de capacitación constante para calibración de máquina.
	OPORTUNIDADES (O)	ESTRATEGIAS (FO)
	• Alta demanda de productos de mayor rotación. • Abastecimiento permanente de materia prima. • Contar con personal de mantenimiento en todo momento.	• Contratar más personal para que estos sean capacitados por los mismos operarios. • Implementar turnos rotativos para aprovechar la alta demanda. • Diseñar espacios de almacenamiento de paquetes para que la máquina no se paralice en el momento de enzunchar un paquete.
	AMENAZAS (A)	ESTRATEGIAS (FA)
	• Temporadas con poca demanda de productos de perfiles de acero. • Stock de productos terminados sin rotación. • Posibles averías en las máquinas de conformado.	• Establecer contratos eventuales con obreros con poca experiencia. • Anticipar las temporadas de demandas bajas para reducir el ritmo de producción. • Renovación de piezas obsoletas por nuevas en las máquinas de conformado.
		ESTRATEGIAS (DO)
		• Diseñar un programa de mantenimiento preventivo los fines de semana o en turnos adicionales. • Implementar un sistema de incentivos para motivación del personal y aumento de la productividad. • Los operarios con mayor experiencia capaciten a los demás en calibraciones de máquina y demás operaciones para un mejor rendimiento de todo el personal.

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñonez Mario

3.3.4. Impacto económico de problemas

El impacto económico del problema es lo que se quiere mejorar dentro de este estudio. Es la parte que afecta significativamente en costos a la empresa. A continuación se calculará los costos que se generan a raíz de los problemas.

Cálculo del costo de mano de obra

CUADRO No. 36
COSTO DE MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN	SUELDO	COSTO TOTAL
Operadores	3	\$ 650,00	\$ 1.950,00
Asistentes	4	\$ 366,00	\$ 1.464,00
Puenteros	2	\$ 450,00	\$ 900,00
TOTAL			\$ 4.314,00

Fuente: Dto. de Talento Humano de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Mario Huila Quiñónez

Cálculo del costo de hora – hombre

$$\text{Costo de hora - hombre} = \frac{4.314,00}{\text{Mes}} \times \frac{\text{Mes}}{220 \text{ horas}}$$

$$\text{Costo de hora - hombre} = \$19,60$$

Costo de la hora – máquina

El departamento de producción proporcionó la información de los costos de hora – máquina de forma directa.

El siguiente cuadro muestra los costos de hora – máquina de las tres perfiladoras, denominadas máquinas Yoders.

CUADRO No. 37
COSTO DE HORA – MÁQUINA

DESCRIPCIÓN	COSTO/HORA
Máquina Yoder 1	\$ 6,50
Máquina Yoder 2	\$ 5,80
Máquina Yoder 3	\$ 4,65
TOTAL	\$ 16,95

Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Luego de obtener el costo de hora hombre y el costo de hora máquina, se procede a calcular el costo por hora de producción sumando los costos anteriormente calculados.

Costo hora de producción = (Costo hora - hombre) + (Costo hora - máquina)

Costo hora de producción = \$19,60 + \$16,95

Costo hora de producción = \$36,55

La empresa Ferro Torre S.A en una hora de trabajo en el proceso de producción de perfiles le cuesta \$36,55.

Con este dato se puede cuantificar las pérdidas económicas que se derivan del problema.

Se calculan los costos por cada causa del problema y el total del mismo.

En el siguiente cuadro se muestran los datos que atribuyen a pérdidas económicas en función de las situaciones causales del problema y por consecuente se deja en manifiesto el costo improductivo en un mes.

CUADRO No. 38
PÉRDIDA ECONÓMICA POR CADA CAUSA DEL PROBLEMA EN UN
MES

CAUSAS	TIEMPO IMPRODUCTIVO (horas)	COSTO DE PRODUCCIÓN POR HORA	COSTO POR TIEMPO IMPRODUCTIVO
Método	24,597	\$ 36,55	\$ 899,020
Máquina	19,56	\$ 36,55	\$ 714,92
Mano de obra	10,24	\$ 36,55	\$ 374,27
Medio ambiente	1,097	\$ 36,55	\$ 40,095
Materia prima	0,7	\$ 36,55	\$ 25,59
COSTO DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO EN UN MES			\$ 2.053,89

Fuente: Análisis del impacto económico

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

\$2.053,89 es la pérdida que Ferro Torre S.A actualmente presenta en el proceso de producción de perfiles en un mes. Si esta pérdida mensual se lo multiplica por los 12 meses del año; la empresa prácticamente estaría perdiendo anualmente **\$24.646,68** por tiempos improductivos.

3.3.5 Diagnóstico

En función del análisis que se logró desarrollar, cuyo objeto de estudio fueron las causas que originan el problema; se alega que, evidentemente existen dos fenómenos que afectan la eficiencia de producción del proceso de fabricación de perfiles, los cuales, mediante un diagrama de Pareto se observó que fueron las dos causas que originan el 80% del problema, y posteriormente, conforme a su análisis en función de costos, se considera que traen consigo un gran impacto económico.

La primera causa que afecta significativamente a la empresa es el método con el que se trabaja para desarrollar el proceso. De acuerdo a la descripción del método actual, descomponiendo las actividades y conforme

al análisis posterior, se evidenciaron los siguientes factores:

Actividades innecesarias

En la descomposición de las actividades en elementos, se observa que existen accionares innecesarios, los cuales incurren mucho en desperdicio de tiempo y tendrán que ser reducidas o eliminadas.

Actividades repetitivas en exceso

Así mismo como se observaron actividades innecesarias, también existen actividades repetitivas que pueden ser evitadas sin alterar el proceso para mantener un flujo continuo sin interrupciones a cada momento.

Procesos no estandarizados

Este fue uno de los factores evidenciados en un primer momento, la causa raíz de donde descienden los tiempos improductivos de toda la empresa.

En conversaciones con los supervisores, con los propios obreros y aplicando la técnica estudio de tiempos y movimientos para describir el proceso actual, se demostró que los procesos no están estandarizados. Los mismos que no tenían una medición técnica y sistemática para la programación de la producción; simplemente que por condiciones empíricas de los obreros y supervisores se efectuaba el desarrollo de las tareas. Este factor influye en gran medida en los niveles de productividad, desencadenando costos descomunales, los cuales fueron detallados en el **ítem 3.1.6**. A más de esto, se suma la desproporcionalidad de las tareas asignadas, lo que quiere decir, que no se aprovecha la disponibilidad de

tiempos de los operadores para coadyuvar en la realización de determinadas actividades, con la finalidad de distribuir la carga laboral y reducir los tiempos.

Se expusieron los factores que se derivan de la principal causa del problema, ahora se pondrá en manifiesto las características desfavorables que tienen las maquinarias, siendo esta la causa secundaria que acarrearán los ya mencionados tiempos improductivos.

Componentes y elementos desgastados

Componentes y elementos desgastados hace alusión a piezas que componen gran parte de la máquina, y por el tiempo de utilización constante con que trabaja la máquina, operando de lunes a sábados y en muchas ocasiones horas extras; estas piezas se han estado desgastado provocando fallos en el funcionamiento de la maquinaria. Lo que evidentemente ocasiona paro de máquina para su respectivo mantenimiento correctivo.

Daño mecánico

Los daños mecánicos que ocurren en las máquinas conformadoras son muy seguidos. En el estudio comprendido de los tiempos ciclos y en el de las causas mencionadas en el diagrama de Ishikawa, acontecieron muchas averías en las máquinas, en donde la mano de obra tiene mucha participación en aquel factor. A continuación se exponen los puntos de influencia por parte de los obreros:

- Inadecuada aplicación de los parámetros de funcionamiento (presión del cilindro hidráulico, presión de las mordazas)
- Asistentes sin experiencias calibrando rodillos formadores

- Mala unión de flejes por soldadura
- Mala calibración en los cambios de producto

Escaso mantenimiento preventivo

Como se ha mencionado anteriormente, los métodos de trabajo actuales no son aplicados correctamente y sumándose los factores por causa de maquinaria, ayudan a constituir retrasos en la producción, en donde es claro que por ese motivo los supervisores han aplicado horas extras para cumplir con la demanda. Sin embargo, por el intento de ser eficaces en la entrega de sus productos, se ha dejado al margen los programas de mantenimiento preventivo para evitar daños futuros.

3.4. Propuesta

Luego de estipular, analizar, evaluar y diagnosticar el contexto de la situación actual de la empresa, se dará apertura a la solución del problema, en donde se pretende optimizar los tiempos improductivos y los costos de producción.

En el análisis y diagnóstico de la situación actual, se define que el método de trabajo con el que se desarrollan las actividades es la principal causa que generan grandes tiempos improductivos. Para la solución de este problema, se eliminarán actividades innecesarias y se combinarán otras que son ejecutadas muy repetitivamente, con la finalidad de reducir operaciones, transportes, espera, etc. También se balanceará la distribución de tareas dentro del proceso para hacer un mejor uso del recurso humano y reducir los tiempos de trabajo.

Además, se estableció que la no estandarización del proceso es el factor predominante para que existan eventualidades desmedidas que

desfavorecen al mejoramiento continuo de sus procesos. Es por ello que, en virtud de esta circunstancia, se aplicará una técnica de Ingeniería industrial llamada estudio de tiempos y movimientos, de tal manera, proponer una propuesta de mejoramiento radical dentro del proceso de fabricación de perfiles.

3.4.1. Planteamiento de solución al problema

Como ya se ha indicado, la aplicación de herramientas para la descripción del método actual fue de gran ayuda para observar las irregularidades que se muestran dentro del proceso de fabricación de perfiles. Al mismo tiempo dio apertura para plantear solución al problema. A continuación se detallan las modificaciones que se harán en el método actual de trabajo y más adelante se lo representara en cursogramas como métodos propuestos:

3.4.1.1. Combinación y eliminación de elementos

- El trabajador encargado del puente grúa tiene que estar atento cuando un rollo de fleje este por acabarse. Este ubicará un rollo de fleje nuevo al puente grúa minutos antes de acabarse el rollo procesado, al mismo tiempo revisará si está bien ubicado el rollo de fleje nuevo. Esto hará que se eliminen los tres primeros elementos de la actividad montar rollo.
- En el momento que se termine de montar el rollo al portarrollo, un trabajador busca el punto de rollo de fleje que está soldado así mismo, mientras que el otro trabajador ya tiene lista la pulidora para desprender fleje. Desde esta actividad empezará la inclusión del operador que solo maneja la máquina en las demás tareas, distribuyendo el nivel de carga física y la reducción de los tiempos. En tal efecto, se combinan aquellas operaciones de esa

actividad en una sola.

- En la actividad unión por soldadura, tanto el operador de máquina como asistentes, tendrán que estar capacitados para soldar con palillo E 60-11; así eliminar la inspección del cordón que se genera en la unión de los flejes por soldadura. En el instante que un trabajador termine de soldar, el otro trabajador empezará a pulir el cordón, de tal forma, no se pierde tiempo y se combinan estas dos operaciones en una sola.
- Los trabajadores deberán estar capacitados en estándares de calidad en función de cada producto, para que ellos mismo realicen un control de calidad al producto que estén realizando. En la actividad enhebrado de máquina, hay que parar la misma para hacer un control de calidad al primer perfil saliente de la máquina; esto ya no será necesario ya que el asistente encargado de la acumulación de perfil será el responsable de hacer control de calidad de forma rápida y concisa. Se elimina la inspección de perfil porque ya no hará parar la máquina.
- En el espacio donde se receptan los perfiles para acumularlos, implementar una señal que indique que se ha completado el número de perfiles que conforman un paquete. Así se elimina la verificación de la cantidad de perfiles de un paquete.
- Dentro del estudio se analizó la posibilidad de mejorar radicalmente una de las actividades del proceso sin que este se vea afectado y que por el contrario, se reduzca la interrupción del proceso. En tal virtud, se plantea la fabricación de otro espacio de acumulación de perfiles con el objetivo de que, en el momento de enzunchar el paquete no se tenga que parar la máquina. Cuando se llene el primer espacio de acumulación de perfiles, se empieza con el otro espacio, el operador encargado de la máquina será quien enzuncha el primer paquete acumulado y así sucesivamente. Con esta medida, el operador y la máquina

trabajarán más aumentado su utilización. El diseño de este espacio es muy sencillo, no consume tiempo, ni es costoso, simplemente se lo hará con materiales de segunda y en el momento indicado.

3.4.1.2. Estandarización del proceso

En este punto se hará uso de la técnica del estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de atribuir los tiempos y ritmos correspondientes a los elementos del proceso de producción de perfiles propuestos.

Parámetros y condiciones para aplicar la técnica de estudio de tiempos y movimientos

Equipo

- Cronometro acumulativo
- Diseño de un formato de registro de tiempos de acuerdo a las necesidades.
- Plantilla de ayuda para facilitar las observaciones

Posición del observador

- De pie, no sentado, para demostrar respeto y confianza ante el trabajador.
- Hay que ubicarse a una distancia moderada del operario, de tal forma que no se lo distraiga ni se lo obstaculice. Brindarle confianza y tranquilidad al trabajador.
- Tener perspicacia en el trabajo.

Selección de trabajadores

- Es importante seleccionar los trabajadores y prepararlos. El trabajador que estará sometido al estudio tendrá que ser el más calificado de todos, en donde éste tiene que tener la experiencia y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo.
- Explicar a los trabajadores la finalidad del estudio para generar confianza y que presten toda su predisposición de ayudar.
- Es sustancial lograr que los trabajadores efectúen sus actividades a un ritmo de trabajo normal para coadyuvar en estándares objetivos.
- Evitar rotación de personal.

Obtener y registrar la información

Obtener datos relevantes del estudio:

- Fecha del estudio
- Nombre del analista
- Nombre de los trabajadores sujetos al estudio
- Nombre del producto
- Hora de inicio del estudio
- Hora de finalización del estudio
- Nombre de la maquina
- Observaciones

Comprobación del método

Se trabajará con el método propuesto donde se combinaron y eliminaron elementos.

Descomponer las actividades en elementos

Los elementos descompuestos serán los del método propuesto.

Determinación del tamaño de la muestra

Se toman 10 o más tiempos iniciales y se aplica la siguiente formula:

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

Esta fórmula asegura un nivel de confianza del 95,5% y un margen de error del $\pm 5\%$.

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- n' = número de observaciones iniciales
- x = valor de las observaciones

CUADRO No. 39
ACTIVIDADES DEL PROCESO PROPUESTO

Nº de actividades	Descripción detalla del elemento
1	<u>Montar rollo;</u> montar rollo al portarrollo y ajustar el mismo
2	<u>Desprender fleje;</u> buscar el punto del fleje que está soldado asi mismo y desprender fleje.
3	<u>Unir colas de flejes;</u> soldar y pulir
4	<u>Enhebrado de máquina;</u> operar máquina manual y automáticamente

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Cálculo del tamaño de la muestra

CUADRO No. 40
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA CADA ACTIVIDAD

Nombre del proceso		Nombre del prodcuto:	Material:	Orden:	Fecha:	Hora de inicio:		Hora de finalización:		Número de página:					
Fabricación de perfil		G 80x40x15x6000	Grado A 36	ND	17/10/2016	9:30		12:30		1					
Número del estudio:		Máquina:	Dotación	Tipo de cronometraje:	Elaborado por:		Aprobado por:								
1		Yoder 2	2	Acumulativo	Vuelta a cero		Mario Huila Q.		Supervisor de operaciones						
N° de act.		Descripción detalla del elemento	Trabajadores	V	Tiempos observados										Tm
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
1		Montar rollo; montar rollo al portarrollo y	Asistente		2,10	2,22	2,35	1,74	1,92	2,06	2,12	2,18	2,08	1,93	10
2		buscar el punto del fleje que está soldado así mismo y desprender	Asistente/operador		0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	9
3		Unir colas de flejes; soldar y pulir	Asistente/operador		2,05	1,85	1,78	2,11	1,93	2,00	2,04	1,81	1,94	2,00	5
4		Enhebrado de máquina; operar	Operador		2,08	2,01	1,98	2,01	1,95	2,04	2,08	1,96	1,94	2,08	1

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

En el **cuadro No. 40** se calculó el tamaño de la muestra por cada actividad, lo que significa que ese valor calculado servirá como nuevas observaciones, o sea, hay que añadirles la cantidad de observaciones que salió en el tamaño de la muestra referente a dicha actividad. Por ejemplo, si en la primera actividad inicialmente se realizaron diez, el tamaño de la muestra hace

indicar, que hay que realizar diez observaciones más. El objetivo de este método es obtener un nivel de confianza del 95% para garantizar la aleatoriedad de los tiempos y un margen de error del 5%.

Inclusión de tiempos nuevos por cada actividad conforme al tamaño de la muestra

CUADRO No. 41
INCLUSIÓN DE TIEMPOS NUEVOS

ESTUDIO DE TIEMPOS																												
Nombre del proceso		Nombre del producto:		Material:	Fecha:		Hora de inicio:		Hora de finalización:					Número de página:				Area:										
Fabricación de perfil		G 80x40x15x6000x3		Grado A 36	18/10/2016		9:30		12:30					1				Producción										
Número del estudio:		Máquina:	Dotación	Tipo de cronometraje:		Elaborado por:		Aprobado por:		Orden:					ND													
2		Yoder 2	2	Acumulativo	Vuelta a cero		Mario Huila Q.		Supervisor de operaciones																			
N° de act.		Descripción detallada del elemento		Trabajadores		V		Tiempos observados																T _o				
1		<u>Montar rollo:</u> montar rollo al portarrollo y ajustar el mismo		Asistente				2,10	2,22	2,35	1,74	1,92	2,06	2,12	2,18	2,08	1,93	2,24	1,97	2,08	2,01	1,91	2,24	2,09	2,14	1,93	2,07	2,07
2		<u>Desprender fleje:</u> buscar el punto del fleje que está soldado así mismo y desprender fleje.		Asistente/operador				0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,12	0,06	0,08	0,09	0,12	0,14	0,08	0,09	0,11		0,09
3		<u>Unir colas de flejes:</u> soldar y pulir		Asistente/operador				2,05	1,85	1,78	2,11	1,93	2,00	2,04	1,81	1,94	2,00	2,33	1,98	2,14	2,55	1,88					2,03	
4		<u>Enhebrado de máquina:</u> operar máquina manual y automáticamente		Operador				2,08	2,01	1,98	2,01	1,95	2,04	2,08	1,96	1,94	2,08	2,21									2,03	

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

El **cuadro No. 41**, muestra la inclusión de nuevos tiempos por cada actividad. La cantidad de tiempos nuevos observados por cada actividad la proporcionó el tamaño de la muestra como ya lo hemos planteado anteriormente. También se calculó el promedio de tiempos observados.

Valoración del ritmo de trabajo (tiempo básico)

En este punto, básicamente se califica el ritmo de trabajo del trabajador según la experiencia del analista, pero para tener una calificación objetiva se hará uso de una tabla de la norma británica. **Ver anexo No. 11**

El cálculo para el tiempo básico es el siguiente:

$$\text{Tiempo básico} = \bar{T}_o \times \frac{V}{100}$$

$\bar{T}_o$ = promedio del tiempo observado

V = valoración del ritmo de trabajo

CUADRO No. 42
CÁLCULO DEL TIEMPO BÁSICO

N° de actividad.	Descripción detalla del elemento	Trabajadores	V	$\bar{T}_o$ (min)	TB (min)
1	Montar rollo; montar rollo al portarrollo y ajustar el mismo	Asistente	80	2,07	1,66
2	Desprender fleje; buscar el punto del fleje que está soldado así mismo y desprender fleje.	Asistente/operador	95	0,09	0,09

3	<u>Unir colas de flejes;</u> soldar y pulir	Asistente/operador	95	2,03	1,92
4	<u>Enhebrado de máquina;</u> operar máquina manual y automáticamente	Operador	80	2,03	1,62

Fuente: Planta de Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Inclusión de suplementos (tiempo estándar)

Los suplementos son importantes porque son compensaciones que se le agregan a la tarea para moderar los tiempos estándar. Para la aplicación de los suplementos se utilizará el sistema de suplementos por descanso. Ver **anexo No. 12**.

El tiempo estándar se la calcula de la siguiente forma:

$$TE=(TB \times \sum (\text{supl}))+TB$$

CUADRO No. 43
SUPLEMENTOS PRIMERA ACTIVIDAD

SUPLEMENTOS PRIMERA ACTIVIDAD			
N° de actividad.	Descripción detallada del elemento	Suplemento	Factor %
1	<u>Montar rollo;</u> montar rollo al portarrollo y ajustar el mismo	Suplemento personal	5
		Suplemento por fatiga básica	4
		Suplemento por estar de pie	2
		Uso de fuerza	1
TOTAL			12

Fuente: sistema de suplementos por descanso

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 44
SUPLEMENTOS SEGUNDA ACTIVIDAD

Nº de actividad.	Descripción detallada del elemento	Suplemento	Factor %
2	<u>Desprender fleje:</u> buscar el punto del fleje que está soldado así mismo y desprender fleje.	Suplemento personal	5
		Suplemento por fatiga básica	4
		Suplemento por estar de pie	2
TOTAL			11

Fuente: sistema de suplementos por descanso

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 45
SUPLEMENTOS TERCERA ACTIVIDAD

Nº de actividad.	Descripción detallada del elemento	Suplemento	Factor %
3	<u>Unir colas de flejes;</u> soldar y pulir	Suplemento personal	5
		Suplemento por fatiga básica	4
		Suplemento por estar de pie	2
TOTAL			11

Fuente: sistema de suplementos por descanso

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 46
SUPLEMENTOS CUARTA ACTIVIDAD

N° de actividad.	Descripción detallada del elemento	Suplemento	Factor %
4	<u>Enhebrado de máquina;</u> operar máquina manual y automáticamente	Suplemento personal	5
		Suplemento por fatiga básica	4
		Suplemento por estar de pie	2
TOTAL			11

Fuente: sistema de suplementos por descanso

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Cálculo del tiempo estándar

Ya definidas las variables que componen la fórmula del tiempo estándar procedemos a calcular el mismo.

CUADRO No. 47
ESTANDARIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

N° de actividad.	Descripción detalla del elemento	TB (min)	SUPL %	TIEMPO ESTANDAR (min)
1	<u>Montar rollo;</u> montar rollo de fleje al portarrollo y ajustar el mismo	1,66	0,12	1,85
2	<u>Desprender fleje;</u> buscar el punto del fleje que está soldado así mismo y desprender fleje.	0,09	0,11	0,10
3	<u>Unir colas de flejes;</u> soldar y pulir	1,92	0,11	2,14
4	<u>Enhebrado de máquina;</u> operar máquina manual y automáticamente	1,62	0,11	1,80

Fuente: Análisis de datos

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

En el **cuadro No 47**, se muestran los tiempos estándar para cada actividad.

Para la actividad uno se debe emplear un tiempo de 1,85 minutos, para la actividad dos un tiempo de 0.10 minutos, la actividad tres se debe cumplirse en 2,14 minutos y la actividad 4 se la desarrollará en un tiempo de 1,80 minutos.

3.4.1.3 Diagramas propuestos

A continuación se desarrollaran el cursograma sinóptico y analítico propuesto del proceso. También se diagramará la relación del hombre y la máquina propuestas para determinar la utilización del recurso humano y físico, el tiempo ciclo y el estándar de producción; y consecuentemente se propondrá el nivel de productividad, indicador con el cual, el proceso de fabricación de perfiles deberá trabajar con el método propuesto.

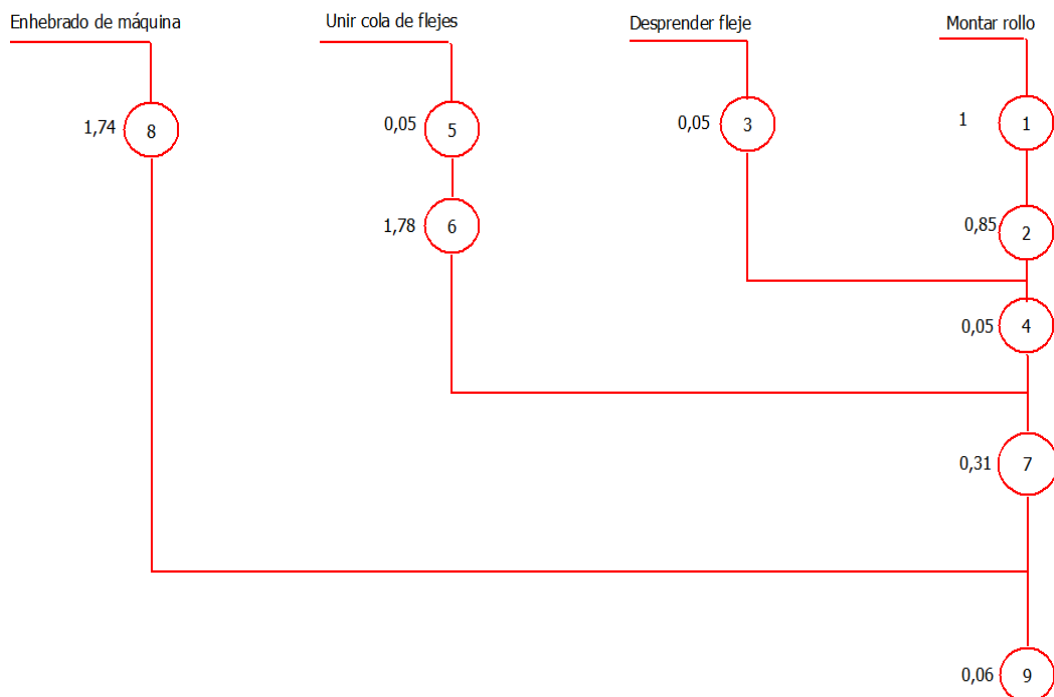
CUADRO No. 48
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES CURSOGRAMA SINÓPTICO
DEL MÉTODO PROPUESTO

Actividad	Descripción de la operación	Máquina Yoder
Operaciones requeridas en montar rollo		1,85
Operación 1	montar rollo de fleje al portarrollos	1
Operación 2	Ajustar el portarrollos	0,85
Operaciones requeridas en desprender fleje		0,10
Operación 3	buscar la punto del rollo de fleje que está soldada así mismo	0,05
Operación 4	desprender fleje	0,05
Operaciones requeridas en unir colas de flejes		2,14
Operación 5	acercar la cola del fleje desprendida a la cola del fleje de rollo procesado	0,05
Operación 6	Unir las dos colas por medio de soldadura	1,78
Operación 7	Limar el cordón de soldadura con la pulidora	0,31
Operaciones requeridas en enhebrado de máquina		1,80
Operación 8	operar máquina manualmente para verificar el primer perfil	1,74
Operación 9	operar máquina para que funcione automáticamente	0,06
Total general		7,19

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

FIGURA No. 10
CURSOGRAMA SINÓPTICO MÉTODO PROPUESTO



Fuente: Método propuesto
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 49
CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO MONTAR ROLLO

CURSOGRAMA ANALÍTICO MONTAR ROLLO										
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	25/10/2016				
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)	Area	Planta de producción				
 Operaciones	3	5,52	2	1,85	Producto	Correa 80x40x15x3				
 Transporte	1	0,25	-	-	Tarea	Montar rollo				
 Inspección	1	0,07	-	-	# Operario	2				
 Esperas	-	1,2	-	-	Material	Acero A 36				
 Almacenamiento	-	-	-	-	El diagrama empieza:	Montar rollo				
Total	5	7,04	2	1,85	El diagrama termina:	Ajustar el portarrollos				
Distancia recorrida (mts)	2		-		Diagramado	Mario Huila Quiñónez				
Descripción			Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observación
										
Montar rollo de fleje al portarollo			-	1,00						
Ajustar el portarollo			-	0.85						

Fuente: Método propuesto
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 50
CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO DESPRENDER FLEJE

CURSOGRAMA ANALÍTICO DESPRENDER FLEJE										
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	26/10/2016				
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)	Area	Planta de producción				
○ Operaciones	3	1,36	2	0,10	Producto	Correa 80x40x15x3				
⇒ Transporte	2	0,10	-	-	Tarea	Desprender fleje				
□ Inspección	-	-	-	-	# Operario	2				
D Esperas	-	-	-	-	Material	Acero A 36				
▽ Almacenamiento	-	-	-	-	El diagrama empieza:	Buscar la punto del rollo de fleje que está solada así mismo				
Total	5	1,46	-	-	El diagrama termina:	Desprender fleje				
Distancia recorrida (mts)	3		-		Diagramado	Mario Huila Quiñónez				
Descripción			Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos			Observación		
					○	⇒	□		D	▽
Buscar la punto del rollo de fleje que está			-	0,05	●					
Desprender fleje			-	0,05	●					

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 51
CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO UNIR COLA DE FLEJES

CURSOGRAMA ANALÍTICO UNIR COLAS DE FLEJES										
Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	27/10/2016				
	Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)	Area	Planta de producción				
○ Operaciones	4	5,24	4	2,14	Producto	Correa 80x40x15x3				
⇒ Transporte	2	0,26	-	-	Tarea	Montar rollo				
□ Inspección	1	0,16	-	-	# Operario	2				
D Esperas	-	-	-	-	Material	Acero A 36				
▽ Almacenamiento	-	-	-	-	El diagrama empieza:	acercar la cola del fleje desprendida a la cola del fleje de rollo procesado				
Total	7	5,66	-	-	El diagrama termina:	Limar el cordón de soldadura				
Distancia recorrida (mts)	-		-		Diagramado	Mario Huila Quiñónez				
Descripción			Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos			Observación		
					○	⇒	□		D	▽
acercar la cola del fleje desprendida a la cola del fleje de rollo procesado			-	0,05	●					
Coger la pinza de soldar			-	0,04	●					
Unir las dos colas por medio de soldadura			-	1,74	●					
Limar el cordón de soldadura con la pulidora			-	0,31	●					

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

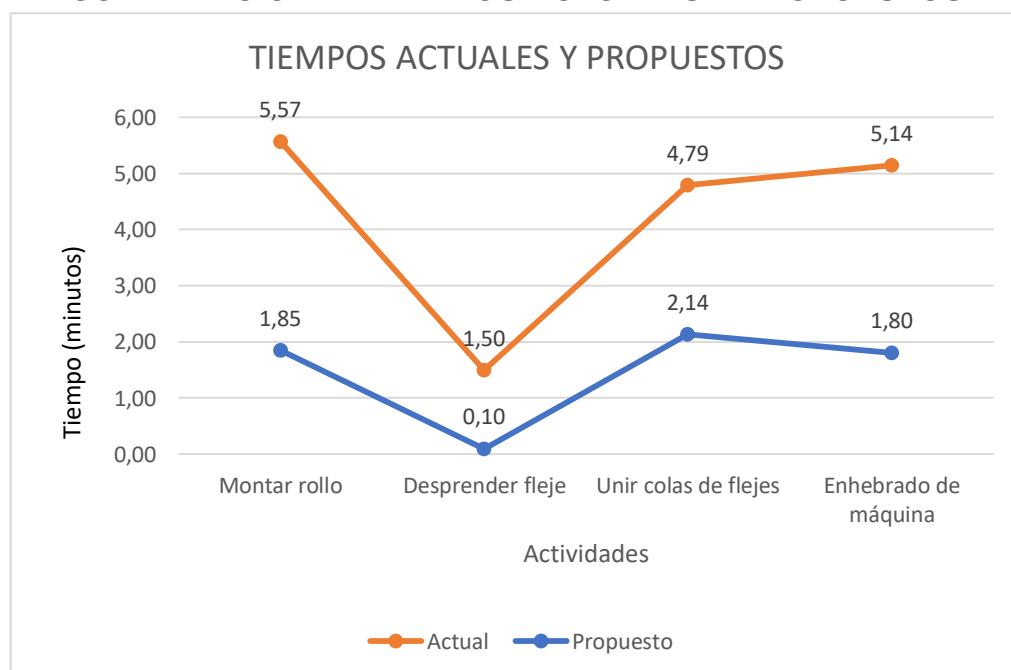
CUADRO No. 52
CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO ENHEBRADO DE
MÁQUINA

CURSOGRAMA ANALÍTICO ENHEBRADO DE MÁQUINA											
	Resumen	Actual		Propuesto		Fecha	28/10/2016				
		Cant.	Tiempo (min)	Cant.	Tiempo (min)	Area	Planta de producción				
	Operaciones	2	1,23	2	1,80	Producto	Correa 80x40x15x3				
	Transporte	-	-			Tarea	Enhebrado de máquina				
	Inspección	-	1,68			# Operario	2				
	Esperas	-	-			Material	Acero A 36				
	Almacenamiento	-	-			El diagrama empieza:	Operar máquina manualmente				
	Total	2	2,91			El diagrama termina:	operar máquina para que funcione automáticamente				
	Distancia recorrida (mts)	-		-		Diagramado por:	Mario Huila Quiñónez				
Descripción				Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos		Observación			
											
Operar máquina manualmente				-	1,74						
Operar máquina para que funcione automáticamente				-	0,06						

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

GRÁFICO No. 6
COMPARACIÓN DE TIEMPOS ACTUALES Y PROPUESTOS



Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Como se puede apreciar en el **grafico No. 6**, los tiempos propuestos de las actividades principales del proceso de fabricación de perfiles se han reducido significativamente. Lo que permite un aumento de la productividad.

A continuación el diagrama hombre – máquina con los tiempos propuestos para cada línea

CUADRO No. 53
DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA PROPUESTO LÍNEA 1

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA LINEA 1									
Proceso		Conformación del perfil				Fecha:			
Máquina:		Yoder 1				Realizado por:		Mario Huila Q.	
Area:		Proudcción				Aprobado por:		Dpto. Producción	
Operario 1		Asistente 1		Asistente 2		Tiempo (minutos)	Máquina		
T. ocio		Montaje de rollo		Montaje de rollo		1	T. muerto		
						2			
						3			
						4			
						5			
Enhebrado		T. ocio		T. ocio		6	T. espera		
						7			
T. ocio		Conformación de perfiles		Conformación de perfiles		8	Conformación de perfiles		
						9			
						10			
						11			
						12			
						13			
						14			
						15			
						16			
						17			
						18			
						19			
						20			
						21			
						22			
						23			
						24			
						25			
						26			
Enzun. Paquete.						27			
						28			
						29			
						30			
T. ocio						31			
						32			

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 54
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA PROPUESTO LINEA 1

Resumen	Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Tiempo de ocio (min)			Utilización (%)			Producción propuesta (unidades)	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aum.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	44	32	12	3	6	-3	41	27	14	7%	19%	12%	4,00	239,8
Asistente 1	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Asistente 2	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Máquina	44	32	12	26	26	0	15	5	10	59%	81%	22%		

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 55
DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA PROPUESTO LÍNEA 2

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA LINEA 2						
Proceso		Conformación del perfil			Fecha:	
Máquina:		Yoder 2			Realizado por:	
Area:		Proudcción			Aprobado por:	
					Mario Huila Q.	
					Dpto. Producción	
Operario 1		Asistente 1		Tiempo (minutos)	Máquina	
T. ocio		Montaje de rollo		1	T. muerto	
				2		
				3		
				4		
Enhebrado		T. ocio		5	T. espera	
				6		
				7		
				8		
T. ocio		Conformación de perfiles		9	Conformación de perfiles	
				10		
				11		
				12		
				13		
				14		
				15		
				16		
				17		
				18		
				19		
				20		
				21		
				22		
				23		
				24		
Enzun. Paquete.				25		
				26		
				27		
				28		
T. ocio				29		
				30		
				31		
				32		

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 56
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA PROPUESTO LINEA 2

Resumen	Tiempo de ciclo			Acción (min)			Tiempo de ocio			Utilización (%)			Producción propuesta	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aum.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	44	32	12	3	6	-3	41	27	14	7%	19%	12%	5,65	339,2
Asistente 1	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Asistente 2	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Máquina	44	32	12	26	26	0	15	5	10	59%	81%	22%		

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 57
DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA PROPUESTO LÍNEA 3

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA LINEA 2						
Proceso Conformación del perfil			Fecha:			
Máquina: Yoder 2			Realizado por: Mario Huila Q.			
Area: Proudcción			Aprobado por: Dpto. Producción			
Operario 1		Asistente 1		Tiempo (minutos)	Máquina	
T. ocio		Montaje de rollo		1	T. muerto	
				2		
				3		
				4		
				5		
Enhebrado		T. ocio		6	T. espera	
				7		
				8		
				9		
				10		
				11		
				12		
				13		
				14		
				15		
				16		
				17		
				18		
				19		
				20		
				21		
				22		
				23		
				24		
				25		
				26		
				27		
Enzun. Paquete.				28		
				29		
				30		
				31		
T. ocio				32		

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 58
RESUMEN DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA PROPUESTO LINEA 3

Resumen	Tiempo de ciclo			Acción (min)			Tiempo de ocio			Utilización (%)			Producción propuesta	
	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aho.	Ac.	Prp.	Aum.	Piezas/min	Piezas/hora
Operador 1	44	32	12	3	6	-3	41	27	14	7%	19%	12%	5,65	339,2
Asistente 1	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Asistente 2	44	32	12	41	30	11	3	2	1	93%	94%	1%		
Máquina	44	32	12	26	26	0	15	5	10	59%	81%	22%		

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Después de obtener los tiempos estándar por cada actividad y la producción de acuerdo a los mismos, se calcula la productividad por cada línea productiva.

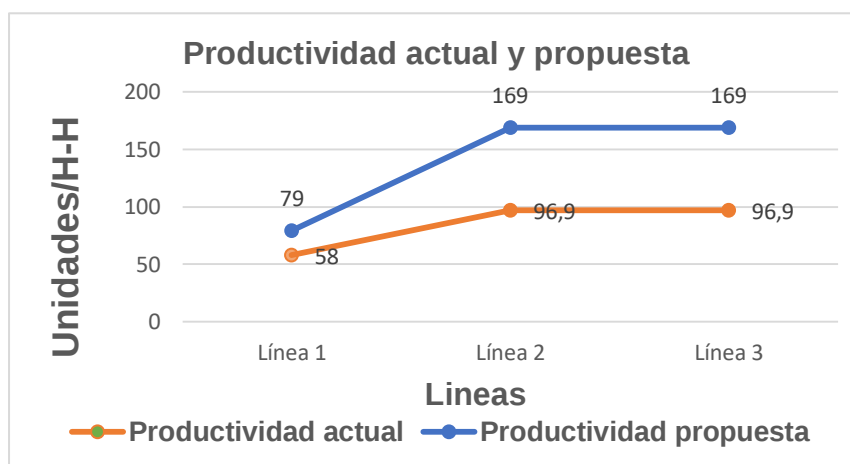
CUADRO No. 59
PRODUCTIVIDAD PROPUESTA DE LAS LINEAS PERFILADORAS

PRODUCTIVIDAD DE LAS LINEAS PERFILADORAS			
Líneas	Producción (unid/Hora)	Dotación	Productividad (unid/H-H)
Línea 1	239,8	3	79
Línea 2	339,2	2	169
Línea 3	339,2	2	169

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

GRÁFICO No. 7
COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y PROPUESTA



Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

El **gráfico No 7**, muestra la productividad actual y propuesta por cada línea, donde la primera aumentó a 70 unidades/H-H, la segunda línea aumentó a 169 unidades/H-H y la tercera línea también a 169 unidades/H-H.

3.4.1.4. Análisis de la propuesta

La propuesta desarrollada en el presente estudio ha planteado la solución al problema, donde evidentemente los resultados han sido totalmente favorables para la fabricación de perfiles, que cuyos efectos de

implementación serán los altos niveles de productividad. En función a la propuesta se puede prescindir de las decisiones que actualmente se toman para evadir eventualmente el problema, los cuales son los altos tiempos improductivos.

Decisiones que se pueden tomar en función método propuesto

CUADRO No. 60
DECISIÓN 1

Decisión
Con el alto nivel de productividad aplicando el método propuesto, se podrá cumplir con la demanda en un menor tiempo, por lo tanto, se puede prescindir de las horas extras y de turnos rotativos.
Efecto
• Se reducirían los costos por mano de obra y servicios básicos. • No se forzaría a las maquinarias a trabajar en exceso, así, sus elementos y partes que las componen no se gastarían rápidamente evitando fallos en la maquinaria. • Se precautelaría la salud ocupacional del trabajador, brindándole un descanso adecuado.

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 61
DECISIÓN 2

Decisión
Con la optimización de los tiempos, se puede realizar una eficiente planificación de gestión de la calidad, en donde se debería desarrollar un plan de capacitación periódica al trabajador para garantizar la mano de obra y el proceso.
Efecto
• El trabajador estará capacitado para realizar trabajos de mantenimiento operativos básicos como reparación de pequeñas averías, ajustes y aplicación de parámetros correctamente; y vigilancia de los mismos. • Se ahorraría tiempo eliminando la operación de llamar al supervisor de mantenimiento. • Se mantendría el flujo constante del proceso con la reducción de daños mecánicos.

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

CUADRO No. 62
DECISIÓN 3

Decisión
Con los estándares de producción se logra mantener un nivel base de rendimiento, con esto se puede fijar un sistema de incentivos para el trabajador, en donde si éste, produce más de lo normal, se le retribuirá con un incentivo económico.
Efecto
• Los niveles de producción aumentarían significativamente. • El trabajador laboraría motivado y optimista. • Se crearía un ambiente laboral armonioso y tolerante.

Fuente: Método propuesto

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

3.4.1.5. Costo de solución

Uno de los objetivos principales de la ingeniería industrial es lograr el máximo rendimiento de los procesos, haciendo uso de los recursos de la organización de forma eficiente, con la finalidad de reducir costos al mínimo posible. Es por ello que se aplicó una de sus herramientas para optimizar el proceso de fabricación de perfiles, procurando la no intervención de inversión económica elevada. Se planteó una propuesta aprovechando los propios recursos de la organización estableciendo estrategias de optimización de mano de obra, tiempos y por consecuente costos.

CUADRO No. 63
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

DESCRIPCIÓN	COSTO
Contratación de especialista para la introducción del método propuesto.	\$1.150,00
Capacitación del método propuesto	\$ 219,30
Capacitación de soldadura.	\$2.411,00
Capacitación de estándares de calidad de productos de perfiles.	\$ 109,65
Contratación de personal para la construcción de nuevos espacios para el almacenamiento previo de paquetes de perfiles.	\$ 73,20
Otros gastos.	\$ 156,00
TOTAL	\$4.119,15

Fuente: Cotización de la propuesta

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

Al realizar el análisis del costo, previamente se percibe que es de gran factibilidad la inversión que se efectuará para la implementación de la propuesta. El costo de inversión asciende a los **\$4.119,15**, mientras que el costo por el problema actual de la empresa es de **\$24.646,68** anuales.

3.5. Evaluación económica y financiera

Se realizará una evaluación económica técnica con indicadores financieros para determinar si la inversión es factible.

3.5.1. Plan de inversión y financiamiento

La inversión que se requiere para la implementación de la propuesta será proporcionada por la misma empresa Ferro Torre S.A, ya que cuenta con fondos suficientes para su propio financiamiento.

3.5.2. Evaluación financiera (Coeficiente beneficio/costo, TIR, VAN, Periodo de recuperación del capital)

3.5.2.1. Relación beneficio/costo

El ahorro que se pretende obtener de acuerdo a la implementación de la propuesta es del 78% del total de los costos que producen los problemas en la empresa.

Costo de los problemas= **\$24.646,68**

% de solución= 78%

Ahorro= $\$24.646,68 \times 78\%$

$$\text{Ahorro} = \$19224,41$$

Después de calcular el ahorro en función al problema, se procede a calcular el beneficio neto de la siguiente manera:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Ahorro} - \text{Inversión total}$$

$$\text{Beneficio neto} = \$19224,41 - \$4.119,15$$

$$\text{Beneficio neto} = \$15.105,26$$

Con el valor del beneficio neto se podrá efectuar la relación beneficio/costo.

$$\frac{B}{C} = \frac{\$15.105,26}{\$4.119,15} = 3,66$$

El coeficiente de la relación beneficio – costo es de 3,66; valor que es mayor a 1, lo que significa que la propuesta a implementarse es factible.

3.6. Programación para puesta en marcha

El autor del proyecto deberá exponer el mismo a los directivos de la empresa Ferro Torre S.A para que ellos estén bien claros de lo que se pretende proponer.

Para la puesta en marcha de la propuesta, el proyecto deberá estar sujeto a un análisis técnico por parte de la directiva de la empresa para su respectiva aprobación. Por consiguiente, realizar una programación para la puesta en marcha de la propuesta. Esto se lo realizará conjuntamente con

los supervisores de producción y el gerente de operaciones.

3.6.1. Planificación y Cronograma de implementación

El desarrollo de la propuesta se lo puede implementar a inicios del año 2018, en los meses de menor demanda. Mediante un diagrama de Gantt en el software Microsoft Project se programará la puesta en marcha de la propuesta. Ver **anexo 13**.

3.7. Conclusiones y recomendaciones

3.7.1. Conclusiones

De acuerdo al estudio eficiente que se realizó en la empresa Ferro Torre S.A para encontrar los problemas que afectan la línea de producción de perfiles y plantear una propuesta eficaz para darle solución al caso, se formula las siguientes conclusiones:

- Ferro Torre S.A, en su sistema productivo de líneas perfiladoras no cuenta con métodos de trabajos sistemáticos de ingeniería, trabaja empíricamente y producto a ello, se genera un gran impacto económico desfavorable en sus utilidades, derivado de los tiempos improductivos.
- En la empresa Ferro Torre S.A los tiempos improductivos en su mayoría, son ocasionados por los propios elementos que intervienen dentro del proceso; en este caso, mediante observaciones y análisis se determinaron que, el método de trabajo y la maquinaria, son los factores que generan tiempos desmedidos; siendo así, 24,59 y 19,56 de horas improductivas al mes respectivamente, actuando la producción con una ineficiencia del 66% y cuyo declive

económico asciende a los \$24.646,68 anuales.

- Con la propuesta desarrollada se podrá optimizar el proceso, aumentará la productividad y ahorrará a la empresa Ferro Torre S.A, **\$15.105,26** anuales.

3.7.2. Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- La empresa Ferro Torre S.A debe implementar la propuesta que además de mejorar el problema en mención, tendría muchos beneficios.
- Después de la ejecución de la propuesta se debe realizar una evaluación y control periódico para evitar alguna desviación fortuita.
- Llevar a cabo un programa de concientización y cultura, donde se comprometan personal administrativo y de planta que estarán inmerso en este gran proyecto.

GLOSARIO DE TÉRMINO

Bobina: materia prima con varios espesores.

Enhebrado: configuración de la máquina.

Enzunchar: empaquetar un número determinado de perfiles.

Fleje: material proveniente de las bobinas de acero, el cual es utilizado para elaborar perfiles.

Hipótesis: presunción de un fenómeno.

Matricería: conjunto de rodillos para conformar el perfil.

Perfiladora: máquina que fabrica perfiles.

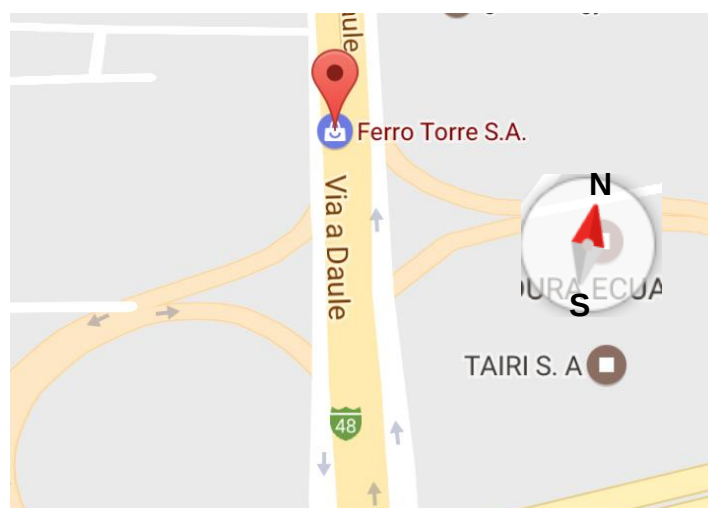
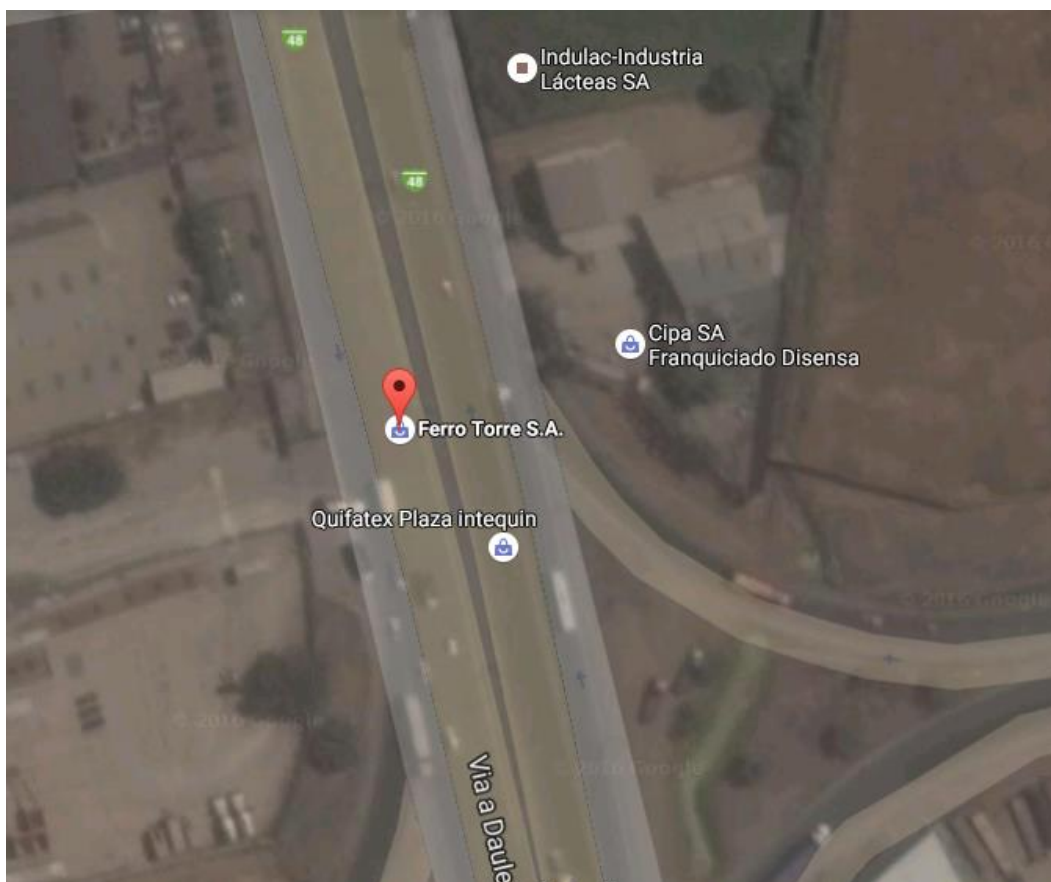
Productividad: relación de productos obtenidos con los recursos utilizados.

Puente grúa: equipo para transportar materiales pesados.

Slitter: máquina que corta las bobinas en rollos de fleje.

ANEXOS

ANEXO No 1 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA FERRO TORRE S.A



Fuente: Google Maps

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

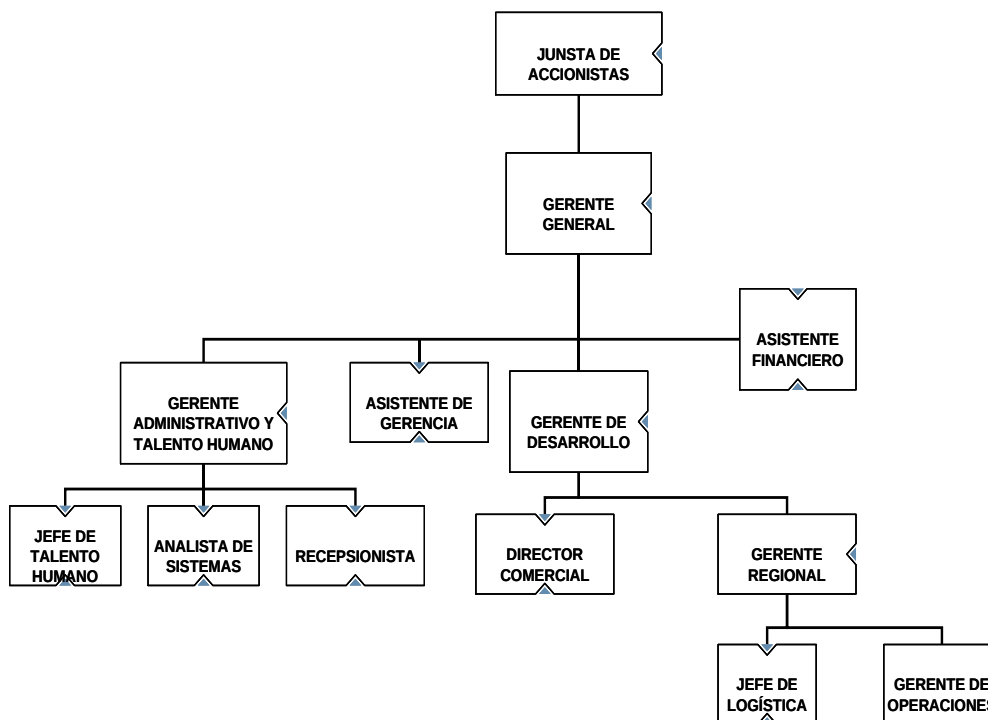
ANEXO No. 2 LOCALIZACIÓN DE LA OFICINA MATRIZ



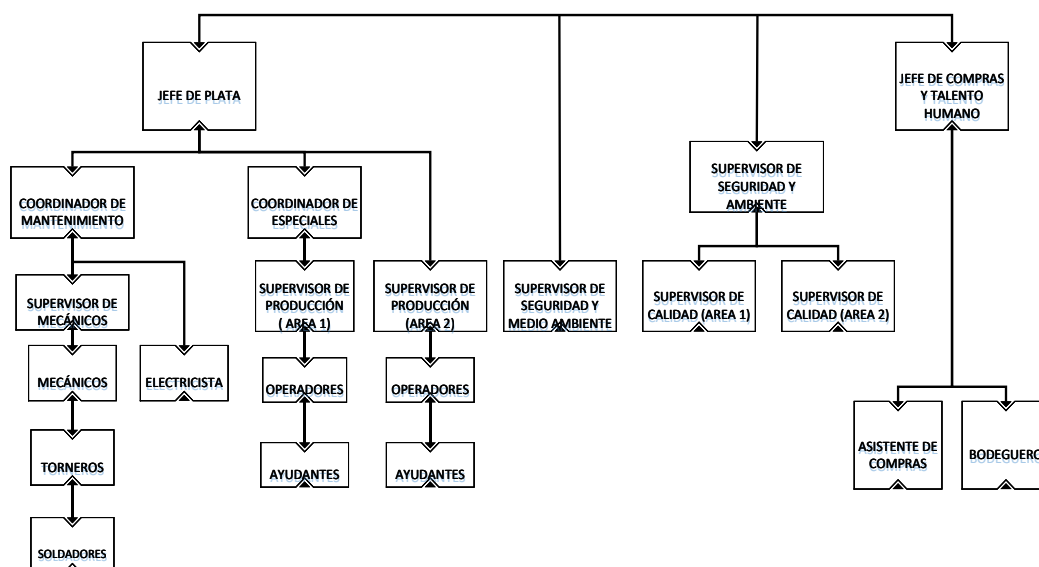
Fuente: Google Maps
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No 3 ORGANIGRAMA

DIRECTIVO



OPERATIVO



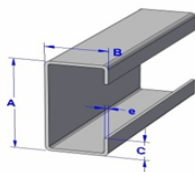
Fuente: Dto. de Gestión de la Calidad Ferro Torre S.A

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 4

PRODUCTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

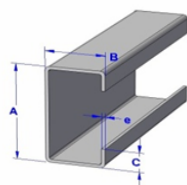
Correas



PERFIL G DOBLADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Entre 1.8 – 8 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: $A \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $C \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-G DOBL-2015-V3

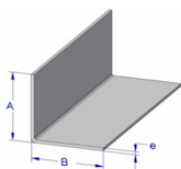


PERFIL G FORMADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Entre 1.5 – 4 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: $A \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $C \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-G FORM-2015-V3

Ángulos

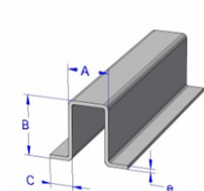


PERFIL L FORMADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Entre 2 – 4 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: $A \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-L FORM-2015-V3

Omega

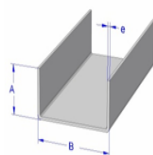


PERFIL OMEGA

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Hasta 2.0 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: $A \pm 1.5\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm}$; $C \pm 1.5\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-OMG-2015-V3

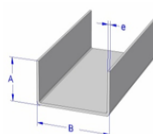
Canales



PERFIL C PLEGADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Entre 1.8-15 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias $A \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-U DOBL-2015-V3

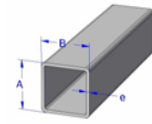


PERFIL C FORMADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 1623:2015
 Largo: 6m + 40mm
 Espesores: Entre 1.5-4.0 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias $A \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$; $B \pm 1.5\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$
 Radio ≤ 3 veces el espesor
 FT-U FORM-2015-V3

Tuberías

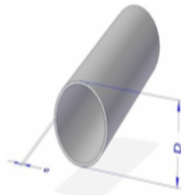


TUBO CUADRADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 2415:2013
 Largo: 6m + 13mm
 Espesores: Entre 1.5-6.0 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: A-B < 50.8 mm es $\pm 0.5\%$
 A-B ≥ 50.8 mm es $\pm 0.75\%$
 Radio ≤ 3 veces el espesor

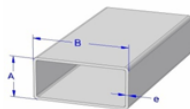
FT-TUB CUAD FORM-2014-V3



TUBO REDONDO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 2415:2013
 Largo: 6m + 13mm
 Espesores: Entre 2.0-3.0 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: D < 50.8 mm es $\pm 0.50\%$
 D ≥ 50.8 mm es $\pm 0.75\%$
 FT-TUB RED FORM-2015-V3



TUBO RECTANGULAR

ESPECIFICACIONES GENERALES

Fabricación: Según Norma NTE INEN 2415:2013
 Largo: 6m + 13mm
 Espesores: Entre 2.0-6.0 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132, ASTM A36 o A572 grado 50
 Tolerancias: A-B < 50.8 mm es $\pm 0.50\%$
 A-B ≥ 50.8 mm es $\pm 0.75\%$
 Radio ≤ 3 veces el espesor

FT-TUB RECT FORM-2014-V3

Fuente: Dto. de Producción Ferro Torre S.A
 Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO 5 PERFILADORA YODER 1



Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 6

PERFILADORA YODER 2



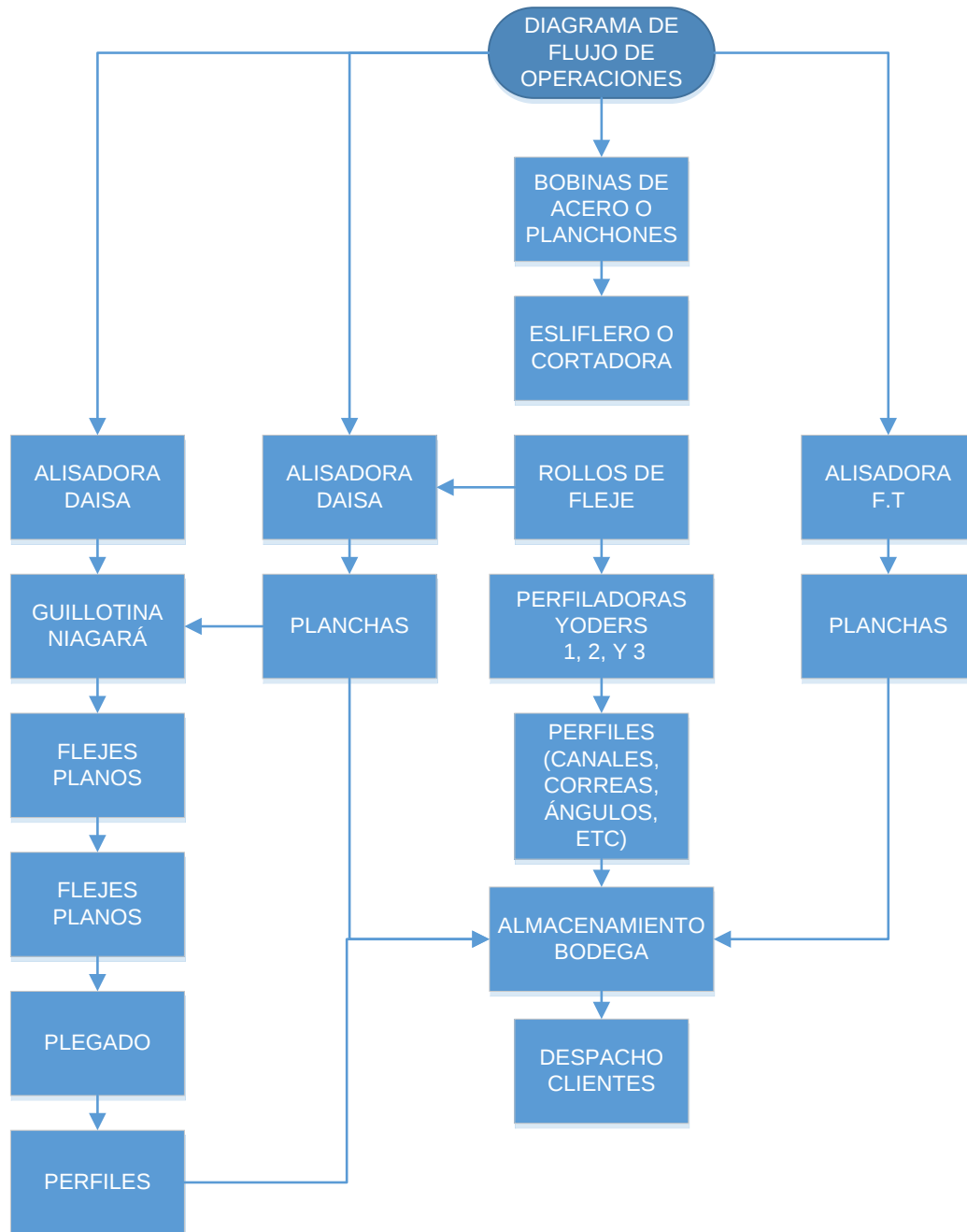
Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 7
PERFILADORA YODER 3



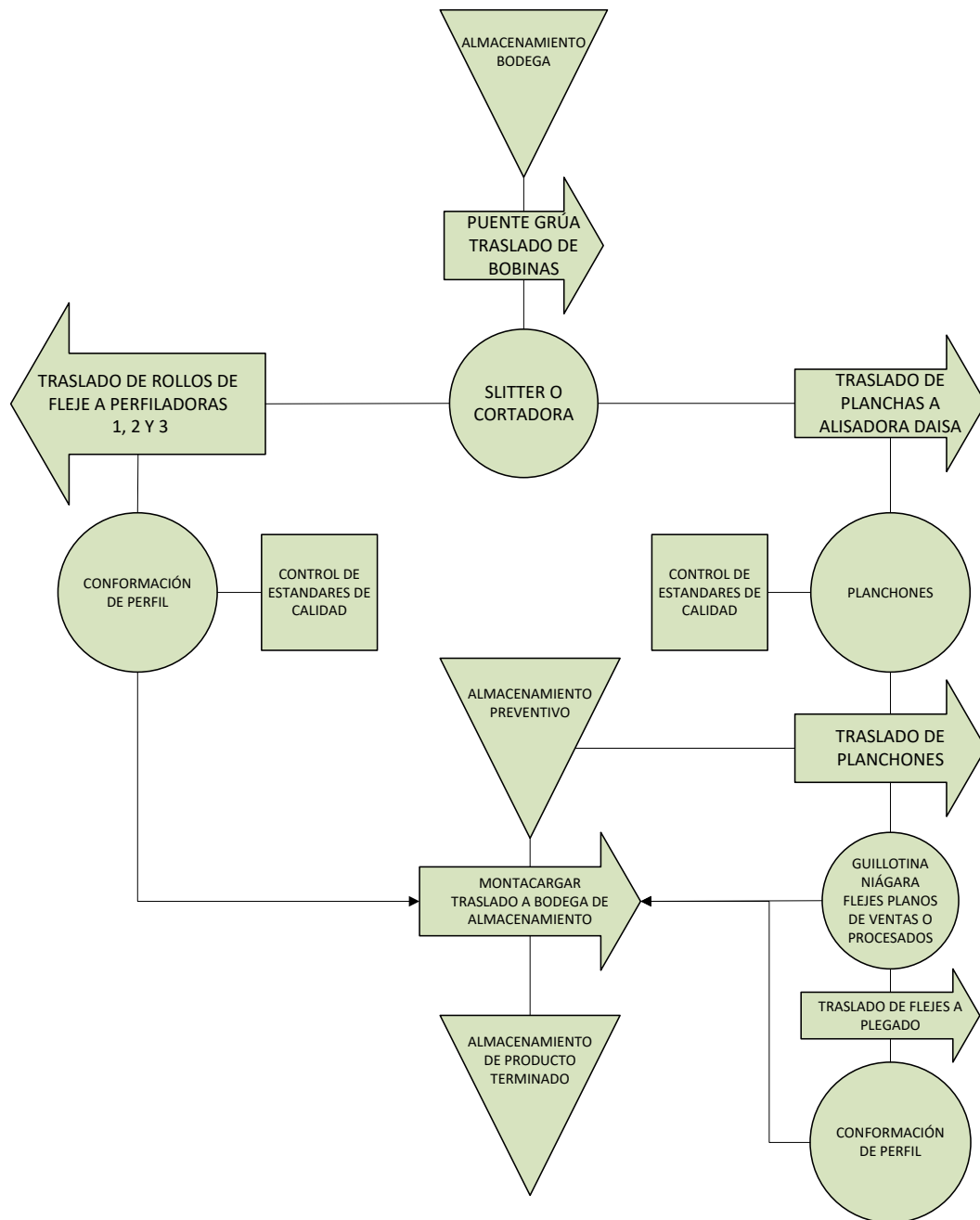
Fuente: Planta de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



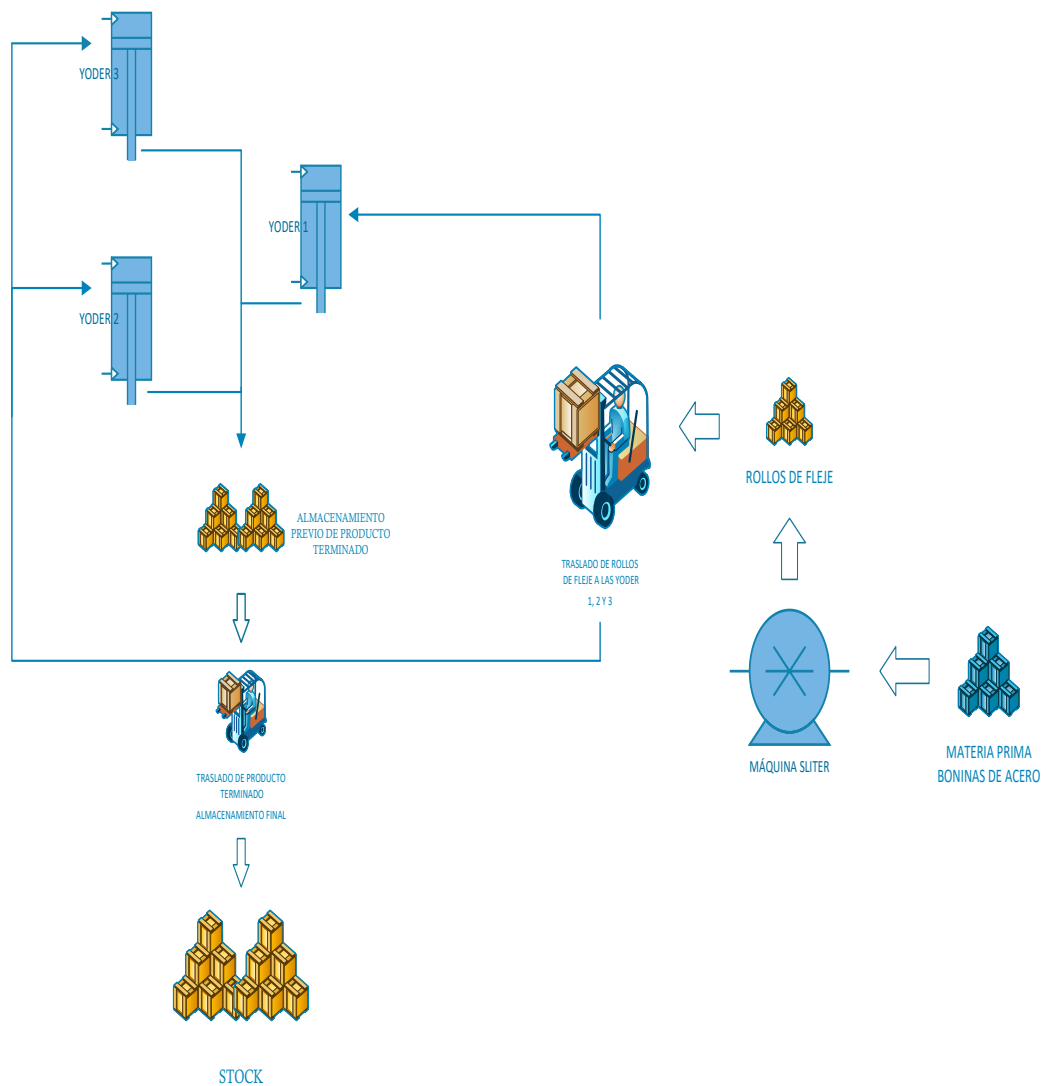
Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 9 DIAGRAMA DE OPERACIONES



Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 10 DIAGRAMA DE RECORRIDO



Fuente: Dto. de Producción de Ferro Torre S.A
Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO No. 11

ESCALA DEL RITMO DE TRABAJO

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h) ¹
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4 ²
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Fuente: <https://es.slideshare.net/LeynerYesid/medicion-del-trabajo-38562967>

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO 12

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

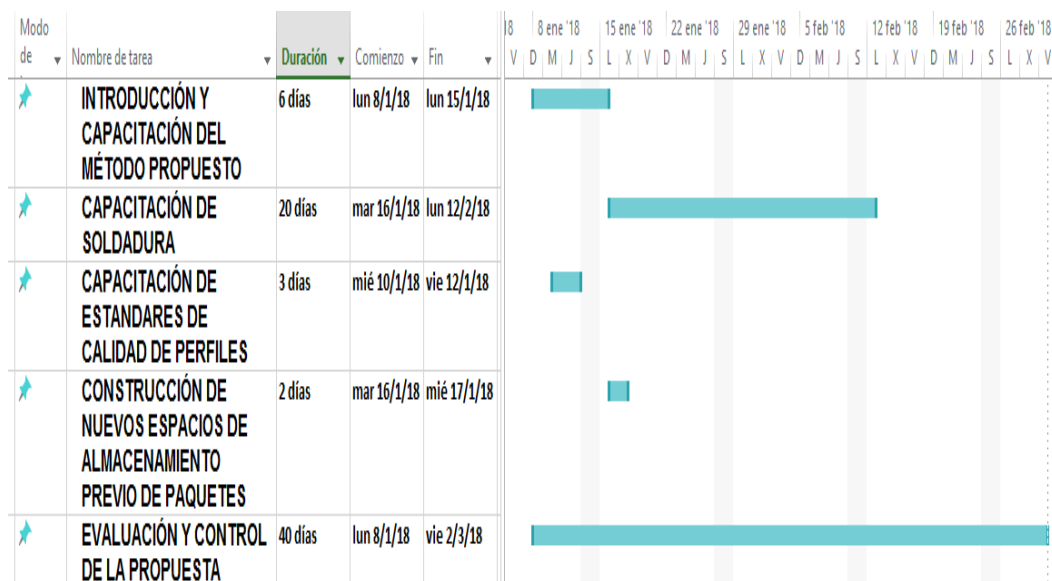
SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kala (milicalorías/cm ² /segundo)		
a) Trabajo de Pie			16		0
Trabajo de pie	2	4	14		0
			12		0
b) Postura anormal			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (inclinado)	2	3	6		21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5		31
			4		45
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3		64
			2		100
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión visual		
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y muy fuerte	7	7
22.5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20 (máx.)	Proceso algo complejo	1	1
30	17	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
33.5	22	-	Proceso muy complejo	8	8
d) Iluminación			i) Monotonía mental		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: https://issuu.com/bryansala/docs/sistema_de_suplementos_por_descanso1

Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

ANEXO 13

DIAGRAMA DE GANTT DE PUESTA EN MARCHA DE PROPUESTA



Elaborado por: Huila Quiñónez Mario

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, C. J. (2008). *Manual de tiempos y movimientos Ingeniería de métodos*. México: Limusa S.A.

Burgos, F. V. (1999). Ingeniería de Métodos. En F. B. Vivas, *Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad* (pág. 402). Valencia: Biblioteca Publica Central Manuel Feo La Cruz.

Caba Villalobos, N., Chamorro Altahona, O., & Fontalvo Herrera, T. J. (2011). *Gestión de la Producción y Operaciones*. Cooperación para la Gestipon del Conocimiento Asesores del 2000.

Criollo, R. G. (1977). *Estudio del trabajo*. New York: Mc Graw Hill Education.

FERRER, J. (13 de Septiembre de 2010). *Blogspot*. Obtenido de Conceptos básicos de Metodología de la Investigación: <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

Flores, M. (14 de Agosto de 2003). *ACADEMIA*. Obtenido de PDF: http://www.academia.edu/11670760/CAPITULO_II_Marco_teorico_2.1_Ingenier%C3%ADa_de_M%C3%A9todos

Heizer, J., & Render, B. (2004). *Administración de Operaciones*. Ciudad de México: Pearson Educación.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra: LimusMeyers, F. E., & Stephens, M. P. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Prearson Educación de México.

Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Prearson Educación de México.

Niebel , B. W., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México: Alfaomega.

R, A. S., S, G., & S, M. (s.f.). *Estudio de Tiempos y movimientos (medicipon del trabajo, estudio de movimientos)*.