

"DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE COSTEO DE PROYECTOS DE
MANUFACTURA APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR METALMECÁNICO
EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA"



PABLO LUIS DAZA OÑATE
YULIANA PAOLA FERREIRA PÉREZ
CLAUDIA MARCELA PÉREZ VILLAMIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL - INGENIERÍA MECÁNICA
BARRANQUILLA
2013

"DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE COSTEO DE PROYECTOS DE
MANUFACTURA APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR METALMECÁNICO
EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA"

PABLO LUIS DAZA OÑATE
YULIANA PAOLA FERREIRA PÉREZ
CLAUDIA MARCELA PÉREZ VILLAMIL

Proyecto de Grado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecánico - Ingeniero Industrial

DIRECTORES DEL PROYECTO

Msc. Luis Eduardo Ramírez Polo
Docente investigador

Msc. Fabio Andrés Bermejo Altamar
Docente investigador

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL - INGENIERÍA MECÁNICA
BARRANQUILLA
2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A DIOS por cuidarme, protegerme y acompañarme en cada uno de mis triunfos, dándome fuerzas en los momentos más difíciles.

A mis Padres, Ineva Oñate Bertiz y Pablo Daza López que siempre han luchado juntos por educarme, gracias por sus consejos, sus valores, su amor y por brindarme lo mejor para mi vida.

A mis compañeros Yuliana Ferreira y Claudia Pérez que se esforzaron en todo momento por brindar lo mejor de ellos para alcanzar este objetivo.

A mis familiares por desear lo mejor para mí y estar incluido en sus oraciones, muchas gracias abuelas Carmen Solano, Carmen Bertiz, Isolina López por el amor infinito que me han brindado y a todos los demás que se me hace imposible nombrarlos en tan poco espacio.

Pablo Daza.

Dedicatoria

A mi madre Myriam Pérez y a mi padre Germán Ferreira quienes con sus grandes esfuerzos me permitieron formarme como una gran persona y como profesional

A mi familia quienes me acompañaron durante mis momentos difíciles y me permitieron seguir adelante

A mis compañeros y grandes amigos con quienes cumplo este gran logro por su dedicación y entrega.

A mi novio Carlos Puello por su incondicional apoyo, sin tu ayuda nada de esto hubiese sido posible, ¡este triunfo también es tuyo!

A los ingenieros formadores que me permitieron crecer como profesional y persona a lo largo de toda mi carrera.

Yuliana Ferreira

Dedicatoria

A DIOS por guiarme y darme la fortaleza necesaria en los momentos en que más lo necesite durante mi carrera y a lo largo de la vida.

A mis Padres, Ernestina Villamil y Felipe Pérez que con su esfuerzo y dedicación han forjado a lo largo de estos años una persona de bien, con valores y virtudes que son fundamentales para mi proyecto de vida.

A los Ingenieros y tutores al frente de este proceso que con su dedicación y paciencia influyeron en la culminación con éxito de este proyecto.

A mis compañeros Yuliana Ferreira y Pablo Daza que siempre estuvieron a la altura de este reto y que gracias a su apoyo logramos este tan anhelado objetivo.

Claudia Pérez.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Universidad Autónoma del Caribe. Por formarnos como ingenieros dispuestos para servir a la sociedad y habernos facilitado las instalaciones incondicionalmente para la realización del proyecto.

Luis Ramírez, Ingeniero Investigador, por ser nuestro tutor y brindarnos siempre su apoyo sin condición para cumplir con nuestra meta.

Al equipo investigador que durante 3 periodos académicos aportaron de manera significativa información para la realización de este documento.

Claudia, Pablo y Yuliana

RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO (RAE)

TÍTULO: “DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE COSTEO DE PROYECTOS DE MANUFACTURA APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA”

TIPO DE DOCUMENTO: PROYECTO DE GRADO.

AUTORES: PABLO LUIS DAZA OÑATE

YULIANA PAOLA FERREIRA PÉREZ

CLAUDIA MARCELA PÉREZ VILLAMIL

LUGAR DE PRESENTACIÓN: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE.

PALABRAS CLAVES: METODOLOGÍA, COSTEO, PROYECTOS, PYME, SECTOR METALMECÁNICO, PROCESOS, TORNEADO, FRESADO, TALADRADO, SOLDADURA, OXICORTE.

TABLA DE CONTENIDO

1.	SELECCIÓN DE LA TEMÁTICA.....	16
1.1.	ÁREA DISCIPLINAR.....	16
1.2.	ÁREA TEMÁTICA.....	16
2.	INTRODUCCIÓN.....	17
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	18
3.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
3.2.	IMPACTO ESPERADO.....	20
3.3.	USUARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS POTENCIALES DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.4.	JUSTIFICACIÓN.....	21
3.5.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.5.1.	Objetivo General.....	21
3.5.2.	Objetivo Especifico.....	22
3.6.	ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO.....	22
3.7.	MARCOS DE REFERENCIA.....	27
3.7.1.	Marco Teórico.....	27
3.7.2.	Marco Conceptual.....	31
3.8.	METODOLOGÍA PROPUESTA.....	38
3.8.1.	Tipo de Estudio.....	38
3.8.2.	Metodología.....	38
3.9.	FUENTES Y TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	40
3.10.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.11.	RESULTADOS ESPERADOS.....	40
3.12.	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN.....	41
4.	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	42
4.1.	PRIMERA FASE (DIAGNÓSTICO).....	42
4.1.1.	Recolección de la Información.....	43
4.1.2.	Estudio de Métodos y Tiempos.....	44
4.1.3.	Análisis de la Situación Actual.....	57
4.1.4.	Estandarización de los Procesos.....	58

4.2.	SEGUNDA FASE (ANÁLISIS).....	65
4.2.1.	Realizar el análisis de cada proceso	65
4.2.2.	Determinar el Costo de los Materiales	68
4.2.3.	Determinar el Costo de los Equipos	75
4.2.4.	Determinar el Costo de la Mano de Obra.....	76
4.2.5.	Calculo de los Costos	83
4.3.	HERRAMIENTA PLANTEADA EN APLICATIVO INFORMATICO (EXCEL).....	84
4.4.	TERCERA FASE (VALIDACIÓN)	90
4.4.1.	Diseño del Modelo de Simulación con los Principales Procesos de una Pyme...	90
4.4.2.	Validación del Modelo.....	90
4.4.3.	Diseño de la Metodología de Costeo	126
4.4.4.	Validación de la Metodología de Costeo	126
4.4.5.	Comparar Resultados.....	139
5.	CONCLUSIONES.....	140
6.	RECOMENDACIONES.....	141
7.	BIBLIOGRAFÍA	145
8.	ANEXOS	148

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Flujograma correspondiente al diagnóstico de los procesos	42
Gráfico 2. Flujograma correspondiente a la recolección de datos	43
Gráfico 3. Flujograma correspondiente al estudio de métodos y tiempos	44
Gráfico 4. Elementos de los procesos de mecanizado	45
Gráfico 5. Representación de los tiempos del Rodillo Revestido	46
Gráfico 6. Representación de los tiempos, Borde Exterior y centro.....	47
Gráfico 7. Representación de tiempos de Rueda para Tubería	48
Gráfico 8. Representación de los tiempos para un Eje Sprocket loco.....	49
Gráfico 9. Representación tiempos porta Sprocket	50
Gráfico 10. Representación del proceso de Fresado	51
Gráfico 11. Elementos de los procesos de trabajo en caliente	53
Gráfico 12. Representación del proceso de Oxicorte	54
Gráfico 13. Elementos de los procesos de soldadura	55
Gráfico 14. Representación del proceso de soldadura	56
Gráfico 15. Flujogramas del proceso de torneado estandarizado	59
Gráfico 16. Flujogramas del proceso de fresado estandarizado	60
Gráfico 17. Flujogramas del proceso de taladrado estandarizado	61
Gráfico 18. Flujogramas del proceso de soldadura MIG estandarizado	62
Gráfico 19. Flujogramas del proceso de soldadura SMAW estandarizado.....	63
Gráfico 20. Flujogramas del proceso de oxicorte estandarizado.....	64
Gráfico 21. Variables de los procesos de mecanizado	66
Gráfico 22. Variable de los procesos de soldadura	67
Gráfico 23. Variables del proceso de trabajo en caliente.....	68

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Representación de un Sistema de Costeo ABC.....	28
Figura 2. Descripción de un proceso de costeo estándar.....	31
Figura 3. Torno paralelo convencional.....	32
Figura 4. Maquina para soldar MIG/MAG.....	35
Figura 5. Características del proceso de corte con oxiacetileno	36
Figura 6. Proceso de rolado, antes y después	37
Figura 7. Operaciones básicas de fresado.....	37
Figura 8. Pestañas de herramienta de Excel.....	84
Figura 9. Vista general de la metodología.....	85
Figura 10. Tabla para calcular el costo de los materiales.....	85
Figura 11. Tabla para calcular el costo de los equipos	86
Figura 12. Tabla para calcular el costo de la mano de obra	87
Figura 13. Tabla de Totalización del Proyecto	87
Figura 14. Desarrollo del proceso.....	88
Figura 15. Estructura de la herramienta	89
Figura 16. Pieza del Proyecto 1 (Proceso de torneado y fresado).....	91
Figura 17. Pieza del Proyecto 1 (Proceso de taladrado)	92
Figura 18. Pieza del Proyecto 2	105
Figura 19. Pieza del Proyecto 3	111
Figura 20. Pieza del Proyecto 3	111
Figura 21. Costos del Proceso de Torneado para crear pieza del Proyecto 1	127
Figura 22. Costos del Proceso de Fresado para pieza del Proyecto 1.....	128
Figura 23. Costos del Proceso de Taladrado para pieza del Proyecto 1	129
Figura 24. Costo total del Proyecto 1	130
Figura 25. Costos del Proceso de Soldadura SMAW para pieza del Proyecto 2	131
Figura 26. Costos del Proceso de Oxicorte para pieza del Proyecto 2	132
Figura 27. Costo total del Proyecto 2.....	133
Figura 28. Costos del Proceso de Torneado para crear pieza del Proyecto 3.....	134
Figura 29. Costos del Proceso de Fresado para pieza del Proyecto 3.....	135
Figura 30. Costos del Proceso de Taladrado para pieza del Proyecto 3	136
Figura 31. Costos del Proceso de Soldadura SMAW para pieza del Proyecto 3	137
Figura 32. Costo total del Proyecto 3.....	138

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los Sistemas Costeo de enfoque ABC y Tradicional	28
Tabla 2. Elementos del Proceso de la pieza Del Rodillo Revestido.....	46
Tabla 3. Tabla elementos del proceso Borde Exterior y centro	47
Tabla 4. Tabla Elementos del proceso de una Rueda para tubería.....	48
Tabla 5. Elementos del proceso de un Eje Sprocket loco	49
Tabla 6. Elementos del proceso de un porta Sprocket.....	50
Tabla 7. Elementos del proceso de Fresado	51
Tabla 8. Elementos del proceso de Oxicorte	54
Tabla 9. Elementos del proceso de Soldadura.....	56
Tabla 10 Rango de tiempos adicionales.....	76
Tabla 11. Costo de la materia prima del Proyecto 1.....	93
Tabla 12. Costo de los insumos del Proyecto 1.	94
Tabla 13. Costo de mano de obra del Proyecto 1	94
Tabla 14. Tiempo de operación de torneado para el Proyecto 1	97
Tabla 15. Costo total de mano de obra de torneado para el Proyecto 1	98
Tabla 16. Tiempo de operación de taladrado para el Proyecto 1	99
Tabla 17. Costo total de mano de obra de taladrado para el Proyecto 1	100
Tabla 18. Tiempo de operación de fresado para el Proyecto 1	102
Tabla 19. Costo total de mano de obra de fresado para el Proyecto 1	103
Tabla 20. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 1.....	104
Tabla 21. Costo total del Proyecto 1.	104
Tabla 22. Costo de la materia prima del Proyecto 2.....	106
Tabla 23. Costo de mano de obra del Proyecto 2.....	107
Tabla 24. Tiempo de operación de la mano de obra del Proyecto 2.	108
Tabla 25. Costo total de mano de obra de Proyecto 2.....	109
Tabla 26. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 2.....	110
Tabla 27. Costo total del Proyecto 2.	110
Tabla 28. Costo de la materiales del Proyecto 3.....	113
Tabla 29. Costo de mano de obra del Proyecto 3.....	114
Tabla 30. Tiempo de operación de torneado para el Proyecto 3.....	117
Tabla 31. Costo total de mano de obra de torneado para el Proyecto 3.....	118
Tabla 32. Tiempo de operación de taladrado para el Proyecto 3.....	119
Tabla 33. Costo total de mano de obra de taladrado para el Proyecto 3.....	120
Tabla 34. Tiempo de operación de fresado para el Proyecto 3	122
Tabla 35. Costo total de mano de obra de fresado para el Proyecto 3	123
Tabla 36. Tiempo de operación de la mano de obra del Proyecto 3.	123
Tabla 37. Costo total de mano de obra de Proyecto 3.....	124
Tabla 38. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 3.....	125
Tabla 39. Costo total del Proyecto 3.	125

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Costo de materia prima de torneado	68
Ecuación 2. Costo de insumos de torneado	69
Ecuación 3. Costo total de materiales de torneado	69
Ecuación 4. Costo de materia prima de fresado	70
Ecuación 5. Costo de insumos de fresado	70
Ecuación 6. Costo total de materiales de fresado.....	70
Ecuación 7. Costo de materia prima de taladrado	71
Ecuación 8. Costo de insumos de taladrado.....	71
Ecuación 9. Costo total de materiales de taladrado	72
Ecuación 10. Costo de materia prima de soldadura SMAW	72
Ecuación 11. Costo de insumos de soldadura SMAW	72
Ecuación 12. Costo total de materiales de soldadura SMAW	73
Ecuación 13. Costo de materia prima soldadura MIG/MAG.....	73
Ecuación 14. Costo de insumos de soldadura MIG/MAG.....	73
Ecuación 15. Costo total de materiales de soldadura MIG/MAG.....	74
Ecuación 16. Costo de materia prima de oxicorte.....	74
Ecuación 17. Costo de insumos de oxicorte	74
Ecuación 18. Costo total de materiales de oxicorte	75
Ecuación 19. Costo de la depreciación de los equipos	75
Ecuación 20. Costo de hora trabajada de los equipos	75
Ecuación 21. Costo de la mano de obra para maquinado	77
Ecuación 22 Tiempo suplementario	77
Ecuación 23. Velocidad de rotación para torneado	77
Ecuación 24. Velocidad de avance para torneado.....	78
Ecuación 25. Diámetro de la pieza para tornear	78
Ecuación 26. Numero de pasadas para tornear	78
Ecuación 27. Tiempo de maquinar para torneado	79
Ecuación 28 Tiempo de maquinado para Refrentar	79
Ecuación 29. Numero de pasadas para ranurar.....	79
Ecuación 30. Velocidad de corte para fresado	80
Ecuación 31. Velocidad de avance para fresado	80
Ecuación 32. Distancia aproximada para fresado.....	80
Ecuación 33 Numero de pasadas de Fresado	80
Ecuación 34. Tiempo de maquinado para fresado	81
Ecuación 35. Velocidad de corte para taladrado.....	81
Ecuación 36. Velocidad de avance para taladrado.....	82
Ecuación 37. Tiempo de maquinado para taladrado	82
Ecuación 38. Distancia de aproximación para el taladrado.....	82
Ecuación 39. Tiempo empleado para Soldadura SMAW	83
Ecuación 40. Tiempo empleado para Oxicorte.....	83

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato correspondiente a la toma de tiempos de un proceso de fresado	148
Anexo 2. Formato de tiempos correspondiente a un proceso de soldadura	149
Anexo 3. Formato correspondiente a un proceso de taladrado	150
Anexo 4. Formatos correspondientes al estudio de tiempos discriminado por procesos.	151
Anexo 5. Formatos correspondientes al proceso de Fresado.....	152
Anexo 6. Formato de tiempos correspondientes al proceso de Soldadura	153
Anexo 7. Formato de tiempos recolectados del proceso de taladrado.....	154
Anexo 8. Tabla de parámetro de fresado # 1	155
Anexo 9. Tabla de parámetro de fresado # 2	156
Anexo 10. Tabla de parámetro de taladrado # 1	157
Anexo 11. Tabla de parámetro de taladrado # 2.....	158
Anexo 12. Tabla de parámetro de torneado	159
Anexo 13. Tabla de Velocidades de Soldadura	160
Anexo 14 Tabla de estudio de tiempos de rodillo revestido	161
Anexo 15 Datos Borde exterior y centro de una pieza	163
Anexo 16 Datos de Rueda para tubería	164
Anexo 17 Datos Eje Sprocket Loco.....	165
Anexo 18 Datos de Porta Sprocket	166
Anexo 19 Datos de proceso de fresado.....	167
Anexo 20 Datos procesos de Oxicorte.....	169
Anexo 21 Datos Soldadura	170
Anexo 22 Cotización realizada a proveedor	172
Anexo 23 Tabla de suplementos según actividad.....	173
Anexo 24 Tabla de parámetro de ranurado	174

1. SELECCIÓN DE LA TEMÁTICA

1.1. ÁREA DISCIPLINAR

Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica

1.2. ÁREA TEMÁTICA

- Diseño y Gestión de Operaciones: Calidad empresarial, ingeniería de métodos.
- Procesos de manufactura, producción.

2. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI trae consigo muchos retos para las empresas mundiales, pero para un país emergente como Colombia el reto empresarial es aún mayor, debido a las diferencias importantes del entorno y la influencia que todos los factores sociales, políticos y económicos ejercen sobre una empresa; la competitividad llega a ser un factor clave para una organización de un país en miras del desarrollo, porque es precisamente este factor el que determina la permanencia en el mercado tan difícil.

Pensando en esto se ha generado este proyecto en el sector metalmecánico, encaminado a mejorar su competitividad teniendo en cuenta los procesos que se manejan en sector y analizando sus variables, con esto se lograra identificar y proponer una solución al problema, que afecta a las empresas y que a largo plazo podría estancar el desarrollo de las mismas.

En consecuencia se pretende atacar directamente las situaciones problemas encontradas, con el fin de lograr identificar las falencias de cada proceso y mitigar los efectos que estos generan.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para toda empresa es importante tener un sistema de costeo acorde a las necesidades inherentes a su naturaleza, por lo tanto deben contar con una estructura bien definida para tener claridad en cuanto a los costos que incurren en sus procesos.

Cuando se observa a las pyme del sector metalmecánico y más especialmente a las que se dedican al desarrollo de proyectos de ingeniería o al maquinado de piezas por pedido, se aprecia que las necesidades de costeo se hacen más relevantes debido a la dificultad a la hora de estandarizar sus procesos de fabricación. Esto nos lleva en concreto a la necesidad que tienen las empresas metalmecánicas, las cuales cuentan con estas dificultades, debido a que no se consideran variables que se encuentran en medio de la complejidad propia de los procesos más utilizados lo que conlleva a hacer un estudio detallado de cada uno de ellos, todo esto obliga a las empresa a encontrarse en una situación que les genera problemas en las cotizaciones entregadas a los clientes, a la falta de una estructura de costeo adecuado. Por medio del desarrollo de la estructura de costeo se buscará disminuir la incertidumbre que se pueda presentar al interior de las empresas en el momento de la definición de los costos de un determinado proyecto.

Se pretende desarrollar una metodología de costeo que permita calcular de forma efectiva y precisa el costo de un proceso productivo, con el fin aplicarlo a las pyme del sector metalmecánico en general, permitiendo comparar el costo estándar del proceso con los costos calculados facilitando el análisis entre ambos costos para conseguir una adecuada toma de decisiones.

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pymes metalmecánicas que trabajan actualmente bajo proyectos se enfrentan a un duro mercado con una gran dificultad, la incertidumbre presente en el cálculo de las cotizaciones a sus clientes. Este problema afecta directamente la puesta en marcha de cualquier negocio y está situación llama fuertemente la atención de los directivos de este sector ya que se ve directamente afectadas las finanzas debido a la fluctuación de los costos estimados calculados al inicio de la operación para cotizar y los reales, resultado de la operación necesaria para realizar algún proyecto.

Si comparamos las estimaciones con los costos reales podemos enfrentarnos con dos escenarios: que los costos reales sean mayores a los estimados, en consecuencia la empresa debe asumir la diferencia para no perder el cliente. También se pueden presentar cotizaciones muy por encima de los costos reales, lo que produce que se genere un precio de venta muy alto que comprometa la fidelidad del cliente con la empresa a la cual se le confía el proyecto.

La problemática de las pymes de este sector que trabajan bajo proyecto, se ha venido presentando debido a la falta de una metodología para la estimación de los costos de los proyectos a realizar; ya que actualmente el cálculo de las cotizaciones entregadas a sus clientes se basa en la experiencia de la administración y el apoyo en datos históricos. Además, debido a la naturaleza de estas empresas de trabajar bajo pedido, exige una contratación por actividades lo cual dificulta la adecuada planeación de talento humano para el control del tiempo empleado en los procesos, entre otras cosas la eficiencia de los procesos en algunas empresas se ve afectada por la falta de mantenimiento preventivo y el abuso de mantenimiento correctivo de la maquinaria utilizada.

Este problema afecta gravemente a estas empresas hasta el punto de alguna de ellas pueda perder una importante participación en el mercado debido a una disminución en sus niveles productivos abriéndole así campo a otras empresas competidoras que enfrenten mejor este problema, cualquier empresa que no le dé frente a esta situación en el peor de los casos se puede ver obligada a clausurar actividades. El problema descrito fue originado por la preocupación del sector por la adopción de metodologías de costeo que no está acorde con la naturaleza de estas empresas, y a partir de ahí es que se presentan las inconsistencias que afectan la estabilidad del sistema financiero de estas compañías.

Debido a la gravedad de la situación se deben generar controles exhaustivos que permitan monitorear la situación, en este caso la desviación entre el costo real y el costo estimado, se pretende generar una estructura de costos la cual minimice la desviación, que contemple la variabilidad de las operaciones de las empresa y que además permita hacer variaciones conforme lo necesiten estas compañías.

A partir de lo anterior es posible hacer la siguiente pregunta problema:

¿De qué manera se puede disminuir la variabilidad en el costeo de los proyectos a desarrollar en las empresas metalmecánica?

Y las siguientes sub-preguntas:

- ¿De qué manera es posible diagnosticar los principales procesos de las empresas metalmecánica?
- ¿De qué manera es posible determinar las ecuaciones que incluyen las variables que inciden en los procesos de torneado, fresado taladrado soldadura, oxicorte y el costo operático de los mismos?
- ¿De qué manera es posible disminuir los costos innecesarios de los procesos de las pequeñas empresas metalmecánica?

3.2. IMPACTO ESPERADO

Al contar con una metodología de costeo que tenga en cuenta la gran mayoría de las variables que inciden directamente en los principales procesos las pymes del sector en cuestión (Torneado, fresado, taladrado, oxicorte y soldaduras), les permitiría tener la posibilidad de perpetuarse en el mercado siendo competitivas, ya que serían veraz a la hora de entregar cotizaciones y podría ofrecer precios por proyectos muy tentativos a los interesados. Además las estimaciones dejarían de ser poco confiables para convertirse en datos reales que sin duda le abrirían las puertas con clientes potenciales. Pero lo más importante de todo es que las pymes contarían con ganancias reales y no supuestos de ella, se acabaría la incertidumbre de saber si van a ganar o perder dinero y solamente quedarían con la opción de generar valor, creando dentro de la compañía un sistema financiero sólido, en el cual tendrían todas las garantías para apalancarse de manera efectiva al momento de realizar algún proyecto ambicioso.

3.3. USUARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS POTENCIALES DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las pymes metalmecánicas se verán beneficiadas de manera directa, porque contarán con una metodología científica adaptable para costeo de proyectos que se puede adaptar a sus necesidades, debido a que se analizarán las variables más significativas de los principales procesos y esto les permitirá tener certeza de sus cotizaciones. Por otro lado los investigadores relacionados con el proyecto (estudiantes y docentes) se apoderarán de conocimientos relacionados con esta temática que contribuirá a su desarrollo profesional.

Así mismo los usuarios indirectos beneficiados serán todos los clientes, ya que las cotizaciones entregadas a ellos serán generadas a partir de un nuevo sistema de cotización, gracias a que el nuevo programa de costeo les arrojará valores estimados reales garantizándoles proyectos con el más bajo precio posible.

3.4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación nace de la necesidad de analizar los procesos de manufactura de una empresa metalmecánica en la ciudad de Barranquilla, debido a que esta no contempla las variables que inciden directamente en los costos de sus procesos y esto conlleva a la fluctuación en cuanto a las utilidades reales de la organización a la hora de generar cotizaciones de los proyectos.

El punto de partida en la resolución de la problemática es inicialmente de identificación de los factores causantes a la misma y con esto se llega al problema que se quiere solucionar.

La importancia de la intervención analítica, sistemática y cuantitativa está en llegar a proponer una solución factible y viable para la compañía y conseguir con esto mitigar los efectos ya identificados, presentando una nueva estructura y cambios en cuanto al método de cálculo de los costos de un proyecto.

3.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Objetivo General

Diseñar una estructura de costeo de proyectos que se pueda adaptar a determinadas PYME del sector metalmecánico mediante un diagnóstico en las áreas productivas y desarrollo de proyectos de ingeniería con el fin de disminuir la variabilidad en el costeo de los proyectos.

3.5.2. Objetivo Especifico

- Estandarizar los procesos principales que manejan las empresas PYME del sector metalmecánico con el fin de evaluarlos, diagnosticarlos por medio de un estudio de métodos y tiempos.
- Determinar el costo operativo real por medio de un análisis de variables, observando en detalle los procesos metalmecánicos que realizan las Pymes para determinar las ecuaciones que incluyen las variables que inciden en los procesos y su relación con el precio final de la pieza fabricada.
- Proponer una metodología de costeo con el fin de disminuir los costos innecesarios basados en la naturaleza de cada proceso teniendo en cuenta los factores que influyen en cada uno.

3.6. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Desde el nacimiento de las industrias con la revolución industrial se generaron los primeros pasos de los procesos productivos dedicados a la masificación de productos, pero más adelante debido a las nuevas reformas tecnológicas y a que los procesos productivos cada vez fueron más exigentes nació el sistema tipo “pull” en los sistemas producción que busca la generación de trabajo a partir de una orden definida por el cliente que es el motor de la organización y es quien define cuando se inician las actividades necesarias para cumplir con su demanda. Debido al incremento progresivo y la sed de desarrollo que llevó a los individuos del mundo a cada vez superarse más, es decir, el nacimiento de la era del conocimiento, estos fueron necesitando en cada momento productos más específicos y acordes con las necesidades cada vez más exigentes de su propio mercado.

Es aquí en este espacio de tiempo que las empresas que trabajan bajo proyecto hacen su aparición dedicando su tiempo, energía y procesos a responder a las necesidades de cada cliente sin centrarse en un proceso estandarizado, es por esto que esta área puntualmente ha despertado la curiosidad de investigadores que han presentado a lo largo del tiempo una serie de escritos en los cuales estudian la manera como una empresa, la cual no tiene un portafolio definido y desconoce sus productos, realizara el costeo de sus operaciones de manera eficiente.

Es por esto que, Perla Cabrera y Adriana Salcedo en el 2002 plantearon un proyecto investigativo titulado *“Diseño de sistema de costeo basado en actividades en frigorífico continental”* en el cual busca la estimación de los costos basados en cada uno de sus productos dado que manejan una gran abanico de bienes para la venta, debido al desconocimiento real del costo de sus productos no tienen definido un margen de contribución real determinado para cada producto ni mucho menos los recursos que se requieren para su elaboración, dado esto el proyecto se plantea diseñar un sistema de costos con el fin de determinar los recursos necesarios para la elaboración de cada producto para que se puedan tomar decisiones de manera veraz con el fin llevar a adelante a la empresa y obtener las utilidades necesarias para ejercicio. (Cabrera P., 2002)

Más adelante en el 2005 Eglis García, Robdelys Rondón desarrollaron un proyecto titulado *“Diseño de un Sistema de Costos Estimados para la Empresa Inmeditel”* que busca diseñar un sistema de costos estimados para la empresa, por medio del diagnóstico de la situación actual, y así identificar los elementos que influyen en los costos para proceder al establecimiento del cálculo de la totalidad de los mismo con el fin de elaborar el sistemas completo de costeo y al final se encuentran una cantidad de falencias en la empresa que conllevan a la necesidad de una reestructuración financiera, por eso se implementa el modelo de sistema de costo para acabar con algunos de los problemas que permitirán a la organización surgir económicamente, (García, y otros, 2005) en el mismo año, Yacelys Ramos y Annerys Bastardo en un proyecto titulado *“Diseño de un sistema de costeo por procesos para la empresa Pegapiso, c.a.”* realizaron una investigación que tiene como objetivo fundamental diseñar un Sistema de Costos por Procesos para la empresa Pegapiso, C.A. se hizo necesario recoger, describir, organizar e interpretar los datos directamente de la empresa; haciendo hincapié en los elementos principales del sistema de costos por procesos.

Su universo lo constituyó el personal que se encuentra involucrado en el proceso de producción a los cuales se les aplicó el modelo de entrevista no estructurada, lo que permitió obtener una idea clara y precisa de los procesos ejecutados en la empresa. Luego de realizada la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: la empresa Pegapiso, C.A presenta fallas en el control del proceso productivo, debido a la ausencia de un departamento contable que vigile los costos inmersos en el mismo. Por lo cual se recomienda: Implementar el diseño propuesto, para así evitar desviaciones y minimizar las fallas. (Bastardo, y otros, 2005)

Más tarde en ese mismo año José Álvarez en su proyecto titulado “*estructura de costos basados en actividades para la empresa J.L Servicios S.R.L.*” elabora una estructura de costos basado en las actividades realizadas por la empresa en cuestión, mediante el análisis de los procesos desarrollados, así como la identificación de los costos incurridos, clasificándolos y determinando su distribución esta investigación arrojo como resultado la distribución de los costos indirectos basados en las actividades que realiza la empresa J.L. Servicios S.R.L. además de encontró unas diferencias en los resultados de los costos totales y la utilidad por cada servicio entre el sistema de costos basados en actividades y el utilizado por la empresa. (Álvarez, 2005)

Más adelante Carlos Arcila y Diana Tabares continuaron con las investigaciones y arrojaron un proyecto de grado titulado “*Diseño E Implementación De Una Estructura De Costos Para La Empresa Maquinplast S.A*” en el año 2007. El propósito de este proyecto de investigación fue desarrollar una estructura de costos a través del análisis de productos, para determinar con precisión los costos finales, esto se hizo en cada departamento de la empresa y finalmente al desarrollar las actividades, se tuvieron en cuenta diferentes variables, como lo son la materia prima, la mano de obra, los insumos, maquinaria y otros costos directos que afectan los centros de costo de la misma área, también se hizo el análisis de costos indirectos de fabricación finalmente logró diseñar un modelo de costeo y cotización de cada una de las piezas que se fabrican en MAQUINPLAST S.A. Se determinaron los costos fijos directos e indirectos y los variables y con esto se asignaron de manera apropiada los costos de las actividades para realizar sus productos finales. Con todo esto se logró una determinación muy precisa de los costos de producción y con esto realizar una apropiada estructura basados en el margen de utilidad proyectado, teniendo en cuenta los costos variables, la cantidad de producción, la variación de tiempo en la ejecución de las actividades, entre otros factores. Esto sin duda ayudó a la empresa MAQUINPLAST a mejorar su competitividad enfocado en el desarrollo sostenible. (Arcila, y otros, 2007)

Durante el año 2008 se generaron varias investigaciones acordes con el estado de arte que compete a esta investigación como “*costo por procesos en la industria metalmecánica de envases para gas licuado de petróleo (g.l.p.) de uso doméstico.*” Realizado por Mariela Sánchez el autor plantea las empresas del sector metalmecánico cada día buscan mejorar su administración con el fin de obtener mejores ganancias en el futuro, no solo para la organización sino también para el consumidor. Por este motivo desde la década de los 80, varias personas

se dedican al estudio continuo de los costos; con el fin de que las empresas que apliquen mencionadas teorías vayan perfeccionando sus procesos productivos y a su vez sigan mejorando su rentabilidad. Este documento tiene como objetivo principal dar a conocer el proceso de fabricación de cilindros con todas sus actividades; y, el desarrollo de un modelo de costos por procesos; permitiendo mejorar el control y la distribución de costos dentro de la empresa Tecnoesa. (Sánchez, 2008)

En ese mismo año se realiza una investigación titulada *“Análisis De Costeo Para Un Sistema De Producción De Lechería Especializada Un Acercamiento Al Análisis Económico En Ganadería De Leche”* y fue desarrollado por Gloria Ríos, Liliana Gómez en esta se pretende mostrar a pequeños y medianos productores de producción de lechería especializada, un método adecuado para determinar costos de producción, mediante la estandarización de procesos y la estructuración de centros de costos de los procesos productivos allí identificados (praderas, crías y levante) y centros de utilidades, herramienta que se convierte en la mayor fuente de información interna en las empresas, con el fin de posibilitar la toma de decisiones administrativas adecuadas y finalmente como resultado logró determinar los costos que participan en el proceso de producción, así como la determinación y asignación de los costos indirectos dándole un porcentaje de participación con base a una aproximación en el tiempo que dedican a cada una de las actividades. Se establecen los centros de utilidades y el punto de equilibrio para los centro de utilidades para saber en qué punto se encuentra la producción de leche promedio (RÍOS, y otros, 2008). En paralelo se realizó una investigación titulada *“Diseño De Una Estructura De Costos Para Los Pequeños Productores De Banano En El Departamento Del Magdalena”* a nombre de Ing. Bertha Inés Villalobos Toro aquí se busca generar una herramienta metodológica que permita el costo de una caja de bananos tipo exportación, teniendo en cuenta la gran cantidad de factores que influyen en la producción de banano, que sea susceptible de evaluación, y que permita realizar ajustes que se consideren necesarios en el camino para el mejoramiento de la productividad. (Villalobos, 2008)

En el 2009 se presenta un proyecto de investigación de Andrés José Rodríguez Ospina pudo establecer de manera exitosa una metodología para estimar los costos de producción de soldadura de mantenimiento para la línea de transporte de hidrocarburos, la cual se titula *“Diseño Metodológico Para La Estimación De Costos De producción De Soldadura Para El Mantenimiento De Líneas De Transporte De Hidrocarburos”*. Para lograr una excelente metodología de costos de producción se estimaron los rendimientos como base de medición de la eficiencia en los procesos de soldadura, posterior a esto se diseñó la base de

datos técnica y financiera que permitió soportar la toma de decisiones según la valoración técnica y económica y por último se simularon casos prácticos en la base de datos que permitieron contractar y verificar los resultados obtenidos. (Rodriguez, 2009)

A partir de esta herramienta se pueden plantear estrategias de posicionamiento ya que conoce su margen de utilidad neta, minimizando costos sin afectar la competitividad finalmente, en el 2011 bajo el título "*Diseño De Una Estructura De Costos Por Procesos Para La Empresa Metalmecánica Preformados De Línea, C.A.*" Se busca diseñar una estructura de costos por procesos, basándose en el diagnóstico del sistema contable de los procesos producidos, teniendo en cuenta los elementos que interfieren en el proceso productivo, y así lograr medidas gerenciales para el control de procesos y mejorar la situación actual de la empresa (Rincon, 2012), adicionalmente Marco Gómez realizó una investigación a la cual título "*Estructura De Costos De Mano De Obra Para Una Empresa Forestal Guatemalteca*" se sirve de ser guía para una empresa forestal guatemalteca en la creación de una estructura de costos que permita la distribución de la mano de obra por actividad realizada y centro de costos utilizado, esperando que con esta estructura, los costos reflejen la inversión realizada de manera veraz, oportuna y confiable. (Gómez, 2012)

Continuando en el orden cronológico en el año 2012 Jennifer López Polaina y Robert Quiñonez Castillo buscaron contribuir a precisar la estimación del valor integral de un producto derivado de las operaciones generales en proyectos de construcción metalmecánica que desarrollan las empresas en la ciudad de Cali, por medio de una proyecto llamado "*Herramienta De Presupuesto De Proyectos En Una Pyme Del Sector Metalmecánico De La Ciudad De Cali*" en el cual además de lo anteriormente señalado también se propusieron realizar actividades del área administrativa realizadas por la empresa de construcción en metal identificada y documentada, teniendo en cuenta modelos de costeo por actividad y herramientas definidas o elaboras. (Lopez, y otros, 2012)

Además los autores de libros como "*Manufactura, ingeniería y tecnología*" 4ta edición del año 2002 escrito por Serope Kalpakjian y Steven Schmid y "*Fundamentos de manufactura moderna, materiales, procesos y sistemas*" 3ra edición del año 2007 escrito por Mikell Groover, consideran todos los procesos de manufactura, pasando por la descripción de cada uno de ellos y sus diferentes variables para determinar los tiempos, las variables y su incidencia en los procesos, todo esto con el fin de demostrar de forma teórica la manera como calculan los tiempos de cada proceso relacionadas directamente con sus

diferentes variables, teniendo en cuenta todas las consideraciones pertinentes a los proceso independiente de la naturaleza de la empresa.

3.7. MARCOS DE REFERENCIA

3.7.1. Marco Teórico

Costos ABC

El ABC (siglas en inglés de "Activity Based Costing" o "Costo Basado en Actividades") se desarrolló como herramienta práctica para resolver un problema que se le presenta a la mayoría de las empresas actuales.

Se basa en la agrupación en centros de costos que conforman una secuencia de valor de los productos y servicios de la actividad productiva de la empresa. Centra sus esfuerzos en el razonamiento de gerenciar en forma adecuada las actividades que causan costos y que se relacionan a través de su consumo con el costo de los productos. Lo más importante es conocer la generación de los costos para obtener el mayor beneficio posible de ellos, minimizando todos los factores que no añadan valor. (Suarez, 2010)

En otras palabras, estos sistemas permiten la asignación y distribución de los diferentes costos indirectos de acuerdo a las actividades realizadas, identificando el origen del costo de la actividad, no sólo para la producción sino también para el resto de las áreas de las empresas, contribuyendo en la toma de decisiones sobre líneas de productos, segmentos de mercado y relaciones con los clientes.

La gestión de los costos que posibilitan los sistemas ABC permiten obtener información sobre:

-Costos de productos acertados, facilitando la toma de decisiones estratégicas relacionadas con:

- Determinación de precios de productos
- Combinación de productos
- Evaluación de compras e inversiones

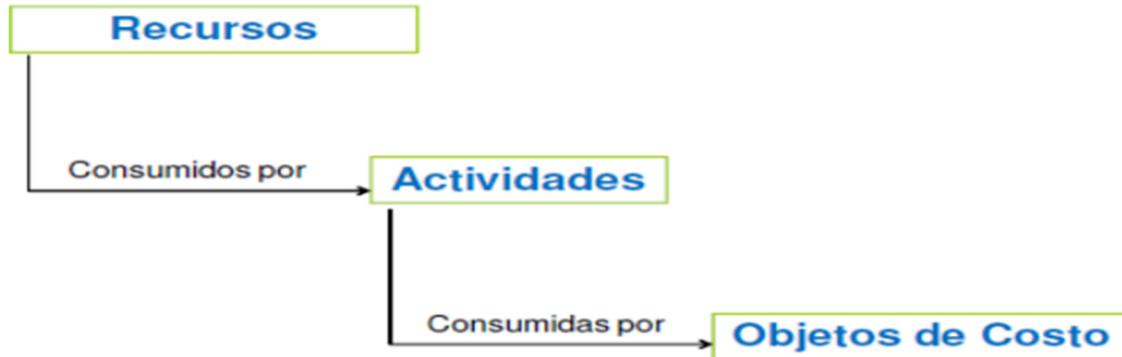
-El análisis que estos sistemas de costos permiten:

- Centrarse en la gestión de cada actividad, mejorando su eficiencia (con mayor énfasis en las de mayor costo).
- Identificar actividades que no agregan valor.

- Asignar costos generales de manera confiable y con criterio.

El ABC se presenta como herramienta útil de análisis del consumo de recursos y seguimiento de las actividades, factores relevantes para el desarrollo y resultado final de la gestión empresarial. (Cia)

Figura 1. Representación de un Sistema de Costeo ABC



Fuente: (Cia)

Tabla 1. Comparación de los Sistemas Costeo de enfoque ABC y Tradicional

Enfoque ABC	Enfoque Tradicional
Soporta la toma de decisiones estratégicas	Desconoce las causas de los costos
Permite realizar un enfoque hacia la reingeniería de procesos y medir sus resultados	Dificulta la división de los procesos
Identifica los costos (ventas, mercadeo, administración, financieros y operativos) más allá del precio de ventas de la mercancía	El precio de la mercancía no tiene correctamente asignados los costos de aquellos recursos que indirectamente se utilizaron en generarlo. (tiempo, espacio, costo de operación de un centro de Distribución)
Los gastos que se encuentran en la contabilidad tradicional en formatos de cuenta y centros de costos se analizan y se entienden por fuera del estado de resultados.	Los gastos que se encuentran en la contabilidad tradicional en formatos de cuentas y centros de costos son estáticos.
Los costos se asignan a productos o categorías de productos para determinar la rentabilidad	Los costos se asignan a las áreas funcionales o departamentos de la organización
Cada producto tiene un comportamiento individual, los factores involucrados en un proceso no dependen siempre del volumen	Los productos de alto volumen subsidian a los de bajo volumen
Brinda un mapa económico basado en actividades de los recursos y rentabilidad de la organización	Los esfuerzos se centran en realizar una acumulación de costos en un periodo de tiempo
Gran parte de los costos indirectos se originan en la complejidad del proceso	Gran parte de los costos indirectos se originan en la producción
Permite obtener información de medidas financieras y no financieras para una gestión óptima de los recursos	Obtiene información netamente financiera. No se pueden determinar apreciaciones cualitativas

Fuente: (Clara Mejia, 2012)

Cabe identificar tres factores independientes pero simultáneos como las razones principales que justifican la necesidad y la práctica del ABC:

1. El proceso de estructura de costos ha cambiado notablemente. A principios del siglo XX, la mano de obra directa representaba aproximadamente el 50% de los costos totales del producto, mientras que los materiales representaban un 35% y los gastos generales el 15%. Ahora, los gastos generales normalmente hacen a cerca del 60% del costo del producto, con los materiales en el orden del 30% y la mano de obra directa en tan sólo un 10%. Obviamente, el empleo de las horas de mano de obra directa como base de asignación tenía sentido hace 90 años, pero no tiene validez dentro de la estructura de costos actual.
2. El nivel de competencia que confronta la mayoría de las firmas ha aumentado notoriamente. El entorno competitivo mundial y rápidamente cambiante no es un cliché, es una realidad perturbadora para muchas firmas. Conocer los costos reales de los productos es esencial para sobrevivir en esta nueva situación competitiva.
3. El costo de la medición ha bajado a medida que mejora la tecnología de procesamiento de la información. Incluso hace veinte años, el costo de acumular, procesar y analizar los datos necesarios para ejecutar un sistema de ABC habría sido prohibitivo. Hoy, sin embargo, estos sistemas de medición de actividades no sólo son financieramente accesibles, sino que una gran parte de los datos ya existen en alguna forma dentro de la organización. Por lo tanto, el ABC puede resultar sumamente valioso para una organización, porque proporciona información sobre el alcance, costo y consumo de las actividades operativas. (Lefcovich, 2010)

Costeo por proyecto

Un sistema de costeo por órdenes de trabajo es el más apropiado cuando los productos manufacturados difieren en cuanto a los requerimientos de materiales y de conversión. Cada producto se fabrica de acuerdo con las especificaciones del cliente, y el precio cotizado se asocia estrechamente al costo estimado. El costo incurrido en la elaboración de una orden de trabajo específico debe asignarse, por tanto, a los artículos producidos.

En un sistema de costeo por órdenes de trabajo, los tres elementos básicos del costo materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación se acumulan de acuerdo con los números asignados a las órdenes de trabajo. El costo unitario de cada trabajo se obtiene dividiendo las unidades totales del

trabajo por el costo total de éste. Una hoja de costos se utiliza para resumir los costos aplicables a cada orden de trabajo. Los gastos de venta y administrativos, que se basan en un porcentaje del costo de manufactura, se especifican en la hoja de costos relacionados. Las requisiciones de material directo y los costos de mano de obra directa llevan el número de la orden de trabajo específica; los costos indirectos físicamente por lo general se aplican a órdenes de trabajo individual con base en una tasa de aplicación predeterminada de costos indirectos de fabricación. Es posible determinar la ganancia o la pérdida para cada orden de trabajo y calcular el costo unitario para propósito de costeo del inventario.

Los costos por órdenes de trabajo tienen, entre otros, los siguientes objetivos:

1. Calcular el costo de manufactura de cada artículo que se elabora.
2. Mantener en forma adecuada el conocimiento lógico del proceso de manufactura de cada artículo. Así es posible bajo este sistema, seguir en todo momento el proceso de fabricación, que se puede interrumpir sin perjuicio de producto. (Gonzalez, 2013)

Costeo estándar

El costeo estándar representa lo que los costos deberían ser bajo un desempeño loggable, aceptable, pero no perfecto. Son costos que se determinan científicamente usando medios como los estudios de tiempos y movimientos y las estimaciones de ingeniería.

Son costos cuidadosamente predeterminados, objetivos, costos que deben ser alcanzados.

Podríamos decir también que los costos estándar son fundamentalmente costos unitarios calculados con antelación al inicio del proceso productivo y que se determinan para todos y cada uno de los productos en cada uno de los procesos productivos por cada elemento del costo.

Los costos estándar son costos predeterminados con alto nivel de rigor en su cálculo. Cuando se recurre a métodos de menor rigor para la predeterminación de costos, como las tendencias estadísticas o el concepto de expertos, se obtienen costos estimados, que se constituyen en una alternativa cuando no es posible trabajar con costos estándar, bien sea por decisión de la administración, por razones técnicas o financieras. El alcance de los costos estimados es limitado ya que si bien soportan el proceso de planeación, las desviaciones frente a los costos

reales son normalmente más significativas y poco sustentables, lo que dificulta el logro de los demás objetivos que se persiguen al predeterminar costos

Figura 2. Descripción de un proceso de costeo estándar



Fuente: Costos estándar y su aplicación en el sector manufacturero colombiano

3.7.2. Marco Conceptual

Torneado

El proceso de torneado consiste en perfilar alrededor de un eje o barra un sólido de revolución, mediante arranque de material en forma de viruta o rebaba, con la finalidad de obtener una geometría requerida y lograr al mismo tiempo tolerancias adecuadas, además de que podemos lograr una mayor calidad superficial y reducir costos cuando se trata de producción unitaria. En este proceso la utilización de fluidos refrigerantes o lubricantes es muy importante.

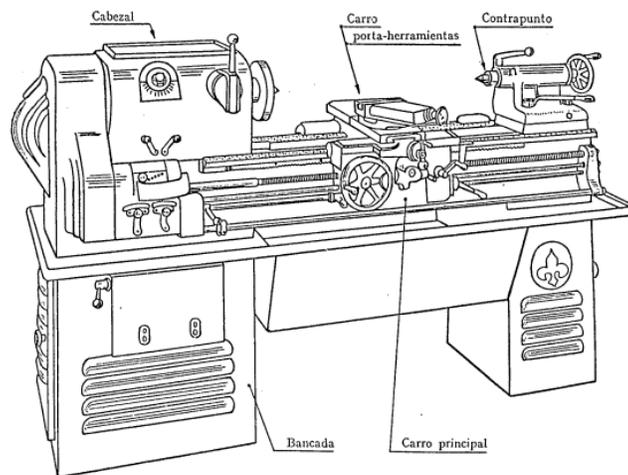
En el proceso de torneado se pueden realizar diferentes geometrías, según sean requeridas es necesario elegir los parámetros de corte adecuados para el buen desempeño de la herramienta de corte y para obtener piezas con dimensiones exactas, podemos obtener piezas con muy buen acabado superficial y con dimensiones complicadas, es por eso que se puede realizar desde un cilindrado hasta un roscado. Todas las operaciones implican diferentes parámetros de corte para encontrar las geometrías que se requieren. (Hernández, 2004)

Torno

El torno es la máquina-herramienta que permite la transformación de un sólido indefinido, haciéndolo girar alrededor de su eje y arrancándole material periféricamente a fin de obtener una geometría definida (sólido de revolución). Con el torneado se pueden obtener superficies: cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas, roscadas.

El torno convencional más utilizado en la industria metalmeccánica es el torno paralelo que lo vemos en la Figura 3.

Figura 3. Torno paralelo convencional



Fuente: sitio web: www.demaquinasyherramientas.com

Partes Principales Del Torno Paralelo

- LA BANCADA

Es una pieza compacta hecha de fundición, muy rígida y robusta con nervaduras internas. En su parte superior lleva las guías para los carros. A su izquierda se encuentra el cabezal principal y a la derecha generalmente el contrapunto.

- EL CABEZAL

Es principalmente una caja de velocidades y además comprende el árbol principal o husillo el cual sostiene al plato que sujeta a la pieza a trabajar, imprimiéndole un movimiento de rotación continua.

Dada la diversidad de materiales y tamaños de las piezas a trabajar, el cabezal debe permitir al husillo girar según diferentes velocidades mediante cambios accionados por palancas exteriores.

- EL CARRO LONGITUDINAL

Comprende el carro compuesto, el porta herramientas y el delantal. Dado que el carro soporta y guía a la herramienta de corte, debe ser rígido y construido con precisión. El carro compuesto son en realidad 3 carros: el longitudinal que se desplaza sobre las guías de la bancada imprimiendo el movimiento de avance a la herramienta. El carro transversal que provee un movimiento perpendicular al anterior y la herramienta puede en ese caso tener un movimiento oblicuo como resultado de la composición del longitudinal y transversal. Estos 2 movimientos separadamente pueden ser automáticos con un mecanismo interno, pero el movimiento oblicuo sólo se consigue con accionamiento manual del operario en los volantes. Un tercer carro más pequeño va sobre el transversal y puede ser inclinable por un transportador que lo coloca en diferentes posiciones angulares. Encima de este carro se encuentra el portaherramientas que sirve para sujetar en posición correcta las cuchillas o buriles.

- EL CABEZAL MÓVIL:

Viene montado sobre las guías de la bancada y se puede deslizar sobre ellas acercándose o alejándose del cabezal principal. Su función es sostener las piezas que giran, cuando estas son muy largas.

Se compone del soporte de fundición, el contrapunto encajado en un agujero cónico, el casquillo que es empujado por el tornillo accionado por el volante. Todo el conjunto se fija sobre la bancada con la palanca excéntrica, mientras el casquillo se fija con la palanca también excéntrica.

- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN:

En todas las operaciones de corte se desarrollan altas temperaturas como resultado de la deformación plástica del metal y la fricción, y a menos que se controlen estas temperaturas, las superficies metálicas (herramienta-viruta pieza) tenderán a adherirse.

Por esta razón todas las máquinas herramientas vienen provistas de un circuito refrigerante que lleva este fluido directamente hacia la zona de corte. Se constituyen de una electrobomba localizada en la parte inferior de la máquina, que succiona el refrigerante de un recipiente y lo envía a través de un tubo hasta la zona de corte, el fluido luego regresa al recipiente inferior.

En la línea existen adecuados filtros para evitar el paso de las virutas, en instalaciones grandes además existen enfriadores para mantener la temperatura del refrigerante. Sólo en el caso de las rectificadoras existen también en la línea separadores magnéticos para impedir el paso de las finas virutas desprendidas en este proceso. (Cuberos, 2008)

Soldadura Por Arco Eléctrico Por Gas

El proceso al arco eléctrico se emplea principalmente para la soldadura de láminas, placas o tuberías de metal.

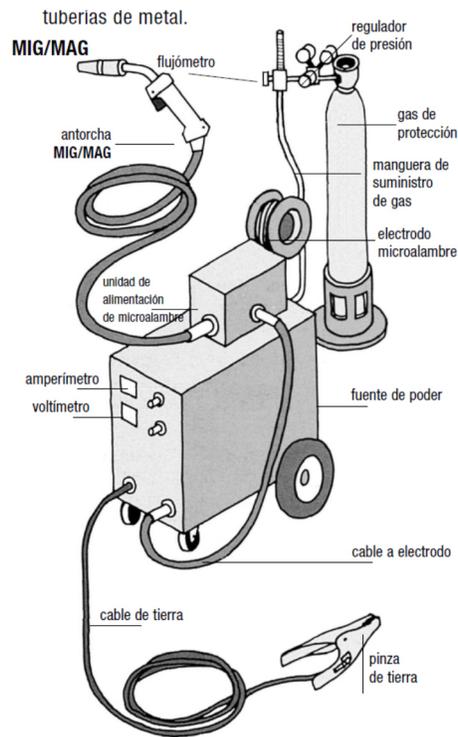
El proceso GMAW establece un arco eléctrico entre la pieza de trabajo y el alambre electrodo que se alimenta continuamente. Utiliza una máquina de potencial constante, antorcha y un mecanismo que alimenta el alambre hacia la unión de los metales. Es requerida la protección de un gas o mezcla de gases. La polaridad recomendada es polaridad invertida, sin embargo deberá consultar la especificación del electrodo a aplicar. En el proceso GMAW la transferencia del electrodo se realiza por 3 formas:

- Transferencia corto circuito
- Transferencia globular
- Transferencia spray o rocío

Se pueden unir aceros al carbón, inoxidable, aluminio, cobre y bronce.

La soldadura MIG/MAG y la soldadura TIG son dos de los procesos más importantes que emplean un gas de protección para proteger al metal soldado de la contaminación atmosférica. La máquina utilizada se muestra a continuación en la Figura 4.

Figura 4. Maquina para soldar MIG/MAG



Fuente: Manual de conceptos básicos en soldadura y corte (INFRA, 2011)

El proceso GTAW, establece el arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno (no consumible) y la pieza a unir, se requiere una protección de un gas o mezcla de gases normalmente, la fuentes de poder incluyen una unidad de alta frecuencia que ayuda a iniciar el arco sin tocar la pieza base y estabilizarlo. Una característica del proceso es que no genera salpicadura y produce cordones de gran calidad. Se pueden unir aceros al carbón, inoxidable, aluminio, cobre y aleaciones, titanio y magnesio. (INFRA, 2011)

Soldadura Por Arco Eléctrico Con Electrodo Consumible

La soldadura eléctrica por arco, es el procedimiento por el que se realiza la unión entre dos partes metálicas, aprovechando el calor desarrollado por el arco eléctrico que se libera entre un electrodo (metal de adjunción) y el material por soldar. La alimentación del arco de soldadura se puede obtener con una máquina generadora de corriente alterna (soldadora). (INFRA, 2011)

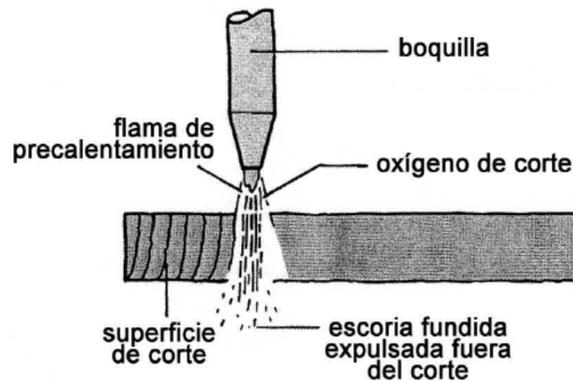
Corte Con Oxiacetileno

El oxiacetileno es ampliamente utilizado para cortar:

- Placas de acero al carbón en línea recta y diversas formas (redondeadas, ángulos, cuadradas)
- Biselado de extremos de tuberías
- Chatarra

A continuación se muestran en la Figura 5 las principales características del proceso de corte con oxiacetileno.

Figura 5. Características del proceso de corte con oxiacetileno



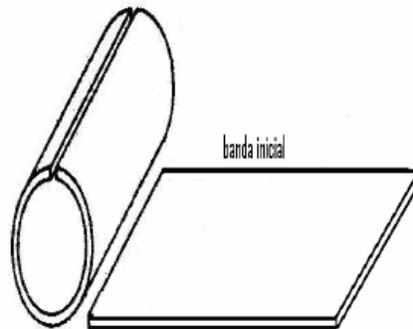
Fuente: Manual de conceptos básicos en soldadura y corte

La acción de corte depende de la reacción química entre el oxígeno y el hierro o el acero al carbón. Una flama de precalentamiento es usada para elevar la temperatura de la superficie de la placa a cortar. El calor de la reacción funde el metal el cual es impulsado de la ranura de corte por el chorro de oxígeno. (INFRA, 2011)

Proceso De Rolado

Es un proceso de conformado mecánico por flexión, mediante el cual se deforma una lámina metálica y se deforma de superficie desarrollable, considerando como tal, la que puede extenderse sobre un plano sin sufrir deformación. En la Figura 6 se muestra la lámina inicial y al lado izquierdo como queda la lámina después de haber sido realizado el proceso de rolado.

Figura 6. Proceso de rolado, antes y después



Fuente: Tesis, dimensionamiento y construcción de una roladora (Iza, 2007)

Proceso De Fresado

El fresado es un proceso de mecanizado de superficies, que consiste en el eliminando progresivo de una determinada cantidad de material de la pieza de trabajo con un valor de avance relativamente bajo y con una alta velocidad de rotación.

Las principal características del proceso de fresado es la eliminación de material de cada lado de la fresa, partiéndolo en pequeñas porciones (viruta).

Las tres operaciones básicas de fresado se muestran a continuación en la Figura 7: (DORMER, 2007)

- A.** Fresado cilíndrico.
- B.** Fresado frontal.
- C.** Fresado de acabado.

Figura 7. Operaciones básicas de fresado



Fuente: sitio web: www.demaquinasyherramientas.com

Proceso de Taladrado

El principio de la operación es perforar o hacer un agujero en una pieza de cualquier material. Nosotros nos concentraremos en la perforación de los metales. En el taladrado se producen virutas en grandes cantidades que deben manejarse con seguridad, lo más importante es familiarizarse con el funcionamiento y las partes principales. Por la gran potencia que ejercen los taladros, tienen que emplearse dispositivos especiales para la sujeción de la pieza de trabajo. Al taladrar metales se produce una fricción muy grande y por esta razón es recomendable refrigerar con taladrina (al igual que en la fresadora). Este es un líquido refrigerante compuesto de agua, aceite, antioxidantes y antiespumantes, entre otros. (Escuela Colombiana de Ingeniería, 2007)

3.8. METODOLOGÍA PROPUESTA

3.8.1. Tipo de Estudio

Para la realización del proyecto se desarrollará un método deductivo, de tipo descriptivo, debido a que será detallado de forma descriptiva el análisis de los procesos, con el fin de lograr cuantificar los costos implícitos en los procesos realizados en la empresa y generar un costeo estimado de un proyecto.

Mediante este tipo de estudio, se describirá de una manera práctica y sistémica los procesos que corresponden al área en estudio, los métodos de trabajo, el flujo de los materiales del proceso, los recursos técnicos (maquinarias y tecnologías) y el talento humano.

3.8.2. Metodología

El conocimiento que se espera obtener en las etapas del proyecto, gracias al método deductivo, dará vía libre para realizar un análisis completo de los aspectos relacionados con los procesos, necesarios para plantear y desarrollar el diseño del sistema de costeo por proceso que se va a proponer.

El presente proyecto se encuentra encaminado a la realización de una metodología de costeo por proyecto para las empresas Pymes del sector metalmeccánico ubicadas en la ciudad de Barranquilla, en primera instancia es necesario el diagnóstico por medio de estudio de tiempos y así conocer el estado actual de la empresa, para que esta herramienta se pueda implementar es necesario como primer paso, la toma de los tiempos que alimentaran el informe.

Adicionalmente, digitalizar la información y en última medida analizar los datos para que de esta manera sea posible diagnosticar los procesos actuales de la

empresa, finalmente para cumplir el primer objetivo que concierne a esta investigación, es necesario que se realicen flujogramas de los procesos diagnosticados y evaluados con el estudio de métodos y tiempos realizado anteriormente.

Para lograr esto primero que todo es necesario la identificación de variables que influyen en el costo total del proceso, para determinar de forma efectiva los costos de operación y los tiempos requeridos con el fin de realizar una cotización veraz que sea capaz de competir con las empresas del sector.

En lo concerniente a la segunda fase, se realizara primero el análisis de los procesos con el fin de determinar con detalle las variables que inciden en él, aplicando ya sea herramientas que presenta la ingeniería y/o técnicas establecida por autores que son conocidos por dominar el área de análisis de procesos; ya analizados los procesos y las variables que inciden en estos, es importante encontrar de qué manera interactúan entre sí, esto será posible por medio de la aplicación de conocimientos adquiridos en la literatura correspondiente.

Por consiguiente determinado lo anterior es necesario que se planteen métodos para cálculo de la necesidad de cada elemento como lo es el costo de la maquinaria, mano de obra necesitada y materiales por medio de la selección un método que permita calcular verazmente cada factor incidente y calcular apropiamente el factor para probar que la selección del método sea apropiada.

La fase final del proyecto de investigación requiere de la validación de los métodos anteriormente determinados para eso es necesario la selección de un proyecto que permita corroborar que las variables que se consideraron y los métodos seleccionados sean los correctos, y a partir de aquí se compara el método de cálculo actual basado en la experiencia con el propuesto en esta investigación; adicionalmente se diseñara un modelo de simulación que permita aplicar las mejoras propuestas dado a lo encontrado en el estudio de métodos de la primera fase del presente documento, este modelo permite comparar la situación actual y la situación que se presentaría en caso de acoger la propuesta presentada, finalmente se sacan las conclusiones pertinentes para el caso. Por último se diseñara la estructura de costeo final, teniendo en cuenta todo lo estudiado en las fases anteriores y generando como producto final una metodología de costeo completa que abarca todas los procesos y las condiciones inherentes en cada uno de ellos, como natural es necesaria la validación de esta metodología y para esto se tomara como punto de verificación varios proyectos en los cuales se puedan evidenciar todos los procesos metalmeccánicos, comparando el valor resultado de la aplicación de los métodos propuestos por la literatura, y el propuesto en la presente investigación.

3.9. FUENTES Y TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes para la recolección de la información son las siguientes

- Fuente Primaria: Debido a que obtendremos los datos mediante el contacto directo del campo por medio de técnicas de observación estructurada, la cual es necesaria en la toma de tiempos de los procesos que cuenta con formatos estándares para cada proceso, en los cuales están definidas las variables y los elementos, todo esto hace parte del diagnóstico y análisis de los procesos.
- Fuente secundaria: Debido a que es necesario estar al tanto de la información ya existente, la cual permitirá saber de qué forma se han realizado otras investigaciones y de qué manera enriquecemos nuestro proyecto de grado.

3.10. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio del presente proyecto comprende los principales procesos de las empresas metalmecánicas para su correspondiente diagnóstico y posterior análisis y los datos que se tomaran corresponden a proyectos que se estén ejecutando durante el desarrollo de este trabajo.

3.11. RESULTADOS ESPERADOS

La presente investigación pretende arrojar como resultado, una metodología de costeo de proyectos que permita la disminución en la dispersión que se presenta actualmente en el pronóstico de los costos de los proyectos en cualquier empresa metalmecánica, ya que hoy por hoy la diferencia entre los costos estimados y los costos reales de operación, generan complicaciones que a largo plazo podrían desestabilizar a las compañías; en consecuencia se mejoraría la competitividad de la empresa frente al mercado debido a que permitirá la asignación de precios acordes con las necesidades de la empresa, manteniéndolos con una presencia importante frente a los competidores. Entre otras cosas la estandarización de los procesos sirve para la mejora de los mismos lo que le permitirá una mayor productividad.

3.12. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

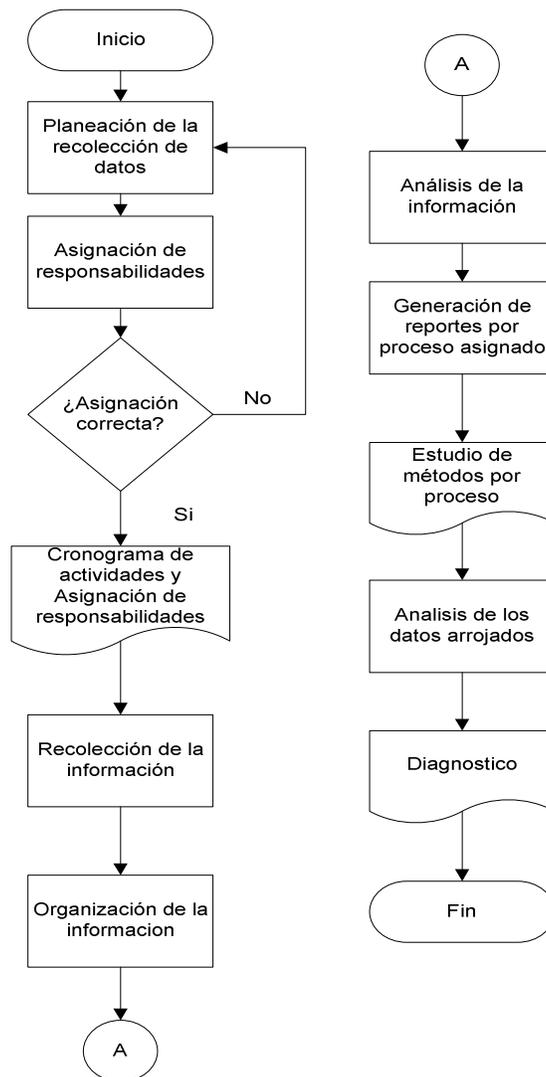
El presente proyecto está en miras de ser publicado en el alma mater cuna de esta investigación y toda la comunidad universitaria que necesite de esta ya que es un proyecto de investigación y pretende servir de ejemplo y marco de referencia para cualquier otro proyecto de investigación similar.

4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

4.1. PRIMERA FASE (DIAGNÓSTICO)

Con el fin de diagnosticar se realizó un estudio de métodos y tiempos que permite conocer el estado actual de los procesos, los datos presentados a continuación representan lo arrojado por el estudio, en el cual para que su interpretación sea más gráfica, se anexa una tabla con los elementos pertenecientes al proceso con una proporción porcentual del tiempo que se empleó para desarrollarlos, y adicionalmente se presenta un gráfico circular con dichas proporciones con su respectivo análisis. El procedimiento para realizar el diagnostico esta descrito en el Grafico 1.

Gráfico 1. Flujograma correspondiente al diagnóstico de los procesos

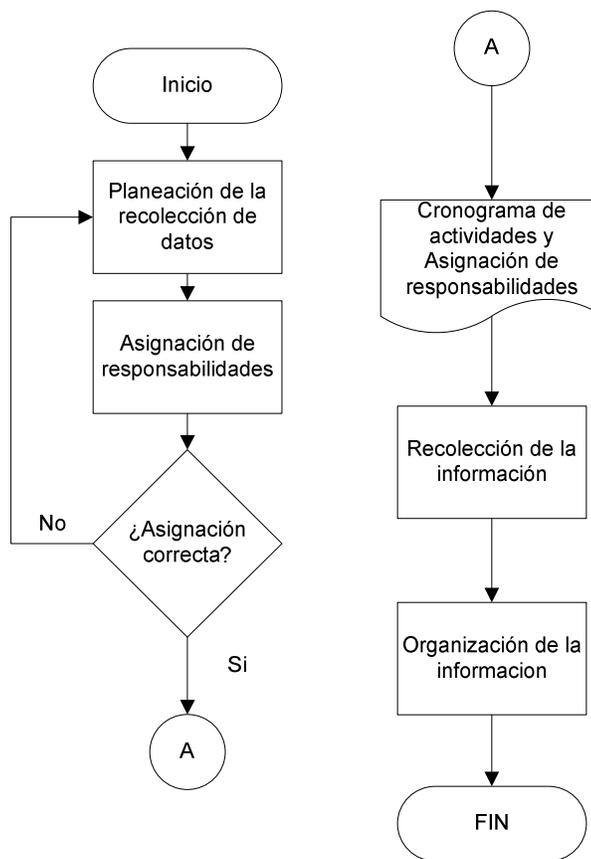


Fuente: Autores

4.1.1. Recolección de la Información

En primera instancia fue necesaria la toma de datos para posteriormente alimentar el estudio de métodos, dicha recolección se realizó durante el periodo de tiempo comprendido entre febrero de 2012 y mayo de 2013, en el cual los analistas según la asignación de día y jornada se presentaban en la empresa con unos formatos previamente establecidos con el fin de llevar a cabo la toma de tiempos, durante todo el proceso la retroalimentación correspondiente al desarrollo del estudio estaba presente ya que siempre se ha deseado realizar un estudio de tiempos que se encuentre acorde con las necesidades y la realidad de la compañía. Según lo recolectado durante todo el tiempo que se realizaron las visitas se tomaron datos lo cuales fueron inspeccionados para realizar el estudio de métodos donde se descartaron algunos formatos debido a que no se cumplían todos los requisitos necesarios para un estudio de tiempos con el fin de no afectar el producto final y realizar un estudio veraz que defina el comportamiento real de los procesos.

Gráfico 2. Flujograma correspondiente a la recolección de datos

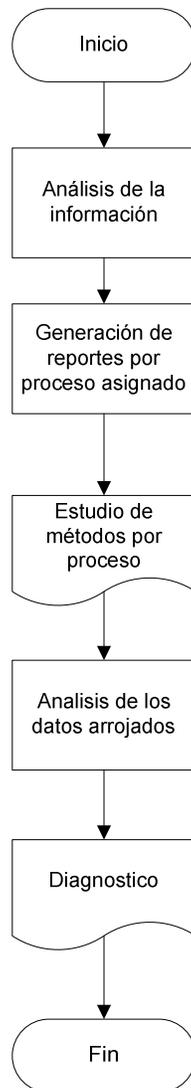


Fuente: Autores

4.1.2. Estudio de Métodos y Tiempos

El estudio de métodos y tiempos corresponde al análisis de los datos en los cuales se basa el diagnóstico de los procesos, el cual se realizó según lo descrito en el Gráfico 3 y genero los datos presentados a continuación los cuales se encuentran separados por procesos con el fin de realizar un análisis más puntual. Para realizar dicho estudio se requirió en primera instancia la recolección de los datos de operaciones continuas durante el periodo de febrero de 2012 a mayo de 2013 mediante el uso de formatos como el presentado en el anexo uno, dos y tres el cual es modificado con los elementos que cada uno de los procesos.

Gráfico 3. Flujograma correspondiente al estudio de métodos y tiempos

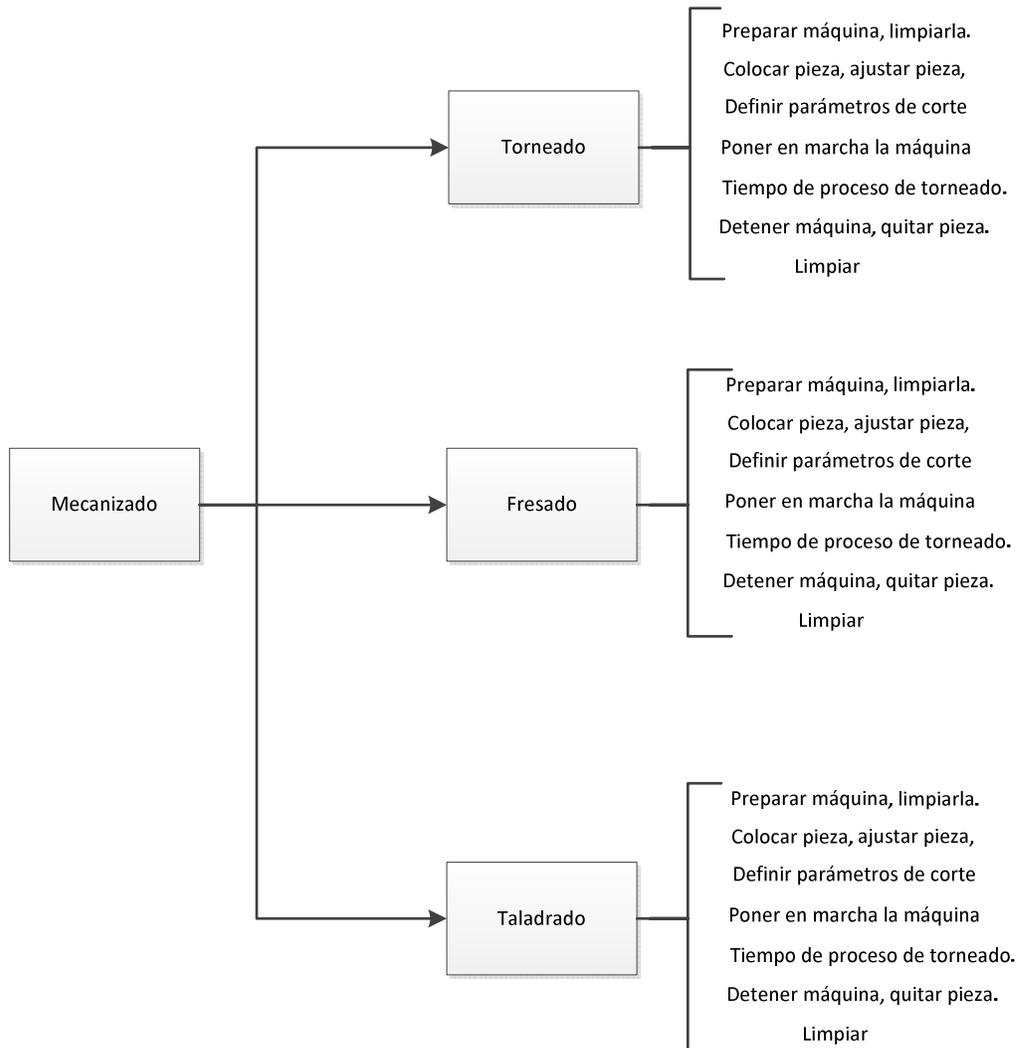


Fuente: Autores

Con el fin de realizar un análisis completo cada proceso se divide en elementos los cuales se describen a continuación:

Procesos De Mecanizado

Gráfico 4. Elementos de los procesos de mecanizado



Fuente: Autores

Se realizó un estudio de métodos y tiempos basados en una pyme del sector metalmecánico en la ciudad de Barranquilla dentro de la cual se da lugar a los procesos principales de las empresas pertenecientes a este sector, esto con la finalidad de diagnosticar los procesos de las empresas en general basados en un estudio particular de una de ellas.

A continuación se encuentran los resultados del estudio de métodos y tiempos realizado en una empresa de la ciudad de Barranquilla, en la cual se apoya esta investigación para desarrollar esta metodología, los resultados corresponden a piezas que se realizaron en dicha compañía en la cual se toman varias muestras con el fin de conseguir una tendencia.

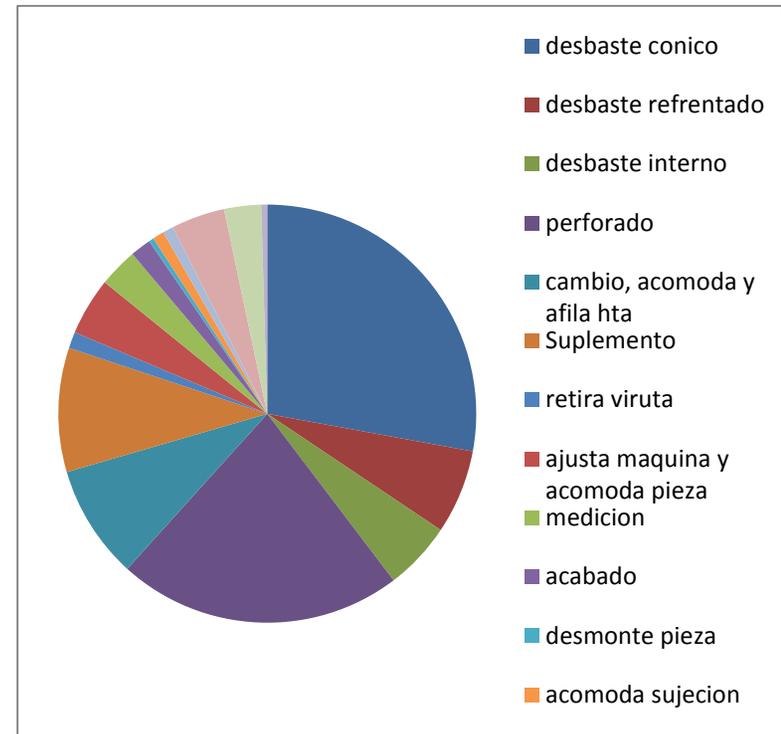
RODILLO REVESTIDO

Los datos con los cuales se llega a estos resultados se encuentran en el Anexo 14

Tabla 2. Elementos del Proceso de la pieza Del Rodillo Revestido

Elementos del proceso	Tiempo (%)	Tiempo (min)
Desbaste cónico	27,894	188,32
Desbaste Refrentado	22,022	148,67
Descansos, necesidades personales	9,605	64,85
Cambio, ajuste y afila herramienta	8,801	59,42
Perforado	6,507	43,93
Desbaste interno	5,269	35,57
Ajusta máquina y acomoda pieza	4,451	30,05
Centrado	4,154	28,05
Medición	3,024	20,41
Problemas de la maquina	2,860	19,31
Acabado	1,606	10,84
Retira viruta	1,268	8,56
Acomoda sujeción	0,875	5,91
Montaje de pieza	0,834	5,63
Bordeado	0,451	3,04
Desmonte pieza	0,380	2,56
Total	100	675,11

Gráfico 5. Representación de los tiempos del Rodillo Revestido



Debido a las dimensiones de la materia prima y las dimensiones finales que debería tener el rodillo revestido es entendible que las actividades de refrenado y de desbaste cónico sean las que más tiempos han tomado, una con 27,89% y la otra con 22,02% respectivamente tal como se puede encontrar en la tabla 4, debido a que la pieza los requiere debido a los grandes desbaste que la pieza amerita por eso se recomienda utilizar herramientas de corte que permitan más tiempos de operación continua.

La actividad de preparar la herramienta de corte más la de ajuste de maquina se llevan aproximadamente 13,2% lo que preocupa ya que se puede pensar que la maquina requiere de grandes cantidades de tiempo para sostener la herramienta de corte es posible que alguno de los elementos necesite reparación.

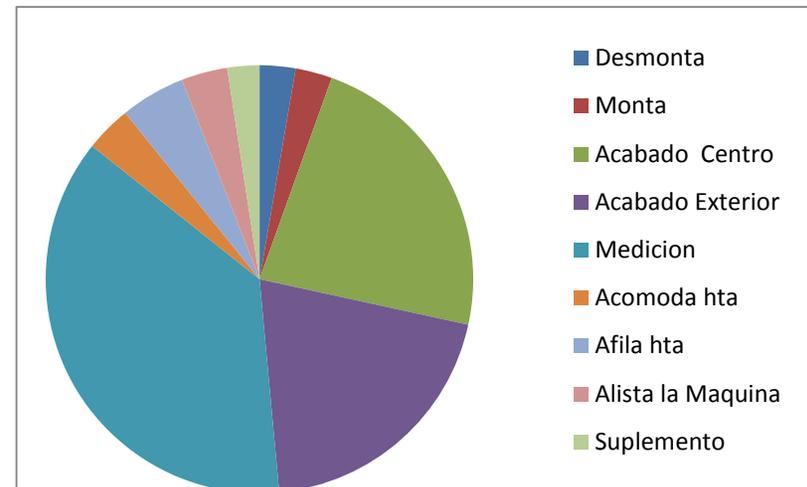
BORDE EXTERIOR Y CENTRO DE UNA PIEZA

Los datos con los cuales se llega a estos resultados se encuentran en el Anexo 15

Tabla 3. Tabla elementos del proceso Borde Exterior y centro

Elementos del proceso	Tiempo (%)	Tiempo(min)
Medición	37	94,42
Acabado Centro	23	58,22
Acabado Exterior	20	51,00
Afila Hta	5	12,43
Sujeta Hta	3	8,85
Acomoda Hta	3	8,83
Monta	3	7,02
Desmonta	3	6,92
Suplemento	2	6,17
Total	1	253,85

Gráfico 6. Representación de los tiempos, Borde Exterior y centro



En el Gráfico 6 se puede ver claramente como las mediciones representan el 37% del total de la operación, se considera que es mucho tiempo el empleado en este elemento del proceso, a pesar de que es importante guardar las dimensiones correctas respetando las tolerancias, es posible que se estén presenten problemas con los instrumentos de medición o por otra parte que el operario sea inexperto con dicho instrumento. Sería apropiado utilizar el tiempo en su mayoría en transformación del material que sería el acabado de centro y el acabado exterior con aproximadamente 23% y 20% respectivamente, estos dos son para conseguir las dimensiones que se requieren de las piezas. Se observa que el resto de los elementos requieren de bajos porcentajes de tiempo para su ejecución.

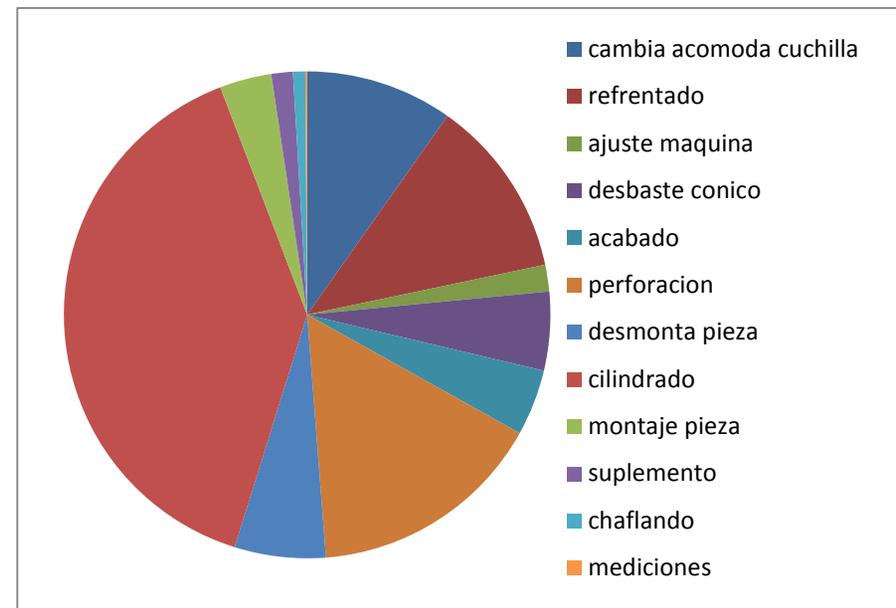
RUEDA PARA TUBERÍA

Los datos con los cuales se llega a este resultado se encuentran en el Anexo 16

Tabla 4. Tabla Elementos del proceso de una Rueda para tubería

Elementos del proceso	Tiempo (%)	Tiempo (min)
Cilindrado	39	134,6
Perforación	16	53,7
Refrentado	12	40,7
Cambia acomoda cuchilla	10	33,5
Desmonta pieza	6	20,7
Desbaste cónico	5	17,8
Acabado	4	15,0
Montaje pieza	3	11,8
Ajuste maquina	2	6,1
Suplemento	1	4,8
Chaflanado	1	2,8
Mediciones	0	0,4
Total	100	341,8833

Gráfico 7. Representación de tiempos de Rueda para Tubería



El gráfico 7 representa como se desarrollaron las tareas que se emplearon para cada actividad necesaria para obtener una rueda para tubería, y encontramos que el ajuste de la posición de la cuchilla representa 10% es un tiempo alarmante al ver el plano se puede ver que la pieza no requiere de un cambio de posición frecuente. Además es importante mencionar que el montaje y desmontaje de la pieza representan un 9,5% lo cual es un porcentaje muy alto a partir de aquí se puede entender que existen problemas con los elementos de sujeción del torno y por eso tarda tanto en ejecutar estas tareas, o que la pieza es difícil de sujetar debido a su configuración, el tiempo de acabado puede reducirse por medio la de utilización de velocidades de avance superiores o buriles de mayor dureza lo cual debe ser considerado por la administración.

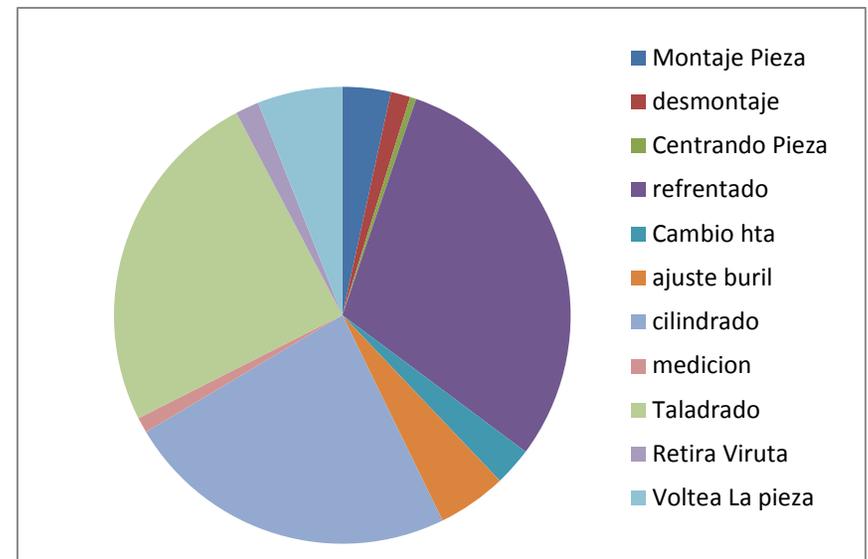
EJE SPROCKET LOCO

Los datos con los cuales se llega a este resultado se encuentran en el Anexo 17

Tabla 5. Elementos del proceso de un Eje Sprocket loco

Elementos del proceso	Tiempo (%)	Tiempo (min)
Refrentado	30	47,17
Taladrado	25	39,00
Cilindrado	24	37,33
Voltea La pieza	6	9,47
Ajuste buril	5	7,69
Montaje Pieza	3	5,40
Cambio hta	3	4,27
Retira Viruta	2	2,64
Desmontaje	1	2,15
Medición	1	1,71
Centrando Pieza	0	0,69
Total	100	157,53

Gráfico 8. Representación de los tiempos para un Eje Sprocket loco



En el grafico 8 se puede encontrar que el hecho de voltear la pieza representa un 6,01% y el ajustar el buril representa un 4,88% cantidad importante de tiempo si se considera que la pieza es un eje sencillo y pequeño que no tiene ni peso ni dimensiones considerables. Adicionalmente se encuentra que de igual forma el 10,79% del tiempo se empleó en montar, desmontar y voltear la pieza nuevamente corresponden a un porcentaje amplio es necesaria la inspección de los elementos de sujeción de la maquina ya que lo correspondiente a las operaciones realizadas por el mandril están tomando mucho tiempo.

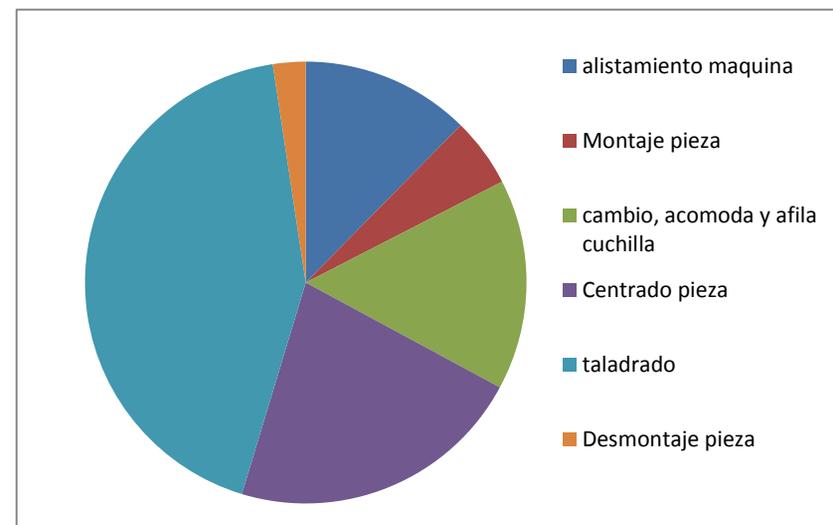
PORTA SPROCKET

Los datos con los cuales se llega a este resultado se encuentran en el Anexo 18

Tabla 6. Elementos del proceso de un porta Sprocket

Elementos del proceso	Tiempo (%)	Tiempo (MIN)
Alistamiento maquina	43	16,967
Montaje pieza	22	8,617
Cambio, acomoda y afila cuchilla	15	6,100
Centrado pieza	12	4,900
Taladrado	5	2,000
Desmontaje pieza	2	0,950
Total	100	39,533

Gráfico 9. Representación tiempos porta Sprocket



En el gráfico 9 podemos encontrar una particularidad importante hay actividades que son necesarias para generar una pieza pero están tomando mucho tiempo las actividades de alistamiento de la maquina (12,39%), Preparación de la cuchilla (15,43%) y centrando la maquina (21,79%) representan el (49,63%) es decir la mitad del tiempo total de operación es necesaria la revisión especial de las causas que están generando el incremento de este tiempo ya que en este caso afecta a la mitad de un proceso del mecanizado de un porta Sprocket.

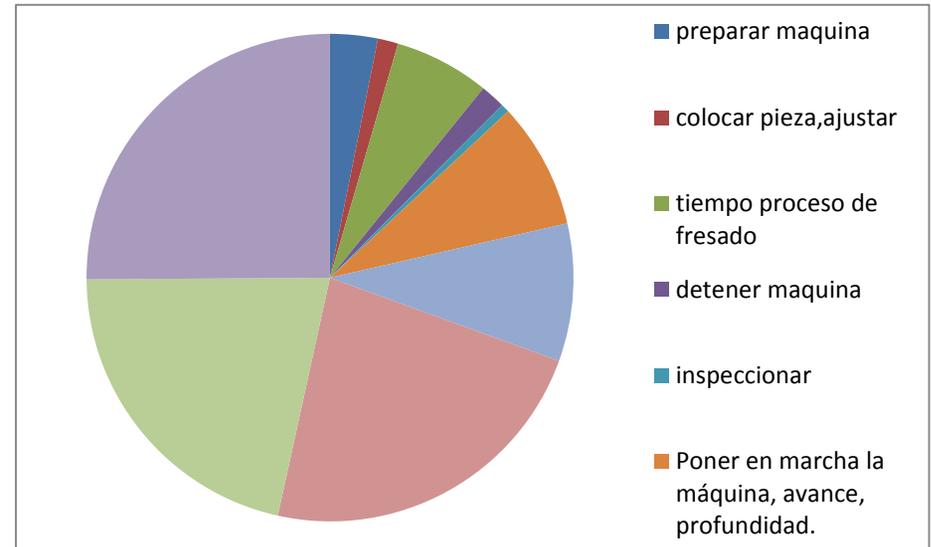
PROCESO DE FRESADO

Los datos con los cuales se llega a este resultado se encuentran en el Anexo 19

Tabla 7. Elementos del proceso de Fresado

Elementos del Proceso	Tiempo (%)	Tiempo (min)
Acabado	25,11	12,475
Medición	22,9	11,377
Desbaste	21,44	10,652
Limpiar.	9,12	4,531
Poner en marcha la máquina	8,38	4,163
Tempo proceso de fresado	6,34	3,150
Preparar maquina	3,14	1,560
Detener maquina	1,64	0,815
Colocar pieza, ajustar	1,36	0,676
Inspeccionar	0,57	0,283
Total	100	49,683

Gráfico 10. Representación del proceso de Fresado



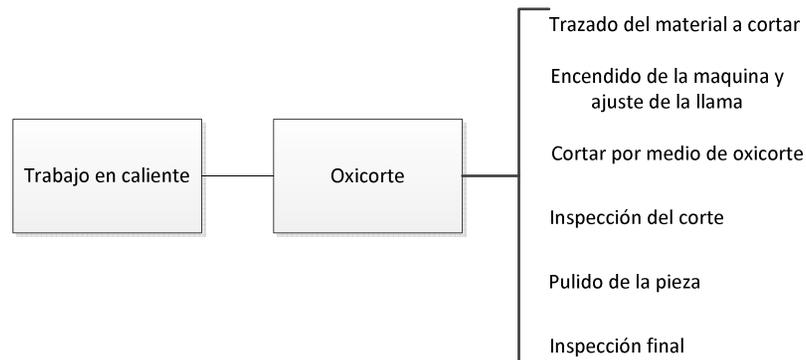
Según la tabla 7 en esta pieza se puede notar como la limpieza de la maquina toma un 9% del tiempo por lo cual se recomienda implementar el habito de limpieza y de organización en todos los que usen esta fresa para evitar que se pierda tiempo considerable, además también se puede notar como las mediciones corresponden a un 23% lo cual es una cantidad alarmante de tiempo, corresponde a casi un tercio del tiempo, es necesaria la revisión de los instrumento de medición ya que puede corresponder a una de las causas por las cuales tarde tanto; o bien se puede deber a la necesidad del operario de capacitación es necesario que la administración analice este punto ya que podría estar afectando esto al correcto desarrollo de las actividades.

Es importante notar que la maquina estuvo el 1,64% de la actividad detenida es necesario anotar que esto ocurre con frecuencia dado que durante el desarrollo del estudio de tiempos y métodos se pudo observar como la maquina se detenía con frecuencia

Procesos de Corte

Los elementos que se tuvieron en cuenta para el estudio de tiempos correspondiente al trabajo en caliente fueron:

Gráfico 11. Elementos de los procesos de trabajo en caliente



Fuente: Autores

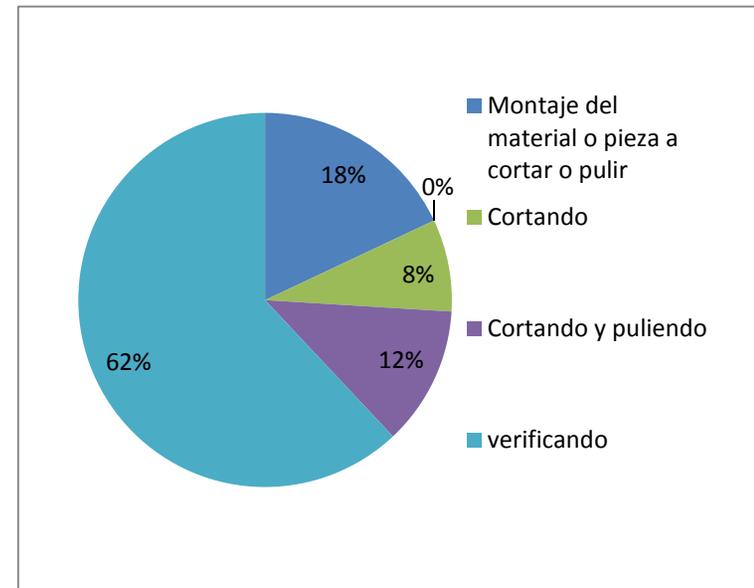
PROCESO DE OXICORTE

Los datos con los cuales se llega a estos resultados se encuentran en el Anexo 20

Tabla 8. Elementos del proceso de Oxicorte

Elementos del Proceso	Tiempo (%)	Tiempo (min)
Verificando	62	3390,16
Montaje del material o pieza a cortar o pulir	18	984,24
Puliendo	12	656,16
Cortando	8	437,44
Total	100	5468

Gráfico 12. Representación del proceso de Oxicorte

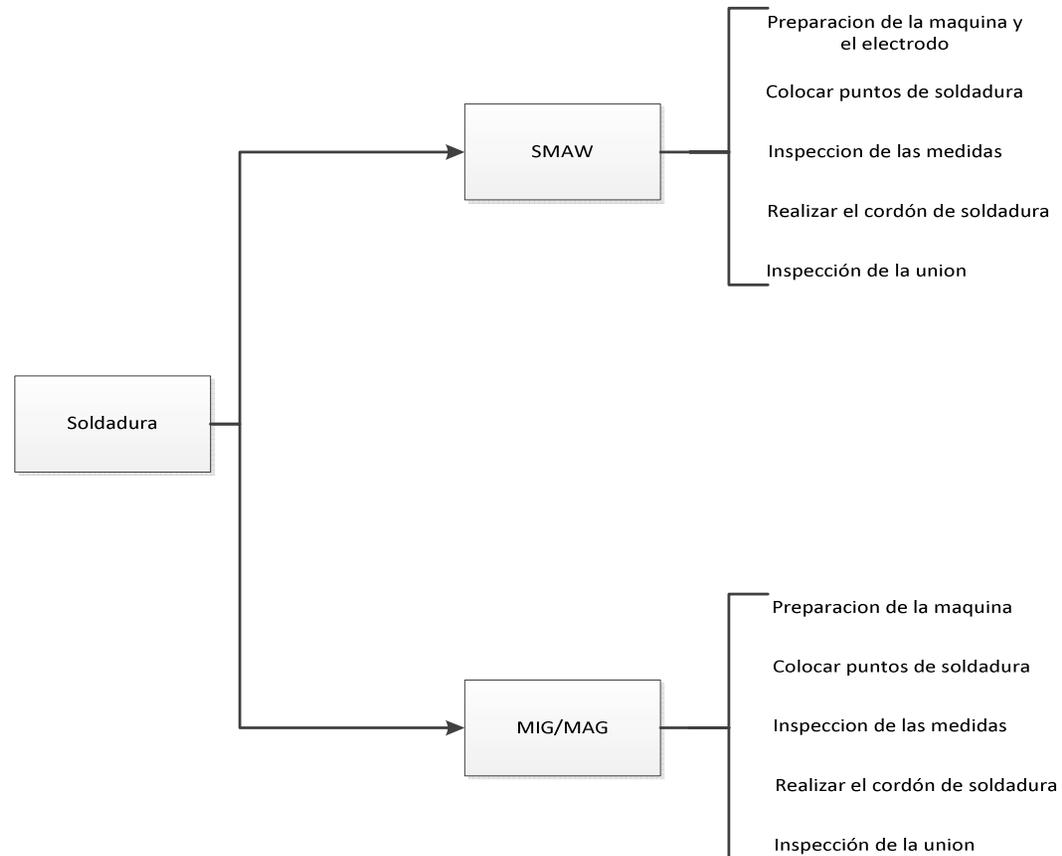


En esta operación de oxicorte se observa en el Gráfico 12 que el mayor porcentaje de tiempo es ocupado en verificación de la pieza con un 62% lo que demuestra que el proceso o el operario tienen problemas para encontrar las dimensiones requeridas por el cliente, teniendo en cuenta que el proceso de corte requiere de un pulido posterior no se justifica que se requiera tanto tiempo por para la verificación de las actividades, se recomienda que especial atención en este proceso ya que aquí de haber tanto tiempo aplicado en verificación se podría entender en que se tienen problemas con las tolerancias.

PROCESOS DE SOLDADURA

Con el fin de realizar un análisis exhaustivo se tuvieron en cuenta los siguientes elementos para el proceso de soldadura:

Gráfico 13. Elementos de los procesos de soldadura



Fuente: Autores

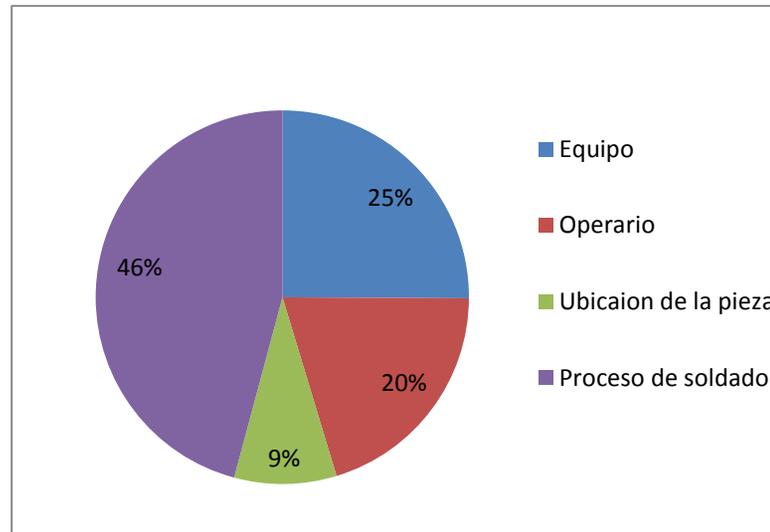
PROCESO DE SOLDADURA

Los datos con los cuales se llega a estos resultados se encuentran en el Anexo 21

Tabla 9. Elementos del proceso de Soldadura

Elemento del proceso	Tiempo (%)	Tiempo(min)
Proceso de soldado	45	307,00
Preparación Equipo	25	170,55
Preparación Operario	2	136,44
Ubicación de la pieza	1	68,22
Total	100	682,233

Gráfico 14. Representación del proceso de soldadura



Durante el proceso de soldadura se encuentra que buena parte del proceso se toma el operario preparando el equipo lo cual llama la atención debido a que se encuentra un porcentaje alto del tiempo, en este caso es necesaria la revisión del equipo ya que en la toma de tiempos se arroja un porcentaje muy alto de tiempo para la preparación del equipo tiempo que no es necesario, además se puede observar en el Gráfico 14 que la preparación del operario ocupa el tercer lugar en porción del tiempo se entiende ya que para el proceso de soldado por razones de seguridad se requiere de elementos de protección personal como delantales, guantes, careta, adicional a esto, la preparación de la herramienta.

4.1.3. Análisis de la Situación Actual

De acuerdo con lo encontrado en el estudio de métodos y tiempos se puede encontrar que en algunos procesos el tiempo de verificación es excesivamente alta lo cual se debe revisar debido a que algunos proyectos requieren de ensamblaje de piezas y por ende una exactitud considerable, por lo cual deben aplicarse mejoras en el proceso de verificación para que sean efectivos pero que no tomen tanto tiempo.

De acuerdo con lo encontrado se puede inferir que se desperdicia material en algunos procesos ya que según lo encontrado en el estudio de métodos y tiempos se puede constatar que la geometría inicial de la materia prima y la geometría final requerida difieren de manera considerable, por lo cual se requieren de mucho trabajo adicional para llegar a la pieza requerida, es por esto que se recomienda comprar la materia prima con una geometría que ahorre procesos de operación ya que de esta manera se ahorra tiempo, dinero y esfuerzo en una sola pieza.

De acuerdo con el estudio se encontró que los algunos elementos de ciertos procesos, los cuales tienen relación con elementos de sujeción toman mucho tiempo por lo cual se puede inferir que estos elementos requieren de observación con miras a mantenimiento. Además los analistas encontraron que durante el estudio de métodos, el mantenimiento realizado a las máquinas es en mayor parte correctivo, esto conlleva a que en un día concurrido de trabajo la empresa se vea obligada a detener la producción con el fin de arreglar por emergencia la máquina para continuar, pero posteriormente no se realiza el mantenimiento necesario de forma preventiva y así se trabaja durante mucho tiempo, con el paso del tiempo las máquinas se ven afectadas y trabajan a menor ritmo y reducen la capacidad de la planta es por esto que este ítem es de vital importancia para la compañía, este aspecto se debe tener en cuenta a la hora de planear un proyecto ya que cada una de las máquinas pueden detenerse y afectar la fecha de entrega y costos de del proyecto e incrementarlo mucho y aumentar los costos mucho más de lo sostenible.

Por otra parte se pudo ver que los operarios no cuentan con un sentido de pertenencia por la empresa ya que estos dejan restos de materiales en cualquier lugar y la empresa no cuenta con un adecuado manejo de los materiales restantes después de cada proyecto lo que causa que cada vez estos retales se vayan acumulando más y más restándoles espacio de trabajo. Todo esto ocasiona que la organización del espacio sea un gran problema, esto se ve reflejado en el área de trabajo de la empresa y el almacén de herramientas donde el cual no tiene un orden adecuado lo que causa demoras a la hora de necesitar una herramienta.

Además del desperdicio de materiales, se hace evidente el desperdicio de insumos esto se ve reflejado en algunas máquinas al verter aceites, virutas y refrigerantes alrededor de las zonas de trabajo los cuales no son limpiados, ni controlados de alguna forma lo que genera muy mala imagen cuando los clientes llegan a la empresa. Todo lo anteriormente expuesto puede acarrear incidentes o posibles accidentes.

4.1.4. Estandarización de los Procesos

Para realizar la estandarización de los principales procesos metalmecánicos que trabaja la empresa, se tuvo en cuenta que estos fueron divididos en 3 grandes grupos así:

- Procesos de mecanizado
 - Torneado
 - Fresado
 - Taladrado

- Procesos de soldadura
 - Soldadura MIG
 - Soldadura SMAW

- Procesos de trabajo en caliente
 - Oxicorte

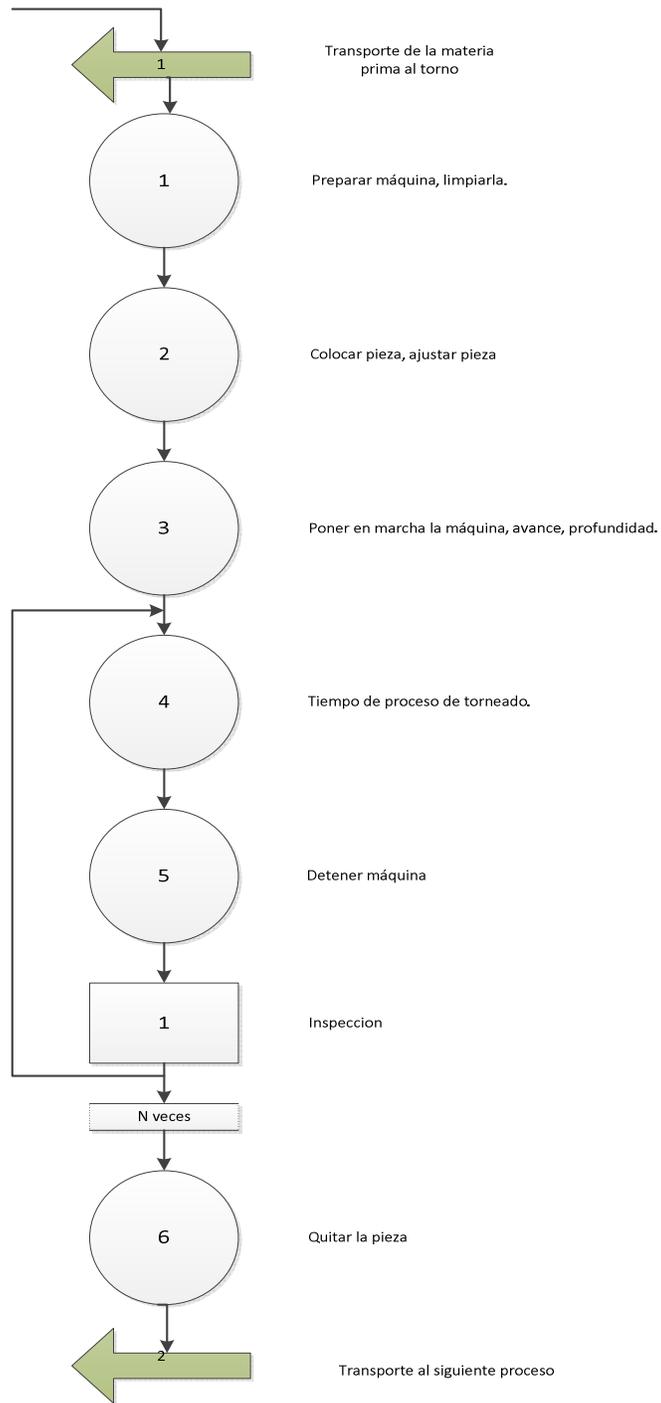
A continuación se presentaran los diagramas de procesos de las operaciones que se han descrito anteriormente, los cuales se han realizados con los elementos básicos de cada una de las operaciones.

Procesos de Mecanizado

Se debe tener en cuenta que para algunos procesos de mecanizado son necesario insumos como refrigerantes y el cambio de distintas herramientas de corte los cuales en estos diagramas de procesos no han sido presentados debido a su variabilidad, adicional a esto no se representó el retiro de la viruta y los cambios en los parámetros de corte ya que en todas las operaciones en estos procesos no son necesarios.

- Torneado

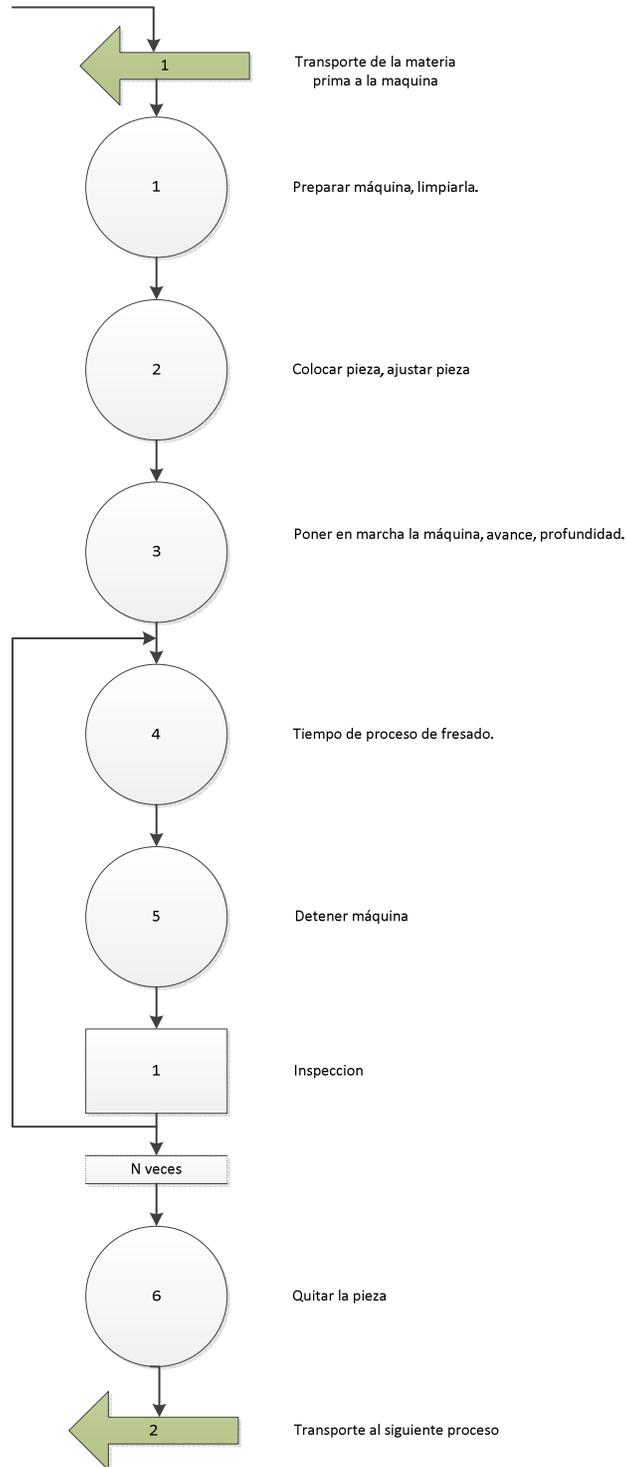
Gráfico 15. Flujogramas del proceso de torneado estandarizado



Fuente: Autores

- Fresado

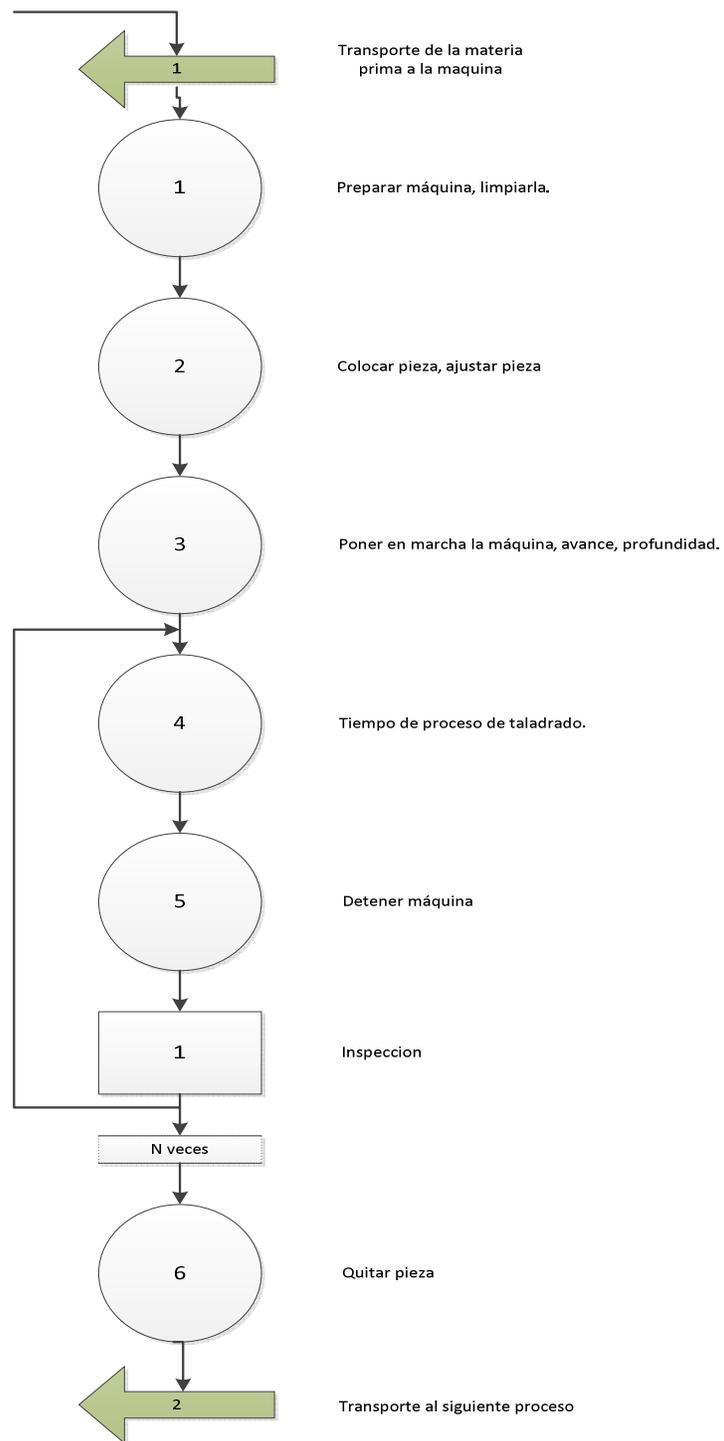
Gráfico 16. Flujogramas del proceso de fresado estandarizado



Fuente: Autores

- Taladrado

Gráfico 17. Flujogramas del proceso de taladrado estandarizado



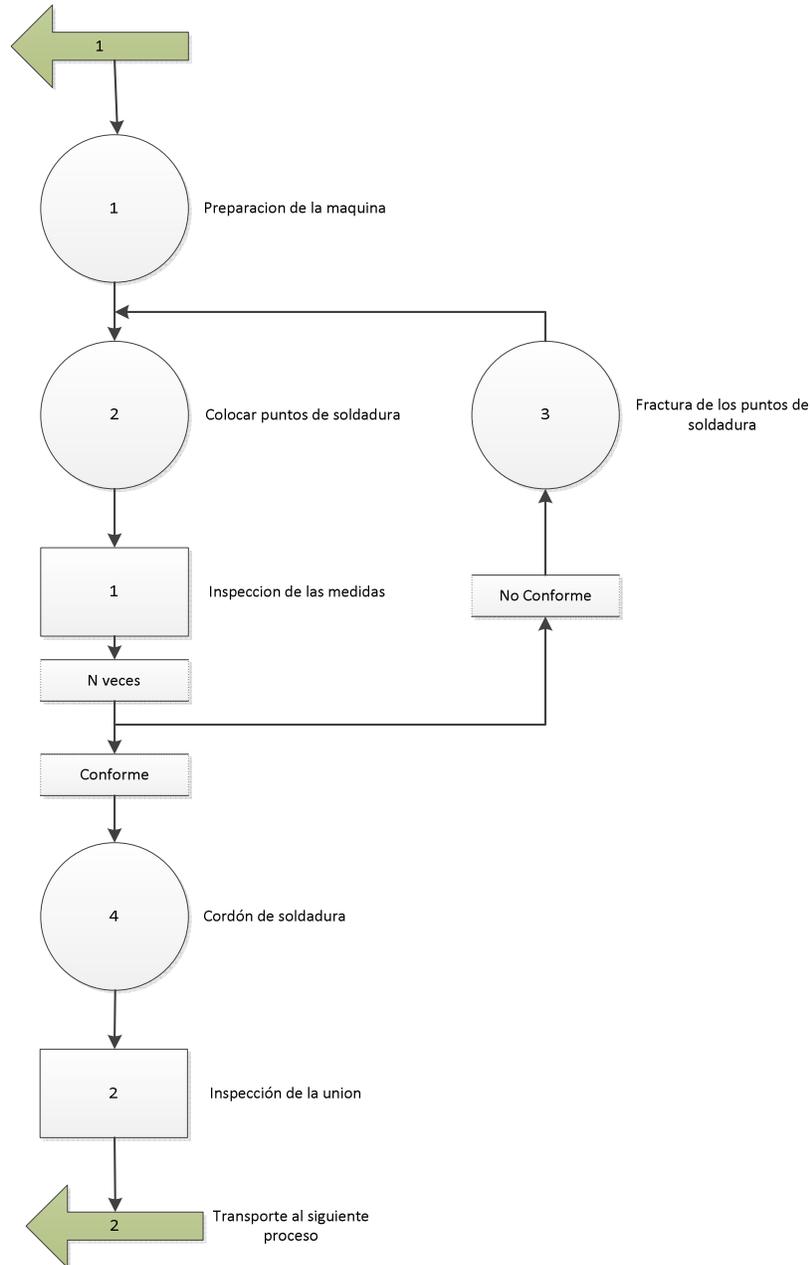
Fuente: Autores

Procesos de Soldadura

En algunos procesos de soldadura en este caso SMAW se necesita de materiales de aporte llamados electrodos, los cuales al acabarse y necesitar de otro en la misma pieza soldada se detiene la operación para ser reemplazado lo cual no fue descritos en los diagramas de procesos, debido a que es una operación que no siempre se presenta cuando se suelda.

- Soldadura MIG

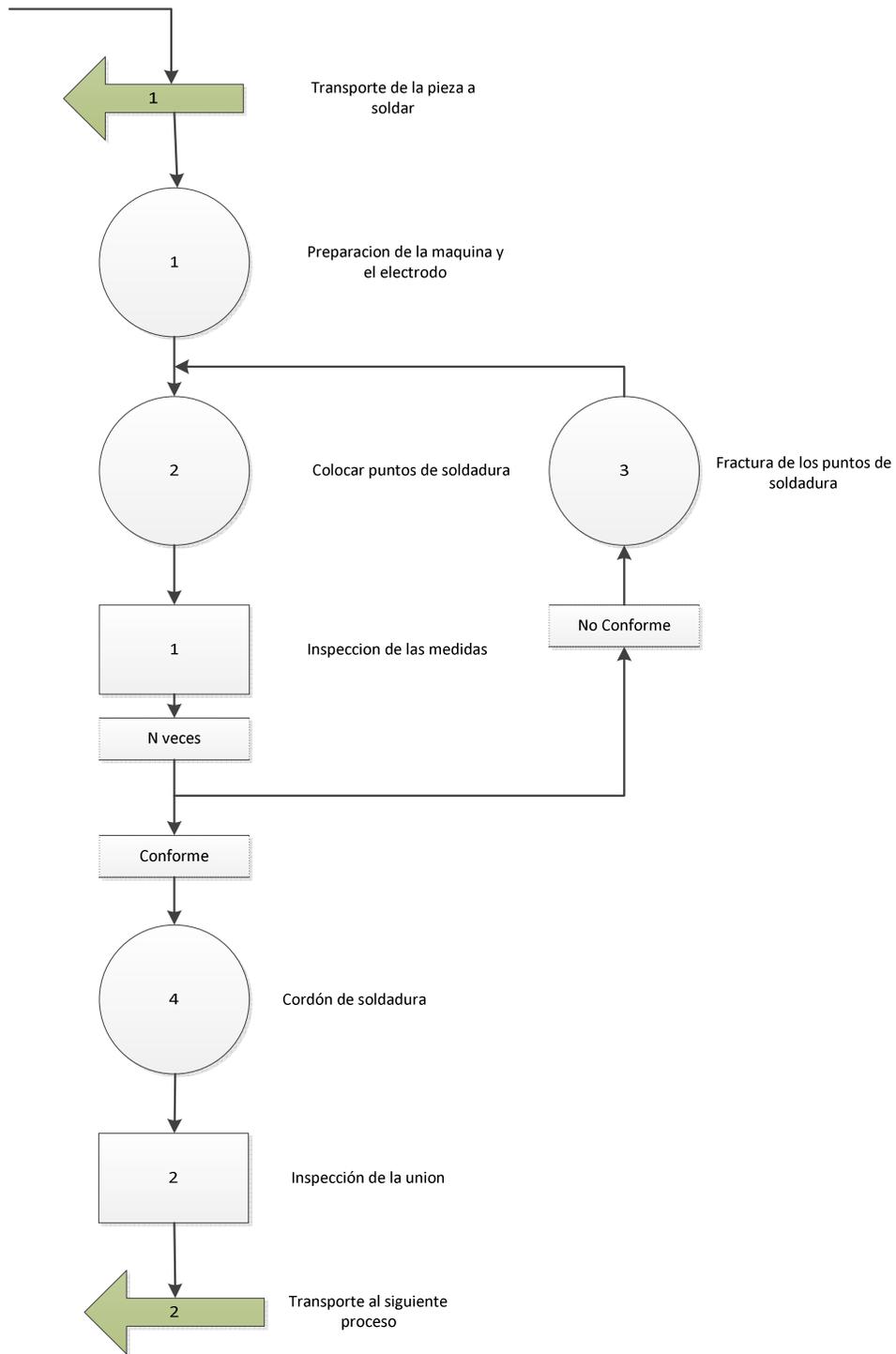
Gráfico 18. Flujogramas del proceso de soldadura MIG estandarizado



Fuente: Autores

- Soldadura SMAW

Gráfico 19. Flujogramas del proceso de soldadura SMAW estandarizado

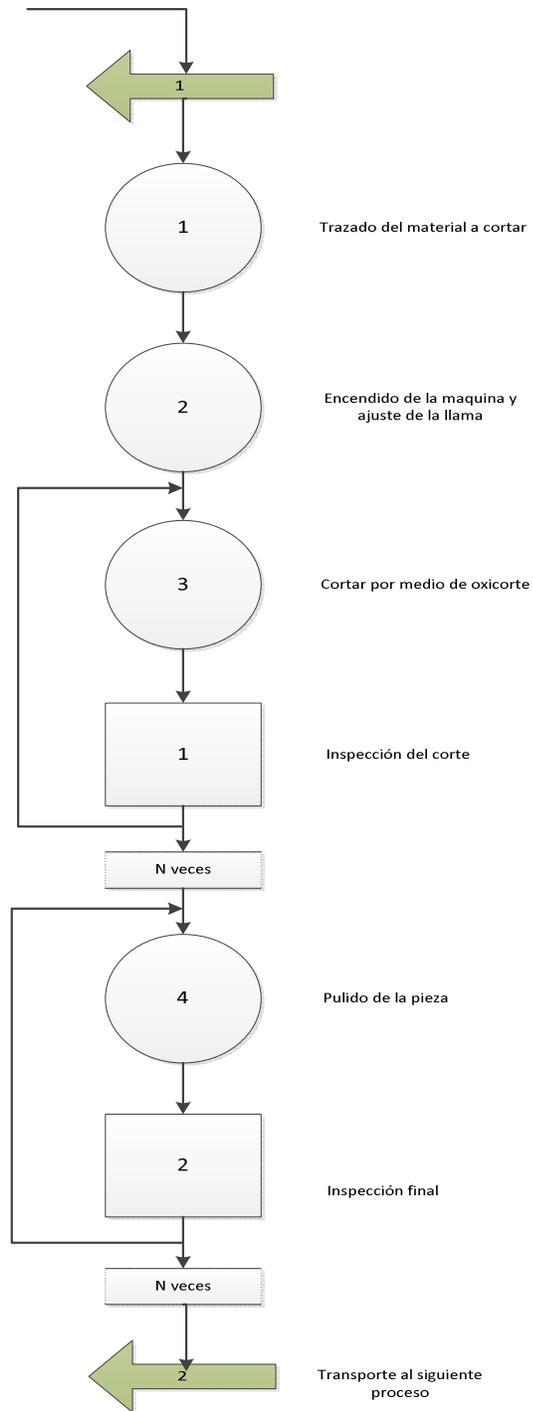


Fuente: Autores

Procesos de Corte

- Oxicorte

Gráfico 20. Flujogramas del proceso de oxicorte estandarizado



Fuente: Autores

4.2. SEGUNDA FASE (ANÁLISIS)

Con base al diagnóstico hecho en la primera fase se pasa a realizar el análisis de cada proceso identificando las variables que van a tener en cuenta para la última fase y determinar el método con el cual se calculará. Los tres elementos fundamentales de cada proceso que son: materiales, equipos y mano de obra con el fin de dejar una evidencia de lo realizado y de lo que será utilizado en la metodología de costeo seleccionada. Esto fue posible gracias a los autores de libros como “DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PRODUCTOS SOLDADOS” (Maury Ramirez, y otros), “PROBLEMAS RESUELTOS DE TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN” (Guisánchez, 2005), “FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA” (Groover, 1997) .

4.2.1. Realizar el análisis de cada proceso

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE LOS PROCESOS DE MECANIZADO

Torneado

- Velocidad de rotación (N)
- Velocidad de corte (v)
- Diámetro original de la parte (D_0)
- Diámetro final de la parte (D_f)
- Velocidad de avance (fr)
- Avance (f)
- Tiempo de maquinado (T_m)
- Tiempo Suplementario (T_s)
- Longitud (L)

Fresado:

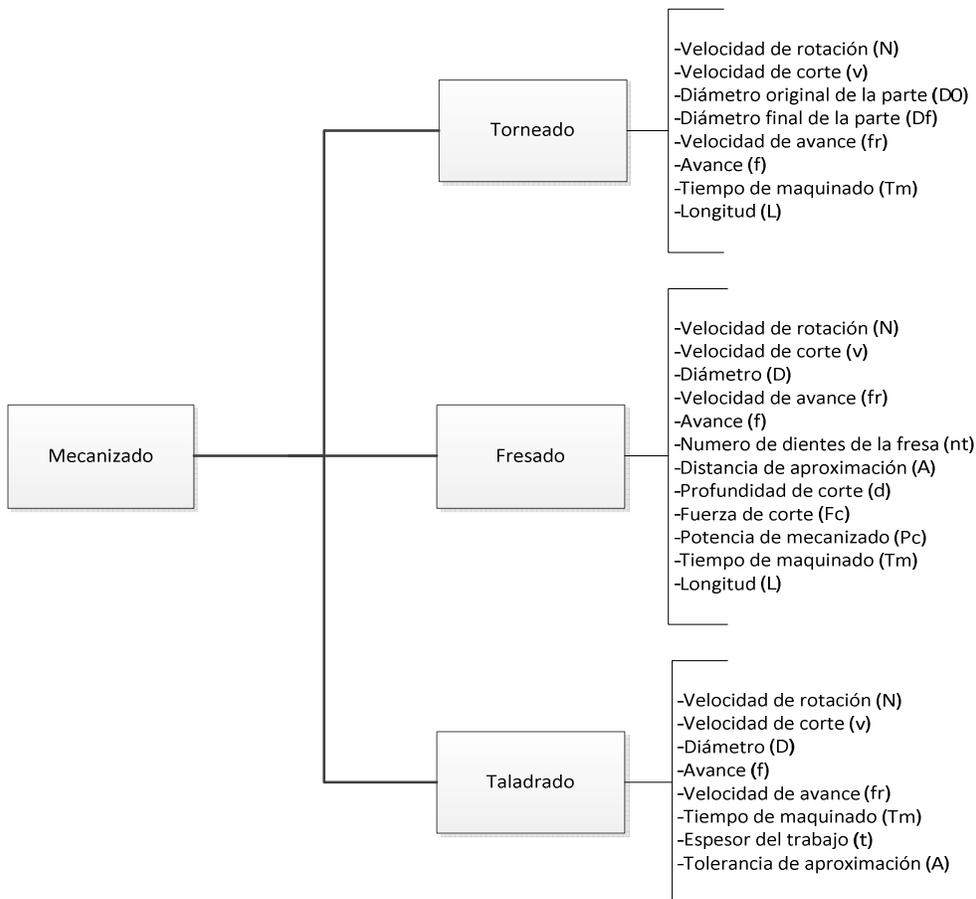
- Velocidad de rotación (N)
- Velocidad de corte (v)
- Diámetro (D)
- Velocidad de avance (fr)
- Avance (f)
- Numero de dientes de la fresa (n_t)
- Distancia de aproximación (A)
- Profundidad de corte (d)
- Fuerza de corte (F_c)

- Potencia de mecanizado (P_c)
- Tiempo de maquinado (T_m)
- Tiempo Suplementario (T_s)
- Longitud (L)

Taladrado:

- Velocidad de rotación (N)
- Velocidad de corte (v)
- Diámetro (D)
- Avance (f)
- Velocidad de avance (fr)
- Tiempo de maquinado (T_m)
- Tiempo Suplementario (T_s)
- Espesor del trabajo (t)
- Tolerancia de aproximación (A)

Gráfico 21. Variables de los procesos de mecanizado



Fuente: Autores

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA

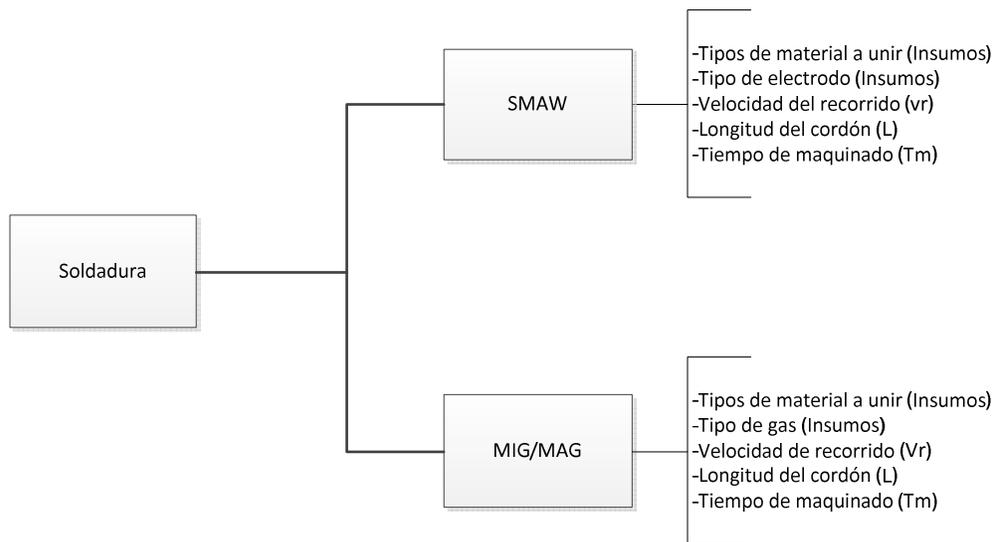
Soldadura SMAW:

- Tipos de material a unir (Insumos)
- Tipo de electrodo (Insumos)
- Velocidad del recorrido (v_r)
- Longitud del cordón (L)
- Tiempo de maquinado (T_m)
- Tiempo Suplementario (T_s)

Soldadura MIG/MAG:

- Tipos de material a unir (Insumos)
- Tipo de gas (Insumos)
- Velocidad de recorrido (V_r)
- Longitud del cordón (L)
- Tiempo de maquinado (T_m)
- Tiempo Suplementario (T_s)

Gráfico 22. Variable de los procesos de soldadura



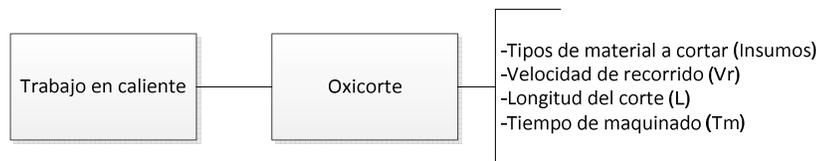
Fuente: Autores

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE TRABAJO EN CALIENTE

Oxicorte

- Tipos de material a cortar (Insumos)
- Velocidad de recorrido (V_r)
- Longitud del corte (L)
- Tiempo de maquinado (T_m)

Gráfico 23. Variables del proceso de trabajo en caliente



Fuente: Autores

4.2.2. Determinar el Costo de los Materiales

SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA CALCULAR EL COSTO DE LOS MATERIALES DE LOS PROCESOS DE MECANIZADO

Torneado

a. Costo de materia Prima

El costo de "X" cantidad de materiales que son necesarios para la realización de una pieza, teniendo en cuenta en caso de ser necesario, los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 1. Costo de materia prima de torneado

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i =materia prima necesaria

P_i =costo unitario de la materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Es necesaria la distinción entre los insumos fungibles o consumibles y los que tienen vidas limitadas, los primeros requieren de reposición en periodos cortos de tiempo y el segundo tiene una vida útil limitada y por tanto deben ser incluidos en los costos generales y no en los insumos.

La fórmula planteada para determinar los costos de insumos es:

Ecuación 2. Costo de insumos de torneado

$$C_n = \sum_{i=1}^o \frac{t_{ni}}{T_i} * n_i * Q_i$$

Dónde:

n_i =costo del insumo

t_{ni} =tiempo en el cual se consume el insumo

T_i =vida total de la herramienta

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Costo total de materiales de torneado

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

Fresado

a. Costo de materia Prima

El costo de "X" cantidad de materiales que son necesarios para la realización de una pieza, teniendo en cuenta en caso de ser necesario, los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 4. Costo de materia prima de fresado

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i =cantidad de materia prima

P_i =precio unitario de materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Es necesaria la distinción entre los insumos fungibles o consumibles y los que tienen vidas limitadas, los primeros requieren de reposición en periodos cortos de tiempo y el segundo tiene una vida útil limitada y por tanto deben ser incluidos en los costos generales y no en los insumos.

La fórmula planteada para determinar los costos de insumos es:

Ecuación 5. Costo de insumos de fresado

$$C_n = \sum_{i=1}^o \frac{T_m}{T_i} * n_i * Q_i$$

Dónde:

n_i =costo del insumo

T_m =tiempo en el cual se consume el insumo

T_i =vida total de la herramienta

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 6. Costo total de materiales de fresado

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

Taladrado

a. Costo de materia prima

El costo de "X" cantidad de materiales que son necesarios para la realización de una pieza, teniendo en cuenta en caso de ser necesario, los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 7. Costo de materia prima de taladrado

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i =cantidad de materia prima

P_i =precio unitario de materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Es necesaria la distinción entre los insumos fungibles o consumibles y los que tienen vidas limitadas, los primeros requieren de reposición en periodos cortos de tiempo y el segundo tiene una vida útil limitada y por tanto deben ser incluidos en los costos generales y no en los insumos.

La fórmula planteada para determinar los costos de insumos es:

Ecuación 8. Costo de insumos de taladrado

$$C_n = \sum_{i=1}^o \frac{t_{ni}}{T_i} * n_i$$

Dónde:

n_i =costo del insumo

t_{ni} =tiempo en el cual se consume el insumo

T_i =vida total de la herramienta

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 9. Costo total de materiales de taladrado

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

SELECCIÓN EL MÉTODO PARA CALCULAR EL COSTO DE LOS MATERIALES DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA

Soldadura SMAW

a. Costo de materia prima

El costo de "X" cantidad de materiales que son necesarios para la realización de una pieza, teniendo en cuenta en caso de ser necesario, los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 10. Costo de materia prima de soldadura SMAW

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i=cantidad de materia prima

P_i=precio unitario de materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Los costos totales de los insumos están dados por la siguiente ecuación:

Ecuación 11. Costo de insumos de soldadura SMAW

$$C_n = C_a$$

Dónde:

C_a=Costo de material de aporte (electrodos o alambres)

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 12. Costo total de materiales de soldadura SMAW

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

Soldadura MIG/MAG

a. Costo de materia prima

El costo de "X" materiales que son necesarios para la realización de una pieza, en caso de ser necesario los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 13. Costo de materia prima soldadura MIG/MAG

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i=materia prima necesaria

P_i=costo unitario de la materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Los costos totales de los materiales para el proceso de soldadura se pueden determinar a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 14. Costo de insumos de soldadura MIG/MAG

$$C_n = C_a + C_g$$

Dónde:

C_a=Costo de material de aporte (electrodos o alambres)

C_g=Costo de gases

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 15. Costo total de materiales de soldadura MIG/MAG

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

SELECCIÓN EL MÉTODO PARA CALCULAR EL COSTO DE LOS MATERIALES DE LOS PROCESOS DE CORTE

Oxicorte

a. Costo de materia prima

El costo de "X" cantidad de materiales que son necesarios para la realización de una pieza, teniendo en cuenta en caso de ser necesario, los costos de transporte y gastos de importación, en ese caso la fórmula matemática a plantear es:

Ecuación 16. Costo de materia prima de oxicorte

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i=materia prima necesaria

P_i=costo unitario de la materia prima

En el caso en que los residuos de la operación, puedan servir de materia prima para otros procesos, se procede a la venta de los mismos para disminuir los costos de fabricación.

b. Costos de insumos:

Los costos totales de los materiales para el proceso de oxicorte se pueden determinar a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 17. Costo de insumos de oxicorte

$$C_n = C_f + C_g$$

Dónde:

C_f=Costos de materiales fundentes

C_g=Costo de gases

Por lo tanto el costo total de los materiales está dado por la siguiente ecuación.

Ecuación 18. Costo total de materiales de oxicorte

$$C_{Tm} = C_x + C_n$$

4.2.3. Determinar el Costo de los Equipos

SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA CALCULAR EL COSTO DEL FACTOR EQUIPO.

La depreciación de un equipo industrial, está dado por el costo total y el espacio de tiempo de utilidad el cual está estimado en 10 años, esto servirá para acarrear el costo de la inversión. Para establecer la depreciación se debe tener en cuenta que la vida útil estimada no es la real, esto quiere decir que no necesariamente en 10 años no servirá dicho equipo, sino que debe considerarse obsoleto.

Para estimar la depreciación de cada equipo, se suele realizar de forma mensual, así:

Ecuación 19. Costo de la depreciación de los equipos

$$D_i = \frac{E}{n}$$

Dónde:

E=costo del equipo, instalación, contratos de mantenimiento, etc.

n=vida útil del equipo

Si se desea estimar el costo por hora trabajada del equipo se hace según la siguiente fórmula:

Ecuación 20. Costo de hora trabajada de los equipos

$$H_i = \frac{D_i}{h} * T_m$$

Dónde:

h=horas de uso del equipo mensual

T_m=horas trabajadas

Esto aplica para cualquier equipo industrial, lo que quiere decir es que, sin importar el proceso para el que se utilice el equipo su costo se va a calcular de la misma forma.

4.2.4. Determinar el Costo de la Mano de Obra.

SELECCIONAR EL MÉTODO PARA CALCULAR EL COSTO DE LA MANO DE OBRA

El costo de mano de obra corresponde al salario del personal que realiza las operaciones necesarias para la transformación del material, este se ve directamente afectado por la producción. Teniendo en cuenta las jornadas de trabajos de los operarios y el valor por hora es posible calcular los recursos monetarios necesarios en mano de obra y se directamente afectado por las variables de los diferentes procesos.

Tiempos adicionales

Gracias al estudio de métodos y tiempos realizado en el primer capítulo de este documento, se pudo estimar el porcentaje promedio del tiempo requerido para actividades diferentes a la remoción de material el cual se ha llamado Tiempo Suplementario de Operación, éste abarca todas las actividades que son requeridas para el trabajo pero con las cuales no se remueve material, es decir, preparar la máquina, ajustar la herramienta, montaje y desmontaje de la pieza entre otros. El cual varía de acuerdo a cada uno de los procesos ya que cada uno requiere de una preparación diferente dicho porcentaje se encuentra relacionado por proceso:

Tabla 10 Rango de tiempos adicionales

Proceso	Rango (%)
Torneado	29-39
Fresado	42-52
Taladrado	22-32
Soldadura	75-85
Oxicorte	50-60

Fuente: Autores

Se encuentran altos estos porcentajes dado que estos procesos requieren de una preparación importante para que la ejecución de la tarea se dé en buenas condiciones y con las medidas mínimas de seguridad

Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos

causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo. Los factores constantes agrupan las necesidades personales con un porcentaje entre 5% y 7%, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, dado las condiciones de esta tarea, por ejemplo la temperatura que generalmente se encuentran en las plantas de producción y la condición de la tarea que exige estar de pie largas jornadas de trabajo, agacharse (en el caso de la soldadura); este rango se pasa a ser entre 11 y 15% (ver anexo 23). (Lopez, 2012)

Ecuación 21. Costo de la mano de obra para maquinado

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m =tiempo en horas trabajado por cada operario

T_s =tiempo suplementario

n =cantidad de operarios

S_i =costo total de la hora de cada operario (incluye todos los gastos)

Pero t_s es:

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100} * T_m$$

Donde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (de acuerdo a cada proceso)

Pero T_m para torneado estará en función de las variables de la siguiente manera:

La velocidad de rotación en el torneado se relaciona con la velocidad de corte requerida en la superficie cilíndrica de la pieza de trabajo por la Ecuación 22.

Ecuación 23. Velocidad de rotación para torneado

$$N = \frac{v}{\pi D_o}$$

Dónde:

N = Velocidad de rotación

v = Velocidad de corte

D_o = diámetro original de la parte

El avance en el torneado se expresa generalmente en m/rev. Este avance se puede convertir a velocidad de avance lineal mm/min mediante la fórmula.

Ecuación 24. Velocidad de avance para torneado

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r = velocidad de avance

f = avance

La operación de torneado reduce el diámetro del trabajo D_o al diámetro final D_f . El cambio de diámetro se determina por la profundidad de corte d :

Ecuación 25. Diámetro de la pieza para tornear

$$d = \frac{D_o - D_f}{2}$$

d = diámetro a desbastar

La operación de torneado reduce el diámetro del trabajo D_o al diámetro final D_f . El cambio de diámetro se determina por la profundidad de corte d ,

El número de pasadas se obtiene de dividir diámetro a desbastar, d , entre la profundidad de corte, P :

Ecuación 26. Numero de pasadas para tornear

$$N_p = \frac{d}{p}$$

Dónde:

N_p = Numero de pasadas

P = Profundidad de corte

El tiempo para maquinar una parte de trabajo cilíndrica de un extremo al otro está dado por:

Ecuación 27. Tiempo de maquinar para torneado

$$T_m = \frac{L}{f_r} * N_p$$

Dónde:

T_m = Tiempo de maquinado real

L = longitud de la parte cilíndrica

Para calcular el tiempo de maquinado (T_m) en la operación de refrentado se requiere la aplicación de la siguiente ecuación:

Ecuación 28 Tiempo de maquinado para Refrentar

$$T_m = \frac{L}{f * N}$$

L = radio de la pieza a Refrentar que es asumido como la longitud

Para el caso del ranurado se utilizan las mismas ecuaciones del cilindrado con la diferencia en el número de pasadas que se haya así:

Ecuación 29. Numero de pasadas para ranurar

$$N_p = \frac{L}{b}$$

Donde:

b = Ancho de la cabeza del buril

Proceso de fresado

Pero T_m para fresado estará en función de las variables de la siguiente manera:

La velocidad de corte se determina con el diámetro exterior de la fresa esta se puede convertir a la velocidad de rotación del husillo usando una fórmula que por ahora nos debe ser familiar:

Ecuación 30. Velocidad de corte para fresado

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

El avance f en fresado se determina por lo general como el avance por diente cortante, llamado *carga de viruta* y presenta el tamaño de viruta formada por cada filo de corte. Esto se puede convertir a velocidad de avance tomando en cuenta la velocidad del husillo y el número de dientes en la fresa como sigue:

Ecuación 31. Velocidad de avance para fresado

$$f_r = N n_t f$$

Dónde:

f_r = velocidad de avance

n_t = número de dientes de la fresa

f = avance

Para determinar el tiempo de ejecución de una operación de fresado de la plancha, la distancia de aproximación A para alcanzar la velocidad de corte completo se determina mediante:

Ecuación 32. Distancia aproximada para fresado

$$A = \sqrt{d(D - d)}$$

Dónde:

d = profundidad de corte

D = Diámetro

Ecuación 33 Numero de pasadas de Fresado

$$N_p = \frac{d}{p}$$

p = profundidad de corte

d = Diámetro a fresar

El tiempo de fresar está dado por:

Ecuación 34. Tiempo de maquinado para fresado

$$T_m = \frac{L}{f} * N_p * N_v$$

Dónde:

T_m = Tiempo de maquinado real

L = longitud de la parte cilíndrica

N_p = Número de pasadas

N_v = Número de veces a usar

Proceso de taladrado

Pero T_m para taladrado estará en función de las variables de la siguiente manera:

La velocidad de corte en una operación de taladrado es la velocidad superficial en el diámetro exterior de la broca. Se especifica de esta forma por conveniencia, aunque casi todo el corte se realiza realmente a las velocidades más bajas cercanas al eje de rotación. Para fijar la velocidad deseada de corte para el taladrado es necesario determinar la velocidad de rotación de la broca por su diámetro. Si N representa las rev/min del husillo, entonces:

Ecuación 35. Velocidad de corte para taladrado

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

Dónde:

v= velocidad de corte

D= diámetro de la broca

Como generalmente existen 2 bordes de corte en la punta de la broca, el espesor de la viruta no cortada que se toma en cada borde de corte es la mitad del avance. El avance puede convertirse a velocidad de avance si utilizamos la misma ecuación que en el torneado.

Ecuación 36. Velocidad de avance para taladrado

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r = velocidad de avance
N = Velocidad de rotación
f = avance

Los agujeros taladrados pueden ser agujeros completos o agujeros ciegos. En los agujeros completos, la broca sale en el lado opuesto del trabajo; en los agujeros ciegos no es así. El tiempo de maquinado requerido para taladrar un agujero completo se puede determinar con la siguiente fórmula:

Ecuación 37. Tiempo de maquinado para taladrado

$$T_m = \frac{t + A}{f_r}$$

Dónde:

T_m = tiempo de maquinado
t = espesor del trabajo
 f_r = velocidad de avance
A = Distancia de aproximación que toma en cuenta el ángulo de la punta de la broca

Dicha distancia está determinada por:

Ecuación 38. Distancia de aproximación para el taladrado

$$A = 0,5D \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right)$$

Dónde:

A = Distancia de aproximación
 θ = Ángulo de la punta de la broca

En un agujero ciego la profundidad d se define como la distancia entre la superficie de trabajo y el punto más profundo del agujero. Por esta definición, el ángulo de tolerancia de la punta de la broca no afecta el tiempo para taladrar el agujero.

Proceso de soldadura SMAW

Pero T_m para soldadura estará en función de la Ecuación 39:

Ecuación 39. Tiempo empleado para Soldadura SMAW

$$T_m = \frac{L}{v_r}$$

Dónde:

L= Longitud

v_r = Velocidad de recorrido

Proceso de Oxicorte

Pero T_m para oxicorte estará en función de la Ecuación 40:

Ecuación 40. Tiempo empleado para Oxicorte

$$T_m = \frac{L}{v_c}$$

Dónde:

L= Longitud

v_c = Velocidad de corte

4.2.5. Calculo de los Costos

Para la realización del cálculo de los costos tomamos una pieza para realizar el ejemplo con base a las formulas descritas anteriormente, con el fin de utilizar la mayor parte de los procesos y poner en práctica todos los ejercicios.

GASTOS ADMINISTRATIVOS

Para cubrir con todos los gastos que tiene la gestión de administrativa se contempla un porcentaje adicional del 10% para cubrir los sueldos, del personal, adicional mente el gasto de papel, líneas telefónicas, gastos de internet y además los servicios públicos esto con el fin de cumplir con todas las obligaciones de la financiera. (Amendola, 2006)

Entre estos gastos se encuentran:

- Servicios públicos.
- Costos de almacenamiento e inventarios de materia prima y producto terminado.
- Salario del personal administrativo.
- Depreciación de los activos diferentes a la maquinaria de mecanizado.

4.3. HERRAMIENTA PLANTEADA EN APLICATIVO INFORMÁTICO (EXCEL).

Con base en la información planteada mediante fórmulas las cuales permiten el cálculo de costo por procesos de un proyecto en particular, se pretende dar lugar a una herramienta de cálculo planteada en Excel que arroje como producto final el costo del proyecto y permita la toma de decisiones basado en datos reales.

Dicha herramienta se plantea de tal forma que la interacción con el usuario se de manera fluida y que permita la flexibilidad entre proyecto y proyecto, es decir, es fácilmente modificable tanto como lo necesite el usuario, de manera que no se presente un programa estático el cual dificulte manipulación y presente restricciones para la ejecución de un proyecto dadas las características particulares del mismo.

Con el fin de hacer la herramienta más práctica para el usuario se divide el aplicativo en pestañas (ver Figura 8) las cuales corresponden a cada uno de los procesos y en cada una de ellas se calculan los elementos generadores de costos como lo son la mano de obra, los materiales y el uso de los equipos.

Figura 8. Pestañas de herramienta de Excel



De esta manera es fácilmente identificable el costo de un proceso en particular y hacer análisis al respecto. En cada una de dichas pestañas se encontraran las tablas para que el usuario llene con la información del proyecto, estas se encuentran divididas en tres grandes grupos: costos de materiales, costo de mano de obra y costos del equipo los cuales corresponden con el proyecto realizado. (Ver Figura 9)

Figura 9. Vista general de la metodología

Materiales				Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra	
Costo de los materiales						Tabla de parametros	
	Cantidad (un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item (\$)	Costo del equipo (\$)		Velocidad de Corte (m/min)	Operacion
Item 1			0	Vida Util del Equipo (Meses)		Diametro inicial (m)	
Item 2			0	Costo total de los equipos	\$ -	Diametro Final (m)	
Item 3			0			Avance (m/revol)	
Item 4			0	Horas trabajadas por mes (Hrs)		Longitud a mecanizar (m)	
Item 5			0	Horas de uso del equipo por mes (Hrs)		Numero de Pasadas (np)	0
Total	0	\$ -	\$ -	Costo por hora trabajada	\$ -	Profundidad de Corte (d)	0
Costo de los Insumos						Velocidad de Rotacion (N)	0
	Cantidad (un)	Vida util (hrs)	Tiempo de uso (hrs)			Velocidad de Avance (F)	0
Insumo 1			#REF!	Costo Por item (\$)			
Insumo 2				Costo de insumo		Tiempo de Maquinado (Min)	0,00
Insumo 3						Tiempo Maquinado (Hrs)	0,00
Insumo 4						Tiempo Total de Operación (12%+34%)	0,00
Insumo 5						N. de Piezas (un)	
Total	0					Cantidad de Operarios (un)	
Costo total de los materiales						Costo Por Hora (Hrs)	
		\$ -				Total costo Mano de Obra	\$ -

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Materiales

Para el cálculo de los materiales e insumos encontramos una tabla que debe ser diligenciada por el usuario con la cantidad necesaria de materia prima e insumos para la ejecución del proyecto y el costo por unidad del material en cuestión (ver Figura 10). Dado que la cantidad de materiales es variable el usuario está en capacidad de incluir tantas filas como sean necesarias en dicha tabla hasta completar los ítems que se requieran dada la magnitud del proyecto.

Figura 10. Tabla para calcular el costo de los materiales.

Materiales					
Costo de los materiales					
	Cantidad (un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item (\$)		
Item 1			=B4*C4		
Item 2			=B5*C5		
Item 3			=B6*C6		
Item 4			=B7*C7		
Item 5			=B8*C8		
Total	=SUMA(B4:B8)	=SUMA(C4:C8)	=SUMA(D4:D8)		
Costo de los Insumos					
	Cantidad (un)	Vida util (hrs)	Tiempo de uso (hrs)	Costo Por item (\$)	Costo de insumo
Insumo 1			=N16		=SI.ERROR((((D14/C14)*B1
Insumo 2					=SI.ERROR((((D15/C15)*B1
Insumo 3					=SI.ERROR((((D16/C16)*B1
Insumo 4					=SI.ERROR((((D17/C17)*B1
Insumo 5					=SI.ERROR((((D18/C18)*B1
Total	=SUMA(B14:B18)				=SUMA(F14:F18)
Costo total de los materiales			=D9+F19		

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Equipos

El costo generado a partir de la depreciación, mantenimiento e instalación del equipo también es contemplado es por esto que en cada una de las pestañas de los procesos se incluye una tabla de costo de los equipos, en el cual se le solicita al usuario dicha información, adicionalmente las horas de trabajo por mes y horas de uso del equipo esto con el fin de calcular el valor en pesos de una hora de trabajo de la máquina-herramienta que requiera el proceso sea torno, fresa entre otros. (Ver figura 11).

Figura 11. Tabla para calcular el costo de los equipos

Costo de los equipos			
Costo del equipo (\$)			
Vida Util del Equipo (Meses)			
Costo total de los equipos		=SI.ERROR((SUMA(J3:J3)/J4);0)	
Horas trabajadas por mes (Hrs)			=SUMA(N16:N16)
Horas de uso del equipo por mes (Hrs)			
Costo por hora trabajada			=SI.ERROR(((J5/K10)*K9);0)

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Mano de Obra

El cálculo de este ítem se calcula teniendo en cuenta cuanto tiempo de trabajo requiere el proyecto para lo cual se requieren los parámetros de operación (Ver Figura 12), ya que algunas empresas del sector adoptan la modalidad de contratación por labor y en ese caso el valor total a cancelar por la mano de obra varía entre proyectos. En caso de que la empresa que no adopte esta metodología y tenga personal de planta dispuestos a trabajar el valor de este ítem sería una constante calculada por la compañía y sumada al proyecto.

El costo total que arroja la herramienta corresponde a los tiempos de operación puntualmente hablando es por esto que al tiempo calculado se le adiciona un 12% que corresponde a los tiempos de suplemento de descanso y un porcentaje adicional que corresponde al tiempo de suplemento de operación el cual varía de acuerdo al proceso.

Figura 12. Tabla para calcular el costo de la mano de obra

Costo de Mano de Obra	
Tabla de parametros	Operacion
Velocidad de Corte (m/min)	
Diametro inicial (m)	
Diametro Final (m)	
Avance (m/revol)	
Longitud a mecanizar (m)	
Numero de Pasadas (np)	=REDONDEAR.MAS(((D.inicial-D.Final)/2);0)
Profundidad de Corte (d)	=(D.inicial-D.Final)/2
Velocidad de Rotacion (N)	=SI.ERROR(VeldeCorte/(3,1416*D.inicial);0)
Velocidad de Avance (Fr)	=Vel.Rota*avance
Tiempo de Maquinado (Min)	=SI.ERROR(((Longitud/Vel.Avance)*N.Pasadas);0)
Tiempo Maquinado (Hrs)	=N15/60
Tiempo Total de Operación (12%+34%)	=N16+(N16*46%)
N. de Piezas (un)	
Cantidad de Operarios (un)	
Costo Por Hora (Hrs)	
Total costo Mano de Obra	=(N19*N18*N17*N20)

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

TOTALIZACION DEL PROYECTO

Para el cálculo del costo total del proyecto se agrega una pestaña en la cual se suman todos los costos de cada una de las operaciones requeridas (ver Figura 13), en caso de no requerir un proceso contemplado por la herramienta en la totalización se agregara automáticamente cero. Es en este paso que se contemplan los gastos administrativos que corresponden a un 10% adicional del costo total.

Figura 13. Tabla de Totalización del Proyecto

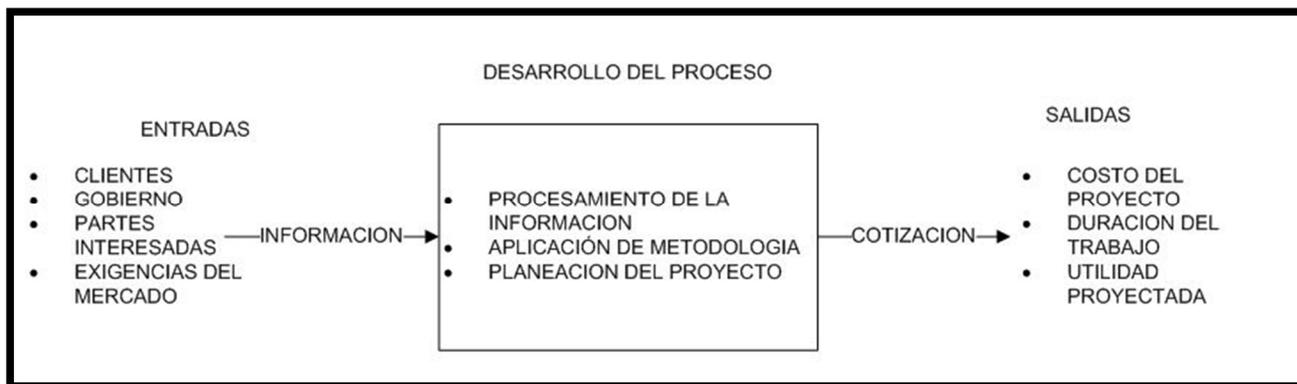
Costo total del Proyecto	
Costo del Torneado	=Torneado!C21+Torneado!K11+Torneado!N21
Costo del Fresado	=Fresado!C21+Fresado!K11+Fresado!M21
Costo del Taladrado	=Taladrado!D21+Taladrado!J5+Taladrado!M21
Costo de Soldadura Smaw	=Soldadura SMAW!C14+Soldadura SMAW!H
Costo de Soldadura MIG	=Soldadura MIG!D13+Soldadura MIG!H5+Sc
Costo de Oxicorte	=Oxicorte!D11+Oxicorte!H11+Oxicorte!K14
Gastos de Admon	=SI.ERROR(SUMA(B3:B8)*(10/100);0)
Costo Total del Proyecto	=SUMA(B3:B9)

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

El desarrollo general del proceso de cotización se da de manera fluida, con proveedores del proceso como empresas gubernamentales, las cuales suministra

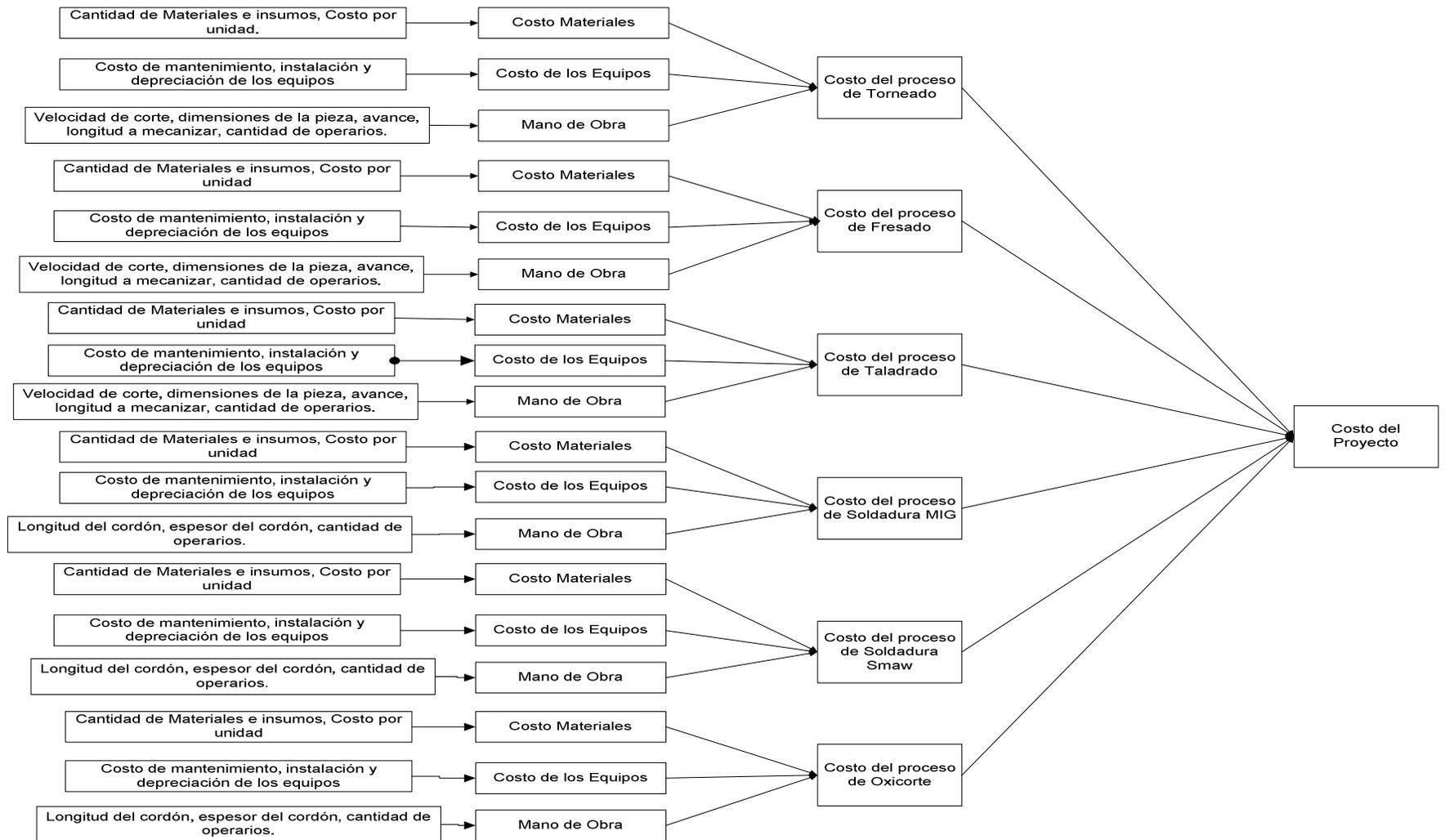
información de impuestos correspondientes a la actividad, los clientes exigen de acuerdo con las necesidades del mercado y demás exigencias de sus respectivos proveedores, además se consideran entradas con información correspondiente al comportamiento de las demás empresas del sector que permita una competencia. Luego de recopilar la información se trabaja aplicando las formulas correspondientes al proceso y finalmente se obtiene el costo total del proyecto en cuestión que se quiere trabajar y con estos datos se permite encontrar el costo de proyecto la duración y la utilidad obtenida de mismo datos requeridos para la planeación y organización en caso de que el cliente acepte la oferta.

Figura 14. Desarrollo del proceso



El proceso se puede representar de forma más detallada con sus datos de entrada y de salida en el siguiente diagrama (Figura 14).

Figura 15. Estructura de la herramienta



Fuente: Autores

4.4. TERCERA FASE (VALIDACIÓN)

4.4.1. Diseño del Modelo de Simulación con los Principales Procesos de una Pyme

Con el fin de entender mejor un proceso metalmeccánico se realizó la simulación mediante una aplicación para recrear procesos Flexsim, todo esto en aras de profundizar en el corazón de la operación y así conocer con propiedad un la ejecución de actividades de una industria de este tipo, para realizar este modelo fue necesario basarnos en la estructuración y funcionamiento de una empresa pymes de la ciudad de Barranquilla, con el apoyo de un estudio de métodos y tiempos que permite el la discriminación de cada uno de los elementos y las actividades y conocer de esta manera su impacto en el producto final concentrándose puntualmente en los aspectos de costo y tiempo.

4.4.2. Validación del Modelo

Para el desarrollo de la validación del modelo que se realizó en la fase anterior tomamos dos proyectos reales de una Pyme del sector metalmeccánico en la ciudad de Barranquilla, de la cual se obtuvieron datos verídicos de los factores que influyen al momento de determinar los costos de los procesos y los cuales están expresados a lo largo de este trabajo para posteriormente realizar la comparación de los resultados arrojados por el modelo propuesto con los datos arrojados por la aplicación de Excel, para determinar la valides del modelo. Se tomó como referencias algunos documentos como “COSTOS DE SOLDADURA” (Asociacion Argentina de Soldadura, 2006) y “TABLAS PARA LA INDUSTRIA METALURGICA” (Hernann Jutz).

PROYECTOS ARA VALIDAR LA METODOLOGIA

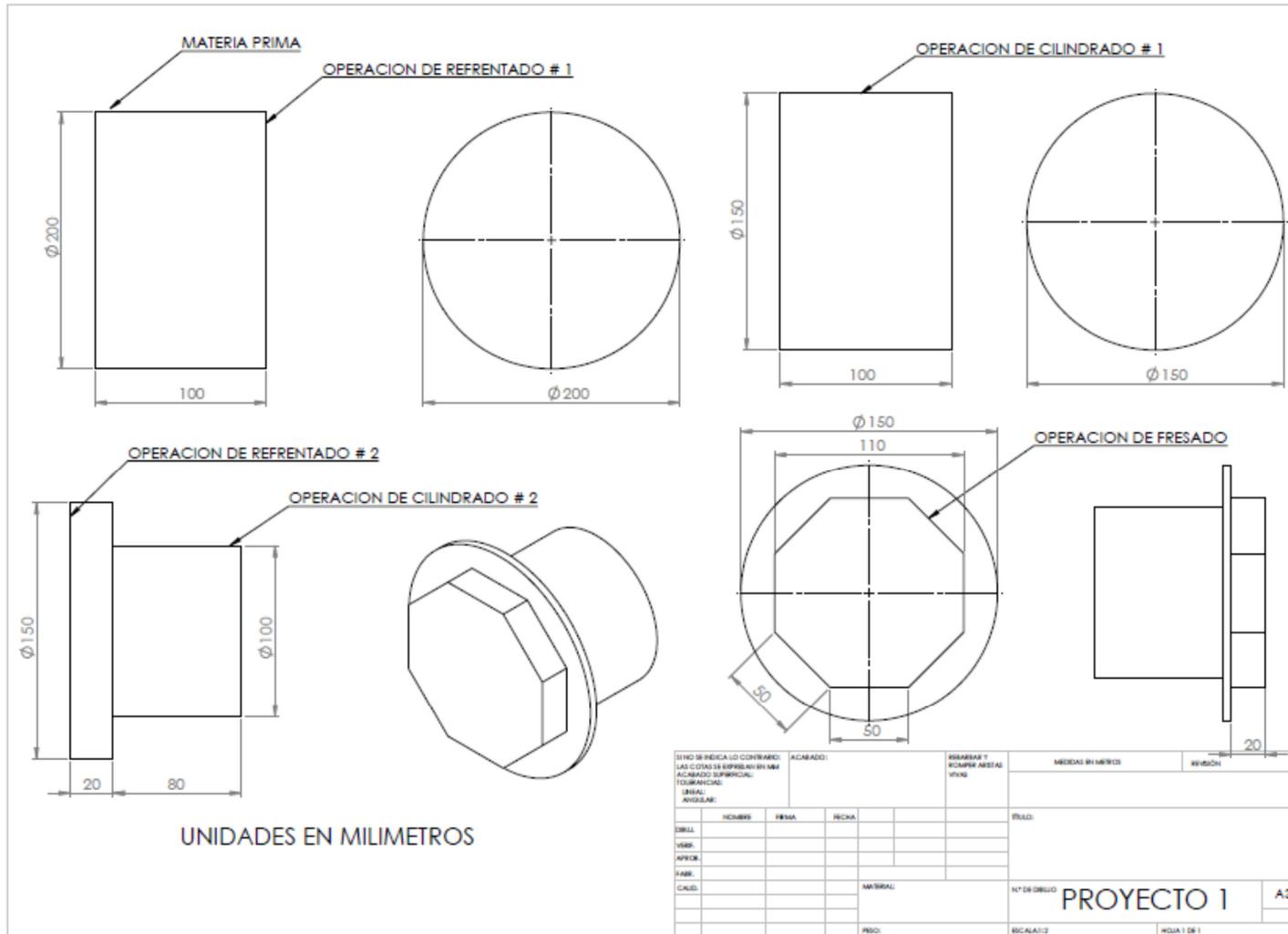
- PRIMER PROYECTO

Un cliente solicito 30 piezas para el sistema de transmisión de automóviles, las cuales requirieron la ejecución de los procesos de torneado y fresado para el desarrollo de este proyecto se conto con el apoyo de 4 operarios.

Todas las medidas se encuentran en milímetros, ademas se utiliza de materia prima una barra circular de acero 1020 x 7 pulgadas de diámetro.

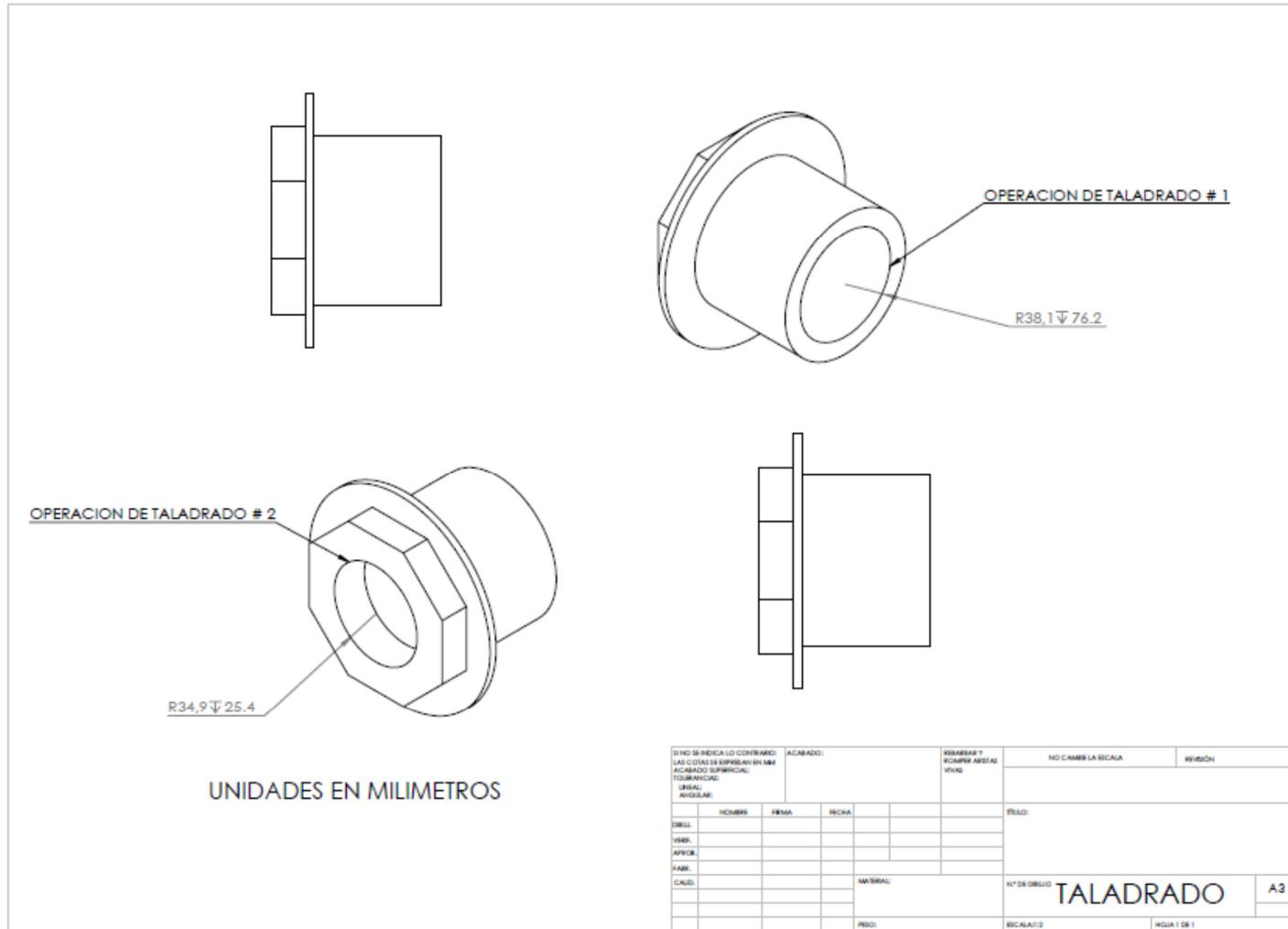
La Figura 16 y 17 muestra el plano de las piezas producidas, con sus principales característica

Figura 16. Pieza del Proyecto 1 (Proceso de torneado y fresado)



Fuente: Autores

Figura 17 Pieza del Proyecto 1 (Proceso de taladrado)



Fuente: Autores

A continuación se describen los cálculos para hallar los costos de materiales, mano de obra y equipos del primer proyecto.

COSTO DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO 1.

Para hallar el costo de los materiales se requirieron 3 metros de una barra circular de 7 pulgadas de acero 1020. Para hallar el valor se usó la Ecuación 1.

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i =materia prima necesaria para el proyecto

P_i =costo unitario de la materia prima según cotización, ver Anexo 22

Pero P_i está dado por la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{C_i}{Q_i}$$

Dónde:

C_i =Costo parcial de la materia prima

Tabla 11. Costo de la materia prima del Proyecto 1.

Materiales (i)	Cantidad (Q_i)	Precio unitario(P_i) (\$)	Costo parcial(C_i) (\$)
Materia prima			
Barra circular de acero 1020 x 7 pulg. De diámetro	30	30.000	900.000
TOTAL C_x			900.000

Fuente: Autores

Para hallar el valor de los insumos se usó la Ecuación 2.

$$C_n = \sum_{i=1}^o \frac{T_m}{T_i} * n_i * Q_i$$

Dónde:

n_i = costo del insumo, según cotización del proveedor, ver Anexo 22

T_m =tiempo en el cual se consume el insumo

T_i =vida total de la herramienta que es dado, según proveedor de la herramienta según Anexo 22

Tabla 12. Costo de los insumos del Proyecto 1.

Insumos	Cantidad (Q_i)(uni)	Vida útil (T_i) (hrs)	C/u del insumo (n_i) (\$)	Costo parcial (C_n) (\$)
Buril cuchilla HSS de 1/2x3/32x4"	2	60	37.490	74.980
Broca para torno de 3"	2	60	125.820	251.640
Broca para torno de 2 x 3/4	2	60	112.370	224.740
Fresa de vástago 13/16 x 4 dientes	2	60	47.650	95.300
Refrigerante para mecanizado	1 litro	N/A	8.000	8.000
TOTAL (C_x)				654.660

Fuente: Autores

COSTO MANO DE OBRA DEL PROYECTO 1

Para hallar el costo de la mano de obra se requirio de 4 operarios, 2 en el torno y 2 en la fresa. Para hallar el valor del costo por hora de cada operario se uso la Ecuación 21 teniendo en cuenta que los 4 tienen el mismo salario básico mensual.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Tabla 13. Costo de mano de obra del Proyecto 1

Cargo	Auxiliar de producción
Año	2.013
Salario básico mensual	\$700.000,00
Días del Año	366
Festivos	20
Vacaciones	15
Total días no laborales año 2013	76
Total días laborales año 2013	290
Sueldo Mínimo (mensual/día)	\$700.000 / 23.333,333
Subsidio de Transporte	59300
Vr total sueldo (mensual/diario)	759300 / 25310,000

VR SUELDO ANUAL C/TRANSP (x12meses)	\$9.111.600,00
PRIMA (30 días)	\$759.300,00
VACACIONES (15 días)	\$350.000,00
CESANTIAS (30 días) 8,33% mes	\$63.249,69
INT CESANTIAS (12% anual)	\$91.116,00
Salud 12,5% - 4%	\$774.486,00
Pensión 16% - 4%	\$1.093.392,00
Riesgo profesional 0.522%	\$47.562,55
ICBF (3%)	\$273.348,00
SENA (2%)	\$182.232,00
CAJA (4%)	\$364.464,00
DOTACION (3 uniformes) 5% mes	\$455.580,00
VALOR CANCELADO ANUAL	\$13.566.330,24
VALOR CANCELADO MENSUAL	\$1.130.527,52
VALOR CANCELADO POR HORA (S_i)	\$4.710,53

Fuente: Autores

Luego de esto se requirio hallar los tiempos de maquinado por cada operación, debido q que estos se hallan de manera diferente de acuerdo a cada proceso.

Proceso de torneado

Para hallar el tiempo de operación del cilindrado en el proceso de torneado se realizó de acuerdo a diferentes operaciones:

Ecuación 23

$$N = \frac{v}{\pi D_0}$$

Dónde:

N = Velocidad de rotación

v = Velocidad de corte, según Anexo 12

D_0 = diámetro original de la parte, según Figura 16

Ecuación 24

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r = velocidad de avance

f = avance, según Anexo 12

Ecuación 25

$$d = \frac{D_0 - D_f}{2}$$

La operación de torneado reduce el diámetro del trabajo D_0 al diámetro final D_f . El cambio de diámetro se determina por la profundidad de corte d ,

Ecuación 26

$$N_p = \frac{d}{p}$$

Dónde:

N_p = Numero de pasadas

P = Profundidad de corte

Y Ecuación 27

$$T_m = \frac{L}{f_r} * N_p$$

T_m = Tiempo de maquinado real en min

L = longitud de la parte cilíndrica en m según figura 16

Para hallar el tiempo de operación del refrenado en el proceso de torneado se requirió utilizar diferentes operaciones:

Ecuación 23

$$N = \frac{v}{\pi D_0}$$

Dónde:

N = Velocidad de rotación

v = Velocidad de corte, según Anexo 12

D_0 = diámetro original de la parte, según Figura 16

Ecuación 28

$$T_m = \frac{L}{f * N}$$

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de la tabla que está en el Anexo 12 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de torneado.

Tabla 14. Tiempo de operación de torneado para el Proyecto 1

TIEMPO DE OPERACIÓN										
Procesos	(v) (m/min)	(D ₀) (mm)	(D _f) (mm)	(N) (rpm)	(p) (mm)	(f) (mm/rev)	(f _r) (mm/min)	(L) (mm)	(N _p) veces	(t _m) (parcial) (min)
Refrentado # 1	60	200	0	95,49	N/A	0,2	N/A	100	1	5,23
Cilindrado #1	60	200	150	95,49	2	0,2	19,09	100	13	68,09
Cilindrado #2	60	150	100	127,32	2	0,2	25,46	80	13	40,84
Refrentado #2	60	150	0	127,32	N/A	0,2	N/A	100	1	3,92
Tiempo de maquinado total (T _m)										118,08

Fuente: Autores

Para hallar el costo de la mano de obra del torneado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m=tiempo en horas trabajado por cada operario, ver Tabla 14

T_s=tiempo suplementario

n=cantidad de operarios

S_i=costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 13

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100} * T_m$$

Dónde:

t_d= tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o= tiempo suplementario de operación (29% para el proceso de torneado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 15. Costo total de mano de obra de torneado para el Proyecto 1

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de operarios (n)	Total (Co) (\$)
1,96	0,80	2,76*	4.710,53	15**	2	390.031,88

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza. **La cantidad es 15 por que cada operario en teoría trabaja 15 piezas

Proceso de taladrado

Para hallar el tiempo de operación del taladrado se realizó de acuerdo a varias ecuaciones como:

Ecuación 35

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

Dónde:

v= velocidad de corte, según Anexo 11

D= diámetro de la broca, según Figura 18

Ecuación 36

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r =velocidad de avance

f= avance, según Anexo 11

Ecuación 37

$$T_m = \frac{t + A}{f_r}$$

Dónde:

T_m = tiempo de maquinado

t= espesor del trabajo, según Figura 17

f_r =velocidad de avance

A=Distancia de aproximación que toma en cuenta el ángulo de la punta de la broca, según ecuación 38

Ecuación 38

$$A = 0,5D \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right)$$

Dónde:

A= Distancia de aproximación

θ = Ángulo de la punta de la broca, según Anexo 10

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de las tablas que están en el Anexo 10 y el Anexo 11 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de taladrado.

Tabla 16. Tiempo de operación de taladrado para el Proyecto 1

TIEMPO DE OPERACIÓN									
Procesos	(v) (m/min)	(D) (mm)	N (rpm)	(f) (mm/rev)	(f _r) (mm/min)	(θ) (°)	(A) (mm)	(t) (mm)	(t _m) (parcial) (min)
Taladrado #1 3"	35	80	139,26	0,36	50,13	118	24,03	80	2,07
Taladrado # 2 2x3/4"	35	60	185,68	0,36	66,84	118	18,02	60	1,16
T operación total (T _m)									3,23

Fuente: Autores

Para hallar el costo de la mano de obra de taladrado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m=tiempo en horas trabajado por cada operario, ver Tabla 16

T_s=tiempo suplementario

n=cantidad de operarios

S_i=costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 13

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100} * T_m$$

Dónde:

t_d= tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o= tiempo suplementario de operación (22% para el proceso de taladrado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 17. Costo total de mano de obra de taladrado para el Proyecto 1

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de empleados	Total (C_o) (\$)
0,053	0,018	0,071*	4.710,53	15**	2	10.033,42

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza. **Se pone 15 por que cada operario en teoría trabaja 15 piezas.

Proceso de fresado

Para hallar el tiempo de operación se realizó de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

Ecuación 30

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

Dónde:

v = velocidad de corte, según Anexo 9

D = diámetro exterior de la fresa, según Anexo 9

Ecuación 31

$$f_r = N n_t f$$

Dónde:

f_r =velocidad de avance

n_t =número de dientes de la fresa

f = avance

Ecuación 32

$$A = \sqrt{d(D - d)}$$

Dónde:

d = diámetro a fresar

D = Diámetro inicial, según Anexo 9

Ecuación 33

$$N_p = \frac{d}{p}$$

N_p = Numero de pasadas, según Figura 16

p = profundidad de corte

d = Diámetro a fresar

Ecuación 34.

$$T_m = \frac{L}{f} * N_p * N_v$$

Dónde:

T_m = Tiempo de maquinado real

L = longitud de la parte cilíndrica

N_p = Número de pasadas, según figura 16

N_v = Número de veces a usar, según figura 16

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de las tablas que están en el Anexo 8 y el Anexo 9 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de fresado.

Tabla 18. Tiempo de operación de fresado para el Proyecto 1

TIEMPO DE OPERACIÓN													
Proceso	(v) (m/min)	(D) (mm)	(N) (rpm)	(f) (mm/rev)	(f _r) (mm/min)	n _t (dientes)	(L) (mm)	A (mm)	(p) (mm)	(d) (mm)	(N _p) (veces)	(N _p) (veces)	(t _m) (parcial) (min)
Fresado	17	150	36,07	50	7.214	4	50	66,33	3	40	14	8	112
T operación total (T _m)													112

Fuente: Autores

Para hallar el costo de la mano de obra de fresado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m=tiempo en horas trabajado por cada operario, ver Tabla 16

T_s=tiempo suplementario

n=cantidad de operarios

S_i=costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 13

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Dónde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (42% para el proceso de taladrado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 19. Costo total de mano de obra de fresado para el Proyecto 1

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de empleados	Total (C _o)(\$)
1,86	1,004	2,864*	4.710,53	15*+	2	404.728,73

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza **Se pone 15 por que cada operario en teoría trabaja 15 piezas.

COSTO DE LA DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO 1.

Para hallar el costo de los equipo se requirio de un torno convencional. Para hallar el valor de la depreciacion del equipo se uso las siguientes ecuaciones:

Ecuación 19

$$D_i = \frac{E}{n}$$

Dónde:

E= costo del equipo, instalación, contratos de mantenimiento, etc., de acuerdo al estado en la que se encontró la maquinaria se estimó tan solo el 50% del costo real.

n = vida útil del equipo, de acuerdo tablas especiales de depreciación, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 6° del artículo 59 del Decreto 2053 de 1974.

Ecuación 20

$$H_i = \frac{D_i}{h} * T_m$$

Dónde:

h= horas de uso del equipo mensual, teniendo en cuenta que se trabajan 48 horas semanales.

T_m = horas trabajadas, según tablas 14,16 y 18 para cada proceso.

Tabla 20. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 1.

DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS						
Activos (i)	Vida Útil (n) (meses)	Costo por Unidad (E) (\$)	Valor de la Depreciación (mensual D_i) (\$)	Horas de uso mensual (h) (hrs)	Horas trabajadas (T_m) (hrs)	Valor de la depreciación del trabajo parcial (H_i) (\$)
Torno	120	\$ 17.983.030	149.858,58	240	82,8	51.701,21
Fresa	120	\$ 12.972.801	108.106,67	240	85,92	38.702,18
Taladro de árbol	120	800.000	6.666,666	240	2,13	59,16
TOTAL (H_i)						90.462,55

Fuente: Autores

Tabla 21. Costo total del Proyecto 1.

Costo total del Proyecto 1				
Materiales (\$)	Depreciación (\$)	Mano de obra (\$)	Costos administrativos (\$)*	Costo TOTAL (\$)
1.554.660	90.462,55	804.794,03	244.991,65	2.694.908,23

Fuente: Autores

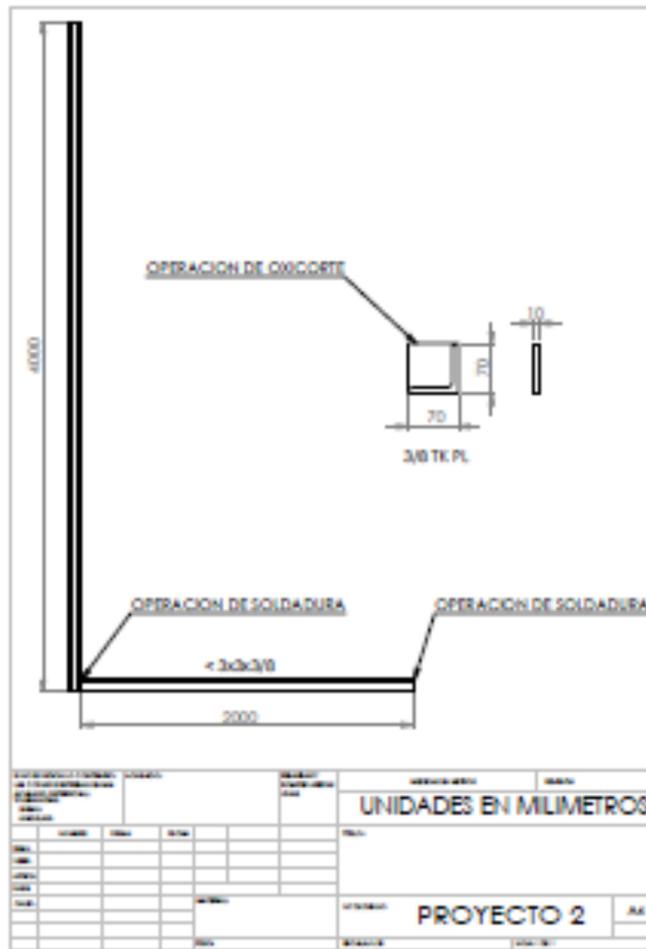
*Los costos administrativos se reflejan como el 10% del total de los costos del trabajo realizado según (Amendola, 2006).

- SEGUNDO PROYECTO

Un cliente solicitó 4 piezas soporte para un atillo con láminas y ángulos de Acero a36, las cuales requirieron la ejecución de los procesos de soldadura y oxicorte para el cual se necesitó de 2 operarios.

La Figura 18 muestra el plano de las piezas producidas, con sus principales características.

Figura 18. Pieza del Proyecto 2



Fuente: Autores

A continuación se describen los cálculos para hallar los costos de materiales, mano de obra y equipos del segundo proyecto.

COSTO DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO 2.

Para hallar el costo de los materiales se requirieron 24 metros de un ángulo de 3x3x3/8 de acero A36. Para hallar el valor se usó la Ecuación 1

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i=cantidad de materia prima

P_i=precio unitario de materia prima

Tabla 22. Costo de la materia prima del Proyecto 2.

Materiales (i)	Cantidad (Q _i)	Precio unitario(P _i) (\$)	Costo parcial(C _i) (\$)
Materia prima			
Angulo de 3x3x3/8 x 6mts de Acero A36	4 u	115.625	462.500
Lamina de 3/8 de Acero A36	4 u	1.754	7.016
Insumos			
Electrodos 7018 de 1/8	32 u	250	8.000
Recarga de pipeta de oxigeno	10 m ³	7.166	71.660
Recarga de pipeta de gas propano	10 m ³	3.162	31.620
TOTAL C _x			580.796

Fuente: Autores

COSTO MANO DE OBRA DEL PROYECTO 2.

Para hallar el costo de la mano de obra se requirio de 2 operarios, 1 en soldadura y 1 en oxicorte. Para hallar el valor del costo por hora de cada operario se uso la Ecuación 21 teniendo en cuenta que los 2 tienen el mismo salario básico mensual.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m= tiempo en horas trabajado por cada operario

T_s=tiempo suplementario

n=cantidad de operarios

S_i=costo total de la hora de cada operario (incluye todos los gastos), ver Tabla 25

Pero t_s es:

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Donde:

t_d= tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o= tiempo suplementario de operación (80% para el proceso de soldadura)

t_o= tiempo suplementario de operación (55% para el proceso de oxicorte)

Tabla 23. Costo de mano de obra del Proyecto 2.

Cargo	Auxiliar de producción
Año	2013
Salario básico mensual	\$700.000,00
Días del Año	366
Festivos	20
Vacaciones	15
Total días no laborales año 2013	76
Total días laborales año 2013	290
Sueldo Mínimo (mensual/día)	700000 / 23333,333
Subsidio de Transporte	59300
Vr total sueldo (mensual/diario)	759300 / 25310,000
VR SUELDO ANUAL C/TRANSP (x12meses)	\$9.111.600,00
PRIMA (30 días)	\$759.300,00
VACACIONES (15 días)	\$350.000,00
CESANTIAS (30 días) 8,33% mes	\$63.249,69
INT CESANTIAS (12% anual)	\$91.116,00
Salud 12,5% - 4%	\$774.486,00
Pensión 16% - 4%	\$1.093.392,00
Riesgo profesional 0.522%	\$47.562,55
ICBF (3%)	\$273.348,00
SENA (2%)	\$182.232,00

CAJA (4%)	\$364.464,00
DOTACION (3 uniformes) 5% mes	\$455.580,00
VALOR CANCELADO ANUAL	\$13.566.330,24
VALOR CANCELADO MENSUAL	\$1.130.527,52
VALOR CANCELADO POR HORA (S_i)	\$4.710,53

Fuente: Autores

Luego de esto se requirio hallar los tiempos de maquinado por cada operación, debido que estos se hallan de manera diferente se hizo de las siguientes ecuaciones:

Ecuacion 39. Para soldadura

$$T_m = \frac{L}{v_r}$$

Dónde:

L= Longitud, según Figura 19

v_r = Velocidad de recorrido, según Anexo 13

Y la Ecuacion 40. para oxicorte

$$T_m = \frac{L}{v_c}$$

Dónde:

L= Longitud, según Figura 19

v_c = Velocidad de corte, según Anexo 13

Tabla 24. Tiempo de operación de la mano de obra del Proyecto 2.

TIEMPO DE OPERACIÓN				
Procesos	(v_r) / (v_c) (mm/min)	(L) (mm)	No. de piezas	(t_m) (parcial) (min)
Cordón de soldadura	90	640	4	28,44
Corte de la estructura	60	160	4	10,66
Tiempo operación total (T_m)				39,1

Fuente: Autores

Para hallar el costo total se utilizan la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m =tiempo en horas trabajado por cada operario, ver Tabla 24

T_s =tiempo suplementario

n =cantidad de operarios

S_i =costo total de la hora de cada operario (incluye todos los gastos), ver Tabla 23

Pero T_s es:

Y la Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Donde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (75% para el proceso de soldadura)

t_o = tiempo suplementario de operación (50% para el proceso de oxicorte)

Tabla 25. Costo total de mano de obra de Proyecto 2.

Total del costo de la mano de obra					
Proceso	T_m (horas)	T_s (horas)	S_i (\$)	Cantidad de empleados	Total (C_o) (\$)
Soldadura	0,474	0,412	4.710,53	1	4.173.529
Oxicorte	0,177	0,109	4.710,53	1	1.347,211
Total costo de Mano de Obra					5.520,74

Fuente: Autores

COSTO DE LA DEPRECIACION DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO 2.

Para hallar el costo de los equipo se requirio de un torno convencional. Para hallar el valor de la depreciacion del equipo se uso la Ecuación 19

$$D_i = \frac{E}{n}$$

Dónde:

E= costo del equipo, instalación, contratos de mantenimiento, etc., de acuerdo al estado en la que se encontró la maquinaria se estimó tan solo el 50% del costo real.

n= vida útil del equipo, de acuerdo tablas especiales de depreciación, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 6° del artículo 59 del Decreto 2053 de 1974.

y la Ecuación 20.

$$H_i = \frac{D_i}{h} * T_m$$

Dónde:

h= horas de uso del equipo mensual, teniendo en cuenta que se trabajan 48 horas semanales.

T_m= horas trabajadas, según Tabla 25.

Tabla 26. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 2.

DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS						
Activos (i)	Vida Útil (n) (meses)	Costo por Unidad (E) (\$)	Valor de la Depreciación mensual (D _i) (\$)	Horas de uso mensual (h) (horas)	Horas trabajadas (T _m) (horas)	Valor de la depreciación del trabajo parcial (H _i) (\$)*
Equipo de soldadura SMAW	120	1.298.756	10.822	240	0,886	39,95
Equipo de oxicorte	120	10.873.956	90.616,3	240	0,286	107,98
TOTAL (H _i)						147,93

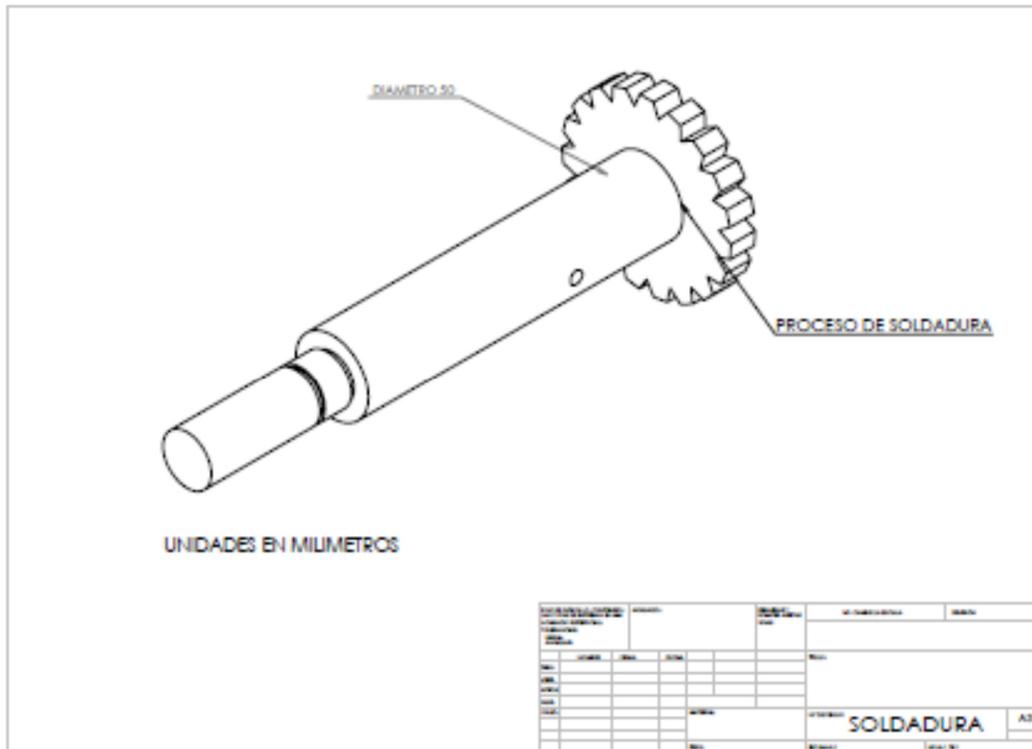
Fuente: Autores

Tabla 27. Costo total del Proyecto 2.

Costo total del Proyecto 2				
Materiales (\$)	Depreciación (\$)	Mano de obra (\$)	Costos administrativos*	Costo TOTAL (\$)
580.796	147,93	5.520,74	58.646,46	645.111,13

Fuente: Autores

*Los costos administrativos se reflejan como el 10% del total de los costos del trabajo realizado según (Amendola, 2006).



Fuente: Autores

COSTO DE LOS MATERIALES DEL PROYECTO 3.

Para hallar el costo de los materiales se requirieron 10 metros de una barra circular de 3 pulgadas de acero 1020 y 0,5 metros de una barra circular de 7 pulgadas de acero 1020. Para hallar el valor se uso la Ecuación 1.

$$C_x = \sum_{i=1}^x Q_i * P_i$$

Dónde:

Q_i =materia prima necesaria para el proyecto

P_i =costo unitario de la materia prima según cotización, ver Anexo 22

Pero P_i está dado por la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{C_i}{Q_i}$$

Dónde:

C_i =Costo parcial de la materia prima

Para hallar el valor de los insumos se usó la Ecuación 2.

$$C_n = \sum_{i=1}^o \frac{T_m}{T_i} * n_i * Q_i$$

Dónde:

n_i = costo del insumo, según cotización del proveedor, ver Anexo 22

T_m =tiempo en el cual se consume el insumo

T_i =vida total de la herramienta que es dado, según proveedor de la herramienta según Anexo 22

Tabla 28. Costo de la materiales del Proyecto 3.

Materiales	Cantidad (Q_i)	Vida útil (T_i)(hrs)	C/u del insumo (n_i) (\$)	Costo parcial (C_n) (\$)
Materia prima				
Barra circular de acero 1020 de 3 pulg.de diámetro.	19	N/A	58.650	1.114.350
Barra circular de acero 1020 de 7 pulg.de diámetro.	19	N/A	17.381	330.243
Insumos				
Electrodo E6010	1 Kg	N/A	4.000	4.000
BROCAS CIL JUEGO HSS 1/16-1/2 15 PZAS	2*	60	34.000	68.000
BURIL CUCHILLA HSS de 1/2x3/32x4"	2*	60	37.490	74.980
BURIL PARA TRONZADO HSS 114 mm	2*	60	37.230	74.460
FRESA DE DISCO DERECHA HSS 20mm	2*	60	47.650	95.300
FRESA DE DISCO IZQUIERDA HSS 20mm	2*	60	47.650	95.300
Refrigerante para mecanizado	2 litros		8.000	16.000
TOTAL (C_x)				1.872.633

Fuente: Autores

*Este valor resulta de la división entre las horas trabajadas y la vida útil de la herramienta, al cual se le adiciona un porcentaje adicional el cual se ha considerado de seguridad y los autores lo han definido en un rango de 30-40% el cual varia a criterio del usuario, y se asigna el valor entero más cercano por encima del resultado

**La diferencia encontrada entre el cálculo manual y el aplicativo en Excel se aleja un poco,

COSTO MANO DE OBRA DEL PROYECTO 3.

Para hallar el costo de la mano de obra se requirio de 3 operarios, 1 en el torno y 1 en la fresa y uno en soldadura. Para hallar el valor del costo por hora de cada operario se uso la Ecuación 21 teniendo en cuenta que los 3 tienen el mismo salario básico mensual.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (t_m + t_s) * S_i$$

Tabla 29. Costo de mano de obra del Proyecto 3

Cargo	Auxiliar de producción
Año	2.013
Salario básico mensual	\$700.000,00
Días del Año	366
Festivos	20
Vacaciones	15
Total días no laborales año 2013	76
Total días laborales año 2013	290
Sueldo Mínimo (mensual/día)	\$700.000 / 23.333,333
Subsidio de Transporte	59300
Vr total sueldo (mensual/diario)	759300 / 25310,000
VR SUELDO ANUAL C/TRANSP (x12meses)	\$9.111.600,00
PRIMA (30 días)	\$759.300,00
VACACIONES (15 días)	\$350.000,00
CESANTIAS (30 días) 8,33% mes	\$63.249,69
INT CESANTIAS (12% anual)	\$91.116,00
Salud 12,5% - 4%	\$774.486,00
Pensión 16% - 4%	\$1.093.392,00
Riesgo profesional 0.522%	\$47.562,55
ICBF (3%)	\$273.348,00
SENA (2%)	\$182.232,00
CAJA (4%)	\$364.464,00
DOTACION (3 uniformes) 5% mes	\$455.580,00
VALOR CANCELADO ANUAL	\$13.566.330,24
VALOR CANCELADO MENSUAL	\$1.130.527,52
VALOR CANCELADO POR HORA (S_i)	\$4.710,53

Fuente: Autores

Luego de esto se requirió hallar los tiempos de maquinado por cada operación, debido a que estos se hallan de manera diferente de acuerdo a cada proceso.

Proceso de torneado

Para hallar el tiempo de operación de torneado se realizó de acuerdo a la Ecuación 23

$$N = \frac{v}{\pi D_0}$$

Dónde:

N = Velocidad de rotación

v = Velocidad de corte, según Anexo 12

D_0 = diámetro original de la parte, según Figura 20

Ecuación 24

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r = velocidad de avance

f = avance, según Anexo 12

Ecuación 25

$$\frac{D_0 - D_f}{2} = d$$

La operación de torneado reduce el diámetro del trabajo D_0 al diámetro final D_f . El cambio de diámetro se determina por la profundidad de corte d,

Ecuación 26

$$N_p = \frac{d}{p}$$

Dónde:

N_p = Numero de pasadas

P=Profundidad de corte

Y Ecuación 27

$$T_m = \frac{L}{f_r} * N_p$$

T_m = Tiempo de maquinado real en min

L = longitud de la parte cilíndrica en mm según figura 20

Para refrentar se uso

Ecuación 28

$$T_m = \frac{r}{f * N}$$

L= radio de la pieza a Refrentar que es asumido como la longitud

Para el caso del ranurado se utilizan las mismas ecuaciones del cilindrado con la diferencia en el número de pasadas que se haya así:

Ecuación 29.

$$N_p = \frac{R}{b}$$

Donde:

R=ancho de la ranura según Figura 19

b = Ancho de la cabeza del buril (ver Anexo 24)

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de la tabla que está en el Anexo 12 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de torneado.

Tabla 30. Tiempo de operación de torneado para el Proyecto 3

TIEMPO DE OPERACIÓN										
Operaciones	(v) (m/min)	(D _o) (mm)	(D _f) (mm)	(N) (rpm)	(p) (mm)	(f) (mm/rev)	(f _r) (mm/min)	(L) (mm)	(N _p) (veces)	(t _m) (parcial) (min)
Refrentado #1	25	80	0	99.47	N/A	1,6	159,15	40	1	0,25
Cilindrado #1	25	80	50	99.47	4	1,6	159,15	150	4	3,8
Refrentado #2	25	80	0	99.47	N/A	1,6	159,15	40	1	0,22
Cilindrado #2	25	80	50	99.47	4	1,6	159,15	30	4	0,75
Ranurado #1	25	50	46	159,15	N/A	1,6	254,64	2	2*	0,02
Ranurado #2	25	50	46	159,15	N/A	1,6	254,64	2	2*	0,02
Tiempo de maquinado total (T_m)										5,06

Fuente: Autores

*Para este caso b= 5mm y R=10mm

Para hallar el costo de la mano de obra del torneado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m=tiempo en horas trabajado por cada operario, ver Tabla 31 (min)

T_s=tiempo suplementario

n=cantidad de operarios

S_i=costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 30

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Dónde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (29% para el proceso de torneado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 31. Costo total de mano de obra de torneado para el Proyecto 3

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de operarios (n)	Total (C_o) (\$)
0,08	0,03	0,11*	4.710,53	19	1	9845.00

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza.

Proceso de taladrado

Para hallar el tiempo de operación del taladrado se realizó de acuerdo a la Ecuación 35

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

Dónde:

v = velocidad de corte, según Anexo 11

D = diámetro de la broca, según Figura 21

Ecuación 36

$$f_r = Nf$$

Dónde:

f_r =velocidad de avance

f = avance, según Anexo 11

Ecuación 37

$$T_m = \frac{t + A}{f_r}$$

Dónde:

T_m = tiempo de maquinado

t = espesor del trabajo, según Figura 19

f_r = velocidad de avance

A =Distancia de aproximación que toma en cuenta el ángulo de la punta de la broca, según Ecuación 35

Ecuación 38

$$A = 0,5D \tan\left(90 - \frac{\theta}{2}\right)$$

Dónde:

A = Distancia de aproximación

θ = Ángulo de la punta de la broca, según Anexo 10

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de las tablas que están en el Anexo 10 y el Anexo 11 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de taladrado.

Tabla 32. Tiempo de operación de taladrado para el Proyecto 3

TIEMPO DE OPERACIÓN									
Operaciones	(v) (m/min)	(D) (mm)	N (rpm)	(f) (mm/rev)	(f_r) (mm/min)	(θ) (°)	(A) (mm)	(t) (mm)	(t_m) (parcial) (min)
Taladrado #1	13	10	413,802	0,16	66,20	140	1,81	80	1,23
Taladrado # 2	8	50	50,92	0,07	3,56	140	9,09	30	10,98
T operación total (T_m)									12,21

Fuente: Autores

Para hallar el costo de la mano de obra de taladrado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n \frac{(T_m + T_s)}{100\%} * S_i$$

Dónde:

T_m =tiempo en trabajado por cada operario, ver Tabla 34

T_s =tiempo suplementario

n =cantidad de operarios

S_i =costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 31

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Dónde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (22% para el proceso de taladrado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 33. Costo total de mano de obra de taladrado para el Proyecto 3

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de empleados	Total (Co) (\$)
0,203	0,069	0,272*	4.710,53	19	1	24.344,02

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza.

Proceso de fresado

Para hallar el tiempo de operación se realizó de acuerdo a la Ecuación 30.

$$N = \frac{v}{\pi D}$$

Dónde:

V = velocidad de corte, según Anexo 9

D = diámetro exterior de la fresa, según Anexo 9

Ecuación 31.

$$f_r = N n_t f$$

Dónde:

f_r =velocidad de avance

n_t =número de dientes de la fresa

f = avance, mm/Rev.

Ecuación 32.

$$A = \sqrt{d(D - d)}$$

Dónde:

d =

D= Diámetro inicial, según Anexo 9

Ecuación 33

$$N_p = \frac{d}{p}$$

Dónde:

N_p = Numero de pasadas

p = profundidad de corte

d = Diámetro a fresar

Ecuación 34.

$$T_m = \frac{L}{f} * N_p * N_v$$

Dónde:

T_m = Tiempo de maquinado real

L = longitud de la parte cilíndrica

N_p = Número de pasadas, según figura 20

N_v = Número de veces a usar, según figura 20

Adicional a esto se utilizaron los datos seleccionados de las tablas que están en el Anexo 8 y el Anexo 9 para determinar los parámetros a utilizar en el proceso de fresado.

Tabla 34. Tiempo de operación de fresado para el Proyecto 3

TIEMPO DE OPERACIÓN													
Operación	(v) (m/min)	(D) (mm)	(N) (rpm)	(f) (mm/rev)	(f _r) (mm/min)	n _t (dientes)	(L) (mm)	A (mm)	(p) (mm)	(d) (mm)	(N _p) (veces)	(N _p) (veces)*	(t _m) (parcial) (min)
Fresado De engranaje	18	180	31,83	100	12.732	4	30	67,08	3	30	10	20	60
T operación total (T _m)(min)													60

Fuente: Autores

*Número de veces que fue requerido para realizar la operación, lo que representa el número dientes +1.

Para hallar el costo de la mano de obra de fresado se utilizó la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n (T_m + T_s) * S_i$$

Dónde:

T_m = tiempo(min) trabajado por cada operario, ver Tabla 36

T_s = tiempo suplementario

n = cantidad de operarios

S_i = costo total de la hora de cada operario, ver Tabla 31.

Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$t_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * t_m$$

Dónde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (42% para el proceso de fresado)

De acuerdo a las ecuaciones 21 y 22 se halló lo siguiente:

Tabla 35. Costo total de mano de obra de fresado para el Proyecto 3

Total del costo de la mano de obra						
T_m (hrs)	T (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad	Cantidad de empleados	Total (C_o) (\$)
1	0,54	1,54*	4.710,53	19	1	137.830,10**

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza.

Proceso de soldadura

Se requirio hallar los tiempos de la soldadura de acuerdo a la Ecuacion 39.

$$T_m = \frac{L}{v_r}$$

Dónde:

L = Longitud, según Figura 19

v_r = Velocidad de recorrido, según Anexo 13

Tabla 36. Tiempo de operación de la mano de obra del Proyecto 3.

TIEMPO DE OPERACIÓN					
Procesos	(v_r) (hr/mm)	(L) (mm)	(D) (mm)	No. de piezas	(t_m) (parcial) (hrs)
Cordón de soldadura	220	157,07	50	19	13,54
Tiempo operación total (T_m)					13,54

Fuente: Autores

*Para hallar la longitud lineal se calculó el perímetro del eje a soldar así: $\pi * D$

Para hallar el costo total se utilizan la Ecuación 21.

$$C_o = \sum_{i=1}^n \frac{(T_m + T_s)}{100\%} * S_i$$

Dónde:

T_m = tiempo en horas trabajado por cada operario, Ver Tabla 38

T_s = tiempo suplementario

n = cantidad de operarios

S_i = costo total de la hora de cada operario (incluye todos los gastos), ver Tabla 31

Pero T_s es:

Y la Ecuación 22 Tiempo suplementario

$$T_s = \frac{(t_d + t_o)}{100\%} * T_m$$

Donde:

t_d = tiempo suplementario de descanso (12%)

t_o = tiempo suplementario de operación (75% para el proceso de soldadura)

Tabla 37. Costo total de mano de obra de Proyecto 3.

Total del costo de la mano de obra						
Proceso	T_m (horas)	T_s (hrs)	T_u (hrs)	S_i (\$)	Cantidad de empleados	Total (C_o) (\$)
Soldadura	13,54	11,77	1,33*	4.710,53	1	119.223,51
Total costo de Mano de Obra						119.223,51

Fuente: Autores

*Tiempo total de fabricación de una pieza.

COSTO DE LA DEPRECIACION DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO 3

Para hallar el costo de los equipo se requirio de un torno convencional. Para hallar el valor de la depreciacion del equipo se uso la Ecuación 19.

$$D_i = \frac{E}{n}$$

Dónde:

E = costo del equipo, instalación, contratos de mantenimiento, etc., de acuerdo al estado en la que se encontró la maquinaria se estimó tan solo el 50% del costo real.

n = vida útil del equipo, de acuerdo tablas especiales de depreciación, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 6° del artículo 59 del Decreto 2053 de 1974.

y la Ecuación 20

$$H_i = \frac{D_i}{h} * T_m$$

Dónde:

h=horas de uso del equipo mensual, teniendo en cuenta que se trabajan 48 horas semanales.

T_m=horas trabajadas, según tablas 14,16 y 21 para cada proceso.

Tabla 38. Costo de la depreciación de equipos para el Proyecto 3.

DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS						
Activos (i)	Vida Útil (n) (mes)	Costo por Unidad (E)*(\$)	Valor de la Depreciación (mensual D_i)(\\$)	Horas de uso mensual (h)**(hrs)	Horas trabajadas (T_m)***	Valor de la depreciación del trabajo (H_i) (\$)
Torno	120	17.598.230	146.651,91	240	0,90	54,99
Fresadora	120	12.446.018	103.716,81	240	29,26	12.644,80
Equipo de soldadura SMAW	120	1.298.756	10.822	240	25,31	1.141,27
Taladro de árbol	120	800.000	6.666,66	240	5,168	143,55
Total						13,984.52

Fuente: Autores

* Dadas las condiciones en la que se encuentran los equipos y el tiempo de uso que tienen los mismos se estimó el costo por unidad por debajo de costo real.

** En conformidad con lo dispuesto en el numeral 6° del artículo 59 del Decreto 2053 de 1.974.

***Esta pieza fue posible observarla terminada al inicio de la toma de tiempos por cual las horas dedicadas a este trabajo fue suministrado por la empresa que la fabrico.

Tabla 39. Costo total del Proyecto 3.

Costo total del Proyecto 3				
Materiales (\$)	Depreciación (\$)	Mano de obra (\$)	Costos administrativos (\$)*	Costo TOTAL (\$)
1.872.633	15.984,52	292.297,23	218.091,47	2.399.006,22

Fuente: Autores

*Los costos administrativos se reflejan como el 10% del total de los costos del trabajo realizado según (Amendola, 2006).

4.4.3. Diseño de la Metodología de Costeo

Utilizando las herramientas disponibles los autores plantean un libro de Excel el cual tiene diferentes hojas (una por cada proceso) y a su vez cada una de ellas divididos en tres aspectos

- El cálculo del costo de los materiales
- El cálculo del costo de la mano de obra
- El cálculo del costo de los equipos
- El porcentaje de los costos administrativos (10%) (Amendola, 2006)

Todo esto inmiscuyendo profundamente los elementos de los procesos considerando aspectos que generalmente las empresas Pymes no tiene en cuenta pero impactan considerablemente las finanzas de la empresa y deben ser considerados como tal con el fin de controlarlo.

De acuerdo con esto el desarrollo de este aplicativo se hizo con el fin de tener completamente detallado cada proceso, y así poder controlar los costos desde el punto en el cual se generan.

4.4.4. Validación de la Metodología de Costeo

La validación final de la metodología de costeo fue necesaria la selección de un proceso al cual manualmente ya se le aplicaron todas las ecuaciones planteadas en este documento y posteriormente usar la aplicación realizada en Excel de esta manera comparar la discrepancia entre estos y determinar la desviación, la cual es necesario que sea menos o igual al 10% para ser aceptada.

A continuación se valida los proyectos descritos anteriormente

Figura 22. Costos del Proceso de Fresado para pieza del Proyecto 1

Materiales				Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra	
Costo de los materiales						Tabla de parametros	
	Cantidad (un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item (\$)	Costo del equipo (\$)	\$ 12.972,801	Velocidad de Corte (m/min)	17
item 1				Vida Util del Equipo (Meses)	120	Diametro Exterior de la Fresa (m)	0,15
Item 2			0	Costo total de los equipos	\$ 108.106,68	Avance (m/revol)	0,05
Item 3			0			Numero de Dientes (un)	6
Item 4			0			Longitud a mecanizar (m)	0,05
Item 5			0			Numero de pasadas (un)	4
Total	0	\$ -	\$ -	Horas trabajadas por mes (Hrs)	0,00	Profundidad de Corte (m)	0,01
				Horas de uso del equipo por mes (Hrs)	192	Distancia de Aproximacion (m)	0,066
				Costo por hora trabajada	\$ 0,403	Diametro a Fresar	0,040
Costo de los Insumos						Velocidad de Rotacion (N)	36,07503608
	Cantidad (un)	Vida util (hrs)	Tiempo de uso (hrs)	Costo Por item (\$)	Costo de insumo	Velocidad de Avance (Fr)	10,82251082
Fresa 13/16*6 Dientes	2	60	0,00	\$ 47.650,00	\$ 95.300,00	Tiempo de Maquinado (Min)	0,04300
Insumo 2					\$ -		
Insumo 3					\$ -	Tiempo Maquinado (Hrs)	0,00072
Insumo 4					\$ -	Tiempo Total de Operación (12%+27%)	0,00100
Insumo 5					\$ -	N. de Piezas (un)	15
Total	2				\$ 95.300,00	Cantidad de Operarios (un)	2
						Costo Por Hora (Hrs)	4710
Costo total de los materiales		\$ 95.300,00				Total costo Mano de Obra	\$ 140,75

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 24. Costo total del Proyecto 1

Costo total del Proyecto		
Costo del Torneado	\$	1.410.766,46
Costo del Fresado	\$	95.441,15
Costo del Taladrado	\$	495.187,67
Costo de Soldadura Smaw	\$	-
Costo de Soldadura MIG	\$	-
Costo de Oxicorte	\$	-
Gastos de Admon	\$	200.139,53
Costo Total del Proyecto	\$	<u>2.201.535</u>

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 25. Costos del Proceso de Soldadura SMAW para pieza del Proyecto 2

Materiales				Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra	
Costo de los materiales							
	Cantidad (Un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item	Vida Util del Equipo	120	Longitud del cordón (m)	0,64
Angulo de 3x3x3/8x6m acero a36	4	\$ 115.625,00	\$ 462.500,00	Costo del equipo	\$ 1.298.756,00	Velocidad de Recorrido (m/min)	0,09
lamina de 3/8	4	\$ 1.754,00	\$ 7.016,00	Depreciacion	\$ 10.822,97		
Item 3			\$ -				
Total		\$ 117.379	\$ 469.516				
Costo de los Insumos				Horas trabajadas por mes	0,474074	N. de Piezas (un)	4
	Cantidad (Un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item	Horas de uso del equipo por mes	192	Tiempo de Maquinado (min)	28,44
Electrodos	32	\$ 250,00	\$ 8.000,00	costo por hora trabajada	\$ 26,72	Tiempo Soldadura (Hrs)	0,47
Total		\$ 250	\$ 8.000			Tiempo Total de Operación (12%+80%)	0,91
						Cantidad de Operarios (un)	1
Costo Total de los Materiales		\$ 477.516,00				Costo Por Hora (Hrs)	4710
						Total costo Mano de Obra	\$ 4.287,15

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 26. Costos del Proceso de Oxícorte para pieza del Proyecto 2

Materiales				Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra	
Costo de los Insumos							
	Cantidad (m3)	Costo x unidad (\$)	Costo Por ítem (%)	Vida Util del Equipo	120	Longitud del corte (L)	0,16
Recarga de pipeta de Oxígeno	10	\$ 7.166,00	71660	Costo del equipo	\$ 10.873.956	Velocidad de Corte (Vr)	0,06
Recarga de pipeta de propano	10	\$ 3.162,00	31620	Depreciacion	\$ 90.616,30	Tiempo de Corte	2,667
Item 3			0				
Item 4			0				
Item 5			0				
Total	20	\$ 10.328,00	\$ 103.280,00	Horas trabajadas por mes	192	N. de Piezas (un)	4
				Horas de uso del equipo por mes	0,178	Tiempo de Corte (min)	10,67
Costo total del Proceso de Oxícorte			\$ 103.280,00	costo por hora trabajada	\$ 83,90	Tiempo Corte (Hrs)	0,178
						Tiempo Total de Operación (12%+55%)	0,297
						Cantidad de Operarios (un)	1
						Costo Por Hora (Hrs)	\$ 4.710
						Total costo Mano de Obra	\$ 1.398,35

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 27. Costo total del Proyecto 2

Costo total del Proyecto	
Costo del Torneado	\$ -
Costo del Fresado	\$ -
Costo del Taladrado	\$ -
Costo de Soldadura Smaw	\$ 481.829,87
Costo de Soldadura MIG	\$ -
Costo de Oxicorte	\$ 104.762,25
Gastos de Admon	\$ 58.659,21
Costo Total del Proyecto	\$ 645.251

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 29. Costos del Proceso de Fresado para pieza del Proyecto 3

Materiales						Costo de los equipos			Costo de Mano de Obra	
Costo de los materiales									Tabla de parametros	
	Cantidad (un)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item (\$)			Costo del equipo (\$)	\$ 12.446,018		Desbaste	
item 1			0			Vida Util del Equipo (Meses)	120		18	
Item 2			0			Costo total de los equipos	\$ 103.716,82		180	
Item 3			0						100	
Item 4			0						4	
Item 5			0						30	
Total	0	\$ -	\$ -			Horas trabajadas por proyecto (Hrs)	29,26		3	
						Horas de uso del equipo por mes (Hrs)	240		67,082	
						Costo depreciación	\$ 12.644,809		30	
Costo de los Insumos									Velocidad de Rotacion (N)	
	Cantidad (un)	Vida util (hrs)	Tiempo de uso (hrs)	Costo Por item (\$)	Costo de insumo				Velocidad de Avance (Fr)	
fresa de disco derecho hss 20mm	2	60	1,54	\$ 47.650,00	\$ 95.300,00				Tiempo de Maquinado parcial (Min)	
fresa de disco izquierda hss 20mm	2	60	1,54	\$ 47.650,00	\$ 95.300,00				Tiempo de Maquinado total (Min)	
Insumo 3	0			\$ -	-				Tiempo Maquinado (Hrs)	
Insumo 4	0			\$ -	-				Tiempo Total de Operación (12%+42%)	
Insumo 5	0			\$ -	-				N. de Piezas (un)	
Total	4			\$ 190.600,00					Cantidad de Operarios (un)	
									Costo Por Hora (Hrs)	
Costo total de los materiales		\$ 190.600,00							Total costo Mano de Obra	
									Tiempo total del proceso (hrs)	
									\$ 137.830,11	
									29,26	

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 30. Costos del Proceso de Taladrado para pieza del Proyecto 3

Materiales					Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra			
Costo de los materiales										
	Cantidad	Costo x unidad	Costo Por item		Costo del equipo (\$)	\$ 800,000	Tabla de parametros	taladrado 1	Taladrado 2	
Item 1			0		Vida Util del Equipo (Meses)	120	Velocidad de Corte (m/min)	13	8	
Item 2			0		Costo total de los equipos	\$ 6,666,67	Diametro de la broca (mm)	10	50	
Item 3			0				Abertura de la broca (°)	140	140	
Item 4			0				Avance (mm/rev)	0,16	0,07	
Item 5			0				Espesor del material (t)	80	30	
Total	0	\$ -	\$ -		Horas trabajadas por proyecto (Hrs)	5,18	Distancia de aproximacion (A)	1,81985	9,09926	
					Horas de uso del equipo por mes (Hrs)	240	Velocidad de rotacion (N)	413,802852	50,92958179	
					Costo depreciación	\$ 143,84	Velocidad de Avance (Fr)	66,20845633	3,56507	
Costo de los Insumos							Tiempo trabajado (min)	1,2358	10,9673	
	Cantidad (un)	Vida util (hrs)	Tiempo de uso (hrs)	Costo Por item (\$)	Costo de insumo					
juego de brocas hss 1/16-15 un	2	60	0,203	\$ 34.000,00	\$ 68.000,00		Tiempo de Maquinado (Min)	12,203		
Insumo 2	0				\$ -		Tiempo Maquinado (Hrs)	0,203		
Insumo 3	0				\$ -		Tiempo Total de Operación (12%+22%)	0,273		
Insumo 4	0				\$ -		N. de Piezas (un)	19		
Insumo 5	0				\$ -		Cantidad de Operarios (un)	1		
Total	2				\$ 68.000,00		Costo Por Hora (Hrs)	4710,53		
Costo total de los materiales							Total costo Mano de Obra	\$ 24.392,00		
					\$ 68.000,00		Tiempo total del proceso (hrs)	5,18		

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 31. Costos del Proceso de Soldadura SMAW para pieza del Proyecto 3

Materiales				Costo de los equipos		Costo de Mano de Obra	
Costo de los materiales				Vida Util del Equipo	120	Diametro	50
	Cantidad (Lh)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item	Costo del equipo	\$ 1.298.756,00	Longitud del cordón (mm)	157,08
Item 1			\$ -	Depreciacion	\$ 10.822,97	Velocidad de Recorrido (mm/min)	220
Item 2			\$ -				
Item 3			\$ -				
Total		\$ -	\$ -				
Costo de los Insumos				Horas trabajadas por proyecto	25.368,420	N. de Piezas (un)	19
	Cantidad (Kg)	Costo x unidad (\$)	Costo Por item	Horas de uso del equipo por mes	240	Tiempo de Maquinado (hrs)	13,57
Electrodos e6010	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	costo depreciación	\$ 1.144,01	Tiempo Total de Operación (12%+75%)	25,37
Total		\$ 4.000	\$ 4.000			Cantidad de Operarios (un)	1
						Costo Por Hora (Hrs)	4711
Costo Total de los Materiales		\$ 4.000,00				Total costo Mano de Obra	\$ 119.498,70
						tiempo total del proceso (hrs)	25,37

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

Figura 32. Costo total del Proyecto 3

Costo total del Proyecto			Costo de materiales	Costo de depreciacion	Costo de mano de obra
Costo del Torneado	\$	1.610.506,74	\$ 1.610.029,00	\$ 54,86	\$ 422,88
Costo del Fresado	\$	341.074,92	\$ 190.600,00	\$ 12.644,81	\$ 137.830,11
Costo del Taladrado	\$	92.535,83	\$ 68.000,00	\$ 143,84	\$ 24.392,00
Costo de Soldadura Smaw	\$	124.642,71	\$ 4.000,00	\$ 1.144,01	\$ 119.498,70
Costo de Soldadura MIG	\$	-	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de Oxicorte	\$	-	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Admon	\$	216.876,02	-	-	-
Costo Total del Proyecto	\$	2.385.636	\$ 1.872.629	\$ 13.987,51	\$ 282.144

Fuente: Aplicativo Excel diseñado por los autores

4.4.5. Comparar Resultados

Al momento de comparar pudimos constatar que el modelo propuesto es válido, ya que la desviación estándar comparando los tiempos totales de maquinado debe estar alrededor del 10%, comparando el proyecto 3 que en la industria dio un valor total de 56 horas de trabajo y la metodología planteada en el presente documentos con unos parámetros de:

- Velocidad de corte 25 m/min
- Avance 1,6 m/rev
- Herramienta de corte para torneado de Acero rápido(hss)

Se encontró que con estos parámetros la metodología planteada dio un total de 62,5 horas trabajadas que dan una desviación total de 10,4%.

$$\frac{56 \text{ hrs} - 62.5 \text{ hrs}}{62,5 \text{ hrs}} * 100\% = 10,4\%$$

Con el cual se concluye que la metodología cumple con los requisitos para ser aceptada.

5. CONCLUSIONES

- A manera de conclusión se puede mencionar la importancia de las variables de corte y su influencia en el cálculo del costo estimado de un proyecto en cualquier empresa PYME del sector metalmecánico, lo cual le aporta exactitud y veracidad a las cotizaciones presentadas por la misma, trayendo como consecuencia inmediata el aumento de la competitividad.
- Tal como se mostró mediante evidencias en el presente documento la estructura aquí planteada en la aplicación de Excel difiere en un 1% con respecto a los cálculos planteados mediante el cálculo manual lo cual comprueba la eficiencia del producto de la presente investigación.
- Después de realizada la investigación se concluye que cada una de las empresas pyme del sector metalmecánico en Barranquilla están posibilitadas a la adopción del producto final de esta investigación con el fin de avanzar hacia un futuro promisorio, entregando cotizaciones veraces y planeando desde la cotización un proyecto sea cual sea. Sin embargo está claro que el alcance de esta investigación se encuentra limitado por lo cual se abre la puerta a nuevos proyectos que en el futuro permitan la adaptación de lo aquí propuesto a otros sectores económicos o la variación de las condiciones de operación de la metodología propuesta, cualquier modificación que permita a criterio del (los) investigador(es) entregar un producto que sea enriquecer la herramienta de costeo planteada en el presente documento.
- Adicionalmente esta herramienta puede servir de base a desarrolladores de aplicaciones informáticas para la creación de software que sean dedicados al control de procesos, ya que hoy en día es de vital importancia la sistematización de las actividades, por el acelerado crecimiento de las industrias.
- Sin lugar a duda este proyecto queda abierto para posteriores investigaciones con el fin de no solo abordar pymes en la industria metalmecánica en la ciudad de barranquilla, si no también grandes pequeñas y medianas empresas de otros sectores. Además queda como precursor para proyectos que no solo abarquen la parte operativa, sino también la administrativa y comercial.

6. RECOMENDACIONES

Maquinaria

- En los casos de daño de la maquinaria se debe contar con un plan de contingencia para no detener el trabajo como por ejemplo contar con maquinaria y equipos adicionales para ser utilizados en estos casos y/o cuando hay un aumento no planificado de la producción, esto es conocido como reactividad.
- Para mejorar la productividad de toda empresa es necesario cumplir con programas de mantenimientos preventivos en todo lo que es maquinaria operativa sin que afecte de gran manera el normal funcionamiento de las operaciones, ya que se evidenció que en muchas pymes no se realiza este tipo de programación si no que por lo contrario hacen reparaciones momentáneas para no detener ni entorpecer las operaciones, lo que implica tiempo y desgaste, generando con esto la disminución de la vida útil de la maquinaria con la que cuentan estas empresas y disminución de la productividad.
- Para realizar un buen mantenimiento preventivo los operarios de cada máquina son vitales para esta actividad ya que ellos deben notificar al encargado del área de mantenimiento de cualquier irregularidad presentada para ser llevada a la hoja de vida de la máquina y poder programar una revisión y en dado caso una reparación.
- Antes de iniciar las labores diariamente es recomendable realizar un pre operacional que consiste en verificar que la máquina y los equipos estén en buenas condiciones para sus operaciones.

Mano de obra

- El recurso humano es el elemento más importante en toda empresa, para poder aprovechar al máximo el tiempo de los empleados es necesario contar idóneo y capacitado en las labores que se desean realizar, con el fin de cumplir los objetivos deseados en los tiempos estimados. Para esto es recomendable personal con un nivel estándar de trabajo.
- Los operarios deben hacerse responsable de su área de trabajo, de sus herramientas e implementos. para mejorar el ambiente de trabajo e inherentemente la productividad es recomendable un realizar limpiezas adecuadas y un buen uso de ellas.

Materiales

- Se recomienda que los proveedores de materia prima e insumos se encuentren certificados.
- Debido al tipo de empresas a las que está enfocado este proyecto es importante que se realice una buena estimación de las cantidades requeridas de materiales e insumos más costosos y que no se usan con frecuencia ya que los sobrantes pueden quedar almacenados por mucho tiempo o incluso puede que no se vuelvan a requerir.
- Realizar verificación del estado de los materiales antes de ser utilizados y al momento de que el proveedor haga la entrega.

Recomendaciones para la aplicación de la metodología

- Se le recomienda al usuario que antes de aplicar la metodología, investigue cuales son los tiempos de suplementos y porcentaje de gastos administrativos que se aplican para la empresa, ya que estos pueden variar considerablemente entre una organización a otra

7. OTROS BENEFICIOS

La metodología producto de esta investigación tiene como objetivo final proporcionar una cotización veraz a los clientes, y todo esto fue posible incluyendo las variables que inciden en cada uno de los procesos y así encontrar el costo total del proyecto.

Dada la manera como fue configurado el aplicativo es posible hacer cambios en los parámetros de corte que más influyen en el tiempo total de maquinado y por consiguiente en el costo total del proyecto, y así encontrar una combinación que favorezca a la organización que aplique esta metodología.

Estos cambios y sus resultados se pueden evidenciar en el siguiente ejercicio haciendo cambios en el proyecto 1 realizado en este documento:

Tabla 40 Tabla de cambios de variables del proceso de torneado en metodología

	Condiciones iniciales	Primer cambio	Segundo cambio	Tercer cambio	Cuarto cambio
Velocidad de corte	60 m/min	45 m/min	34 m/min	25 m/min	19 m/min
Avance	0,2 mm/rev	0,4 mm/rev	0,8 mm/rev	1,6 mm/rev	3,2 mm/rev
Total en tiempo	85,8 hrs	71,9 hrs	65 hrs	56,6 hrs	52 hrs
Total en Costo	\$2.699.480	\$2.536.649	\$2.426,499	\$2.357.536	\$2.307.401

Como se evidencia en la Tabla 40 es posible hacer cambios dentro de los parámetros de cada uno de los procesos y así ver como inciden en el costo y tiempo final del proyecto, lo que se puede aprovechar hasta escoger la combinación de parámetros que mas favorezca a la organización en cuanto a utilidades del proyecto analizado.

También es posible analizar los cambios a herramientas de corte más productivas pero a su vez costosas y analizar la relación costo beneficio de su implementación, además es posible recrear la contratación de más personal y su incidencia en costos, así mismo permite hacer cambios en una gran variedad de variables y así analizar los cambios en los tiempos y finalmente en los costos. Como se puede evidenciar en el ejercicio de propuesto en la tabla

41

Tabla 41 Tabla para el cambio de herramienta para torneado en proyecto 1

	Herramienta de HSS		Herramienta de Metal duro	
	Condiciones iniciales	Primer cambio	Segundo Cambio	Tercer Cambio
Velocidad de corte	60 m/min	45 m/min	236 m/min	200m/min
Avance	0,2 mm/rev	0,4 mm/rev	0,2 mm/rev	0,4 mm/rev
Total en tiempo	85,82 (Hrs)	71,95 (Hrs)	54,78 (Hrs)	50,44(Hrs)
Total en Costo	\$2.699.480	\$2.536.649	\$2.318.703	\$2.267.784

En conclusión la metodología planteada en el presente documento además de presentar una cotización veraz permite hacer más fluido el proceso de planeación del proyecto con el fin de encontrar buenas combinaciones para aprovechar al máximo los recursos disponibles.

8. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACION ARGENTINA DE SOLDADURA. *Costos de Soldadura*. 125, Argentina : ESAB-CONARCO, 2006.

ALFARO MEDINA, Rogelio, Ing. *PLANTEAMIENTO DEL MODELO GENERAL POR MEDIO DE PROGRAMACION LINEAL PARA LA OPTIMIZACION DE PROCESOS DE MAQUINARIA PESADA*. BUCARAMANGA-COLOMBIA : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.

Álvarez José Estructura de costos basados en actividades para la empresa j.l Servicios S.R.L. [Patente]. - Venezuela, 2005.

Amendola Luis Jose Estrategias y táticas en la dirección y gestión de proyectos [Libro]. - Valencia : España, 2006.

Arcila Carlos y Tabares Diana "Diseño E Implementación De Una Estructura De Costos Para La Empresa Maquinplast S.A" [Patente]. - Colombia, 2007.

Asociacion Argentina de Soldadura Costos de Soldadura [Publicación periódica]. - Argentina : ESAB-CONARCO, 2006. - 125.

BARNES RALPH M ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPOS [Libro]. - MADRID : AGULIAR DE EDICIONES, 1979. - PAG 3.

Bastardo Annerys y Ramos Yacelys DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS POR PROCESOS PARA LA EMPRESA PEGAPISO [Patente]. - Venezuela, 2005.

Besterfield Dale H Control de Calidad [Libro]. - Ciudad de Mexico : PEARSON - Education, 2009.

Cabrera P. Salcedo A. Diseño del sistema de costeo basado en actividades en figurifico continental [Publicación periódica]. - Barranquilla : [s.n.], 2002.

Cia Carlos A. Reinheimer & Sistema de Costos Basado en Actividades. - [s.l.] : Universidad tecnologica Nacional.

Clara Mejia Leider Ramirez Propuesta para la implementacion de un sistema de costeo ABC. - [s.l.] : Universidad de la Sabana, 2012.

Cuberos Gustavo [En línea]. - Julio de 2008. - Mayo de 2013. - <http://img5.xooimage.com/files/c/e/b/maquinas---el-torno-1-956b98.pdf>.

DORMER DORMERTOOLS [En línea]. - Agosto de 2007. - Mayo de 2013. - [http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s004114.nsf/Alldocs/Product*2DMachining Solutions*2DPDF*2ATH*2DPDFes/\\$file/8Fresado.pdf](http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s004114.nsf/Alldocs/Product*2DMachining Solutions*2DPDF*2ATH*2DPDFes/$file/8Fresado.pdf).

Escuela Colombiana de Ingenieria Escuelaing [En línea]. - 2007. - Mayo de 2013. - http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/5128_taladro.pdf.

- Garcia Eglis y Rondon Robdelys** DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS ESTIMADOS PARA LA EMPRESA INMEDITEL [Patente]. - Venezuela, 2005.
- Gómez Marco** “Estructura De Costos De Mano De Obra Para Una Empresa Forestal Guatemalteca” [Patente]. - Guatemala, 2012.
- Gonzalez Guillermo** Diseño de un sistema de costos por órdenes de trabajo. - 2013.
- Groover Mikell p.** Fundamentos de Manufactura Moderna [Libro]. - Mexico : Editorial Person Educacion, 1997.
- Guisánchez José Luis Cantero** Problemas resueltos de tecnología de fabricación [Libro]. - Madrid : Editorial Paraninfo, 2005.
- Hernández Ricardo Emmanuelle Ávila** Comparación de torneado húmedo y seco con la utilización de insertos de la serie GC 4000 de SANDVIK, para el maquinado de probetas de 5 in de largo, ½ in de diámetro y rosca ¾ unc 10 hilos x in, de acero inoxidable tipo 304 y acero aleado AISI 4140. - Puebla : Universidad de las Américas Puebla, 7 de Mayo de 2004.
- Hernann Jutz Eduard Scharkus, Rolf Lobert** Tablas para la Industria Metalurgica [Libro]. - Alemania : Editorial Reverte.
- INFRA** Manual de conceptos basicos en soldadura y corte [Libro]. - Mexico : INFRA, 2011.
- ING. ALFARO MEDINA ROGELIO** PLANTEAMIENTO DEL MODELO GENERAL POR MEDIO DE PROGRAMACION LINEAL PARA LA OPTIMIZACION DE PROCESOS DE MAQUINARIA PESADA [Informe]. - BUCARAMANGA-COLOMBIA : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2009.
- Ingeniería CANAC** Ingenieria CANAC [En línea]. - 16 de Abril de 2012. - <http://www.canac.com.co/princi.htm>.
- Iza Byron Saul Iza** Dimensionamiento y construccion de una roladora. - Quito : Escuela politecnica nacional, 2 de Mayo de 2007.
- Kalpakjian schmid** Manufactura ingenieria y tecnologia [Sección del libro]. - Mexico : Pearson educacion, 2002.
- Lefcovich Mauricio León** Ser Humano y Trabajo [En línea]. - 2010.
- Lopez Bryan Antonio Salazar** Sistema de suplementos por descansos. - Cali, Colombia : [s.n.], 2012.
- Lopez Jennifer y Quiñones Robert** Herramienta De Presupuesto De Proyectos En Una Pyme Del Sector Metalmeccánico De La Ciudad De Cali [Patente]. - Colombia, 2012.
- Maury Ramirez Heriberto, Niebles Nuñez Enrique y Torres Salcedo Jaime** DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PRODUCTOS SOLDADOS [Libro]. - Barranquilla : Universidad del Norte Editorial.

MORALES LISARAZO EDISON LA RECOLECCION DE DATOS [En línea] // SLIDESHARE. -
<http://www.slideshare.net/edimor72/la-recoleccion-de-datos-1384547>.

NIEBEL BENJAMIN W. INGENIERIA INDUSTRIAL METODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTO [Libro]. -
MEXICO : ALFAOMEGA, 1990.

OIT COMISION DE EXPERTOS. CONVENCION DE GINEBRA [En línea]. - 1950. - 21 de 11 de 2012. -
www.oit.com.

PEREZ MARCIAL COMO MEJORAR LOS METODOS DE TRABAJO [Libro]. - [s.l.] : DEUSTO, EDICION 2.

Rincon Jose "Diseño de una estructura de costos por procesos para la empresa metalmecánica
Preformados [Patente]. - Peru, 2012.

RÍOS G. P. y GÓMEZ L Análisis de costeo para un sistema de producción de lechería
especializada"Un acercamiento al análisis económico en ganadería de leche": Estudio de caso.
[Patente]. - Ecuador, 2008.

Rodriguez Andres Diseño Metodológico Para La Estimación De Costos De producción De Soldadura
Para El Mantenimiento De Líneas De Transporte De Hidrocarburos". [Patente]. - Colombia, 2009.

Sánchez Mariela costo por procesos en la industria metalmecánica de envases para gas licuado de
petróleo (g.l.p.) de uso doméstico. [Patente]. - Ecuador, 2008.

Statgraphics StatGgraphics Centurion.

Suarez Carlos Contabilidad de costos [En línea]. - 2010.

SULE DILEEP R INSTALACIONES DE MANUFACTURA, UBICACION, PLANEACION Y DISEÑO [Libro]. -
MEXICO : THOMSON LEARNING, 2001.

TAYLOR FREDERICK PRINCIPIOS DE LA GERENCIA CIENTIFICA [Libro]. - EE.UU. : BARLLONS, 2001.

Villalobos Ing. Bertha Inés Diseño De Una Estructura De Costos Para Los Pequeños Productores De
Banano En El Departamento Del Magdalena [Patente]. - Colombia, 2008.

9. ANEXOS

Anexo 1. Formato correspondiente a la toma de tiempos de un proceso de fresado

Ciclo	Preparar máquina, limpiarla.				Colocar pieza, ajustar pieza				Poner en marcha la máquina, avance, profundidad.				Tiempo de proceso de fresado.				Detener máquina, quitar pieza.				Limpiar.			
	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
1	100%	53"	3"		100%	56"	6"		100%	1'2"	2'6"		100%	3'8"	10"		100%	3'18"	13"		100%	3'31"	3'22"	
2	100%	5'8"	4"		100%	5'12"	4"		100%	5'16"	2'35"		100%	7'51"	24"		100%	7'27"	4"		100%	7'31"	2'23"	
3	100%	8'30"	5"		100%	8'35"	7"		100%	8'42"	3'40"		100%	11'02"	18"		100%	11'20"	10"		100%	11'30"	3"	
4	100%	11'56"	1'51"		100%	12'5"	14"		100%	12'19"	3'35"		100%	15'54"	1'15"		100%	16'39"	8"		100%	16'47"	5'9"	
5	100%	17'43"	6"		100%	17'49"	2"		100%	17'51"	4'28"		100%	21'23"	1'19"		100%	22'04"	6"		100%	22'10"	5'33"	
6	100%	22'58"	1'54"		100%	23'4"	17"		100%	23'21"	4'5"		100%	27'26"	1'25"		100%	28'01"	11"		100%	28'12"	6'46"	
7	100%	29'08"	7"		100%	29'15"	4"		100%	29'19"	3'37"		100%	32'56"	1'25"		100%	33'31"	5"		100%	33'36"	4'28"	
8	100%	34'20"	11"		100%	34'31"	24"		100%	34'55"	3'4"		100%	37'59"	1'17"		100%	38'42"	8"		100%	38'50"	4'30"	
9	100%	43'16"	14"		100%	43'22"	3"		100%	43'25"	1'		100%	44'25"	1'16"		100%	45'09"	3"		100%	45'12"	2'4"	
10	100%	46'28"	4"		100%	46'32"	4"		100%	46'36"	2'13"		100%	48'49"	1'26"		100%	49'23"	5"		100%	49'28"	3"	
11	100%	51'30"	10"		100%	51'40"	2"		100%	51'42"	2'7"		100%	53'49"	1'24"		100%	54'25"	11"		100%	54'36"	3'6"	
12	100%	56'02"	10"		100%	56'12"	3"		100%	56'15"	3'1"		100%	59'16"	36"		100%	59'52"	6"		100%	59'58"	3'56"	
13	100%	:01'11	14"		100%	:01'25	4"		100%	:01'29	3'18"		100%	:04'47	1'33"		100%	:05'14	6"		100%	:05'20	4'9"	
14	100%	:06'15	12"		100%	:06'27	4"		100%	:06'31	3'22"		100%	:09'53	1'33"		100%	:10'20	6"		100%	:10'26	4'11"	
15	100%	:11'34	11"		100%	:11'45	2"		100%	:11'47	4'19"		100%	:15'28	28"		100%	:15'56	1'46"		100%	:16'10	5'24"	

Anexo 2. Formato de tiempos correspondiente a un proceso de soldadura

Forma Para Observacion De Estudio De Tiempos					Estudio Num: 1		Fecha: 11-mar-03														
					Operación: soldadura		Operario														
ELEMENTOS NUMERO Y DESCRIPCION		Preparacion del equipo				Preparacion De Operario				Ubicación De La Pieza				Proceso de Soldado				Limpiar pieza soldada			
Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	
1	14,6	13	15	42,6	5	6	5	16	3	4	4	11	16	15	13	44	3	3	4	10	
2	14	14	12	40	3	5	4	12	2	4	3	9	23	22	25	70	4	4	3	11	
3	15	14	15	44	4	6	6	16	3	3	4	10	17	15	15	47	2	4	4	10	
4	16	15	13	44	7	5	3	15	4	5	3	12	15	14	15	44	3	5	3	11	
5	16	15	13	44	4	6	5	15	2	3	4	9	14	15	12	41	4	4	2	10	
6	17	13	12	42	5	7	6	18	3	3	2	8	13	14	23	50	4	3	3	10	
7	21	20	23	64	6	7	7	20	4	4	3	11	13	14	15	42	3	3	5	11	
8	23	21	21	65	4	4	3	11	4	3	3	10	16	17	14	47	5	3	3	11	
9	23	22	25	70	5	4	7	16	3	4	2	9	15	13	14	42	3	2	4	9	
10	14	15	13	42	6	5	4	15	3	3	3	9	12	14	15	41	2	4	5	11	
11	15	16	13	44	7	4	3	14	2	3	4	9	14	15	16	45	3	3	3	9	
12	16	13	14	43	8	6	4	18	4	2	5	11	13	14	12	39	4	4	4	12	
13	17	15	15	47	4	7	5	16	3	3	3	9	13	14	15	42	4	3	4	11	
14	15	16	16	47	3	3	3	9	2	3	4	9	12	13	14	39	3	2	3	8	
15	14	15	12	41	5	4	5	14	3	4	6	13	14	12	15	41	3	3	5	11	
16	13	14	12	39	6	5	7	18	4	3	4	11	15	14	15	44	4	4	3	11	
17	16	15	12	43	4	6	4	14	3	3	3	9	14	14	14	42	3	2	4	9	
18	15	16	14	45	5	4	6	15	3	2	4	9	16	16	12	44	2	3	5	10	

Anexo 3. Formato correspondiente a un proceso de taladrado

ELEMENTOS EN PROCESO		Preparar máquina y limpiar.				Colocar piezas, ajustar piezas				Esperar que la maquina acabe de taladrar				Detener maquina quitar pieza			
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
Platina 1/4	1	100%	01:20	01:20		100%	01:24	00:04		100%	03:38	02:14		100%	03:53	00:15	-
Platina 1/4	2	100%	04:01	00:08		80%	04:06	00:05	-	90%	05:01	00:55	-	95%	05:08	00:07	-
Platina 1/4	3	100%	05:13	00:05		100%	05:18	00:05	-	100%	06:14	00:56	-	100%	06:19	00:05	-
Platina 1/4	4	100%	06:25	00:04	-	100%	06:30	00:05	-	100%	07:42	01:30	-	100%	07:48	00:05	-
Platina 1/4	5	100%	07:53	00:05	-	100%	09:06	01:13	-	100%	09:58	00:52	-	100%	10:04	00:06	-
Platina 1/4	6	100%	10:10	00:06	-	100%	10:16	00:06	-	100%	11:05	00:49	-	100%	11:12	00:07	-
Platina 1/4	7	100%	11:28	00:16	-	100%	11:33	00:05	-	100%	12:38	01:05	-	100%	12:44	00:06	-
Platina 1/4	8	100%	14:25	01:41	-	100%	14:30	00:05	-	100%	15:28	00:58	-	100%	15:41	00:13	-

Anexo 4. Formatos correspondientes al estudio de tiempos discriminado por procesos

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
 Fresado	10/06/2013 06:20 ...	Carpeta de archivos	
 Soldadura Autogena	10/06/2013 06:24 ...	Carpeta de archivos	
 Soldadura Heterogenea	27/05/2013 08:00 ...	Carpeta de archivos	
 Taladrado	10/06/2013 06:33 ...	Carpeta de archivos	
 Torneado	01/06/2013 10:40 ...	Carpeta de archivos	
 Trabajo en Caliente	07/06/2013 10:29 a...	Carpeta de archivos	
 .dropbox	16/03/2013 04:38 ...	Archivo DROPBOX	1 KB

Anexo 5. Formatos correspondientes al proceso de Fresado

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
 ALFREDO ALZAMORA CARLOS PEÑARANDA -4 DE MARZO 2013	13/04/2013 06:50 ...	Hoja de cálculo d...	19 KB
 ALZAMORA-PEÑARANDA -15 DE ABRIL 2013	27/05/2013 07:16 a...	Hoja de cálculo d...	17 KB
 andrea paintchaut - 15 -05	26/05/2013 04:57 ...	Hoja de cálculo d...	243 KB
 ANDRES LEAL RAMIRO VILLANUEVA	17/04/2013 10:28 ...	Documento de Mi...	70 KB
 CARLOS MARIO PUELLO -14 DE MARZO 2013	08/04/2013 10:49 ...	Hoja de cálculo d...	16 KB
 CARLOS MARIO PUELLO ARIZA - 8 DE MARZO DEL 2013	08/04/2013 09:27 ...	Hoja de cálculo d...	18 KB
 Diana Muñoz - Laura Andrade	17/05/2013 07:05 ...	Hoja de cálculo d...	249 KB
 Formato de Estudio de Tiempos (fresado) julio del portillo	18/04/2013 11:49 a...	Documento de Mi...	19 KB
 Formato para estudio de tiempos. Fresado (2) leidy ramirez	14/04/2013 10:50 a...	Documento de Mi...	114 KB
 Fresado Yeimy Ledesma	13/04/2013 01:18 ...	Documento de Mi...	118 KB
 HAYNER CASTILLO P - CARLOS SOLANO - MARZO 13	24/03/2013 10:50 ...	Hoja de cálculo d...	14 KB
 joyce, jimmy, leonel y ismael 2	25/05/2012 08:05 a...	Hoja de cálculo d...	35 KB
 joyce, jimmy, leonel, ismael	22/04/2013 12:51 ...	Hoja de cálculo d...	14 KB
 PULIDO #1 Yeimy Ledesma	13/04/2013 01:18 ...	Documento de Mi...	26 KB
 TITO PEÑA	18/04/2013 12:48 ...	Hoja de cálculo d...	18 KB

Anexo 6. Formato de tiempos correspondientes al proceso de Soldadura

DIANA MUÑOZ 03 ABRIL	juan choconta 2
DIANA MUÑOZ 06 MARZO	juan choconta- lennyn vasquez
DIANA MUÑOZ 10 ABRIL	juan choconta
DIANA MUÑOZ 013MARZO	LAURA ANDRADE - CESAR CERA- 5 Abril
Estudio De Tiempos Harry Mendoza 1	Lennun vasquez marzo 18
Estudio De Tiempos Harry Mendoza 2	Lennyn Vasquez - Marzo 11
Estudio De Tiempos Harry Mendoza 3	Maria Patricia Cantillo - Marzo 11
FORMATO Soldadura Heterogenea	Maria Patricia Cantillo 2
FORMATO	Maria Patricia Cantillo
HAROLD CUBEROS 1 abril 2013	Maria Patricia Cantillo
HAROLD CUBEROS01 mar 2013	Ramiro De la cruz corregido
Harold Cuberos-Soldadura	Ramiro De la cruz MIG corregido
HAYNER CASTILLO P - CARLOS SOLANO - ABRIL - 3	Ramiro De la cruz MIG
HAYNER CASTILLO P - CARLOS SOLANO - MARZO - 03	Ramiro De la cruz
HAYNER CASTILLO P - CARLOS SOLANO - MARZO - 20	SOLDADURA HETEROGENA MARY PAZ ESCALANTE CARLOS MARIO PUELLO ARIZA
jose vargas G - andrea paintchaut -3 -2013	SOLDADURA YEIMY LEDESMA
jose vargas G -andrea paintchaut - 13-2013	SOLDADURA YEIMY LEDESMAI
jose vargas G -andrea paintchaut - 6 - 2013	
jossie beleño 3	
jossie beleño	
jossie beleño2	

Anexo 7. Formato de tiempos recolectados del proceso de taladrado

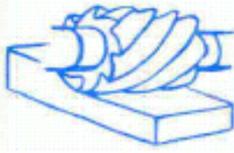
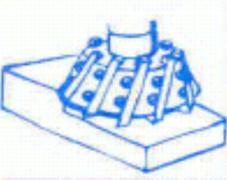
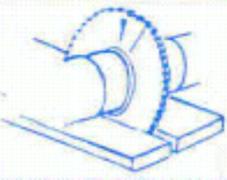
Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
 02-05 Ramiro De la cruz corregido	26/05/2013 11:07 ...	Hoja de cálculo d...	18 KB
 02-05 Ramiro De la cruz	15/05/2013 08:46 ...	Hoja de cálculo d...	18 KB
 15de mayo, taladrado	27/05/2013 10:34 a...	Hoja de cálculo d...	28 KB
 ALZAMORA-PENARANDA 1 Abril	25/05/2013 06:00 ...	Hoja de cálculo d...	18 KB
 ALZAMORA-PENARANDA 6 DE MAYO DE 2...	27/05/2013 08:31 a...	Hoja de cálculo d...	32 KB
 ALZAMORA-PENARANDA 11marzo	18/04/2013 08:07 a...	Hoja de cálculo d...	18 KB
 ANDRES LEAL JULIO DEL PORTILLO	16/04/2013 08:56 ...	Hoja de cálculo d...	14 KB
 julio del portillo, andres leal	18/04/2013 10:57 a...	Hoja de cálculo d...	17 KB
 LAURA ANDRADE - CESAR CERA 2	26/05/2013 05:44 ...	Hoja de cálculo d...	34 KB
 LAURA ANDRADE - CESAR CERA	18/04/2013 04:49 ...	Hoja de cálculo d...	13 KB
 Maria Hereira,19 de marzo, taladrado (1)	18/04/2013 05:46 ...	Hoja de cálculo d...	31 KB
 Primera semana, Taladrado, Maria Hereira	26/05/2013 05:43 ...	Hoja de cálculo d...	35 KB
 RAMIRO VILLANUEVA JULIO DEL PORTILLO	28/05/2013 12:50 a...	Hoja de cálculo d...	15 KB
 Taladrado Andres leal - Julio del portillo	27/05/2013 10:17 ...	Hoja de cálculo d...	15 KB
 TOMA DE TIEMPO TALADRADO CARLOS M...	17/04/2013 09:30 ...	Hoja de cálculo d...	19 KB

Anexo 8. Tabla de parámetro de fresado # 1

Fresado									
Valores de orientación para n.º de dientes y ángulos de corte en fresas de ac. rápido.									
Tipo de fresa	Ac. normales hasta 740 N/mm ² resistencia			Materiales tenaces hasta 980 N/mm ² resistencia			Metales ligeros		
	φ	N.º de dientes	Ángulos corte	φ	N.º de dientes	Ángulos corte	φ	N.º de dientes	Ángulos corte
	d	z	α γ λ	d	z	α γ λ	d	z	α γ λ
 Fresa cilíndrica	40	6	Avance de contra-marcha	40	10	Avance de contra-marcha	40	4	Avance de contra-marcha
	50	6		50	10		50	4	
	60	6	7° 10° 38°	60	10	4° 5° 35°	60	4	8° 25° 45°
	75	6	En favor del avance	75	12	En favor del avance	75	5	En favor del avance
	90	8		90	14		90	5	
	110	8		110	16		110	6	
	130	10	12° 16° 35°	130	16	8° 12° 30°	130	6	14° 30° 45°
150	10		150	18		150	8		
 Fresa frontal cilíndrica	40	8	Avance de contra-marcha	40	12	Avance de contra-marcha	40	4	Avance de contra-marcha
	50	10		50	14		50	5	
	60	10		60	14		60	6	
	75	10	7° 10° 20°	75	16	4° 5° 20°	75	6	8° 25° 35°
	90	12	En favor del avance	90	18	En favor del avance	90	6	En favor del avance
	110	12		110	20		110	7	
	130	14		130	22		130	8	
150	16		150	24		150	10		
 Fresa de disco	50	10	Avance de contra-marcha	50	16	Avance de contra-marcha	50	4	Avance de contra-marcha
	60	10		60	16		60	6	
	75	12	α γ λ	75	18	α γ λ	75	6	α γ λ
	90	12	7° 12° 15°	90	20	5° 6° 10°	90	8	8° 25° 30°
	110	14	En favor del avance	110	22	En favor del avance	110	8	En favor del avance
	130	16		130	24		130	10	
	150	18		150	26		150	10	
175	18	α γ λ	175	28	α γ λ	175	12	α γ λ	
200	20	12° 18° 15°	200	30	8° 14° 12°	200	12	14° 30° 30°	
 Fresa de vástago	10	4	Avance de contra-marcha	10	6	Avance de contra-marcha	10	3	Avance de contra-marcha
	12	4		12	6		12	3	
	14	5		14	6		14	3	
	16	5	7° 8° 15°	16	8	4° 6° 15°	16	3	8° 20° 25°
	20	6		20	8		20	4	
	24	6	En favor del avance	24	8	En favor del avance	24	4	En favor del avance
	30	6		30	10		30	4	
	36	6		36	10		36	5	
	40	6		40	10		40	5	

Fuente: Tablas para la Industria Metalurgica [Libro]

Anexo 9. Tabla de parámetro de fresado # 2

Valores de orientación para velocidad de corte y avance													
	Fresa cilíndrica				Fresa cilíndrica frontal				Fresa de disco				
													
Anchura fresaço b	$b = 100 \text{ mm}$				$b = 70 \text{ mm}$				$b = 20 \text{ mm}$				
	Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		
Profund. corte a	$a = 3 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 10 \text{ mm}$				
	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	
Ac. sin alea hasta 640 N/mm ²	17	100	22	60	17	100	22	70	18	100	22	40	
Ac. aleado, recoc. hasta 740 N/mm ²	14	80	18	50	14	90	18	55	14	80	18	30	
Ac. aleado, bonificado hasta 980 N/mm ²	10	50	14	36	10	55	14	42	12	50	14	25	
Fundición gris hasta 180 HB	12	120	18	60	12	140	18	70	14	120	18	40	
Latón	35	70	35	50	36	190	55	150	36	150	55	75	
Metal ligero	200	200	250	100	200	250	250	110	200	200	250	100	
	Fresa de vástago				Plata de cuchillos				Sierras				
													
Anchura fresaço b	$b = 25 \text{ mm}$				$b = 180 \text{ mm}$				$b = 2.5 \text{ mm}$				
	Desbastado		Afinado		Desbastado		Afinado		Desbastado				
Profund. corte a	$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 5 \text{ mm}$		$a = 0.5 \text{ mm}$		$a = 10 \text{ mm}$				
	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min	Veloc. corte v m/min	Avance f mm/min			
Ac. sin alea hasta 640 N/mm ²	17	50	22	120	20	65	30	50	45	50			
Ac. aleado, recoc. hasta 740 N/mm ²	15	40	19	100	16	36	23	40	35	40			
Ac. aleado, bonificado hasta 980 N/mm ²	13	20	17	65	14	20	18	30	25	30			
Fundición gris hasta 180 HB	15	60	19	120	16	100	24	90	35	50			
Latón	35	80	55	120	50	200	60	120	350	200			
Metal ligero	160	90	180	120	250	250	300	90	320	180			

Fuente: Tablas para la Industria Metalúrgica [Libro]

Anexo 10. Tabla de parámetro de taladrado # 1

Taladrado				DIN 1412 (Dic. 66)			
Broca espiral con vástago cónico							
		PARTE CORTANTE a borde cortante b superficie de viruta c anchura del alma d superf. destal. pral. e extremo del filo f ancho de la guía g sup. dest. sec. (d.) h ranura helicoidal j \varnothing del dorso k espesor del núcleo l borde del dorso m filo transversal n filo secundario o \varnothing de la broca p ángulo de la punta q \angle filos corte transv.	ANGULOS EN EL FILO α_1 \angle destalonado en el extremo del corte α_2 \angle ángulo destalonado efectivo β \angle de corte γ_1 \angle de ataque en el extr. de los filos γ_2 \angle de la espiral en el extr. de los filos δ \angle de paso del avance s avance x espesor de viruta $\pi \cdot d$ perímetro de la broca				
Afilados especiales							
Filo transversal afilado	Filo transversal afilado con filo princ. correg.	Afilado en cruz	Afilado para fund. gris	Punta para centrado			
Normas directrices para el empleo de brocas DIN 1414 (dic. 66)							
Material a trabajar	Ang. punta φ	Ángulo de la espiral $d = 3,2...5$	γ_1 $> 5-10$ > 10	Material a trabajar	Ang. punta φ	Ángulo de la espiral $d > 3,5...5$ mm	γ_2 > 5 mm
Ac. y ac. moldeado hasta $\sigma_b = 690$ N/mm ² Fundición gris Fundición maleable Latón duro Plata alemana Níquel	118°	22° 25°	30°	Cobre, \varnothing broca hasta 20 mm Aleac. Al viruta larga Cetaloido	140°	35°	40°
Latón (blanco)	118°	12° 13°	13°	Ac. austeníticos Aleac. de Mg.	140°	12°	13°
Ac. y ac. moldeado con $\sigma_b = 890$ hasta 1180 N/mm ²	130°	22° 25°	30°	Materiales moldeados por presión para espesor $s \leq d$	80°	35°	40°
Ac. inoxidables cúbic. \varnothing broca > 30 mm Aleac. de Al, viruta corto	140°	22° 25°	30°	Materiales prensados en capas goma dura, materiales prensados delgados, mármol, pizarra, carbón	80°	12°	13°
				Aleac. de cinc metal blanco	118°	35°	40°

Fuente: Tablas para la Industria Metalúrgica [Libro]

Anexo 11. Tabla de parámetro de taladrado # 2

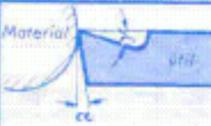
Velocidad de corte v — Avance s — Refrigeración									
		v = Velocidad de corte = velocidad periférica en m/min (dependiente del material de la pieza y de la broca, del avance y de la profundidad del agujero) s = Avance por revolución, en mm (dependiente del material de la pieza y de la broca, así como de su diámetro) Tabla de valores para longitud de duración = 2000 mm y profundidad de cada agujero $2 \cdot d$							
Material	Velocidad de corte para caso de acero de herramientas	Avance s mm/rev							Medio de refrigeración y lubricación
		Velocidad de corte v en m/min para caso de acero rápido de aleación baja							
		Diámetro de la broca							
		5	10	15	20	25	30	35	
Acero hasta 390 N/mm ²	... 20	0,1	0,18	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	Taladrino o bien aceite de corte y refrigerante
hasta 590 N/mm ²	... 14	15	18	22	26	29	32	35	
hasta 780 N/mm ²	... 10	0,07	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	
hasta 980 N/mm ²	—	12	14	16	18	21	23	24	
más de 980 N/mm ²	—	8	10	13	15	17	18	19	
		0,015 ... 0,17 mm/rev							
		6 ... 12 m/min							
Fundición gris hasta 180 N/mm ²	... 14	0,15	0,24	0,3	0,32	0,35	0,38	0,4	En seco o con taladrino abundante
hasta 220 N/mm ²	... 10	24	28	32	34	37	39	40	
hasta 290 N/mm ²	... 8	16	18	21	24	26	27	28	
		0,1	0,16	0,2	0,24	0,28	0,3	0,3	
Latón hasta 390 N/mm ²	... 40	12	14	16	18	20	21	22	Taladrino o aceites minerales
hasta 590 N/mm ²	... 25	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36	
Bronce hasta 290 N/mm ²	... 15	60 ... 70 m/min							
hasta 690 N/mm ²	... 12	0,07	0,12	0,18	0,24	0,25	0,28	0,32	
		40 ... 60 m/min							
		0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36	
		30 ... 40 m/min							
		0,05	0,08	0,12	0,18	0,2	0,22	0,26	
		25 ... 35 m/min							
Aluminio técnico	... 50	0,05	0,12	0,2	0,3	0,35	0,4	0,46	Taladrino o aceites de corte y refrigerantes
aleaciones de aluminio	... 40	80 ... 120 m/min							
		0,12	0,2	0,3	0,4	0,46	0,5	0,6	
		100 ... 150 m/min							
aleaciones de Magnesio	... 80	0,15	0,2	0,3	0,38	0,4	0,45	0,5	En seco o con aceites especiales
		200 ... 250 m/min							
Materiales prensados, no estratificados	... 15	0,04	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,17	Aire comprimido
		35 ... 45 m/min							

Fuente: Tablas para la Industria Metalurgica [Libro]

Anexo 12. Tabla de parámetro de torneado

Extracto AWF 158

Valores de orientación para vel. de corte-ángulo de corte-fuerza esp. de corte



Los valores se refieren a corte en seco con:

- útiles de ac. rápido para vel. de corte v_{20} (durac. herra. 60 min.)
- útiles de metal duro para vel. de corte v_{240} (durac. herra. 240 min.)
- áng. de posición $\alpha = 45^\circ$, áng. punta $\epsilon = 90^\circ$, áng. inclinac. $\lambda = 0 \dots 8^\circ$
- con metales ligeros y materiales sintét. y prensados $\lambda = 5 \dots 10^\circ$

Los valores de orientación sirven para profund. de corte hasta 5 mm, para > 5 mm la velocidad de corte es un 10 ... 20% menor.

Los val. de la fza. espec. de corte son para una profund. de corte de 2...10 veces al avance

Material	Útil	Ángulos corte		Avance s en (mm rev)						Avance s en mm rev			
		α	λ	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	0,1	0,2	0,4	0,8
		cc°	cp°	Velocidad de corte v en m/min						Fuerza específica de corte k_s Sección de tensiones N/mm ²			
Acero sin alea St 34, St 37, St 42	SS	8	14		60	45	34	25	19	3500	2600	1900	1360
	S	5	10	280	236	200	170	* 67	* 56				
St 50, St 60	SS	8	14		44	32	24	18	14	4100	2950	2150	1640
	S	5	10	240	205	175	145	* 50	* 42				
St 70	SS	8	14		32	24	18	13	10	4400	3150	2300	1640
	S	5	10	200	170	132	106	* 34	* 27				
Acero moldeado	SS	8	10		34	25	19	14	11	3600	2600	1900	1360
	S	5	6	118	100	85	71	* 24	* 20				
Aceros aleados	SS	8	10		24	17	12	8,5	6	5000	3600	2600	1850
	S	5	6	150	118	95	75	* 24	* 20				
Ac. Mn. ac. Cr-Ni Ac. Cr-Mo	SS	8	6		16	11	8	5,6		5300	3800	2750	2000
	S	5	6	93	75	60	50	* 16	* 13				
y otros aceros aleados	SS	8	6		9,5	6				5700	4100	3000	2150
	S	5	6	60	48	38	32	* 10	* 8				
Ac. de herramientas	SS	8	6							5700	4100	3000	2150
	S	5	6	50	40	32	27	* 8,5	* 6,7				
Ac. duro al Mn	SS									6600	4800	3500	2520
	S	5	6	40	32	25	20	* 6,7	* 5,3				
Hierro fundido GG-10, GG-15	SS	8	0		48	27	18	14	9,5	1900	1360	1000	720
	G	5	0	140	118	95	80	67					
GG-20, GG-25	SS	8	0		32	18	13	9,5	6,3	2900	2080	1500	1080
	H	5	0	106	90	75	63	53					
Fund. maleable	SS	8	10		43	28	20	13	9	2400	1750	1250	920
	S	5	10	106	90	75	63	53					
Aleaciones de Cu latón	SS	8	0		125	85	56	36		1600	1150	850	600
	G	5	6	600	530	450	400	355					
Latón rojo	SS	8	0		85	63	48	34	24	1400	1000	700	520
	G	5	6	500	450	375	335	300					
Fund. de bronce	SS	8	0		63	53	43	36	28	3400	2450	1800	1280
	G	5	6	355	280	236	200	180					
Metales ligeros Aluminio técnico	SS	12	30		400	300	200	118	75	1050	760	550	400
	G	12	30	1320	1120	950	850	710					
Aleaciones de Al (11...13% Si)	SS	12	18		100	67	45	30		1400	1000	700	520
	G	12	18	224	190	160	140	118					
Aleac. para émbolos GAl-Si (11...13% Si)	SS	12	14							1250	900	650	480
	G	12	14	25	22	20	18	17					
Aleaciones de magnesio	SS	8	6		1000	900	800	750	710	580	420	300	220
	G	5	6	1800	1500	1250	1060	900					
Mat. sintét. y prens. Goma dura	SS	12	10							480	350	250	180
	G	12	10	300	280	250	224	200					
Masa prens. baquelita Novotext, Pertinax	SS	12	14							480	350	250	180
	G	12	14	260	212	170	132	100					

Fuente: Tablas para la Industria Metalurgica [Libro]

Anexo 13. Tabla de Velocidades de Soldadura

TABLA DE VELOCIDADES DE SOLDADURA CON APERAJES RECOMENDADOS		
TIPO DE ELECTRDO	7018 x 1/8	AMPERAJE RECOMENDADOS
POSICION PLANA	0,09 HORAS POR METRO LINEAL	120 - 150 A
POSICION VERTICAL ACENDENTE	0,18 HORAS POR METRO LINEAL	120 - 150 A
POSICION VERTICAL SOBRE CABEZA	0,09 HORAS POR METRO LINEAL	120 - 150 A
TIPO DE ELECTRDO	7018 x 3/32	AMPERAJE RECOMENDADOS
POSICION PLANA	0,06 HORAS POR METRO LINEAL	71 -120 A
POSICION VERTICAL ACENDENTE	0,27 HORAS POR METRO LINEAL	72 -120 A
POSICION VERTICAL SOBRE CABEZA	0,09 HORAS POR METRO LINEAL	73 -120 A
TIPO DE ELECTRDO	6010 x 1/8	AMPERAJE RECOMENDADOS
POSICION PLANA	0,09 HORAS POR METRO LINEAL	80 -110 A
POSICION VERTICAL ACENDENTE	0,16 HORAS POR METRO LINEAL	80 -110 A
POSICION VERTICAL SOBRE CABEZA	0,13 HORAS POR METRO LINEAL	80 -110 A
TIPO DE ELECTRDO	6010 x 3/32	AMPERAJE RECOMENDADOS
POSICION PLANA	0,06 HORAS POR METRO LINEAL	60 -90 A
POSICION VERTICAL ACENDENTE	0,22 HORAS POR METRO LINEAL	60 -90 A
POSICION VERTICAL SOBRE CABEZA	0,14 HORAS POR METRO LINEAL	60 -90 A

TABLA VELOCIDAD DE OXICORTE	
ESPEJOR DEL MATERIAL A CORTAR	VELOCIDAD POR METRO LINEAL
1/2 PULGADA	0,06 HORAS POR METRO LINEAL
3/8 PULGADA	0,07 HORAS POR METRO LINEAL
1 PULGADA	0,06 HORAS POR METRO LINEAL
3/4 PULGADA	0,07 HORAS POR METRO LINEAL

Anexo 14 Tabla de estudio de tiempos de rodillo revestido

Elementos del proceso	Tiempos parciales														
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6		Muestra 7		
	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	
Desbaste conico	4	3	2	30	18	16					11	29	1	0	
	5	30	11	48	8	5					7	53	1	2	
	1	20	60								9	52	1	52	
	3	40									9	49	1	45	
	7	20											1	45	
	0	47											1	32	
	1	30													
	3	28													
	0	52													
	2	30													
Desbaste refrentado	1	50	4	44	2	52			6	0					
	1	49	4	4	1	23			0	5					
	5	9	5	50	2	37			2	30					
	3	14	4	56					6	35					
	1	14													
	3	26													
Desbaste interno	3	18													
	7	42								1	6				
	1	46								1	8				
	1	30								1	7				
	1	40								1	43				
	3	58								1	32				
	1	47								1	36				
	3	40													
	5	58													
	1	48													
Perforado	1	57													
	2	55													
	1	21													
	2	38	5	2	3					2	56	8	12		
	1	38	1	39	3	39				10	56	1	59		
Cambio, acomoda y afila hta	2	34	2	30	3	33				11	17		5		
					3	6									
					3	4									
	1	30	0	20	2	49	3	49	1	11					
	8	21	0	31	1	49			1	51					
	1	59	4	4	2	48									
	2	12	1	17	0	54									
	0	32	2	15	1	12									
	6	21			2	21									
	0	20													
	0	15													
	1	15													
	2	0													
	0	30													
	0	40													
	0	40													
	0	24													
0	40														
0	53														
0	20														
0	32														
Suplemento	2	10			2	32			3	8			47	25	
	0	52			1	3			5	20					
	12	30			4	43			4	0					
	0	20													
Retira viruta	0	20													
	1	26													
	0	30													
	0	49													
	1	53													
	0	30													
	0	15													
	0	8													
0	20														

Ajusta maquina y acomoda pieza	0	26	1	24					0	63	1	20	1	2
											1	32	1	45
											6	7		
	5	10									19	21		
Medición	0	16	1	53	0	4	3	6			1	17		
	0	28			0	25	1	58				19		
	0	12			0	20	0	41				30		
	0	20			2	28						23		
	0	30			0	33								
	0	20			0	15								
	0	7			0	4								
	0	10												
	2	13												
	0	20												
	3	35												
	0	32												
	Acabado	1	13			2	42							2
2		33			0	58								
2		1												
2		7												
1		17												
0		28												
Desmote pieza	0	21												
	0	45											1	35
Acomoda sujecion	7	21												
Montaje de pieza	0	15									4	2	4	8
Centrado			14		5	28	5	28						
							3	4						
							3	39						
							3	35						
							3	6						
Problemas de la maquina														
			34	18										
Bordeado					2	37	1	22						
TOTALES	137	2479	155	485	72	820	26	289	28	223	97	630	71	421

Anexo 15 Datos Borde exterior y centro de una pieza

Elementos del Proceso	Tiempos Parciales							
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4	
	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg
Desmonta	0	28	4		0	42	1	45
Monta	0	3	1	8	4	15	1	35
Acabado Centro	0	36	1	16	18		5	26
	5	19	5	21	3	14	3	12
	1	24			0	21	0	21
	2	40			2	21	2	53
	3	22			2	27		
Acabado Exterior			5	2	2	35	7	53
			2	49	2	50	2	52
			3	12	2	8	2	44
			2	31	2	32		
			2	17	2	57		
			4	12	2	31		
Medicion			1	55				
	0	24	0	32	1	5	0	12
	3	45	1	26	0	40	0	22
	1	52	0	18	0	13	0	12
	1	14	0		0	34	0	1312
			10	0	24		0	18
			11		0	12		
			12		0	47		
Acomoda hta			1	1	0	26		
	3	6	0	51	0	22	3	20
			1	11				
Afila hta			3	21	2	24	0	2
					2	13	4	26
Acomoda hta			0	31	3	14	3	3
					2	3		
Suplemento					1	43	1	38
					1	48		
					1	1		
Totales	19	313	69	414	78	698	34	1806

Anexo 16 Datos de Rueda para tubería

Elementos del proceso	Tiempos parciales					
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3	
Cambio, acomoda, afilada cuchilla	22	59	1	42	18	34
	0	19	0	22		
			0	25		
			0	20		
Refrentado	16	12	15	32	11	17
Ajuste maquina	0	58	1		5	24
			2	16		
			0	30		
Desbaste conico	6	59	6	55		
Acabado	3	10	3	5		
			1	10		
			4	15		
Perforacion	7	15	17	15	16	5
	11	32	5	48		
Desmonte pieza	0	58	0	10		
			15			
Desbaste cilindrado			95		17	45
			9	57		
Montaje de la pieza			9	12	2	34
Tiempo de ocio			3	46		
Chaflan			2	10		
Medicion			0	20	3	42
TOTALES	65	322	188	490	72	201
TOTALES (seg)	4222		11770		4521	

Anexo 17 Datos Eje Sprocket Loco

Elementos Del Proceso	Tiempos Parciales		Tiempos Parciales	
	min	seg	min	seg
Montaje Pieza	1	9	1	15
			3	32
desmontaje	0	49	0	33
			0	52
Centrando Pieza	0	36		
refrentado	12	38	11	46
	2	26	4	27
	4	5	4	35
	3	47	3	28
Cambio hta	1	37	1	22
	0	28	0	49
montar hta eje trasero				
Afila hta				
Pulido con lija				
Desbaste				
Marca Pieza				
ajuste buril	1		1	5
	2	44	2	53
cilindrado	12	18	12	48
	6		6	12
tiempo de ocio				
medicion	0	52	0	25
	0	8	0	8
	0	1	0	5
Taladrado	14	5	10	37
	6	17	7	32
Retira Viruta	1	19	1	19
Voltea La pieza	4	32	4	58
TOTALES	69	471	70	641

Anexo 18 Datos de Porta Sprocket

Elementos del proceso	Tiempos parciales			
	muestra 1		muestra 2	
	min	seg	min	seg
Alistamiento maquina	3	1	1	53
Montaje pieza	1	1	0	59
	0	59	0	57
	0	23	0	57
	0	35	0	29
Cambio, acomoda y afila cuchilla	0	48	0	58
Centrado pieza	4	38	3	59
Taladrado	5	32	4	37
	3	10	3	39
Desmontaje pieza	0	18	0	39
TOTALES	16	265	11	487
TOTALES (min)	20,4167		19,1167	

Anexo 19 Datos de proceso de fresado

Elementos del proceso	Tiempos parciales							
	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4	
	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg	Min	Seg
Tempo proceso de fresado	4	3	2	30	18	16		
	5	30	11	48	8	5		
	1	20	60					
	3	40						
	7	20						
	0	47						
	1	30						
	3	28						
	0	52						
	2	30						
Preparar maquina	1	50	4	44	2	52		
	1	49	4	4	1	23		
	5	9	5	50	2	37		
	3	14	4	56				
	1	14						
	3	26						
	3	18						
acabado	7	42						
	1	46						
	1	30						
	1	40						
	3	58						
	1	47						
	3	40						
	5	58						
desbaste	2	38	5	2	3			
	1	38	1	39	3	39		
	2	34	2	30	3	33		
					3	6		
					3	4		
inspeccionar	1	30	0	20	2	49	3	49
	8	21	0	31	1	49		
	1	59	4	4	2	48		
	2	12	1	17	0	54		
	0	32	2	15	1	12		
	0	40						
	0	40						
	0	24						
	0	40						
	0	53						
	0	20						
	0	32						
Colocar pieza, ajustar	2	10			2	32		
	0	52			1	3		
	12	30			4	43		
	0	20						
Limpiar.	0	20						
	1	53						
	0	30						
	0	15						
	0	8						
	0	20						

Poner en marcha la máquina	0	26	1	24				
	5	10						
Detener maquina	0	16	1	53	0	4	3	6
	0	20			0	15		
	0	7			0	4		
	0	10						
	2	13						
totales	104	1714	107	467	59	528	6	55

Anexo 20 Datos procesos de Oxicorte

elementos del proceso	Tiempos parciales					
	muestra 1		muestra 2		muestra 3	
Verificando	1	20		30		12
	2	32		45		11
	1	12		14		24
	2	43		53		9
	0	54		26		
				39		
Montaje del material o pieza a cortar o pulir		40	1	34	1	21
		54	2	25	1	39
		23	2	16		
		14	2	45		
		5				
		58				
Cortando y puliendo	0	30	2	49	3	47
	2	20	1	49	10	4
	0	40	2	48	9	54
			0	54	15	21
			1	12	8	21
			2	21		
TOTALES	8	445	15	560	47	263
TOTALES (min)	15,42		24,33		51,38	

Anexo 21 Datos Soldadura

elementos del proceso	Tiempos parciales													
	muestra 1		muestra 2		muestra 3		muestra 4		muestra 5		muestra 6		muestra 7	
soldadura	8	24	5	31	18	16	3	44	3	42	0	30	1	52
	4	38	2	19	8	5	6	6	2	8	8	19	1	54
	3	33	1	7			5	16	3	31	1	13	3	24
	4	29	0	30			4	31	3	37			5	5
	0	30	4	57			3	16	4	32			2	24
	3	35	1	3					1	9			8	23
	4	9											8	51
	2	46											7	25
	5	44												
8	22													
preparar maquina	8	60	0	44	2	52	6	37	4	9	2	31	3	29
	2	35	1	4	1	23	5	14	2	34	8	59	6	20
	5	54	1	50	2	37	0	8			2	40	8	48
	0	1		56			0	47					3	2
	2	53					5	46					8	38
	7	33					6	8						
ubicar pieza	5	39	1	2	3		0	59	4	11	4	5	0	33
	8	36	1	39	3	39	1	51	0	16	1	6	2	5
	6	31	2	30	3	33	2	1	0	49	1	39	2	30
	8	25	1		3	6			1	6	4	5	1	59
	2	50	5		3	4			8	54	6	4	8	15
	6	29	5	20					5	10				
	4	46	3	31					6	44				
	7	51	4	4					6	49				
	1	35		17										
	0	6		15										
3	16													

preparacion operario	6	14	5	45	2	19	3	56	1	31	0	30	1	24
	6	3	3	36	4	26	1	19	4	41	6	48	6	3
	3	15	1	48	5	37	0	41	7	17	2	48	7	42
	0	35	3	19	7	39	3	29	0	42	6	1	5	49
	1	5			4	48	5	55	6	31	0	9	1	42
	7	59			2	1	0	4	4	44	2	28	2	12
	8	26			8	5			5	11			8	38
	8	12							8	3			2	12
	8	37											0	57
	8	30												
	0	46												
1	25													
TOTALES	171	1217	49	607	78	390	58	588	87	661	53	415	108	816
Totales (min)	191,28		59,12		84,50		67,80		98,02		59,92		121,60	

Anexo 22 Cotización realizada a proveedor

The screenshot shows an Outlook email window with a blue header. The email is titled "COTIZACION" and is from "VENTAS MOSTRADOR JRC BQUILLA (ventasbq3@ferreteriajrc.com)". The email content lists various tools and their prices, including brocas (drill bits) and fresas (drill bits) of different sizes and brands. It also includes contact information for Johann Velilla Berdugo, an advisor at Ferreteria JRC Barranquilla.

VENTAS MOSTRADOR JRC BQUILLA (ventasbq3@ferreteriajrc.com) [Agregar a contactos](#) 13/08/2013

Para: pabloluisdaza@hotmail.com

BROCAS CIL JUEGO HSS 1/16-1/2 15 PZAS
BROCAS CIL JUEGOS HSS 1/16-1/2 29 PZAS \$34000-15+IVA MARCA KEX
BROCAS CIL JUEGO HSS 1/16-1/2 29 PZAS \$243600-15+IVA MARCA SOMTA

BURIL CUCHILLA HSS de 1/2x3/32x4" \$37490-15+IVA MARCA SOMTA
BURIL REDONDO 100% TUNGSTENO de 1/2 X 4"
JUEGO FRESA ESC HSS 4CT P/PLANA 3 A 20mm 11PZAS

FRESA ESC HSS 4CT 3MM \$4200-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 4MM \$5560-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 5MM \$4080-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 7MM \$7900-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 9MM \$7900-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 10MM \$7900-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 11MM \$12575-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 12MM \$12800-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 15MM \$16460-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 17MM \$21400-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 18MM \$21400-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 19MM \$23600-15+IVA MARCA KEX
FRESA ESC HSS 4CT 20MM \$25600-15+IVA MARCA KEX

FRESA ANGULAR SENCILLA 45º DERECHA 26X1/2"
FRESA ANGULAR SENCILLA 45º IZQUIERDA 26X1/2"

LA VIDA ÚTIL DE ESTAS HERRAMIENTAS SE ESTIMA QUE SEA ENTRE 50 Y 60 HORAS, PERO ESTO VARIA DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE USO.

JOHANN VELILLA BERDUGO
ASESOR -COMERCIAL
FERRETERIA JRC BARRANQUILLA
NIT. 860-534-340_1
CII 45 NO 52 - 41 BARRIO ABAJO
CORREO : ventasbq3@ferreteriajrc.com
Teléfono: (095) 3709970 Fax: (095) 3721308
Celular 3014641476

javascript:void(0);

AdChoices

Anexo 23 Tabla de suplementos según actividad

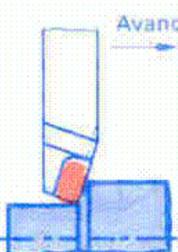
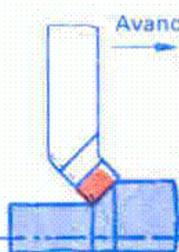
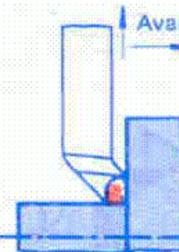
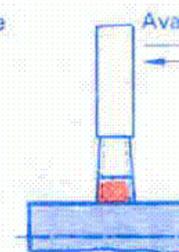
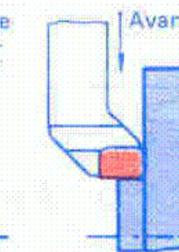
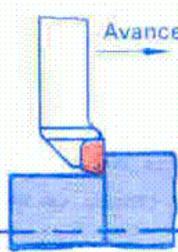
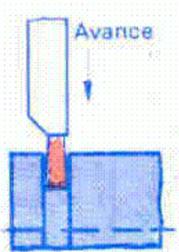
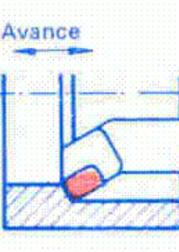
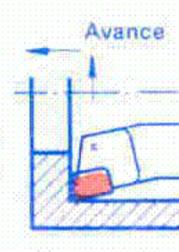
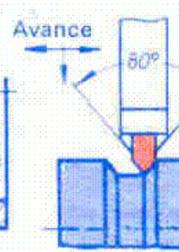


SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

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 Keta (en il calorías/ton *segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER				
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 (incl. inado)		2	3	6		21	
Muy incómoda (echado, estrado)		7	7	5		31	
				4		45	
				3		64	
				2		100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual			
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión		0	0
2.5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
5		1	2	Trabajos de gran precisión		5	5
7.5		2	3	g) Ruido			
10		3	4	Continuo		0	0
12.5		4	6	Intermitente y fuerte		2	2
15		5	8	Intermitente y muy fuerte		5	5
17.5		7	10	Estribente y muy fuerte		7	7
20		9	13	h) Tensión mental			
22.5		11	16	Proceso algo complejo		1	1
25		13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida		4	4
30		17	-	Proceso muy complejo		8	8
33.5		22	-	i) Monotonía mental			
				Trabajo algo monótono		0	0
				Trabajo bastante monótono		1	1
				Trabajo muy monótono		4	4
d) Iluminación				j) Monotonía física			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo algo aburrido		0	0
Bastante por debajo		2	2	Trabajo aburrido		2	1
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo muy aburrido		5	2

www.ingemirsaindustriales.jmda.com

Anexo 24 Tabla de parámetro de ranurado

Herramientas para torno con plaquitas de metal duro					DIN 4971-4978, 4980, 4981 (ago. 63)					
ISO 1 DIN 4971	ISO 2 DIN 4972	ISO 3 DIN 4978	ISO 4 DIN 4976	ISO 5 DIN 4977						
Herram. de torneear recta, con corte a la dcha.	Herram. de torneear curva, con corte a la dcha.	Herram. de torneear en esquina, destalonada	Herramienta de debastar, ancha	Herramienta de refrantar, destalonada						
ISO 6 DIN 4980	ISO 7 DIN 4981	ISO 8 DIN 4973	ISO 9 DIN 4974	DIN 4971						
Herram. de refr. destalonada, con corte a la dcha.	Herramienta de tronzar	Herramienta de debastar interiores	Herram. de torneear en esquina para interiores	Herramienta de torneear, de punta						
Secciones de vástagos para cuchillas de torno										
	Altura h	Ancho b	Plaquita de corte ¹⁾ a dchas. a izdas.			Altura h	Ancho b	Plaquitas de corte DIN 4950 a dchas. a izdas.		Forma
ISO 1	10	10	B 8 ²⁾	A 8	ISO 5	16	16	A12	B12	
	12	12	B10	A10		20	20	A16	B16	
	16	16	B12	A12		25	25	A20	B20	
	20	20	B16	B16		32	32	A25	B25	
ISO 2	10	10	C 8		ISO 6	10	10	B 8	A 8	
	12	12	C10			12	12	B10	A10	
	16	16	C12			16	16	B12	A12	
	20	20	C16			20	20	B16	A16	
ISO 3	16	10	B 8	A 8	ISO 7	12	8	D3		
	20	12	B10	A10		16	10	D4		
	25	16	B12	A12		20	12	D5		
	32	20	B16	A16		26	16	D6		
ISO 4	10	10	C10		ISO 8 + 9	8	(∅)	∅ min. agujero		
	12	12	C12			8	8	A5	14	
	16	16	C16			10	10	A6	18	
	20	20	C20			12	12	A8	21	
	20	12	C12			16	16	A10	27	
	26	16	C16			20	20	A12	34	
32	20	C20		25	25	A16	43			
<p>1) Plaquitas de corte de metal duro DIN 4950 (marzo 62)</p> <p>2) B = forma; 8 = longitud de corte</p> <p>Ejemplo de denominación de una cuchilla de torno ISO 1-R 1010 DIN 4971-P10 (R = a derechas, 1010 = Altura-Ancho, P10 = material de corte)</p>										