



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE PROCESOS

**“Diseño de un Sistema para el control de tiempos de
procesamiento de piezas/partes del área de Laminados de la
Empresa ADELCA Acería del Ecuador C.A.”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

AUTORA: KAREN JOHANNA SANAFRIA ARGÜELLO

DIRECTOR: ING. VÍCTOR CARRIÓN, MSc.

Quito, Julio 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **KAREN JOHANNA SANAFRIA ARGÜELLO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Karen Johanna Sanafria Argüello

C.I. 1719852384

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “Diseño de un Sistema para el control de tiempos de procesamiento de piezas/partes del área de Laminados de la Empresa ADELCA Acería del Ecuador C.A.”, que, para aspirar al título de **Ingeniera Industrial y de Procesos** fue desarrollado por **Karen Johanna Sanafria Argüello**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Víctor Carrión Palacios, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1709930331

Alóag, 09 de febrero de 2015

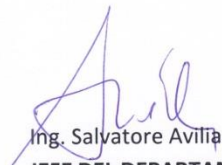
Ingeniero,
Bolívar Haro
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Autorizo a la señorita estudiante KAREN JOHANNA SANAFRIA ARGUELLO con CI: 171985238-4, realice el desarrollo de su tesis en el área de Laminados de la empresa Acería del Ecuador ADELCA, con el tema:

“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE TIEMPOS DE PROCESAMIENTO DE PIEZAS/PARTES DEL ÁREA DE LAMINADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR, ADELCA C.A.”

Particular que pongo en su conocimiento.

Atentamente,



Ing. Salvatore Avilia
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ADELCA C.A.

www.adelca.com

MATRIZ CUMBAYA
Calle del Establo, lote 50 y del Charro
Edificio Site Center, Cumbaya
Torre 1, Piso 1, Oficina 108
Telf.: (593 2) 380 1321

ALOAG - PLANTA
Vía Aloag Sto. Domingo Km. 1 ½
PBX (593 2) 3968100
Fax (593 2) 396 8138 -1 - 2

AMBATO
Samanga, Panamericana Norte S/N
Ingreso a Puerto Arturo
Telf.: (593 3) 2436 167 / 243 6157
243 6077 / 243 6126 Fax: 243 6326
0997 060 570 / 0995 368 399

CUENCA
Panamericana Norte Km. 13 ½
Telefax: (593 7) 249 0042 / 249 0044
249 0052

LOJA
Av. 8 de Diciembre S/N
Sector el Belén
Telf.: (593 7) 302 6330 / 2542 440
0997 327 530

QUITO NORTE
Panamericana Norte Km 14,
frente a la entrada a Llano Chico
(junto a las Bodegas de Coca Cola)
Telf.: (593 2) 0023 302
Cel.: 0980 144 312 / 0980 133 327

GUAYAQUIL
Telf.: (593 4) 2113466
211 3952 / 211 3982

MACHALA
Telf.: (593 7) 393 0576 / 393 0595
Cel.: 0985 694 794

MANTA
Telf.: (593 5) 3900067 / 3900080

PORTOVIEJO
Telf.: (593 5) 293 2595 / 293 2526
Cel.: 0998 021 159 / 0992 002 990

QUEVEDO
Telf.: (593 5) 2786404
278 6253 / 211 3982

SANTO DOMINGO
Telf.: (593 2) 274 4146 / 396 8190
396 8191 Cel.: 0995 650 931

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada con mucho cariño

A mis padres, por permitirme haber llegado a este momento tan importante en mi vida, por brindarme siempre su apoyo verdadero.

A mi madre por ser mi pilar, por siempre motivarme a hacer mejor las cosas, por estar orgullosa de mis triunfos y siempre apoyarme en mis tristezas.

A mi padre por confiar en mí, por siempre estar dispuesto a darme un buen consejo en el momento indicado y por todo su apoyo en todo el transcurso de mi vida.

A mi hermana porque siempre me ayuda a tomar mejores decisiones y por todo ese amor que nos une.

A mi familia porque directa o indirectamente siempre han estado conmigo.

Este logro va dedicado a todos ellos que me ayudaron a que este sueño hoy se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que confiaron en mí, en especial:

A Dios por regalarme la vida y permitirme disfrutar de este gran momento y por ser cada día el guía de mi camino, llenando mi vida de muchas bendiciones.

A mis padres y hermanas por todo el cariño y amor que me brindan a diario, por todo su apoyo incondicional, por siempre creer en mí, por sembrar en mí principios valiosos que me han permitido ser la persona que ahora soy y por estar conmigo en todos los momentos buenos y malos de mi vida.

A mi enamorado por todo su apoyo y porque sin toda la presión que puso sobre mí no hubiese terminando mi trabajo en el tiempo que lo hice.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial y a todos mis profesores que me aportaron conocimientos y me formaron académicamente para surgir profesionalmente.

Al Ing. Víctor Carrión por ser mi guía en este proceso y por siempre estar dispuesto a brindarme consejos, enseñanzas y sobre todo tiempo para la realización de este trabajo.

Gracias a todos por ser parte de mi éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. ALCANCE	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. PRODUCCIÓN DE ACEROS EN EL ECUADOR	3
2.2. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	4
2.2.1. MÁQUINAS	4
2.2.1.1. El Torno	4
2.2.1.2. Torno CNC (Control Numérico Computarizado)	11
2.2.1.3. Fresadora	12
2.2.1.4. Cepillo.....	18
2.2.1.5. Taladradora	21
2.2.2. HERRAMIENTAS.....	23
2.2.2.1. Herramientas de Montaje.....	24
2.2.2.2. Herramienta de Medición y Trazo.....	24
2.2.2.3. Herramientas de golpe	24
2.2.2.4. Herramientas de corte	25
2.2.2.5. Herramienta para fresadora.....	27
2.2.2.6. Herramienta para Cepillo.....	30

2.2.2.7. Herramienta para Taladradora.....	30
2.3. INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	32
2.4. OBJETIVOS DE MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO.....	35
2.5. ESTUDIO DE MEDICIÓN DE TIEMPOS.....	35
2.5.1. TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	36
2.5.1.1. Estimación por Datos Históricos.....	36
2.5.1.2. Datos Estándar.....	36
2.5.1.3. Sistemas de Estándares de Tiempos Predeterminados.....	36
2.5.1.4. Estudio de Tiempos con Cronómetro.....	37
2.5.1.5. Estudio de Tiempos mediante Fórmulas Analíticas.....	38
2.5.2. PASOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	39
2.5.2.1. Seleccionar.....	39
2.5.2.2. Registrar.....	39
2.5.2.3. Examinar.....	39
2.5.2.4. Copilar.....	39
2.5.2.5. Definir.....	39
2.5.3. SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	39
2.5.3.1. Métodos para calcular los suplementos.....	40
2.6. HOJAS DE CÁLCULO.....	42
2.7. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN COMO AYUDA A HOJAS DE CÁLCULO.....	43
2.7.1. VENTAJAS.....	43
2.8. PROGRAMAS PARA CÁLCULO DE TIEMPOS DE MECANIZADO .	44
2.8.1. CALCULADORA DE MECANIZADO WALTER.....	44

2.8.2.	CALCULADORA DE MECANIZADO SANDVIK.....	45
2.8.3.	SOFTWARE TEMPO	46
3.	METODOLOGÍA.....	48
3.1.	TÉCNICA.....	48
3.2.	MÉTODOS.....	48
3.3.	LA EMPRESA	49
3.3.1.	LOCALIZACIÓN PRINCIPAL	50
3.3.2.	CENTROS DE ACOPIO.....	50
3.3.3.	PRINCIPIOS DE LA EMPRESA.....	50
3.3.3.1.	Visión.....	50
3.3.3.2.	Misión	51
3.3.3.3.	Valores	51
3.3.4.	POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN	51
3.3.5.	GESTIÓN INTEGRAL	51
3.3.6.	RECICLAJE	52
3.3.6.1.	Tratamiento de Humos	54
3.3.6.2.	Disposición de residuos.....	54
3.3.6.3.	Consumo de agua	54
3.3.7.	MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA	54
3.3.8.	INSTALACIONES DE LA EMPRESA.....	54
3.3.8.1.	Planta De Fundición	55
3.3.8.2.	Planta De Laminados	57
3.3.8.3.	Planta De Trefilados	59
3.3.9.	PRODUCTOS	61

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
4.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	62
4.1.1. TALLER DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	62
4.1.2. PRODUCTOS	62
4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL ÁREA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (METODOLOGÍA ACTUAL)	63
4.2. EFECTOS DEL PROCESO.....	66
4.2.1. TIEMPO DE ENTREGA	67
4.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	67
4.4. IDENTIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y OPERACIONES.....	68
4.4.1. MAQUINARIA.....	68
4.4.1.1. TORNO PR.....	69
4.4.2. OPERACIONES	70
4.5. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	72
4.5.1. MATERIALES	72
4.5.2. HERRAMIENTAS.....	75
4.6. CLASIFICACIÓN DE MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	77
4.7. PROGRAMA PARA CÁLCULO DE TIEMPOS DE MECANIZADO....	80
4.7.1. BOTONES Y FUNCIONES	85
4.7.1.1. Calcular	85
4.7.1.2. Registrar	87
4.7.1.3. Borrar.....	87
4.7.1.4. Salir	87
4.7.1.5. Ingresar Nueva Máquina	87

4.7.2.	REGISTRO DE TIEMPOS ESTIMADOS	87
4.7.2.1.	Tiempo de Preparación	88
4.7.2.2.	Tiempo de Programación	88
4.7.2.3.	Suplementos.....	88
4.7.2.4.	Tiempo de Corte	91
4.7.2.5.	Registrar	91
4.7.3.	FÓRMULAS APLICADAS PARA CÁLCULO DE TIEMPO	91
4.7.3.1.	RPM.....	92
4.7.3.2.	Tiempo de Mecanizado	92
4.7.4.	INFORMES OBTENIDOS DEL PROGRAMA	93
4.7.4.1.	Hoja De Análisis De Operación	93
4.7.4.2.	Hoja de Producción	97
4.8.	DATOS ADICIONALES.....	102
4.8.1.	FORMATO NÚMEROS	102
4.8.2.	DEPURACIÓN POR MAL INGRESO DE DATOS.....	103
4.8.3.	BORRAR REGISTROS.....	106
4.8.4.	INGRESAR MÁS OPERACIONES EN LA HOJA DE ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y EN LA HOJA DE PRODUCCIÓN.....	108
4.8.4.1.	Hoja de Análisis de Operación.....	108
4.8.4.2.	Hoja de Producción	109
4.9.	VALIDACIÓN DEL SISTEMA	111
4.9.1.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	112
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
5.1.	CONCLUSIONES.....	115

5.2. RECOMENDACIONES.....	117
6. BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Suplementos recomendados por la OIT.....	41
Tabla 2. Principales productos realizados por ADELCA C.A.	61
Tabla 3. Matriz de Procesos del Taller de Máquinas y Herramientas del área de Laminados de ADELCA	64
Tabla 4. Datos técnicos Torno PR	70
Tabla 5. Operaciones Tornos Convencionales	71
Tabla 6. Materiales de Materia Prima	72
Tabla 7. Clasificación de Materiales	74
Tabla 8. Herramientas para Torno Convencional	75
Tabla 9. Clasificación de Herramientas para Torno Convencional de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min)	78
Tabla 10. Clasificación de Herramientas para Torno Convencional de acuerdo a Operación y Material (Avance mm/r).	79
Tabla 11. Suplementos base	89
Tabla 12. Suplementos para Torno Convencional y CNC	89
Tabla 13. Suplementos para la Fresadora.....	90
Tabla 14. Suplementos para Cepillo y Taladro	90
Tabla 15. Tiempos comparados de 20 Piezas.....	111
Tabla 16. Tiempo de Mano de Obra Real y Calculado de 20 piezas.	112
Tabla 17. Análisis Costo- Beneficio	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición de un torno	5
Figura 2. Ejemplo de torneado.....	6
Figura 3. Ejemplo de Torno Paralelo	7
Figura 4. Partes de un torno paralelo.....	8
Figura 5. Operación Refrentado.....	10
Figura 6. Operación de cilindrado exterior e interior	10
Figura 7. Esquema del Sistema de Control de Torno CNC	11
Figura 8. Operación corte en fresadora	13
Figura 9. Ejes de una fresadora.....	14
Figura 10. Fresadora horizontal	15
Figura 11. Fresadora vertical	16
Figura 12. Máquina Cepilladora.....	18
Figura 13. Relación longitud de carrera y espacio al inicio del cepillado.	19
Figura 14. Componentes máquina cepilladora	20
Figura 15. Ejemplo de Taladradora.....	22
Figura 16. Herramientas con mango para plaquitas negativas	25
Figura 17. Herramientas para tronzado y ranurado	26
Figura 18. Parámetros técnicos de herramientas de corte	27
Figura 19. Ejemplo de fresa cilíndrica.....	28
Figura 20. Tipos de fresas	29
Figura 21. Ejemplo de herramientas para cepillado.....	30
Figura 22. Ejemplo de Broca de HSS	30

Figura 23. Parámetros técnicos de brocas	31
Figura 24. Influencia de los métodos en una organización	33
Figura 25. Principales etapas de un programa de Ingeniería de Métodos.....	34
Figura 26. Calculadora Sandvik.....	45
Figura 27. Calculadora Sandvik.....	46
Figura 28. Sistema de Gestión Integral.....	52
Figura 29. Proceso de Reciclaje de Adelca	53
Figura 30. Proceso de Fundición	55
Figura 31. Proceso de Laminación- Paso 1	57
Figura 32. Proceso de Laminación- Paso 2.....	57
Figura 33. Proceso de Laminación- Paso 3.....	58
Figura 34. Proceso de Laminación- Paso 4.....	58
Figura 35. Proceso de Trefilación- Paso 1	59
Figura 36. Proceso de Trefilación- Paso 2.....	59
Figura 37. Proceso de Trefilación- Paso 3.....	60
Figura 38. Proceso de Trefilación- Paso 4.....	60
Figura 39. Proceso de Trefilación- Paso 5.....	60
Figura 40. Bujes guías	63
Figura 41. Rodillos de cajas de laminado	63
Figura 42. Diagrama de Proceso del Taller de Máquinas y Herramientas	66
Figura 43. Torno PR	69
Figura 44. Vista principal del Programa de Cálculo de Tiempos	81
Figura 45. Vista de Formulario para Torno Convencional.....	82
Figura 46. N° de plano y operación.....	82

Figura 47. Lista de máquinas.....	83
Figura 48. Lista de materiales, trabajos y herramientas	83
Figura 49. Diámetro inicial y diámetro final	84
Figura 50. Lista de profundidad de corte y paso para roscado	84
Figura 51. Longitud total de mecanizado	84
Figura 52. Velocidad de corte, avances y RPM	85
Figura 53. Tiempo de Mecanizado.....	85
Figura 54. Ejemplo tiempo Torno Convencional	86
Figura 55. Ejemplo tiempo Torno Convencional Botón CALCULAR	86
Figura 56. Pantalla de Registro de Tiempos Estimados	88
Figura 57. Ejemplo de uso Suplementos	91
Figura 58. Plantilla de hoja de Análisis de Operación.....	93
Figura 59. Ejemplo de Hoja de Análisis de Operación primeras 3 Operaciones	94
Figura 60. Ejemplo de Hoja de Análisis de Operación siguientes 3 Operaciones	95
Figura 61. Imágenes en la Hoja de Análisis de Operación	96
Figura 63. Eficiencias de las máquinas.....	98
Figura 64. Tratamiento Térmico.....	99
Figura 65. Tiempos de Tratamiento Térmico	99
Figura 66. Ejemplo Hoja de Producción Completa	100
Figura 67. Registro de Ciclos de Producción.....	101
Figura 68. Hipervínculo para Análisis de Operación	102
Figura 69. Hipervínculo para Hoja de Producción.....	102
Figura 70. Ejemplo al Mal ingreso de datos al programa.....	103

Figura 71. Depuración programa por mal ingreso.....	103
Figura 72. Depuración programa en pantalla de programador	104
Figura 73. Ingreso de dato faltante	105
Figura 74. Corrección de depuración del programa.....	105
Figura 75. Borrar registros-paso 1	106
Figura 76. Borrar registros-paso 2	107
Figura 77. Borrar registros-paso 3	107
Figura 78. Ingreso de Operaciones en Hoja de Análisis de Operación paso 1	108
Figura 79. Ingreso de Operaciones en Hoja de Análisis de Operación paso 2	109
Figura 80. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 1	109
Figura 81. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 2.....	110
Figura 82. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 3.....	110
Figura 83. Análisis N° piezas Vs Tiempo de Mano de Obra	113

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Productos realizados por ADELCA C.A.....	124
ANEXO II. Máquinas y Datos técnicos.....	132
ANEXO III. Operaciones Tornos CNC	145
ANEXO IV. Operaciones Fresadoras, Cepillos, Taladro, Sierra y Horno	146
ANEXO V. Herramientas para Torno CNC	147
ANEXO VI. Herramientas para Fresadora	147
ANEXO VII. Herramientas para Cepillo	150
ANEXO VIII. Herramientas para Taladro (Brocas).....	151
ANEXO IX. Clasificación de Herramientas para Tornos CNC de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r).....	154
ANEXO X. Clasificación de Herramientas para Fresadoras de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r).....	156
ANEXO XI. Clasificación de Herramientas para Cepillo de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r)	159
ANEXO XII. Clasificación de Herramientas para Taladro de acuerdo a Operación y Material “Acero” (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r).....	160

RESUMEN

El presente trabajo muestra la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el área operativa de una empresa y como ésta es utilizada para la creación de un sistema que permita la realización de un estudio de tiempos de manera sencilla y de fácil entendimiento para quien lo use.

Al reconocer que en el taller de máquinas y herramientas de la empresa ADELCA C.A, no se cuenta con un control de producción que permita la planificación de los procesos productivos de piezas/partes realizadas en máquinas torneadoras, fresadoras, cepillos y taladradoras de la planta de Laminados y al conocer que los costos de producción han sufrido un incremento debido a la falta de estandarización de tiempos de procesamiento que han ocasionado que el nivel de producción disminuya, se decidió que era necesario la creación de un sistema que permita el cálculo de tiempos de procesamiento de cada pieza, con el fin de mantener un control de la producción y que este ya no sea tomado por el sector operativo.

Este trabajo explica la creación de un programa enfocado en el cálculo de tiempos de procesamiento de piezas/partes realizadas en máquinas herramientas (tornos, fresadoras, cepillos, taladros), mediante un análisis de los parámetros técnicos dados por las herramientas de corte utilizadas en los procesos realizados por cada máquina y datos técnicos proporcionados por las máquinas en sí, y realizando una comparación de los mismo con el fin de obtener una relación entre las máquinas y las herramientas existentes.

Para la realización del programa ha sido necesario el uso de hojas de cálculo, donde se creó bases de datos permitiendo al programa extraer los mismos además del uso de programación logrando la automatización del programa y facilitando su uso y entendimiento.

ABSTRACT

The present work shows the application of the Engineering method in the operative area of a company and as this one it is used for the creation of a system that allows the accomplishment of a study of times of a simple way and of easy understanding for the one who uses it.

On having recognized that in the workshop of machines and tools of the company ADELCA C.A, one does not rely on a control of production that it should allow the planning of the productive processes of pieces / parts realized in windlass, milling machines, brushes and drills of the plant of Laminated and on having known that the costs of production have suffered an increase due to the lack of standardization of times of processing that have caused that the level of production diminishes, was decided that there was necessary the creation of a system that allows the calculation of times of processing of every piece, in order to support a control of the production and that this one already should not be taken by the operative sector.

This work explains the creation of a program focused in the calculation of times of processing of pieces / parts realized in machines tools (wheels, milling machines, brushes, drills), by means of an analysis of the technical parameters given by the tools of court used in the processes realized by every machine and technical information provided by the machines in yes, and realizing a comparison of them same in order to obtain a relation between the machines and the existing tools.

For the accomplishment of the program the use of spreadsheets has been necessary, where databases were created allowing to the program to extract the same ones besides the use of programming achieving the automation of the program and facilitating his use and understanding.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Conociendo que los estudios de tiempos ayudan a la fijación de tiempos estándar para diferentes operaciones permitiendo una mayor eficiencia en los mismos, lo que se pretende realizar es un sistema que permita el cálculo de dichos tiempos de piezas/partes del área de Laminados de la Empresa ADELCA C.A., con el fin de tener un conocimiento acertado del tiempo de duración de una operación realizada especialmente en máquinas torneadoras, fresadoras, cepillos y taladradoras, logrando la planificación de dichos procesos.

Los estudios de tiempos han sido utilizados para establecer estándares de métodos de trabajo y tiempos, obteniendo una mayor productividad y alcanzando una optimización de los procesos productivos, reduciendo así desperdicios de tiempos (tiempos muertos), evitando demoras en la entrega de las piezas/partes y tomando un control general (planificación) de las operaciones realizadas por una empresa, es así que en la empresa ADELCA C.A., se requiere la optimización de la producción a través de un estudio de tiempos en sus operaciones que permita tomar el control de las mismas, evitando que éste sea tomado por el sector operativo, lo que ocasiona desfases en los tiempos de las diferentes operaciones que se realiza.

Debido a que los costos de producción de la empresa en el área de Laminados de la empresa ADELCA C.A han sufrido un incremento, se busca mediante la aplicación de Ingeniería de Métodos y estudio de tiempos, el aumento del nivel de producción de la misma, con la disminución de los tiempos de procesamiento de las piezas/partes mediante a un control de los mismos, lo que eventualmente afectará a la disminución de los costos de producción de dichas piezas/partes.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Diseñar un sistema que efectúe el cálculo de tiempos de procesamiento de piezas/partes realizadas en el taller de máquinas y herramientas ubicado en el área de Laminación de la empresa ADELCA C.A, permitiendo el control y la optimización de la producción.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Desarrollar un análisis de las operaciones de las diferentes máquinas existentes en el taller de máquinas y herramientas del área de laminación de la empresa ADELCA C.A, determinando la estandarización de los procesos.
2. Clasificar máquinas, materiales y herramientas destinadas al procesamiento de las diferentes piezas realizadas en el taller de máquinas y herramientas.
3. Realizar un sistema tomando en cuenta datos técnicos de máquinas (avance, RPM, velocidad de corte), operaciones, materiales, herramientas y las respectivas dimensiones de las piezas fabricadas en el taller.
4. Validar el sistema mediante el ingreso de una muestra de piezas realizadas en el taller.

1.2. ALCANCE

El presente trabajo partirá desde el diagnóstico de la situación actual de las operaciones de las máquinas torneadoras, fresadoras, cepillos y taladradoras de la empresa ADELCA C.A, siguiendo por un estudio de tiempos de dichas operaciones, creando un sistema para el cálculo de los tiempos de cada operación y finalizando con la validación de dicho sistema.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se detalla algunas definiciones sobre máquinas y herramientas utilizadas en una acería, ingeniería de métodos y las diferentes técnicas utilizadas para un correcto estudio de tiempos, además de algunos conceptos adicionales que ayudarán a la realización de la metodología.

2.1. PRODUCCIÓN DE ACEROS EN EL ECUADOR

En la actualidad la industria basada en el acero o siderurgia ha sido considerada como una industria básica por excelencia, ya que principalmente sus productos se convierten en insumos base para la construcción de infraestructuras y como materia prima para diferente número de industrias, lo que constituye uno de los principales procesos de industrialización de los países.

Como bases estadísticas del ILAFA (Instituto Latinoamericano de Fierro y Acero) se obtiene que en el Ecuador, en el año 2010 la producción de acero obtuvo un volumen de 337.000 toneladas métricas, obteniendo un 481% de crecimiento desde el año 2000 (Instituto Nacional de Preinversión, 2013).

El avance de la industria ecuatoriana en este ámbito ha sido verdaderamente significativo, ya que se han sido implementados diferentes procesos de gran magnitud, en los cuales incluyen procesos de reciclaje de chatarra. Dichas industrias han tenido un gran logro por la articulación de políticas públicas para los avances de la industria, así como la incorporación de diferentes planes como es el Plan RENOVA, impulsado por el Estado Ecuatoriano, que ha permitido el reciclado de una cantidad considerada de autos. Este plan se enfoca en la chatarrización de vehículos, latas, refrigeradoras y todo tipo de materiales, y a cambio los ciudadanos se ven beneficiados con bonos o créditos otorgados por la CFN, para la adquisición de otro producto menos contaminante y que esté alineado con la matriz productiva (Andes, 2013).

2.2. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

A continuación se presenta conceptos y definiciones acerca de las máquinas y herramientas que se utilizan a nivel industrial, en especial de un taller de máquinas y herramientas de una acería, así como las diferentes operaciones que pueden ser realizadas por las mismas.

2.2.1. MÁQUINAS

Las máquinas más utilizadas en la fabricación de piezas de metal son tornos, fresadoras, cepillos y taladros.

2.2.1.1. El Torno

Los tornos son máquinas utilizadas para mecanizar piezas de diferentes formas mediante el uso de revoluciones (Andrade, 2012).

En general los tornos utilizan una serie de tecnologías de mecanizado con capacidad para la eliminación de virutas para producir piezas que requieren gran precisión y calidad (Tornos SA, 2014).

Ésta máquina es una de las más comunes y antiguas utilizadas para mecanizar piezas de metal o de madera, y su funcionamiento se basa en hacer girar la pieza mientras una herramienta de corte da forma a la misma (Andrade, 2012).

Los tornos trabajan sobre dos coordenadas, es decir dos ejes denominados X y Z.

“La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado orientable que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas” (Andrade, 2012).

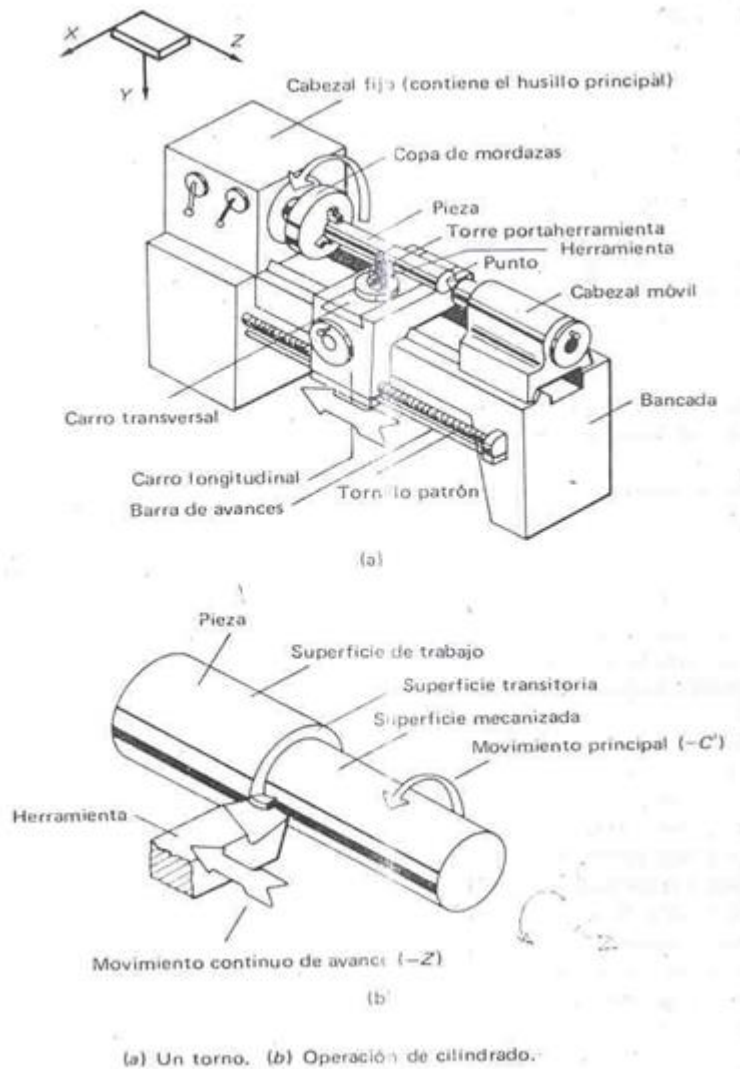


Figura 1. Composición de un torno (Londoño, 2005)

Con el torno básicamente se puede realizar u obtener:

- Superficies cilíndricas (exteriores e interiores).
- Superficies planas.
- Superficies cónicas.
- Superficies esféricas (exteriores e interiores).
- Superficies perfiladas.
- Superficies roscadas.

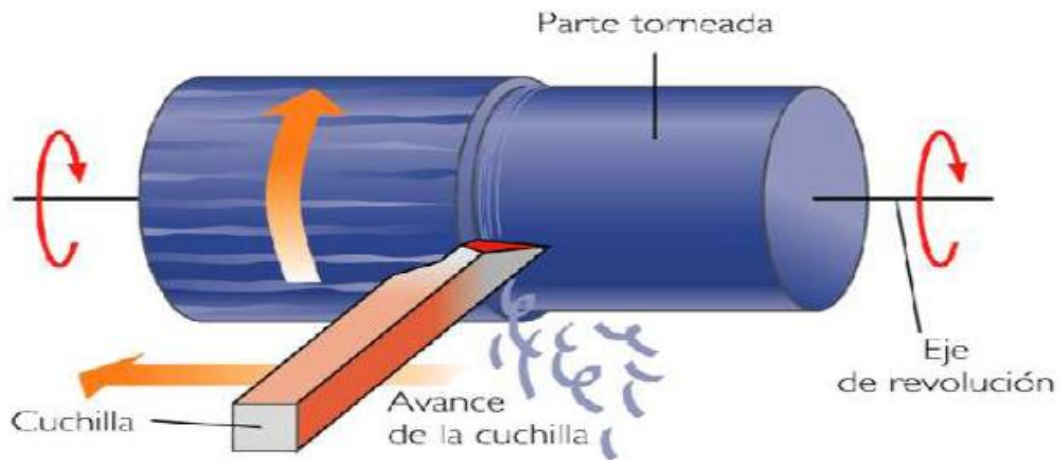


Figura 2. Ejemplo de torneado
(Andrade, 2012)

2.2.1.1.1. Tipos de Tornos

Los tornos han sido clasificados de acuerdo a la clase de herramienta, el número de las mismas y trabajos especiales que se utilicen o realicen en cada máquina (Andrade, 2012).

- Torno Paralelo: (Rossi, s.f). Permite la transformación de un sólido haciéndolo girar alrededor de su eje, arrancándole material, dejando una pieza bien definida
- Tornos Revólver: Utilizado para piezas de gran plato.
- Tornos al Aire: Eje de giro vertical, plato horizontal.
- Tornos Verticales: Mecanizar piezas de gran tamaño.
- Tornos Automáticos: Controlado mediante control numérico.

La elección del torno para la realización de determinadas actividades u operaciones se la debe hacer de acuerdo a diferentes factores como (Rossi, s.f.):

- Dimensiones de las piezas a producir.
- Forma de las mismas.

- Cantidad a producir.
- Grado de precisión requerido.

Torno Paralelo u Horizontal

El torno paralelo ha evolucionado de acuerdo a tornos antiguos, en donde se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron que se convierta en una de las máquinas herramientas más importante y más utilizado a lo largo del tiempo (Bautista, 2010).

Este torno se basa en fijar la pieza sobre la parte giratoria de la máquina (plato), mientras la herramienta se fija en la parte móvil longitudinal y transversal (carro). El cabezal genera el movimiento de rotación al plato y los carros son los que dan el movimiento de avance y traslación (Rossi, s.f.).



Figura 3. Ejemplo de Torno Paralelo
(Avilia, 2014)

Partes de un torno paralelo

Las partes principales de un torno paralelo son:

- Bancada.
- Cabezal.
- Carro principal y carro de porta-herramientas.
- Contrapunto.
- Cambio de velocidades.
- Circuitos de lubricación y refrigeración.

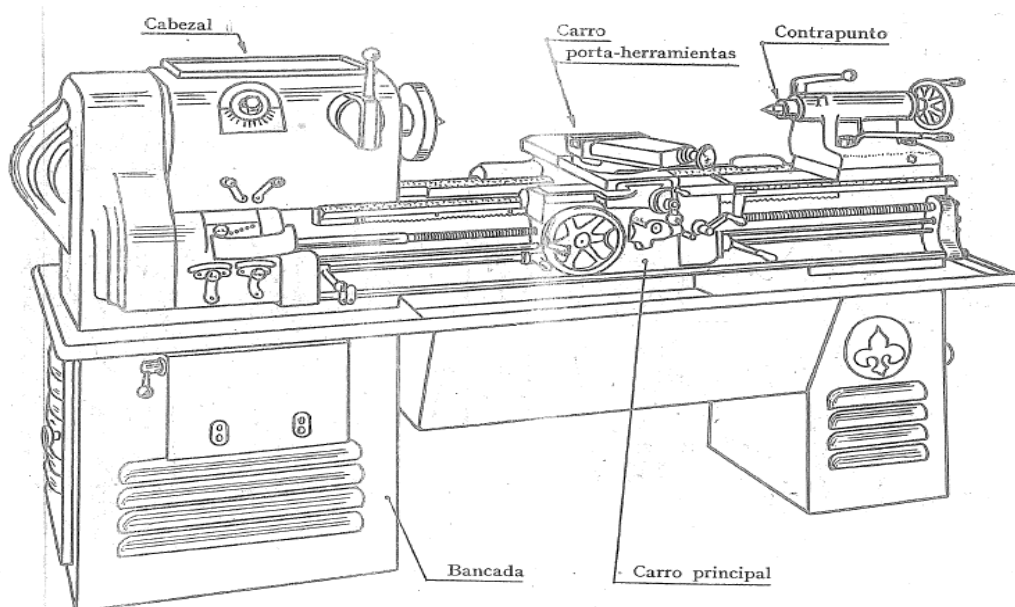


Figura 4. Partes de un torno paralelo
(Rossi, s.f.)

1. Bancada: Parte que soporta todas las demás partes de torno, sobre esta bancada se desliza el carro principal y el carro de porta-herramientas (Bautista, 2010).
2. Cabezal: Permite sostener el plato, donde es sujeta la pieza que va a ser trabajada. El cabezal permite que el árbol principal gire según velocidades

periféricas diferentes, puesto que las herramientas suelen ser de diversas formas (Rossi, s.f).

3. Carro Principal: Consta de dos partes, la primera se desliza sobre las guías de la bancada, mientras que la segunda va atornillada a la primera y se desliza por la parte anterior de la bancada (delantal) (Bautista, 2010).
4. Carro portaherramientas: Eje fijo sobre el que gira una torreta en la que se puede fijar 4 herramientas a la vez y ponerlos en el momento que requiera la pieza dependiendo el trabajo a realizarse (Bautista, 2010).
5. Contrapunto: Sostener la piezas que giran. Este se desplaza a lo largo de la bancada y se fija en la posición más conveniente en relación a la pieza a torneear (Andrade, 2012).
6. Cambio de velocidades: Por lo general se lo encuentra en el lado izquierdo del torno, y se consiste en engranajes y poleas que impulsan a la pieza de trabajo y las unidades de avance (Andrade, 2012).
7. Circuitos de lubricación y refrigeración: Constituido por una electrobomba encargada de aspirar fluido de algún recipiente y enviarlo a través de un tubo que tiene contacto con la herramienta y el material (Rossi, s.f.).

Aparte de estas partes, el torno trabaja con tres elementos:

- *Velocidad de avance*: “Movimiento de la herramienta respecto a la pieza” (Bautista, 2010).
- *Velocidad de corte*: Distancian que recorre el filo de la herramienta al ir en dirección del movimiento principal respecto a la superficie en la que está trabajando (Bautista, 2010).
- *RPM*: Revoluciones por minuto en la que trabaja la máquina.

2.2.1.1.2. Operaciones básicas realizadas en el torno

Los tornos permiten la realización de diferentes operaciones y trabajos que permiten dar las diferentes formas a las piezas a trabajar, entre las más comunes se tiene (Bautista, 2010):

1. **Refrentado:** Realización de superficies planas.

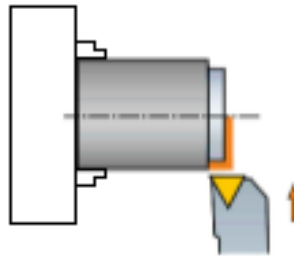


Figura 5. Operación Refrentado
(Sandvik, 2010)

2. **Desbaste:** Quitar las partes más ásperas de un material.
3. **Cilindrado interior y exterior:** Permite rebajar el diámetro de una pieza (exterior), y en el caso del interior permite aumentar el diámetro.

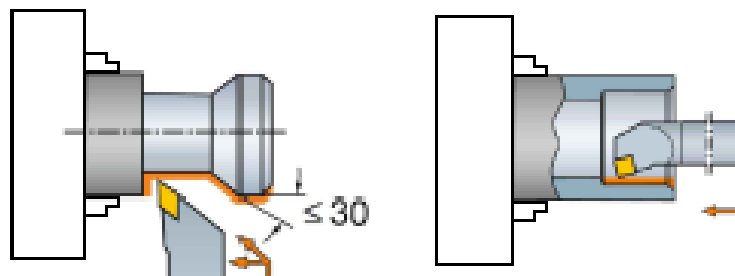


Figura 6. Operación de cilindrado exterior e interior
(Sandvik, 2010)

4. **Taladrado:** Permite realizar perforaciones en las piezas.

2.2.1.2. Torno CNC (Control Numérico Computarizado)

La principal diferencia existente entre un torno paralelo y CNC se da por sus sistemas de movimiento automático y sistemas electrónicos, que son los encargados de procesar y controlar los movimientos del Torno CNC (Londoño, 2005).

El sistema mecánico contiene las mismas partes del torno paralelo, que son mandril, carro principal, carro longitudinal, bancada, carro portaherramientas y motor principal.

El sistema electrónico permite el control de movimiento de motores y sus dispositivos de actuación y supervisión.

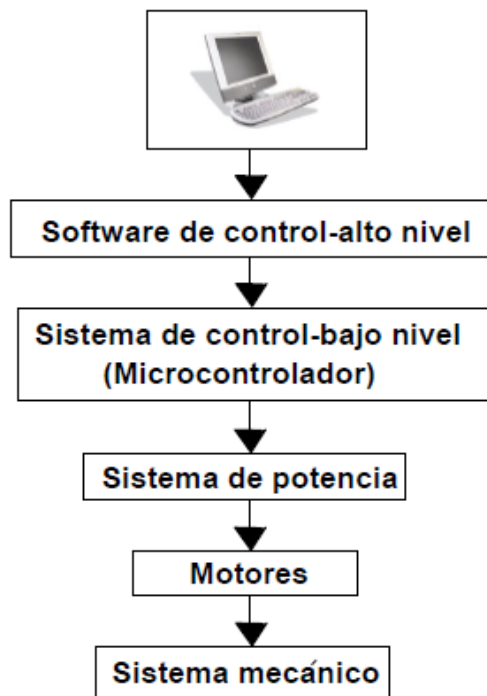


Figura 7. Esquema del Sistema de Control de Torno CNC (Londoño, 2005)

El sistema de Software permite obtener información suministrada por un programa, filtrarla y convertirla en órdenes de movimiento (Londoño, 2005).

2.2.1.3. Fresadora

“La fresadora es una máquina utilizada con el fin de realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa” (Colmenárez, 2013).

El fresado es un proceso de mecanizado en el cual una herramienta gira con un movimiento uniforme y arranca el material a la pieza que es llevado contra ella (Rossi, s.f.).

En esta máquina el movimiento de rotación lo da la herramienta, mientras el movimiento de avance es asumido propiamente por la pieza.

El fresado permite mecanizar en diferentes materiales, teniendo como principales la madera, acero, fundición gris, metales no férricos, materiales sintéticos, entre otros (Colmenárez, 2013).

Los movimientos principales que tiene la fresadora son (Wordpress, 2011):

- Movimiento de corte: Por rotación de la fresa.
- Movimiento de avance: Por desplazamiento rectilíneo de la pieza.
- Movimiento de profundidad de pasada: Por desplazamiento vertical de la pieza.

2.2.1.3.1. Características

Las principales características de las fresadoras según (BRICO-TODO, 2011) son:

1. Potencia: La potencia se la dispone de acuerdo al material a mecanizar, por ejemplo si es madera se podrá hacer en una potencia de 500 w, por su parte si es acero la potencia será a partir de 800 w.
2. Revoluciones por Minuto: La velocidad debe ser elegida de acuerdo al material y herramienta a utilizar.

Lo recomendable es que esta no pase de 22000 RPM.

3. Profundidad de corte: La profundidad de corte depende del trabajo a realizarse y del tipo de material.
4. Peso: Cuanto menos peso, más manejable será la máquina, y cuanto más peso, más estable.

2.2.1.3.2. Principales Operaciones

La fresadora se emplea para realizar trabajos en superficies planas o perfiles irregulares.

1. **Planeado:** Se realiza con fresas cilíndricas.
2. **Ranurado:** Fresas de 3 cortes.
3. **Corte:** Fresas sierra en forma de disco.



Figura 8. Operación corte en fresadora (Wordpress, 2011)

2.2.1.3.3. Tipos De Fresadoras

Existen diferentes tipos de fresadoras, que dependen de la variedad de formas de las piezas y los perfiles de las superficies a fresar. Las fresas se han clasificado por tres categorías (Wordpress, 2011):

- Por el número de ejes.
- Por la orientación del eje de giro.
- Especiales.

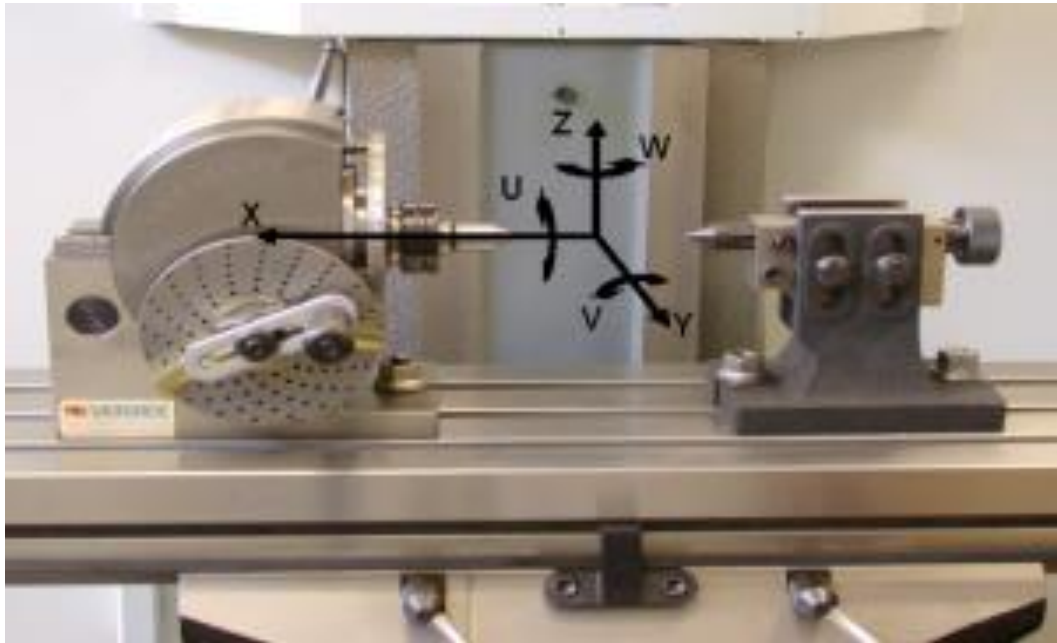


Figura 9. Ejes de una fresadora
(De Máquinas y Herramientas, 2010)

2.2.1.3.3.1. Fresadora de tres ejes

Su capacidad de mecanizado se basa en los tres ejes del plano cartesiano. En la figura 9 se puede observar los ejes por los que la fresadora puede trabajar. En este caso trabaja con los ejes X para ir de lado, Y para la profundidad y Z para el movimiento vertical (De Máquinas y Herramientas, 2010).

2.2.1.3.3.2. Fresadora de cuatro ejes

En este caso aparte de los tres ejes anteriores se aumenta uno circular, que es el que puede ir hacia la derecha (W) o hacia la izquierda (V) (De Máquinas y Herramientas, 2010).

2.2.1.3.3.3. Fresadora de cinco ejes

En esta fresadora aparte de los cuatro ejes ya mencionados se añade uno más (U), que permite un movimiento rotatorio horizontal de la pieza para que pueda ser combinado con los demás (De Máquinas y Herramientas, 2010).

2.2.1.3.3.4. Fresadora horizontal

Constituida por un mandril o husillo principal según un eje horizontal (Rossi, s.f.).

La fresadora horizontal está especialmente indicada para el labrado de ranuras o hendiduras, de muy distintas formas (Wordpress, 2011).

Constan de una columna donde una fresa cilíndrica es soportada en un extremo y en el otro por un rodamiento (De Máquinas y Herramientas, 2010).

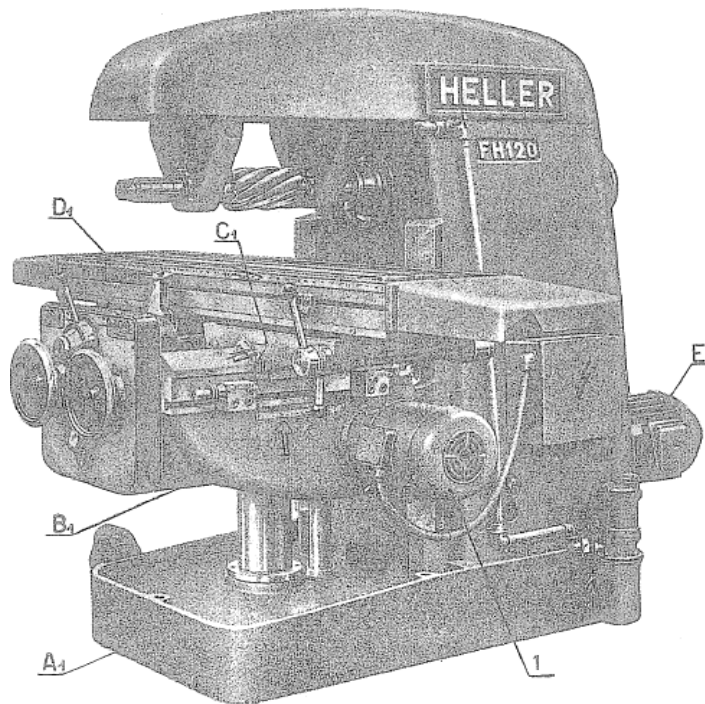


Figura 10. Fresadora horizontal
(Rossi, s.f.)

La figura 10 presenta la constitución de una fresadora horizontal, donde (Rossi, s.f.):

A1 es el BASTIDOR cuya función es ser un montante para constituir una sólida montura, constituido por dos guías que permiten el deslizamiento vertical de la ménsula.

B1 es la MÉNSULA constituida por dos guías que permiten el deslizamiento del carro.

C1 es el carro que permite el deslizamiento longitudinal de la mesa (D1).

Es así que mediante estos 4 elementos se logra obtener los tres movimientos ortogonales: vertical, transversal y longitudinal.

El motor 1 acciona una bomba que permite que expulse aceite.

E1 es el motor eléctrico principal que permite el giro del eje o husillo.

2.2.1.3.3.5. Fresadora Vertical

Constituida por un mandril o husillo principal según un eje vertical (Rossi, s.f.).

Las fresadoras verticales tienen el husillo portaherramientas de modo que la fresa gira sobre su eje horizontal y perpendicular a la pieza. Una característica de esta herramienta es la posibilidad de movilizarse verticalmente, pues sube la mesa con la pieza o el cabezal desciende hacia aquella (De Máquinas y Herramientas, 2010).

Algunos tipos de fresadoras verticales cuentan con la posibilidad de adaptarles piezas giratorias o mesas de trabajo giratorias (Wordpress, 2011).

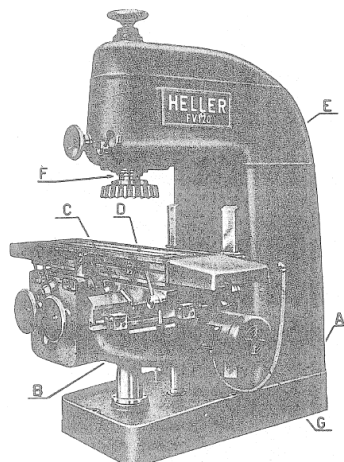


Figura 11. Fresadora vertical
(Rossi, s.f.)

La figura 11 presenta la constitución de una fresadora horizontal, donde (Rossi,s.f):

A es en BASTIDOR aplicado con dos guías que permite que la ménsula (B) se deslice.

B es la MÉNSULA que lleva dos guías que permite la traslación transversal del carro (C).

C es el carro donde se mueve longitudinalmente la mesa (D).

E es el cabezal que mediante los órganos de transmisión, acciona el husillo portafresa (F).

G es el motor eléctrico que permite accionar la ménsula, carro y mesa según los tres movimientos ortogonales. Este motor puede transmitir el movimiento mediante un dispositivo de embrague a fricción.

2.2.1.3.3.6. Fresadora universal

Permite la disposición de la herramienta según uno de los dos ejes tanto horizontal como vertical (Rossi, s.f.).

Estas máquinas no son adecuadas para la producción en serie.

Las fresadoras universales están diseñadas para obtener un alto grado de flexibilidad y control, obteniendo una productividad efectiva. Sin embargo, no son adecuadas para trabajos pesados porque contiene guías muy cortas (Wordpress, 2011).

Características:

- Mesa portapiezas orientable respecto al eje de giro del portafresas o viceversa.
- Aplicación de un aparato de fresado en el cabezal de la máquina.
- Aplicación de un aparato divisor universal y un contrapunto o mordaza.

2.2.1.4. Cepillo

Máquina utilizada para planear o aplanar una superficie de metal (Piqué, 2000).

Esta máquina se basa en la utilización de una herramienta fija, que se encarga de arrancar viruta al moverse la pieza debajo de ella con movimiento rectilíneo (Siternordeste, 2015).

Sus movimientos principales son realizados en tres ejes: horizontal, vertical y transversal.



Figura 12. Máquina Cepilladora
(Avilia, 2014)

2.2.1.4.1. Longitud de la carrera

La longitud de la carrera debe ser mayor a la longitud de la pieza a cepillar (Camasis, 2009).

La figura 13 muestra la relación que debe existir entre la longitud de la carrera y el espacio que se debe dejar antes de iniciar con el cepillado.

Longitud de la carrera en mm	Espacio libre antes de iniciar el corte
<i>0-50</i>	<i>0-25</i>
<i>50-150</i>	<i>25-50</i>
<i>150-400</i>	<i>50-75</i>
<i>400-750</i>	<i>75-100</i>

Figura 13. Relación longitud de carrera y espacio al inicio del cepillado.
(Camasis, 2009)

2.2.1.4.2. Componentes

Los componentes principales son (EcuRed, 2014):

1. Base: Sirve como apoyo o cimiento de la máquina. Es aquel que tiene contacto directo con el piso.
2. Mesa de entrada: De forma rectangular. Es la parte de la máquina sobre la que se fijan las piezas que se han de trabajar.
3. Mesa de salida: Es la parte de la máquina sobre la que se fijan las piezas que se han de trabajar.
4. Cabezal portaherramientas: Montado en el extremo frontal del carro, tiene un movimiento de giro y desplazamiento para proporcionar profundidad de corte de a la herramienta (Rossi, s.f.).
5. Su objeto es el de soportar el extremo exterior de la mesa.
6. Movimiento de ajuste de carrera y cambio de velocidad: El ajuste de carrera permite trabajar con diferentes longitudes y la velocidad del cepillo se refiere al número de carreras de corte que hace la corredera en un minuto.
7. Carro: Es el miembro largo y estrecho del cepillo, diseñado para moverse hacia delante y hacia atrás arriba. Éste soporta a la herramienta de corte y la guía sobre el trabajo durante el proceso de corte.

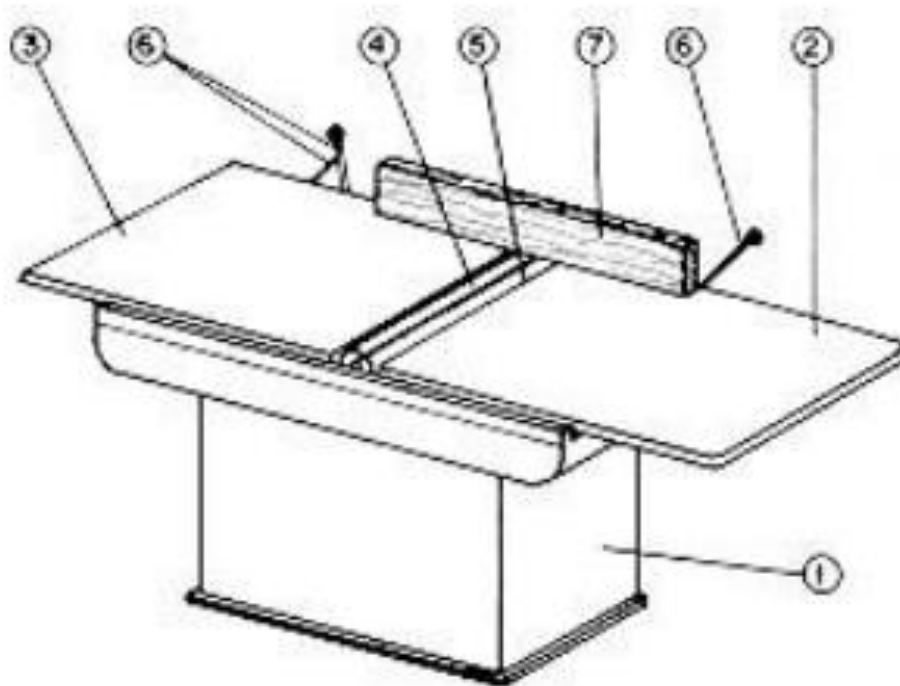


Figura 14. Componentes máquina cepilladora
(Piqué, 2000)

2.2.1.4.3. Clasificación

Existen varios tipos de cepillos que son utilizados en la industria, estos pueden ser:

2.2.1.4.3.1. Cepilladora de codo

Es del tipo más pequeño, teniendo como máxima carrera 1,5 m.

Esta máquina se desplaza longitudinalmente en un movimiento de vaivén y la mesa permanece fija en la mesa (Camasis, 2009).

2.2.1.4.3.2. Cepilladora de mesa

Esta máquina es de un mayor tamaño.

La capacidad de la máquina se mide en función de la longitud de la mesa, que oscila entre 1 y 3.5 m (Camasis, 2009).

“La mesa, que porta la pieza, se desplaza a lo largo de la base sobre unas guías en V. Las herramientas que son 3 o 4 van colocadas en la parte superior y a los lados de la mesa y si se requiere pueden trabajar todas simultáneamente” (Camasis, 2009).

2.2.1.4.3.3. Cepilladora de fosa

Cepillo más grande existente. Su mesa puede llegar a medir de 4 metros de ancho y hasta 10 metros de longitud. Las herramientas van montadas en el cabezal de herramientas que se desplaza a lo largo de la mesa sobre dos guías situadas a los costados (Camasis, 2009).

2.2.1.4.3.4. Cepilladora universal

Se llama universal ya que sus herramientas permiten cortar material en dos carreras (avance y retroceso), a través de un mecanismo de doble herramienta por cada porta-herramienta (Camasis, 2009).

2.2.1.4.3.5. Cepilladora vertical

El movimiento principal del carro es de manera vertical. La mesa de esta máquina se encuentra ubicada debajo del carro.

2.2.1.5. Taladradora

La principal función de esta máquina es la de realizar perforaciones.

Estas máquinas ofrecen la posibilidad de realizar un hueco cilíndrico en una masa metálica, mediante la herramienta conocida como broca (Rossi, s.f.).

La herramienta genera un movimiento giratorio continuo y un movimiento rectilíneo de avance siguiendo un eje de perforación (Rossi, s.f.).



Figura 15. Ejemplo de Taladradora
(BRICO-TODO, 2014)

2.2.1.5.1. Tipos de Taladradoras

Los tipos de taladradoras existentes son:

2.2.1.5.1.1. Taladradoras portátiles

Estas máquinas son utilizadas en el caso de que la pieza a perforar sea de gran magnitud o se encuentre fijada permanentemente en un lugar.

La fuerza de avance es dada por la presión ejercida por el operario directamente (Rossi, s.f.).

Hay taladradores pequeñas con capacidad de realizar perforaciones de hasta 10 mm en acero, y otras más grandes que pueden perforar hasta 32 mm (Rossi, s.f.).

2.2.1.5.1.2. Taladradoras de palanca

En esta máquina el movimiento de avance es dado por la fuerza del operario, este con su mano derecha acciona la palanca que permite la perforación de la

pieza a través de la broca. Esta máquina es útil para perforaciones pequeñas, por lo que hay que tomar en cuenta que mientras más pequeño sea el agujero se necesitará más número de revoluciones de la broca y del taladro (Rossi, s.f.).

2.2.1.5.1.3. Taladradoras de columna

Esta máquina permite realizar taladrado en piezas de diferentes formas.

Se caracterizan por constituirse de una columna de unión entre la base y el cabezal, que produce el avance y el giro del porta brocas, y en la columna se monta la pieza que puede desplazarse verticalmente (Rossi, s.f.).

2.2.1.5.1.4. Taladradoras radiales

Existen algunas piezas que no pueden ser perforadas por la taladradora de columna, puesto que suelen ser de grandes dimensiones cuyos puntos se encuentren lejos de la periferia, es decir, el borde de la pieza podría tocar con la columna, dificultando el acercamiento hacia el eje que se desea perforar (Rossi, s.f.).

Esta máquina tiene la capacidad de hacer que el cabezal portabrocas pueda alejarse de la columna hacia los puntos a taladrar sin necesidad de mover la pieza (Rossi, s.f.).

2.2.2. HERRAMIENTAS

Elementos utilizados directamente por el hombre que permiten actividades físicas productivas, de acuerdo a magnitud, volumen y calidad (Cantú, 2012).

Instrumento que por su forma especial y por su manera de empleo permite la modificación paulatina del aspecto de un cuerpo metálico hasta conseguir la forma deseada (Rossi, s.f.).

La herramienta permite separar el material sobrante arrancándolo de la masa metálica, dicho sobrante es conocido como viruta.

Las herramientas y las máquinas tienen relación mutua, puesto que la una con la otra trabaja de acuerdo a parámetros comunes (Rossi, s.f).

2.2.2.1. Herramientas de Montaje

Herramientas que permiten el montaje, desmontaje y manipulación de las piezas en las diferentes máquinas (Cantú, 2012).

Ejemplos:

- Pinzas
- Llaves
- Desarmadores
- Prensas

2.2.2.2. Herramienta de Medición y Trazo

Herramientas que sirven para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición y control (Cantú, 2012).

Ejemplos:

- Escuadras
- Compases
- Rayadores
- Micrómetro
- Calibradores
- Galgas

2.2.2.3. Herramientas de golpe

Ejemplos:

- Martillos
- Mazos

2.2.2.4. Herramientas de corte

Las herramientas de corte son elementos utilizados para cortar o extraer material de piezas mediante un proceso de mecanizado.

Hay varios tipos de herramientas de corte, que dependen de su uso. En general se las clasifica en dos categorías, las herramientas realizadas de un solo material y las herramientas de corte industrial. Tomando en cuenta que la principal diferencia es que en las segundas, las puntas suelen ser de otro material, que permiten el corte de materiales más duros (Rossi, s.f.)

Ejemplos:


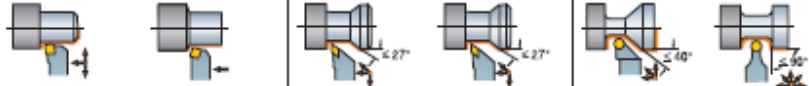

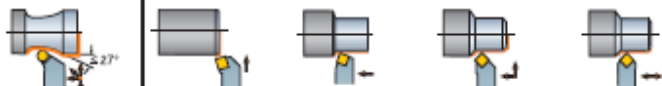

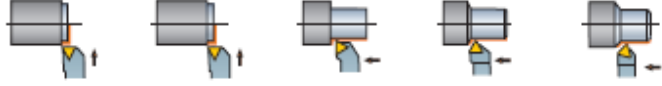

Diseño de palanca T-Max P  Tamaño de plaquita Tamaño de mango	Ángulo de posición $K_r 95^\circ$ $K_r 75^\circ$ $K_r 93^\circ$ $K_r 93^\circ$ - -   PCLNR/L PCBNR/L PDJNR/L R/L 171.35 PRGCR/L N176.39 09-25 12-19 11-15 15 09-25 10-32 1616-5050 2525-4040 1616-3232 4025-5032 2020-4040 2020-5050					
	Ángulo de posición - $K_r 75^\circ$ $K_r 75^\circ$ $K_r 45^\circ$ $K_r 45^\circ$   PRGCR/L PSKNR/L PSBNR/L PSSNR/L PSDNN 10-32 09-25 09-25 09-25 09-25 2020-5050 1616-5050 1212-5050 1616-4040 1010-4040					
Tamaño de plaquita Tamaño de mango	Ángulo de posición $K_r 91^\circ$ $K_r 91^\circ$ $K_r 91^\circ$ $K_r 80^\circ$ $K_r 45^\circ$   PTFNR/L R/L 177.3 PTGCR/L PTTNR/L PTDNR/L 11-33 11 11-27 11-22 22 1212-4040 1010 1010-4040 1010-3225 2525					

Figura 16. Herramientas con mango para plaquitas negativas Sandvik (2010)

La figura 16 muestra herramientas que son utilizadas para el torneado, así como sus respectivos ángulos de posición e imágenes de las operaciones que se puede realizar con las mismas.

Existen varias herramientas de corte, cada una de acuerdo a las operaciones que puede realizar, además de parámetros específicos de corte y modo de uso (Sandvik, 2010).



Figura 17. Herramientas para tronzado y ranurado Sandvik (2010)

Por ejemplo, la figura 17 muestra las herramientas que se puede utilizar para las operaciones de tronzado y ranurado de acuerdo al catálogo de herramientas de los fabricantes Sandvik.

Cada herramienta tiene sus parámetros establecidos.

CILINDRADO




ISO/ANSI		ACABADO DE ACERO			DATOS DE CORTE, CMC 02.1 / HB 180			
P F		Plaquitas con forma básica negativa					Velocidad de corte v_c (m/min)	
CÓDIGO DE PEDIDO		○	◐	●	Profundidad de corte a_p mm	Avance f_n mm/r	GC4215	GC4225
Doble cara	 $r_ε$	GC4215	GC4215	GC4225				
	CNMG 09 03 04-WF	☆	★		0.5 (0.3-1.5)	0.15 (0.05-0.25)	515	
	09 03 08-WF	☆	★	☆	1 (0.3-2)	0.3 (0.1-0.5)	415	345
	12 04 04-WF	☆	★	☆	0.4 (0.25-3)	0.15 (0.05-0.25)	515	425
	12 04 08-WF	☆	★	☆	1 (0.25-4)	0.3 (0.1-0.5)	415	345
	12 04 12-WF	☆	★	☆	1.5 (0.4-4)	0.5 (0.2-0.6)	335	275
	DNMX 11 04 04-WF	☆	★	☆	1 (0.2-1.5)	0.2 (0.08-0.3)	475	395
	11 04 08-WF	☆	★	☆	1 (0.2-3)	0.3 (0.1-0.4)	415	345
	15 06 04-WF	☆	★		0.8 (0.2-3)	0.2 (0.08-0.3)	475	
	15 06 08-WF	☆	★	☆	1.5 (0.2-3)	0.3 (0.1-0.4)	415	345
	15 06 12-WF	☆	★	☆	1.5 (0.4-3.5)	0.4 (0.15-0.55)	370	305
	TNMX 16 04 04-WF	☆	★	☆	1 (0.2-3)	0.2 (0.08-0.3)	475	395
	16 04 08-WF	☆	★	☆	1.5 (0.2-3)	0.3 (0.1-0.4)	415	345
	WNMG 06 04 04-WF	☆	★	☆	0.4 (0.25-2)	0.15 (0.05-0.25)	515	425
	06 04 08-WF	☆	★	☆	1 (0.25-3)	0.3 (0.1-0.5)	415	345
	08 04 04-WF	☆	★	☆	0.4 (0.25-3)	0.15 (0.05-0.25)	515	425
	08 04 08-WF	☆	★	☆	1 (0.25-4)	0.3 (0.1-0.5)	415	345
	08 04 12-WF	☆	★	☆	1.5 (0.4-4)	0.5 (0.2-0.6)	335	275

Figura 18. Parámetros técnicos de herramientas de corte Sandvik (2010)

En la figura 18 se observa un ejemplo de herramientas con sus parámetros técnicos, es decir parámetros como profundidad de corte, avance, velocidad de corte, entre otros.

2.2.2.5. Herramienta para fresadora

Las principales herramientas que se utilizan en las fresadoras son aquellas que toman el nombre de “Fresas”.

2.2.2.5.1. Fresas

Herramientas utilizadas en las máquinas fresadoras.

Las fresas son herramientas de corte de forma, material y dimensiones muy variadas de acuerdo con el tipo de fresado que se quiera realizar, estas se

constituyen de diámetro, forma, material, números de dientes que tenga y el sistema de sujeción a la máquina (Colmenárez, 2013).

Las fresas pueden ser de tres formas:

- Cilíndricas: dentado recto o helicoidal

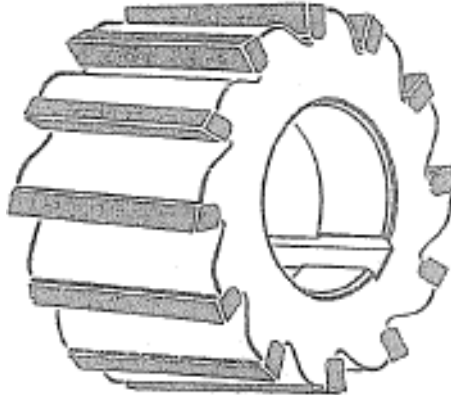


Figura 19. Ejemplo de fresa cilíndrica (Rossi, s.f.)

- Cónicas: Profundidad del diente variable.
- De forma: Perfil constante

Tipos de fresas

La elección de la fresa depende del trabajo que se deba realizar.

Existen fresas de acero rápido (HSS) o de carburo de tungsteno. Las de acero rápido (HSS) sirven para trabajo sobre materiales duros, por su parte las de carburo duran mucho más pero sólo se las emplea para madera (Wordpress, 2011).

Existen varios tipos de fresas de acuerdo a su forma y tamaño, además de acuerdo a las operaciones que permiten realizar, estas pueden ser:

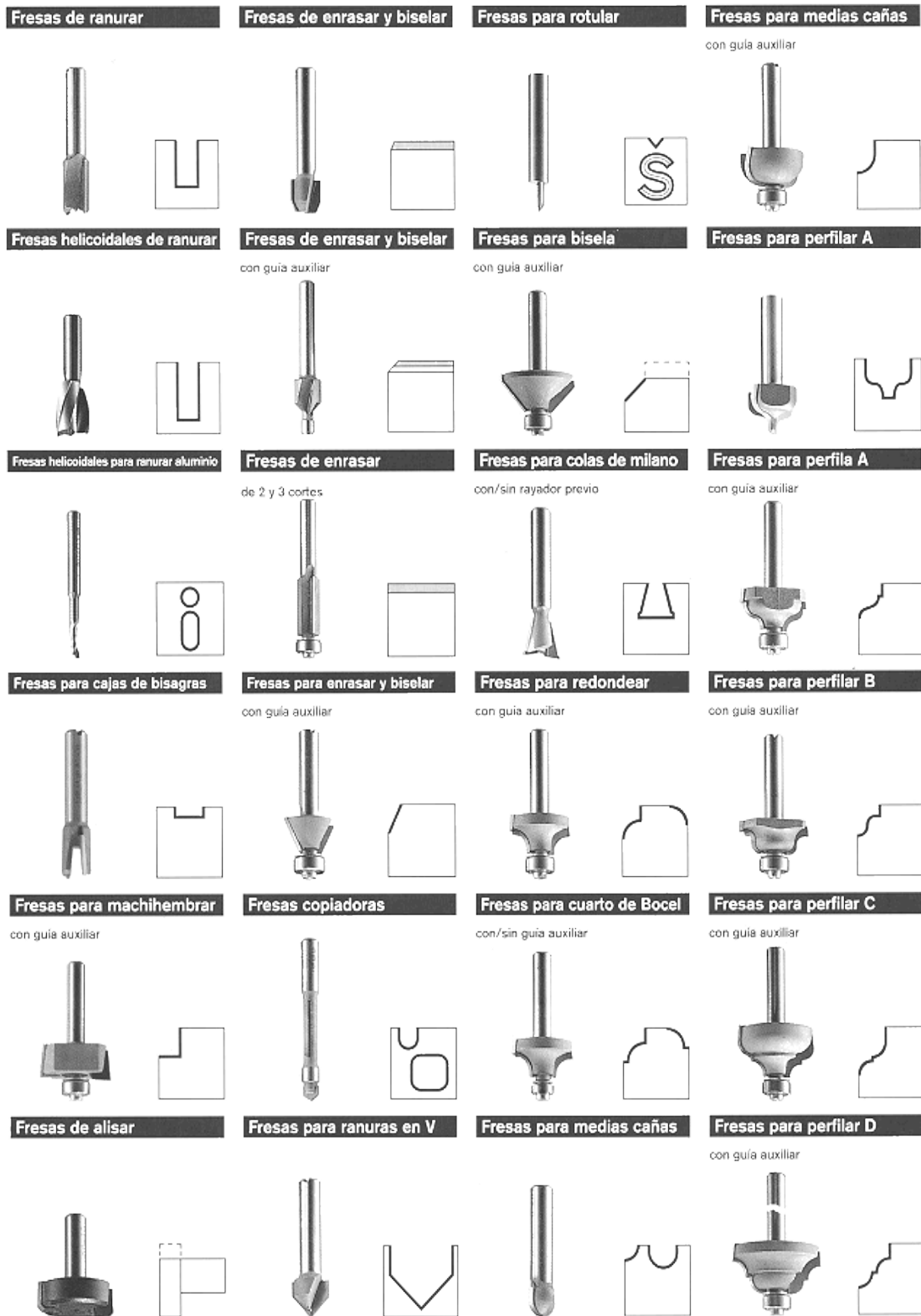


Figura 20. Tipos de fresas
(BRICO-TODO, 2011)

2.2.2.6. Herramienta para Cepillo

Por lo general las herramientas utilizadas para el cepillado son las mismas consideradas para el torno.

Además que se puede hacer el uso de brocas, que también son utilizadas para el torno y taladro.

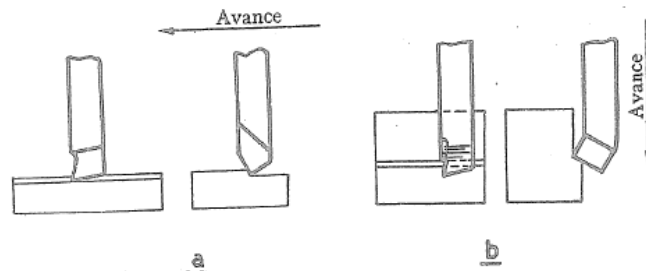


Figura 21. Ejemplo de herramientas para cepillado (Rossi, s.f.)

2.2.2.7. Herramienta para Taladradora

Las herramientas más utilizadas en el taladro, en especial para la operación de perforado son las denominadas “Brocas”.

2.2.2.7.1. Brocas

Existen diferentes tipos de brocas que se utilizan de acuerdo al material que va a ser mecanizado.

“Existen muchas calidades para un determinado tipo de broca según el método de fabricación y el material del que esté hecha. La calidad de la broca influirá en el resultado y precisión del taladro y en la duración de la misma” (BRICO-TODO, 2011).



Figura 22. Ejemplo de Broca de HSS (BRICO-TODO, 2011)

Tipos de brocas

Para el uso del taladro existe una variedad de brocas de acuerdo al material que se va a utilizar, están son:

2.2.2.7.1.1. Brocas para metales

Brocas destinadas para la perforación de metales y algunos otros materiales plásticos. Por lo general están hechas de acero rápido (HSS) (BRICO-TODO, 2011).

Ø MM	VELOCIDAD DE CORTE V EN M / MIN ! VELOCIDADE DE CORTE (M/MIN.)														Ø PULG. aprox. Polegadas		
	4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	50	60		80	100
REVOLUCIONES POR MINUTO ! REVOLUÇÕES POR MINUTO.																	
1,0	1.273	1.910	2.546	3.183	3.820	4.775	5.730	6.366	7.958	9.549	11.141	12.732	15.915	19.099	25.465	31.831	3/64
1,5	849	1.273	1.698	2.122	2.546	3.183	3.820	4.244	5.305	6.366	7.427	8.488	10.610	12.732	16.977	21.221	1/16
2,0	637	955	1.273	1.592	1.910	2.387	2.895	3.183	3.979	4.775	5.570	6.366	7.958	9.549	12.732	15.915	5/64
2,5	509	764	1.019	1.273	1.528	1.910	2.292	2.546	3.183	3.820	4.456	5.093	6.366	7.639	10.186	12.732	3/32
3,0	424	637	849	1.061	1.273	1.592	1.910	2.122	2.653	3.183	3.714	4.244	5.305	6.366	8.488	10.610	1/8
3,5	364	546	728	909	1.091	1.364	1.637	1.819	2.274	2.728	3.183	3.638	4.547	5.457	7.276	9.095	9/64
4,0	318	477	637	796	955	1.194	1.432	1.592	1.989	2.387	2.785	3.183	3.979	4.775	6.366	7.958	5/32
4,5	283	424	566	707	849	1.061	1.273	1.415	1.768	2.122	2.476	2.829	3.537	4.244	5.659	7.074	11/64
5,0	255	382	509	637	764	955	1.146	1.273	1.592	1.910	2.228	2.546	3.183	3.820	5.093	6.366	13/64
5,5	231	347	563	579	694	868	1.042	1.157	1.447	1.736	2.026	2.315	2.894	3.472	4.630	5.787	7/32
6,0	212	318	524	531	637	796	955	1.061	1.326	1.592	1.857	2.122	2.653	3.183	4.244	5.305	15/64
6,5	196	294	392	490	588	735	881	979	1.224	1.469	1.714	1.959	2.449	2.938	3.918	4.897	1/4
7,0	182	273	364	455	546	682	819	909	1.137	1.364	1.592	1.819	2.274	2.728	3.638	4.547	9/32
7,5	170	255	340	424	509	637	764	849	1.061	1.273	1.485	1.698	2.122	2.546	3.398	4.244	19/64
8,0	159	239	318	398	477	597	716	796	995	1.194	1.329	1.592	1.989	2.387	3.183	3.979	5/16
8,5	150	226	300	374	449	562	674	749	936	1.123	1.311	1.798	1.872	2.247	2.996	3.745	21/64
9,0	141	212	283	354	424	531	637	707	884	1.061	1.238	1.415	1.768	2.122	2.829	3.537	23/64
9,5	134	201	268	335	402	503	603	670	838	1.005	1.173	1.340	1.675	2.100	2.681	3.351	3/8
10,0	127	191	255	318	382	477	573	637	796	955	1.114	1.273	1.592	1.910	2.546	3.183	25/64
11,0	113	174	231	289	347	434	521	579	723	868	1.013	1.557	1.447	1.736	2.315	2.894	7/16
12,0	106	159	212	265	318	398	477	531	663	796	928	1.061	1.326	1.592	2.122	2.653	15/32
13,0	98	147	196	245	294	367	441	490	612	735	857	979	1.224	1.469	1.959	2.449	1/2
14,0	91	136	182	227	273	341	409	455	568	682	796	909	1.137	1.364	1.819	2.274	35/64
16,0	80	119	159	199	239	298	358	398	497	597	696	796	995	1.194	1.592	1.989	5/8
19,0	67	101	134	168	201	251	302	335	419	503	586	670	838	1.005	1.340	1.675	3/4
20,0	64	95	127	159	191	239	286	318	398	477	557	637	796	955	1.273	1.592	25/32
22,0	58	87	116	145	174	217	260	289	362	434	506	579	723	868	1.157	1.447	7/8
25,0	51	76	102	127	153	191	229	255	318	382	446	509	637	764	1.019	1.273	1
26,0	49	73	98	122	147	184	220	245	306	367	428	490	612	735	979	1.227	1 1/64
28,0	45	68	91	114	136	171	205	227	284	341	398	455	568	682	909	1.137	1 3/32
30,0	42	64	85	106	127	159	191	212	265	318	371	424	531	637	849	1.061	1 3/16
35,0	36	55	73	91	109	136	164	182	227	273	318	364	455	546	728	909	1 3/8
40,0	32	48	64	80	95	119	143	159	199	239	279	318	398	477	637	796	1 37/64
45,0	28	42	57	71	85	106	127	141	177	212	248	283	354	424	533	707	1 49/64
50,0	25	38	51	64	76	95	115	127	157	191	223	255	318	382	409	637	2

Figura 23. Parámetros técnicos de brocas (Ezeta, 2011)

La figura 23 muestra las brocas existentes para acero. Se muestra las brocas y sus respectivos parámetros como RPM que es obtenido de acuerdo al diámetro y a la velocidad de corte de las brocas.

2.2.2.7.1.2. Brocas para paredes

Se utilizan para taladrar paredes y materiales de obra exclusivamente. Constan de una plaquita en la punta de metal duro que es la que va rompiendo el material (BRICO-TODO, 2011).

2.2.2.7.1.3. Brocas multiuso o universales

Brocas utilizadas para perforar madera, metal, plásticos y materiales de obra. Son muy funcionales para taladrar materiales muy duros o frágiles (BRICO-TODO, 2011).

2.2.2.7.1.4. Brocas para madera

Utilizadas para la perforación netamente de madera. Estas brocas existen con diferentes filos, aunque hay diferentes tipos, el rendimiento casi es igual para todos (BRICO-TODO, 2011).

2.2.2.7.1.5. Brocas para vidrio

Estas brocas constan de un vástago y una punta de carburo de tungsteno (widia) con forma de punta de lanza (BRICO-TODO, 2011).

2.3. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de Métodos incluye aspectos como el diseño, la creación y selección de los mejores métodos de producción, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar de manera eficiente un producto (Niebel, 2009).

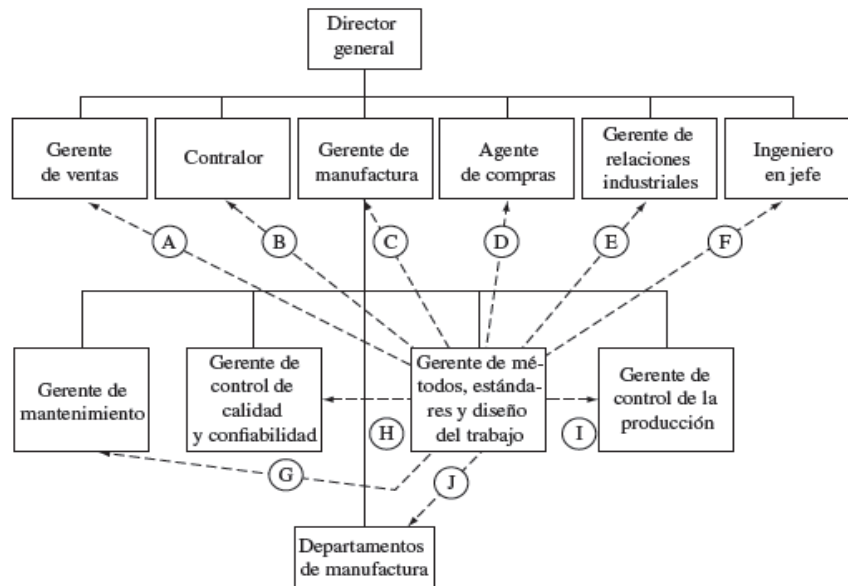


Figura 24. Influencia de los métodos en una organización (Niebel, 2009)

La Figura 24 nos muestra un diagrama de la típica organización en la que se muestra la influencia de la Ingeniería de Métodos en una empresa.

De esta imagen podemos obtener conclusiones como:

1. Los costos de producción se determinan por los métodos de manufactura utilizados.
2. Los costos estándar van de la mano con los estándares de tiempo.
3. El tiempo permite comparar la competitividad de los equipos con los suministros.
4. Los métodos del diseño de trabajo contribuyen en gran medida al diseño de los productos.
5. Los estándares son base del mantenimiento preventivo.
6. Los estándares mantienen la calidad.
7. La planeación está basada en los estándares de tiempo.
8. Los métodos y estándares determinan como se hará el trabajo y que duración va a tener (Niebel, 2009).

La Ingeniería de Métodos es una técnica que permite el incremento de la producción por unidad de tiempo o la reducción de los costos por unidad de producción, es decir permite el mejoramiento de la productividad (Salazar, 2010).

Existe un procedimiento sistemático para la aplicación de la Ingeniería de Métodos en una empresa, el cual es:

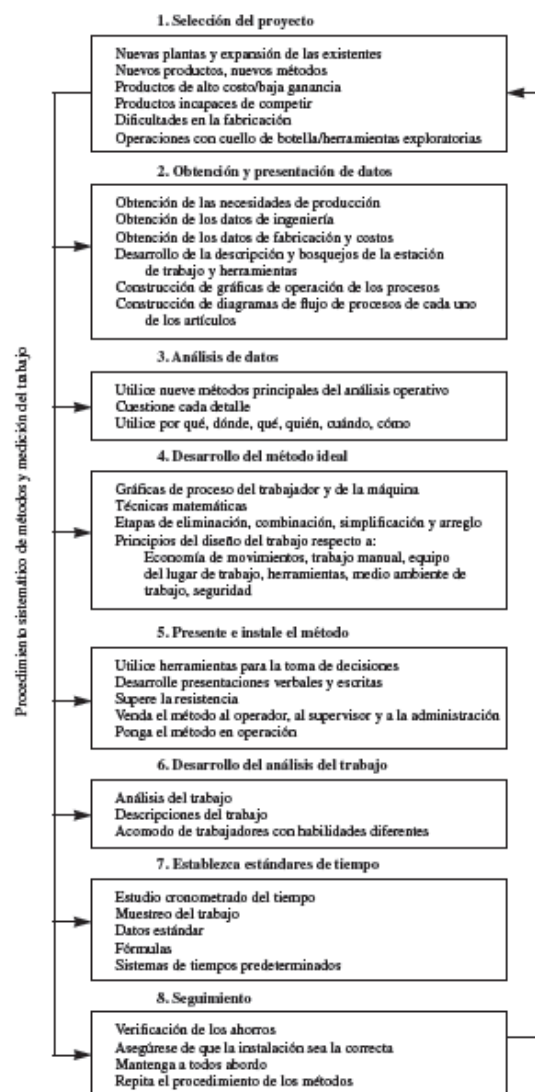


Figura 25. Principales etapas de un programa de Ingeniería de Métodos (Niebel, 2009)

En general la Ingeniería de Métodos hace referencia a la utilización de capacidad tecnológica.

2.4. OBJETIVOS DE MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO

Los principales objetivos son (Niebel, 2009):

- Incrementar la productividad y confiabilidad del producto.
- Reducir costos unitarios.

Los estándares de tiempo permiten mayor producción con menos recursos, lo que implica más trabajo por un número mayor de horas por año, además que permite la minimización del desempleo y despido, así como la reducción del costo económica que implica tener personas improductivas (Niebel, 2009).

Algunos de los objetivos secundarios que tiene la estandarización de tiempos son (Niebel, 2009).

- Minimizar el tiempo requerido para llevar a cabo tareas.
- Mejorar continuamente la calidad de productos.
- Minimizar costos indirectos.
- Maximizar la seguridad, salud y bienestar de todos los empleados.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión permiten aumentar la eficiencia del equipo y el personal operativo.

2.5. ESTUDIO DE MEDICIÓN DE TIEMPOS

Los estudios de medición de tiempos se realizan con el fin de incrementar la productividad y confiabilidad de los procesos de producción, además de reducir

los costos unitarios de producción, que equivale a obtener mayor productividad y calidad (Palacios, 2010).

2.5.1. TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Los estudios de tiempos incluyen a una amplia diversidad de situaciones, ayudando a facilitar el desempeño de los procesos productivos de una empresa (Heizer, 2009).

2.5.1.1. Estimación por Datos Históricos

La estimación en base a datos históricos es la técnica mediante la cual se analiza la producción de un período cualquiera y se contrasta con el recurso humano y de máquina obteniendo una estimación del estándar tanto para máquina y/u operario.

2.5.1.2. Datos Estándar

Técnica más rápida y económica de establecer estándares de tiempo y son más precisos y coherentes de la otras técnicas (Niebel, 2009).

Se los puede realizar mediante:

- Tablas
- Hojas de trabajo
- Fórmulas

2.5.1.3. Sistemas de Estándares de Tiempos Predeterminados

Este sistema es utilizado para el proceso de planeación del desarrollo de un nuevo producto, en el cuál se necesite un estándar de tiempo. En este caso la información no es muy diversa, por lo que los técnicos desarrollan herramientas, equipos y métodos de trabajo, que ellos crean necesarios para su implementación (García, 2012).

Para este sistema el trabajo ha sido dividido en 17 elementos, los cuales se detalla a continuación:

- Transportar vacío
- Buscar
- Seleccionar
- Tomar
- Transportar
- Pre ubicar
- Colocar
- Ensamblar
- Desensamblar
- Soltar la carga
- Usar
- Sujetar
- Inspeccionar
- Retraso evitable
- Retraso inevitable
- Planear
- Descansar para recuperar la fatiga.

Estos 17 elementos son considerados Therbligs, y para la obtención del tiempo estándar, se lo reduce en una tabla con tiempo para cada una de estas operaciones, y con su suma se obtiene el tiempo estándar para este conjunto de movimientos (García, 2012).

2.5.1.4. Estudio de Tiempos con Cronómetro

Es una técnica utilizada para el establecimiento de estándares de tiempo permitido para realizar una actividad determinada, tomando en cuenta aspectos como suplementos y holguras del operador y retrasos personales e inevitables (Niegel, 2009).

Requerimientos para el Estudio de Tiempos

El operario debe estar familiarizado con la actividad que realiza.

Los métodos a utilizar deben ser estandarizados.

Equipo

El equipo que se utiliza para este tipo de estudio es:

- Cronómetro: minuterio decimal o electrónico.
- Cámaras de video grabación: grabar métodos del operario y el tiempo transcurrido.
- Formas para Estudio de Tiempos: hoja para registrar los tiempos tomados.
- Software para Estudio de Tiempos: recolección de datos de manera electrónica.

2.5.1.5. Estudio de Tiempos mediante Fórmulas Analíticas

Las fórmulas de tiempo son expresiones algebraicas de los factores que determinan el tiempo de una operación, estas permiten establecer un estándar de tiempo antes de iniciarse la producción, permitiendo la planificación de la misma (Niebel, 2009).

Es posible elaborar una fórmula para una cierta diversidad de trabajos de un tipo determinado, recopilando suficientes estudios de tiempos referidos a elementos estandarizados para obtener una muestra confiable de datos (Bustamante, 2006).

En este caso se va a realizar calculados mediante fórmulas analíticas que se encuentran en los manuales técnicos o a partir de información proporcionada por los fabricantes de máquinas y herramientas (Niebel, 2009).

- Tiempo de mecanizado (Torno, Fresa, Taladro, Cepillo):

$$T = \frac{L}{F_m}$$

[2.1]

Dónde:

T= tiempo de corte (min)

L= Longitud total de corte

Fm= avance (mm/rev)*RPM

2.5.2. PASOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

2.5.2.1. Seleccionar

Se debe seleccionar el trabajo que va a ser considerado para la toma de tiempos (García, 2012).

2.5.2.2. Registrar

Levantamiento de información.

Datos relativos a las circunstancias del trabajo, métodos y actividades que realicen (García, 2012), es decir el procedimiento actual.

2.5.2.3. Examinar

Analizar a detalle los datos compilados.

2.5.2.4. Copilar

Análisis de tiempos.

2.5.2.5. Definir

Definir el método a utilizar.

2.5.3. SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Los suplementos son ajustes al tiempo normal basados en varias demoras personales de trabajo y ambientales.

Existen tres suplementos básicos que deben ser considerados, estos son (García, 2005):

1. Suplementos por retrasos personales.
2. Suplementos por retrasos por fatiga (descanso).
3. Suplementos por retrasos especiales como demoras por elementos poco frecuentes o por situaciones no usuales.

2.5.3.1. Métodos para calcular los suplementos

Existen dos métodos por los cuáles se puede calcular los suplementos, estos métodos son:

1. La valoración objetiva con estándares de fatiga.
2. La investigación directa.

Para el primer método se tiene la tabla de suplementos recomendados por la OIT, tomando en cuenta suplementos fijos y variables (García, 2005).

Los suplementos variables se los puede considerar a:

- Trabajo de pie
- Postura anormal
- Levantamiento de piezas
- Iluminación
- Calidad del aire
- Tensión visual
- Tensión auditiva
- Tensión mental
- Monotonía mental
- Monotonía física

La tabla 1 presenta los suplementos dados por la OIT, tomando en cuenta los aspectos anteriormente mencionados.

Tabla 1. Suplementos recomendados por la OIT

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.				
1. Suplementos constantes		Hombres	Mujeres	
Suplementos por necesidades personales		5	7	
Suplementos base por fatiga		4	4	
2. Suplementos variables				
	Hombres	Mujeres		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		
B. Suplemento por postura anormal				
Ligeramente incómoda	0	1		
Incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estrado)	7	7		
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)				
Peso levantado por kilogramo				
2.5	0	1		
5	1	2		
7.5	2	3		
10	3	4		
12.5	4	6		
15	5	8		
17.5	7	10		
20	9	13		
22.5	11	16		
25	13	20 (max)		
30	17	—		
33.5	22	—		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)				
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento				
Kata (milicalorías/cm ² /segundo)				
16		0		
14		0		
12		0		
10		3		
8		10		
6		21		
5		31		
4		45		
3		64		
2		100		
F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres		
Trabajos de cierta precisión	0	0		
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2		
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5		
G. Ruido				
Continuo	0	0		
Intermitente y fuerte	2	2		
Intermitente y muy fuerte	5	5		
Estridente y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo	1	1		
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4		
Muy complejo	8	8		
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono	0	0		
Trabajo bastante monótono	1	1		
Trabajo muy monótono	4	4		
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido	0	0		
Trabajo aburrido	2	1		
Trabajo muy aburrido	5	2		

(García, 2005)

Se debe considerar que de suplementos fijos en el caso de hombres siempre será 9% y en las mujeres será 11% y de suplementos variables se debe evaluar de acuerdo al tipo de trabajo y las condiciones del mismo.

Po su parte para el segundo método es necesaria la observación directa al trabajador en el transcurso de la jornada laboral, y así se identifica en que momento su esfuerzo comienza a decaer y el tiempo de ejecución comienza a aumentar (García, 2005).

2.6. HOJAS DE CÁLCULO

Los programas de hoja de cálculo automatizados proporcionan una gran variedad opciones de cálculo y gráficos para visualizar y manipular datos de tablas (Microsoft, 2013).

Utilizar hojas de cálculo es una es una manera práctica y eficiente para mostrar y analizar datos. En estas hojas se puede introducir y modificar datos simultáneamente además de ejecutar cálculos basándose en los datos de varias hojas de cálculo (Microsoft, 2013).

Estos resultan muy útiles para almacenar listas de información y crear bases de datos. A medida que los requisitos de una lista se hacen más complejos es necesaria la creación de bases de datos en otros programas, que permite crear listas complejas y trabajar con ellas, además de ofrecer eficaces herramientas para especificar, organizar, conservar y recuperar los datos (Universidad de Ciencias Comerciales, s.f).

En la actualidad las hojas de cálculo son una herramienta de gran importancia para las empresas, ya que ha sido utilizado para llevar la contabilidad, facturas, análisis de datos, agendas de clientes/proveedores, todo tipo de base de datos, etc. Además de crear desde tablas y/o gráficos estáticos o dinámicos, hasta macros (Microsoft, 2013).

Las hojas de cálculo han sido consideradas herramientas muy completas que con su correcta utilización resuelve todos los problemas de una empresa permitiendo el análisis cuantitativo y facilitando la toma de decisión (Universidad de Ciencias Comerciales, s.f).

Las hojas de cálculo son ampliamente utilizadas por las empresas, agencias de servicios, grupos de voluntarios, organizaciones del sector privado, científicos, estudiantes, educadores, formadores, investigadores, periodistas, contadores y otros, por lo que se ha convertido en un elemento básico de los usuarios finales y profesionales del negocio (Universidad de Ciencias Comerciales, s.f).

2.7. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN COMO AYUDA A HOJAS DE CÁLCULO

Los lenguajes de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar, es decir, modo práctico que permite dar instrucciones a un equipo (Kioskea, 2014).

Los leguajes de programación son herramientas que permiten crear programas y software. Entre ellos existe Delphi, Visual Basic, Pascal, Java, etc.

Uno de ellos es Visual Basic, que es un lenguaje de programación moderno, de alto nivel, múltiples paradigmas y de uso general para crear aplicaciones con Visual Studio y .NET Framework (Microsoft, 2013).

Los lenguajes de programación emplean una sintaxis similar al inglés que fomenta la claridad y legibilidad, en conjunto con un amplio abanico de características de avanzada y una filosofía que enfatiza la flexibilidad, productividad y excelencia en las herramientas (Microsoft, 2013).

2.7.1. VENTAJAS

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.

- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendido por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Posibilita añadir soporte para ejecución de scripts, VBScript o JScript, en las aplicaciones.
- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos (Microsoft, 2013).

2.8. PROGRAMAS PARA CÁLCULO DE TIEMPOS DE MECANIZADO

En la actualidad existen algunos programas que permiten el cálculo de tiempos de mecanizado según parámetros técnicos de máquinas y herramientas.

A continuación se detalla algunos ejemplos.

2.8.1. CALCULADORA DE MECANIZADO WALTER

El grupo Walter es una empresa proveedora de herramientas de corte para diferentes máquinas.

Esta empresa crea la aplicación “Tools & More”, la cual permite el cálculo exacto de los datos de corte para una serie de trabajos de mecanizado en los campos de fresado, taladrado y torneado (Walter, 2015).

Permite comparar costes entre dos soluciones de herramientas con la calculadora integrada de rentabilidad.

Se encuentra disponible en 23 idiomas.

Es una aplicación gratuita.



Figura 26. Calculadora Sandvik
(Sandvik, 2015)

2.8.2. CALCULADORA DE MECANIZADO SANDVIK

“Sandvik Coromant es una empresa líder mundial en la distribución de herramientas, soluciones de herramientas y conocimientos para la industria metalúrgica” (Sandvik, 2015)

Sandvik crea la aplicación de la calculadora de mecanizado con el fin de ayudar a ingenieros y responsables de mecanizado a optimizar el rendimiento de sus aplicaciones de torneado, fresado y taladrado, calculando los ajustes óptimos del corte basándose en los parámetros del trabajo (Sandvik, 2015).

Entre las características principales de la calculadora se tiene:

- Base de datos de materiales para calcular valores Kc, potencia, par, etc.
- Opción de desactivación del texto de ayuda en todas las columnas de entrada.
- Posibilidad de proporcionar datos de corte estimados si no se conocen todos los valores de entrada.
- Disponible en nueve idiomas: inglés, chino, francés, alemán, italiano, japonés, portugués, ruso y español.

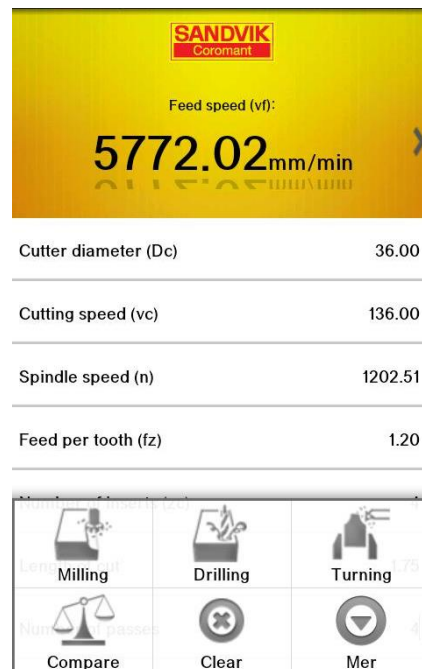


Figura 27. Calculadora Sandvik (Sandvik, 2015)

2.8.3. SOFTWARE TEMPO

Es un software orientado al cálculo de tiempo de mecanizado de piezas y los costos de fabricación de las mismas, para con sus resultados crear y generar presupuestos.

TEMPO fue creado a través de la problemática de presupuestar planos en los que no se está seguro del tiempo de mecanizado por lo que el precio también es difícil de identificar (Ninou, 2014).

El software TEMPO permite que los precios ofrecidos sean una consecuencia de una misma infraestructura y posibilidades como empresa.

TEMPO, a pesar de ser un software muy preciso, no garantiza que todos presupuestos realizados tengan que ser aceptados por los clientes, pero el que si garantiza es que los precios aceptados sean rentables para la empresa (Ninou, 2014).

“La característica principal de TEMPO es su sencillez. No son necesarios muchos conocimientos informáticos para poder dominar-en muy poco tiempo” (Ninou, 2014).

El programa se encuentra orientado para empresas que usen tornos CNC, tornos convencionales, taladros, maquinas que permitan roscar, fresar, entre otros. Aplicado para operaciones como desbaste, acabado, roscado, taladrado, refrentado, planeado, ranurado (Ninou, 2014).

TEMPO permite la impresión de informes de fabricación completos, donde se especifican cada operación, con la herramienta que se tiene que usar, con los tiempos esperados de mecanización y tiempo de máquina.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente, a continuación se presenta la metodología aplicada para el cumplimiento de cada uno de estos objetivos.

3.1. TÉCNICA

Estudio de tiempos mediante fórmulas analíticas.

3.2. MÉTODOS

1. Para el análisis de operaciones de las máquinas se utilizó la observación directa de todas las operaciones realizadas por máquinas torneadoras, fresadoras, cepillos y taladradoras, y se registrará con el fin de estandarizar dichas operaciones.
2. Para la clasificación de las máquinas, materiales y herramientas utilizadas en el procesamiento de las partes/piezas se utilizó catálogos de proveedores de estos parámetros.

La clasificación se dio de acuerdo a la herramienta a utilizar, puesto que éstas son específicas para máquinas, materiales y operación a realizarse, por lo que el catálogo de herramientas será el más utilizado.

Se analizó los datos mediante registros de información obtenida de cada máquina, material, herramienta y operación en hojas de cálculo.

3. Para realizar el sistema se hizo uso de hojas de cálculo utilizando macros y programación:

Los lenguajes de programación están diseñados para la creación de aplicaciones de manera productiva con seguridad de tipos y orientado a objetos (Wiley, 2012).

Permite a los desarrolladores centrar el diseño en Windows, la web y dispositivos móviles.

Pasos generales para crear un formulario mediante un programador:

Un formulario es una ventana o cuadro de diálogo que contiene un conjunto de controles insertados por nosotros desde la barra de herramientas o cuadro de control al cual se le denomina también conjunto de Controles Activex.

Se crea el formulario y se procede a poner los datos y botones que se necesiten de acuerdo al programa a crearse.

- Abrir página del programador.
- En la barra de menú ir al botón INSERTAR.
- Ingresar en USERFORM.

4. Para validar el sistema se utilizó una muestra de piezas ya realizadas, con el fin de comparar tiempos reales con calculados.

3.3. LA EMPRESA

Acería del Ecuador C. A., ADELCA es una de las siderúrgicas más grandes del país, dedicada a la elaboración de productos de acero utilizados ampliamente en actividades de la construcción.

ADELCA fue creada en 1963, cuando un grupo de empresarios ecuatorianos asumen el reto de realizar una industria de hacer al país, que de manera económica y técnica, cubran la necesidades del sector de la construcción y afines (Adelca, 2015).

Desde este inicio, ADELCA se ha caracterizado por mantener ideologías de innovación en sus sistemas de producción y en los servicios que presta a sus clientes, además de actualización de tecnología avanzada y personal capacitado (Adelca, 2015).

ADELCA ha alcanzado grandes logros en su trayectoria, lo que implica la garantía de la entrega de productos de calidad, con precios competitivos y en el menor tiempo posible.

3.3.1. LOCALIZACIÓN PRINCIPAL

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en la parroquia Alóag, del cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Km. 1 ½ vía Alóag – Sto. Domingo.

Además de contar con sucursales en las principales ciudades del país: Ambato, Guayaquil, Loja, Ibarra, Machala, Manta, Santo Domingo, Portoviejo y Quevedo.

3.3.2. CENTROS DE ACOPIO

ADELCA cuenta con varios centros de acopio a nivel nacional, ubicados en lugares estratégicos, mismos que cuenta con su respectivas Licencias y/o Permisos Ambientales, estos viabilizan la adquisición, almacenamiento temporal y movilización (transporte) de chatarra, desde los punto de generación del proveedor hacia los acopios de ADELCA y desde estos sitios ubicados en diversas localidades del territorio nacional a su Planta en Alóag, uno de los acopios se encuentra Manta y otro en Durán (Adelca, 2014).

3.3.3. PRINCIPIOS DE LA EMPRESA

El principal recurso de la empresa es el compromiso con sus colaboradores.

El respeto, la colaboración, trabajo en equipo, el trato amable y cordial, son constantes en el comportamiento de ADELCA, actitudes que dan como resultado un ambiente agradable en el sitio (Adelca, 2015).

3.3.3.1. Visión

“Siempre pensando en el cliente, con el mejor servicio y los mejores productos de acero” (Adelca, 2015).

3.3.3.2. Misión

Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social (Adelca, 2015)

3.3.3.3. Valores

- El cliente es lo primero.
- Transparencia y ética en todos los actos.
- Compromiso con la calidad y la productividad.
- Mejoramiento continuo.
- Trabajo en equipo.

3.3.4. POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN

ADELCA, empresa ecuatoriana que reciclar y fábrica acero con eficiencia, calidad y tecnología, establece dentro de sus prioridades de negocio: la satisfacción al cliente, la seguridad y la salud de sus colaboradores, la conservación y preservación del ambiente y el compromiso de responsabilidad social, comprometiéndonos a trabajar en equipo e involucrándonos con la mejora continua de los procesos, con el respaldo de nuestra gente capacitada, respetuosa y honesta, protegiendo el entorno y cumpliendo las leyes aplicables a la empresa (Adelca, 2015).

3.3.5. GESTIÓN INTEGRAL

Los productos y operaciones de ADELCA cuentan con certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, y OHSAS 18001:2007, sistemas certificados por Bureau Veritas del Ecuador.

El Sistema de Gestión Integrado implementado en ADELCA, ha permitido realizar gestiones enfocadas a los procesos, a satisfacer las necesidades de los clientes, a tener el personal competente, a mejorar continuamente trabajando

con una conciencia de calidad, seguridad ocupacional, responsabilidad social y de cuidado del ambiente (Adelca, 2015).



Figura 28. Sistema de Gestión Integral
(Adelca, 2015)

Últimamente ADELCA ha sometido sus procesos de producción y Comercialización a una serie de rigurosos análisis para obtener el certificado “**Reduciendo Nuestra Huella de Carbono**”, emitido por CARBON MASTERS a nivel nacional e internacional.

3.3.6. RECICLAJE

ADELCA al conocer que la chatarra es un cúmulo de desperdicios de hierro que no cumplen ninguna función y que generan perjuicios para la sociedad y el medio ambiente, ha decidido emprender un proyecto de reciclaje logrando que esa chatarra se convierta en su materia prima para la elaboración de productos de acero (Adelca, 2015).

Algunos de los beneficios de este proyecto son que el país retiene divisas de 120 millones de dólares anuales al eliminarse la importación de materia prima.

Además socialmente, 5000 familias se han beneficiado con este proyecto, al ser generador de fuentes de trabajo directo e indirecto.

“El reciclaje de acero, ayuda a sacar residuos del sistema para darle un nuevo uso. Sin embargo, es claro que el mayor beneficio del reciclaje de chatarra ferrosa, se da en la dimensión ambiental y estética del entorno” (Adelca, 2015).

El proceso de reciclaje que Adelca realiza es:



Figura 29. Proceso de Reciclaje de Adelca (Adelca, 2015)

- Recicladores minorista recogen la chatarra.
- Entregan la chatarra a recicladores mayoristas, quienes se encargan de clasificar la misma.
- Estos mayoristas venden la chatarra a Adelca.
- Adelca se encarga de realizar los productos de acero mediante su materia prima, la chatarra.

3.3.6.1. Tratamiento de Humos

Esta planta se encarga de filtrar todas las emisiones generadas por la fundición para que estas no vayan directamente al medio ambiente. Constituida de tecnología italiana.

3.3.6.2. Disposición de residuos

El principal residuo generado por la fundición de chatarra es llamado escoria. Aproximadamente al año se generan 10 mil toneladas de este residuo, que serán vendidas a fábricas de cemento, para que lo utilicen como materia prima en sus procesos, además de la entrega de polvos de acería que también son utilizados por dichas empresas (Adelca, 2015).

3.3.6.3. Consumo de agua

Adelca cuenta con sus propios pozos y planta de tratamiento de agua, suficientes para abastecer la demanda actual y futura de la planta.

3.3.7. MATERIA PRIMA DE LA EMPRESA

La materia prima utilizada por ADELCA es la palanquilla, que sirve para la elaboración de productos de acero. Ésta se elabora principalmente de chatarra reciclada, esto es, material metálico de hierro que ha sido descartado en industrias, establecimientos, maquinarias (vehículos, barcos, otros) o determinadas actividades generadoras de este residuo. La chatarra es utilizada en la Planta de Fundición para obtener acero líquido, dando así, como resultado la generación de la palanquilla (Adelca, 2014).

3.3.8. INSTALACIONES DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con tres principales instalaciones de manufactura: Planta de Fundición, Planta de Laminados y Planta de Trefilados.

3.3.8.1. Planta De Fundición

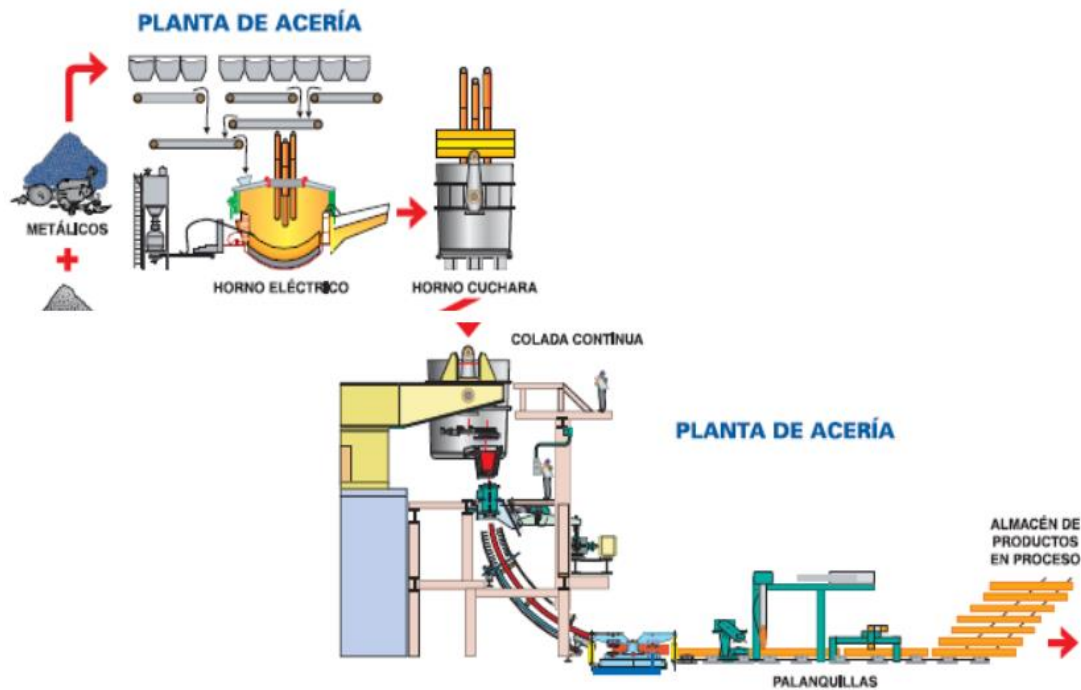


Figura 30. Proceso de Fundición
(Adelca, 2014)

Las materias primas (chatarra ferrosa triturada, HBI y DRI) son almacenadas en los patios de chatarra.

Para iniciar el proceso se transporta la chatarra hacia el área de preparación de cestas. La cesta es una “olla” en la cual se prepara el mix de chatarra triturada, HBI y/o DRI, el fondo contiene compuertas para la liberación del material en el horno Eléctrico (Adelca, 2015).

Las cestas serán movilizadas hasta la grúa pórtico la cual sostendrá las mismas mediante una pateca y las elevará por sobre el nivel del Horno de Arco Eléctrico.

El Horno de Arco Eléctrico (EAF) es el equipo en donde se funde la chatarra desde temperatura ambiente hasta 1600° C por medio de electrodos de 18” y

energía eléctrica, este proceso se lo realiza en una cuchara cubierta por una bóveda con orificios para electrodos y revestida en su interior por material refractario que evitará que el acero se filtre por las paredes de la misma por las altas temperaturas (Adelca, 2015).

Una vez que la chatarra se encuentra en estado líquido se la deja caer en la cuchara del Horno Cuchara (LF) misma que está recubierta internamente por material refractario, montada sobre un carro y será movilizada por medio de rieles hasta ser cubierta por una bóveda con orificios para los electrodos de 10". En este horno se realizará el afinamiento del acero, es decir, se adiciona insumos y materias primas, mediante un sistema de silos de dosificación y bandas transportadoras MHS a una temperatura de 1570° C. hasta cumplir con las especificaciones de cada colada.

Posteriormente, se eleva la cuchara con la grúa pórtico y es colocada en la Torreta giratoria que contiene el Tundish el cual posee válvulas que permiten el control del flujo del acero líquido en 3 líneas que ingresan a los moldes de cobre y es succionado por las falsas barras formando así la palanquilla. El conjunto de máquinas, componentes hidráulicos, pistones, cilindros y piezas utilizados en este paso toman el nombre de Colada Continua (Adelca, 2015).

Para el enfriamiento de las máquinas y palanquilla se utiliza el agua obtenida del Sistema de Tratamiento de Aguas (WTP), en donde se trata el agua para que contenga las condiciones químicas y físicas necesarias para el efecto, se la enfría por medio de torres de enfriamiento, se la filtra por filtros de arena y se la recupera para ser utilizada nuevamente en el proceso.

Cuando la palanquilla ha sido elaborada es oxicortada a la medida requerida y transportada hasta la mesa de enfriamiento. En este punto la palanquilla puede seguir el proceso de laminación directamente o ser almacenada en patios mediante grúas pórtico (Adelca, 2015).

3.3.8.2. Planta De Laminados

En esta planta se realiza el proceso de producción llamado Laminación.

El proceso en general es el siguiente:

- Las palanquillas ingresan en el horno de recalentamiento que eleva su temperatura a 1200 grados, lo que permite el proceso de laminación (Adelca, 2015).

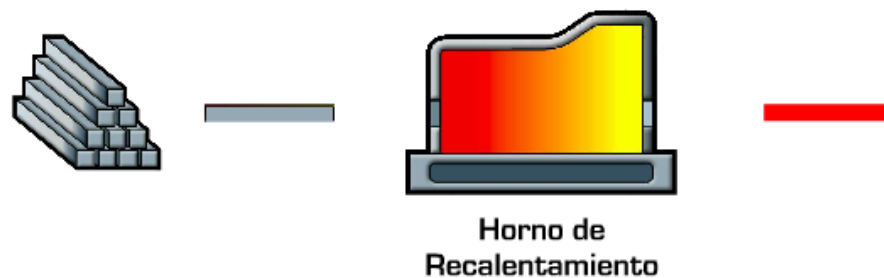


Figura 31. Proceso de Laminación- Paso 1
(Adelca, 2015)

- Las palanquillas pasan por las cajas de desbaste, aquí sufren una deformación, se disminuye el diámetro de la palanquilla, lo que implica el crecimiento de su longitud (Adelca, 2015)

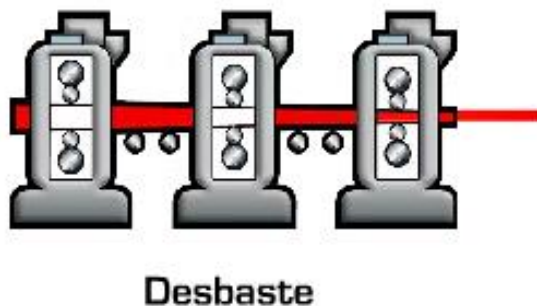
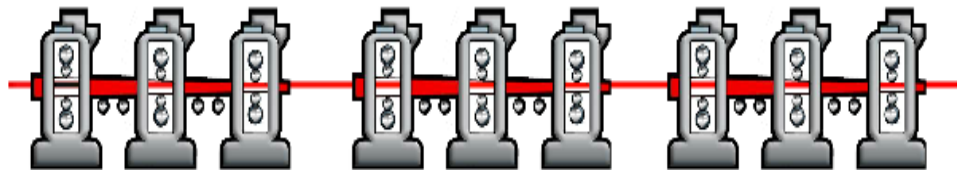


Figura 32. Proceso de Laminación- Paso 2
(Adelca, 2015)

- Existen varias cajas de laminación, lo que permiten reducir aún más el diámetro de la palanquilla, para luego pasar por las cajas de terminado que hacen que el producto llegue a su forma final, con sus respectivos parámetros (Adelca, 2015)

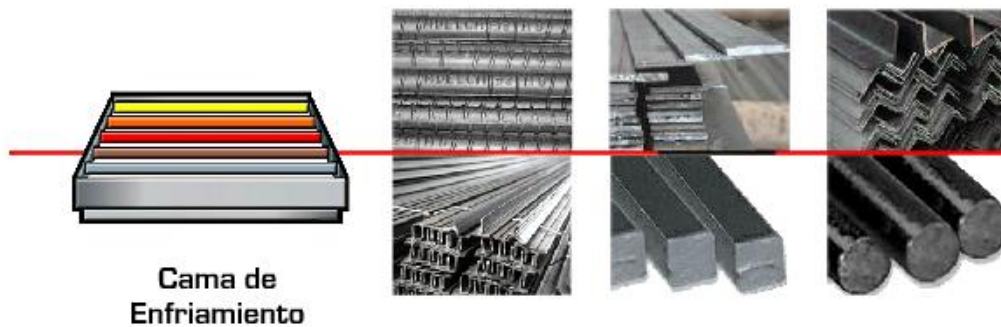


Cajas de laminación

Figura 33. Proceso de Laminación- Paso 3
(Adelca, 2015)

- Por último, ya finalizado el proceso de laminación, el producto pasa por QTB, donde se le da la propiedad de sismo resistencia por medio de un cambio brusco de temperatura a través de presión de agua.

Este cambio se realiza en las camas de enfriamiento, donde se baja la temperatura unitariamente y se corta de acuerdo a parámetros comerciales, quedando estos productos listos para su comercialización.



**Cama de
Enfriamiento**

Figura 34. Proceso de Laminación- Paso 4
(Adelca, 2015)

3.3.8.3. Planta De Trefilados

En esta planta se realiza el proceso de producción llamado Trefilación.

El proceso en general es el siguiente:

- El bloque recibe las palanquillas de las cajas de laminación, para pasarlo al formador de espirales que elabora el producto llamado alambrón.

El alambrón es el acero en forma de bobinas, que es la materia prima para el proceso de trefilación (Adelca, 2015).

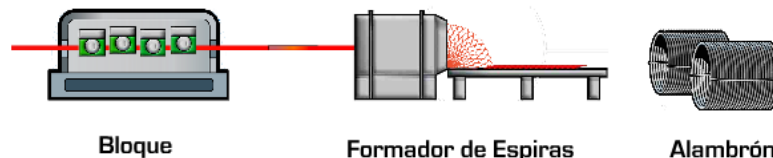


Figura 35. Proceso de Trefilación- Paso 1
(Adelca, 2015)

- Después el alambrón pasa al proceso de decapado, es decir proceso donde se quita el óxido superficial. Para luego pasar a una transformación mecánica en frío, lo que produce una reducción de su diámetro. El producto resultado de este proceso, puede servir como materia prima para otros productos o bien como producto terminado (Adelca, 2015).

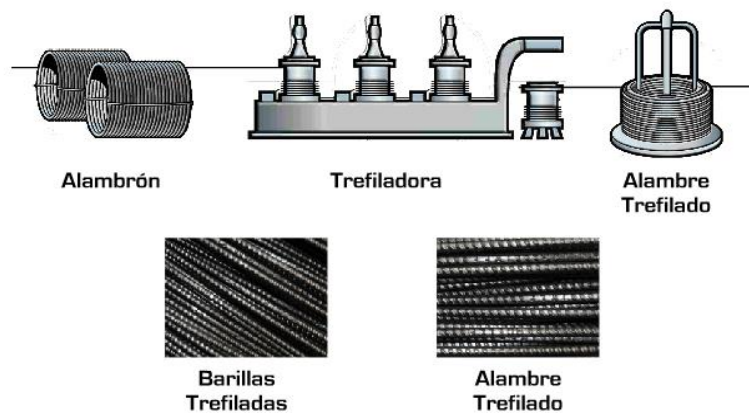


Figura 36. Proceso de Trefilación- Paso 2
(Adelca, 2015)

- El paso siguiente es la galvanización, que consiste en el recubrimiento de una capa de zinc al alambre, obteniendo productos como alambre galvanizado, mallas de cerramiento y alambre de púas (Adelca, 2015).



Figura 37. Proceso de Trefilación- Paso 3
(Adelca, 2015)

- Para realizar otro tipo de productos, las varillas ingresan longitudinalmente a la electro soldadora donde por medio de unión mediante resistencia eléctrica se unen con varillas transversales (Adelca, 2015).

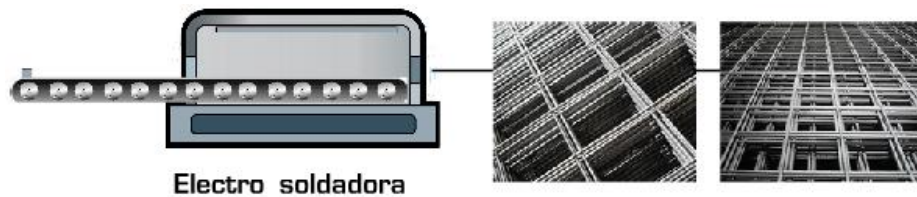


Figura 38. Proceso de Trefilación- Paso 4
(Adelca, 2015)

- Para realizar clavos y grapas, se pasa por la máquina para realizar los mismos mediante el alambre trefilado.

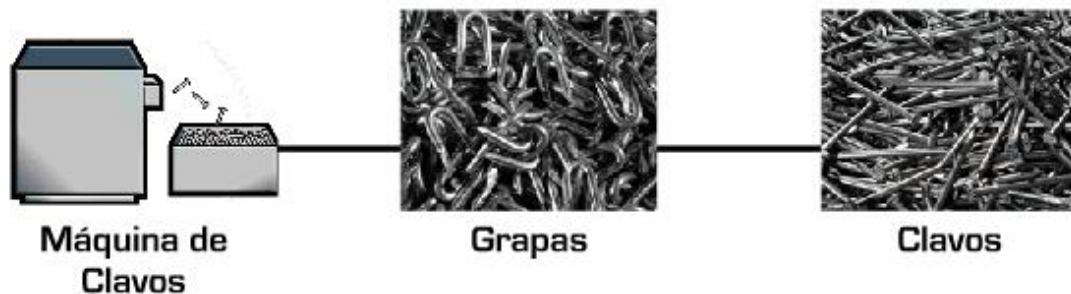


Figura 39. Proceso de Trefilación- Paso 5
(Adelca, 2015)

3.3.9. PRODUCTOS

ADELCA se encarga de la producción de productos derivados del acero tanto para usarlos como producto terminado, como productos usados como materia prima de otros procesos.

La tabla 2 presenta los principales productos generados por la empresa.

Además en el Anexo I se muestran todos los productos realizados por ADELCA

Tabla 2. Principales productos realizados por ADELCA C.A.

PRODUCTO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN	USOS
VARILLA RECTA		Varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales que asegura una alta adherencia con el concreto.	Refuerzo en estructuras de hormigón.
VARILLA FIGURADA		Varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales, cortada y figurada a exactitud a pedidos de cliente.	Refuerzo para hormigón armado.
PLETINAS		Pletinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular.	Metal-mecánico Cerrajería Muebles Vehículos Carpintería metálica.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta todos los resultados que se han obtenido después de cumplir con la metodología planteada anteriormente.

Cada resultado se realizó de acuerdo a los pasos adjuntados en la sección anterior.

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El Departamento de Ingeniería Industrial consta del taller de máquinas y herramientas el cual consta de tres secciones, todas ubicadas en la nave número seis del área de Laminados, estas son:

4.1.1. TALLER DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

Esta sección cuenta con máquinas fresadoras, tornos, talladora de control numérico, cepillos, tornos de control numérico, sierras, prensa que se utilizan para la fabricación, reparación y/o adecuación de piezas y repuestos.

Montaje de Cilindros: Esta sección cuenta con equipo de bombeo, secado de aire, herramental, equipos de volteo de cajas, anillos y mesas de inducción.

Montaje de Guías: Esta sección cuenta con herramental necesario para el montaje mecánico de guías.

Montajes mecánicos: Esta sección cuenta con pantógrafo y herramental para la instalación de las partes mecánicas producidas para los departamentos que lo hayan requerido.

4.1.2. PRODUCTOS

- Piezas y repuestos construidos o reparados para clientes internos.
- Piezas y repuestos construidos para clientes externos.

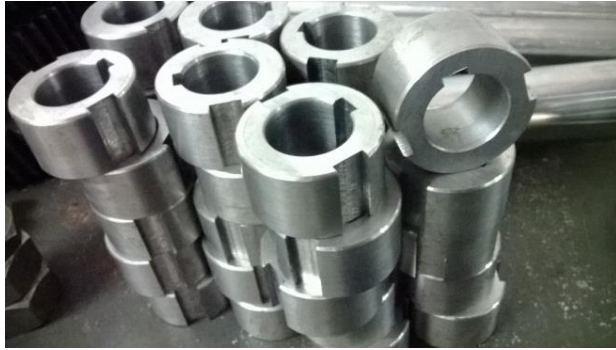


Figura 40. Bujes guías
(Adelca, 2015)

- Equipo de laminación (cilindros, cajas guías, cajas de laminación, etc.) aptos para producción.



Figura 41. Rodillos de cajas de laminado
(Adelca, 2015)

4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL ÁREA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (METODOLOGÍA ACTUAL)

En la siguiente tabla se presenta las principales operaciones que son realizadas por el Área de Ingeniería Industrial en el Taller de Máquinas y Herramientas, con el fin de conocer el procedimiento que actualmente se realiza.

Tabla 3. Matriz de Procesos del Taller de Máquinas y Herramientas del área de Laminados de ADELCA

Entrada	Actividades	Responsable	SALIDA
Solicitud de Orden de producción	Solicitud de producción	Jefe de Área	Aprobación Vicepresidencia
Orden de producción aprobada	Revisión si es nuevo o reposición.	Jefe de Taller	Programa de taller
Croquis tentativo con dimensiones y los materiales	Diseño de la pieza	Área de dibujo	Plano OTP
Solicitud de compra	Planificación	Jefe de Área	Orden producción
Orden de producción	Ejecución de la pieza	Jefe Ingeniería	Pieza fabricada
Recibo pieza almacén	Notificación	Jefe de almacén	Ingreso a inventarios
Envió documentos a Costos	Facturación de fabricación de piezas a clientes externos.	Costos	Facturación y/o consumo interno

(ADELCA, 2012).

La Tabla 3 muestra de manera general el proceso que se realiza actualmente para la fabricación y transformación de piezas, empezando por la SOLICITUD DE ORDEN DEL SERVICIO, es decir el requerimiento de fabricación de alguna pieza, para seguir con la aprobación de la misma.

Como segunda operación se revisa si es REPOSICIÓN O NUEVO, es decir si ya existe o es una nueva pieza, en el caso de que sea reposición se revisan los datos maestros como Lista de materiales (materia prima) y Hoja de ruta (como

se realiza la pieza); y si es una nueva pieza se deben crear la lista de materiales y la hoja de ruta.

Como tercera actividad es la CREACIÓN DEL PLANO de la pieza, el cual consta de materiales y medidas iniciales y finales de la pieza.

En la cuarta actividad está la PLANIFICACIÓN, en la cual se identifica las necesidades de compra de materiales y componentes necesarios para la fabricación de la pieza. Se revisa el inventario de cada componente y se generan las solicitudes de compra (cantidad y fecha) requeridas.

En la quinta actividad que es de EJECUCIÓN, MAQUINADO Y TRATAMIENTO DE LA PIEZA, con la orden liberada y con los materiales entregados, la persona de taller inicia la fabricación de la pieza y realizan los diferentes procesos en ella. En un formato por orden de producción se notifican los **tiempos de mano de obra y maquina** utilizados en cada proceso. Estos se notifican al final de la pieza.

Para la sexta actividad de NOTIFICACIÓN, se revisa que los consumos de materiales y componentes estén correctamente cargados a la orden de producción, además de ingresar la pieza al almacén correspondiente con referencia a la orden de producción y se registra en el ERP de la empresa con base en el formato de tiempos de máquina y mano de obra utilizados en cada proceso, con referencia a la orden de producción.

Al finalizar el mes se hace el cierre técnico de las órdenes, el área de Ingeniería Industrial consulta las órdenes entregadas durante el mes y se analiza las variaciones de las órdenes, se verifica que estén completas y bien notificadas. Se corrigen los errores encontrados y se cierran técnicamente las órdenes en el sistema.

Costos, en el proceso de cierre, liquida el costo real de las piezas fabricadas de las órdenes cerradas técnicamente.

4.2. EFECTOS DEL PROCESO

El principal problema se encuentra en la quinta y sexta actividad (Ejecución y Notificación) del proceso que realiza el departamento de Ingeniería Industrial en el Taller de Máquinas y Herramientas como lo ilustra la Figura 42 , en donde es necesario el ingreso de tiempos de procesamiento de las piezas realizadas, pero al no contar con un sistema que permita el cálculo de dichos tiempos, el control de la producción ha sido tomado por el sector operativo, que en la actualidad ha sido éste el que ha establecido los tiempos de procesamiento de acuerdo a su nivel de trabajo.

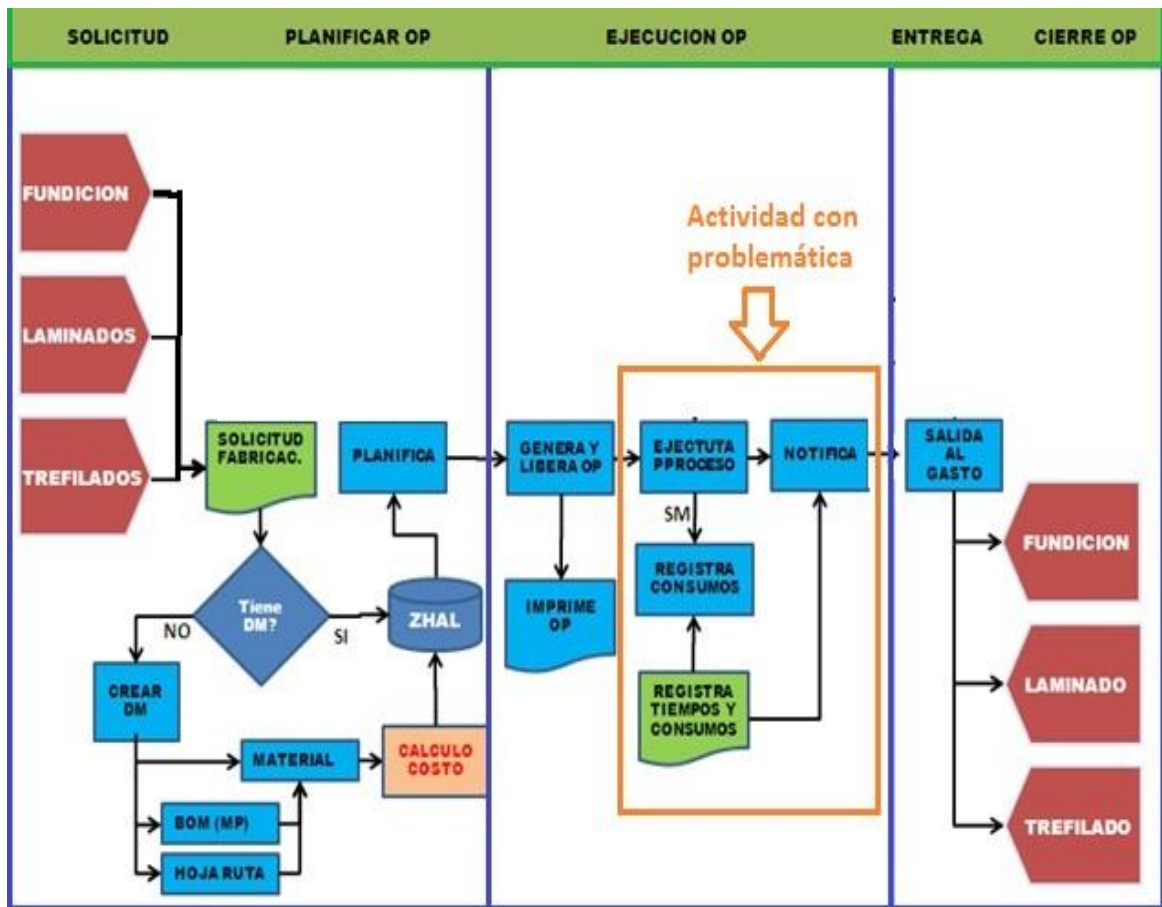


Figura 42. Diagrama de Proceso del Taller de Máquinas y Herramientas (ADELCA, 2012)

Es decir, actualmente al finalizar de realizar una pieza, el operador escribe el tiempo utilizado en la parte trasera del plano de la pieza, lo que implica un tiempo empírico que no permite verificación del mismo y éste tiempo es el ingresado en el ERP utilizado por la empresa, para al finalizar el mes, realizar el total de costo generado por el número de piezas producidas y las horas empleadas en la misma, por lo que los costos de producción se han visto afectados, debido a la falta de credibilidad en los tiempos de procesamiento que han ocasionado que el nivel de producción disminuya.

4.2.1. TIEMPO DE ENTREGA

Generalmente las piezas realizadas por el Taller de Máquinas y Herramientas son piezas requeridas por las demás plantas de la empresa más no como producto terminado, pero la falta de planificación de la producción ha ocasionado que no se pueda estimar un tiempo de entrega creíble de estas piezas, por lo que las demás áreas también ven afectada su planificación.

4.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos de la situación actual de la empresa, y obteniendo el problema en la actividad de EJECUCIÓN de la pieza, se propone la realización de un sistema que permita el cálculo de los tiempos de procesamiento de piezas/partes del taller de máquinas y herramientas del área de Laminados de la Empresa ADELCA C.A., con el fin de tener un conocimiento acertado del tiempo de duración de una operación realizada especialmente en máquinas torneadoras, fresadoras, cepillos y taladradoras, logrando la planificación de dichos procesos.

Esté programa parte del conocimiento de los estudios de tiempos que ayudan a la fijación de tiempos estándar para diferentes operaciones permitiendo una mayor eficiencia en los mismos.

Los estudios de tiempos han sido utilizados para establecer estándares de métodos de trabajo y tiempos, obteniendo una mayor productividad y alcanzando una optimización de los procesos productivos, reduciendo así desperdicios de tiempos (tiempos muertos), evitando demoras en la entrega de las piezas/partes y permitiendo la planificación de las operaciones realizadas por una empresa, por lo que se estima que este programa ayude a la realización de lo mencionado en el taller de máquinas y herramientas.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y OPERACIONES

4.4.1. MAQUINARIA

La maquinaria utilizada en el taller de máquinas y herramientas del área de Laminados de la empresa es:

- Torno PR.
- Torno HEID.
- Torno INLASA.
- Torno CMZ 1.
- Torno CMZ 2.
- Torno CIUTAR.
- Torno SUNLIKE.
- Torno DUPLO.
- Torno SUNLIKE CNC.
- Fresadora FEXAC.
- Fresadora SUNLIKE CN.
- Taladro.
- Cepillo Wyke.
- Cepillo CMZ.

La información que se debía obtener para la realización del programa acerca de las máquinas principalmente eran los datos técnicos de las mismas, dando prioridad a datos como eficiencia y RPM.

A continuación como ejemplo se presenta la información obtenida del torno PR, donde constan sus datos técnicos.

Además en el Anexo II, se encuentran las demás máquinas antes mencionadas con sus respectivos datos técnicos.

4.4.1.1. TORNO PR

La figura 43 presenta al Torno PR, el cual es una máquina procedente de Italia, permite realizar operaciones especialmente en piezas pequeñas, teniendo una eficiencia del 60%.



Figura 43. Torno PR
(Avilia, 2014)

La tabla 4 presenta los datos técnicos del Torno PR, donde se evidencia parámetros como potencia, voltaje, etc., tomando como parámetros principales los RPM máximos y la eficiencia.

Tabla 4. Datos técnicos Torno PR

DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	PR	
	MODELO:	600
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1971
	EFICIENCIA:	60%
MOTOR	POTENCIA:	7.5HP
	RPM:	1450
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ITALIA	

(Avilia, 2014)

4.4.2. OPERACIONES

Para la creación del programa fue necesario conocer las operaciones o actividades que cada máquina realiza, ya que el tiempo calculado se lo realizará de acuerdo a cada operación.

Las operaciones de las máquinas fueron clasificadas de acuerdo a la familia de la máquina a la que corresponden.

El ejemplo de la obtención de las operaciones de las máquinas se presenta en la tabla 5, donde se muestra las operaciones que pueden ser realizadas en los diferentes tornos convencionales existentes en el taller. Estas operaciones fueron obtenidas de acuerdo a la observación y a través de entrevistas a los operarios de dichas máquinas.

Además en el Anexo III y Anexo IV se presentan las operaciones investigadas de las demás máquinas del taller.

Tabla 5. Operaciones Tornos Convencionales

TORNO CONVENCIONAL					
TORNO PR	TORNO HEID	TORNO INLASA	TORNO CMZ 2	TORNO CIUTAR	TORNO SUNLIKE
Perforado	Perforado	Perforado	Perforado	Perforado	Perforado
Centrado	Centrado	Centrado	Centrado	Centrado	Centrado
Refrentado	Refrentado	Refrentado	Refrentado	Refrentado	Refrentado
Cilindrado interior	Cilindrado interior	Cilindrado interior	Cilindrado interior	Cilindrado interior	Cilindrado interior
Cilindrado exterior	Cilindrado exterior	Cilindrado exterior	Cilindrado exterior	Cilindrado exterior	Cilindrado exterior
Roscado interior	Roscado interior	Roscado interior	Roscado interior	Roscado interior	Roscado interior
Roscado exterior	Roscado exterior	Roscado exterior	Roscado exterior	Roscado exterior	Roscado exterior
Tronzado	Tronzado	Tronzado	Tronzado	Tronzado	Tronzado
Rectificado	Rectificado	Rectificado	Rectificado	Rectificado	Rectificado
Ranurado interior	Ranurado interior	Ranurado interior	Ranurado interior	Ranurado interior	Ranurado interior
Ranurado exterior	Ranurado exterior	Ranurado exterior	Ranurado exterior	Ranurado exterior	Ranurado exterior
Torneado de forma	Torneado de forma	Torneado de forma	Torneado de forma	Torneado de forma	Torneado de forma
Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)
Desbaste	Desbaste	Desbaste	Desbaste	Desbaste	Desbaste

(Adelca, 2015)

4.5. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Es necesario para la realización del programa, la identificación de las herramientas a utilizar y materiales en donde trabajar, que pueden ser utilizados para la realización de la pieza.

A continuación se presenta dichas herramientas y materiales utilizados en la actualidad por el taller de máquinas y herramientas.

4.5.1. MATERIALES

Mediante catálogos acerca de materiales utilizados a nivel industrial y comparaciones con los del taller, se obtuvo que actualmente se trabaja con los siguientes materiales.

La tabla 6 muestra los diferentes materiales utilizados con su respectiva composición, lo que permite su clasificación posteriormente.

Tabla 6. Materiales de Materia Prima

MATERIAL A TRABAJAR							
ACERO	Composición						
Acero para trabajo en frío	C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo
Acero para trabajo en frío (DF2=AISI 01)	0.85-0.95	0.20-0.40	1.00-1.30	0.40-0.60	0.40-0.60	0.20	-
Acero para trabajo en frío (XW-5 = AISI D6)	2.05	0.30	0.40	11.5	0.70	-	-
Acero para trabajo en frío (XW-41=AISI D2)	1.50	0.40	0.40	12.0	-	0.85	1.0
Acero para trabajo en frío (K 460-AISI 01)	0.95	0.25	1.10	0.55	0.55	0.10	-
Acero para trabajo en frío (K 100- AISI D3)	2.00	0.25	0.35	11.50	-	-	-
Acero para trabajo en caliente							
Acero para trabajo en caliente (W302 AISI H13)	0.39	1.00	0.40	5.10	-	0.95	1.30
Acero para trabajo en caliente (W320 AISI H10)	0.31	0.30	0.35	2.90	-	0.50	2.80
ACERO DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA	Composición						
Aceros bonificados	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Mo
Acero bonificado para maquinaria (705=AISI 4340)	0,36	0,25	0,7	1.40	1.40	0.20	-
Aceros para cementación							
BOHLER E 410 (AISI 5115)	0,16	0,25	1,15	0,95	-	-	-
Acero de maquinaria para cementación (7210=AISI 8620)	0.15	0.25	0.90	0.80	1.20	-	0.10
Barra perforada MECAPLUS 470	0.16-0.22	0.10-0.50	1.30-1.70	-	-	0.08-0.15	-
Acero al carbono							
Acero al carbono para maquinaria (760=AISI 1045)	0.45	0.25	0.65	-	-	-	-

(Adelca, 2015)

Tabla 6. Materiales de Materia Prima continuación...

ACERO INOXIDABLES	Composición					
Inoxidables Austeníticos	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
BOHLER A 200 (AISI 316 L)	0.03	0.50	1.40	17.00	2.20	11.50
Inoxidables resistentes a altas temperaturas						
BOHLER H 525 (AISI 314)	0.08	1.70	1.20	24.80	-	19.80
ALUMINIO						
Aluminio de alta resistencia para moldes de plástico (PRODAX)						
BRONCE						
	Composición (%)					
	Cu	Sn	Pb	Zn		
Bronce SAE 40	85	5	5	5		
Bronce SAE 64	80	10	10	-		
Bronce al estaño SAE 65	88	12	-	-		
	Mn	Cr	W	V		
Bronce al aluminio	80	5	10	5		
HIERRO						
Fundicion Gris						

(Adelca, 2015)

Mediante la obtención de todos los materiales en los cuáles se puede trabajar y a través de sus características, se procedió a clasificarlos de una manera genérica para facilitar la comprensión.

Se obtuvo datos de 6 materiales principales de acuerdo a datos proporcionados por las herramientas, estos son:

- Acero
- Acero Inoxidable
- Acero Pretemplado
- Aluminio
- Bronce
- Fundición Gris (Hierro)

La tabla 7 muestra la clasificación realizada, tomando en cuenta los materiales antes mencionados, y clasificándolos dentro de los 6 materiales principales utilizados.

Tabla 7. Clasificación de Materiales

MATERIAL	SUBMATERIAL
Acero	Acero para trabajo en frío
	Acero para trabajo en frío (DF2=AISI 01)
	Acero para trabajo en frío (XW-5 = AISI D6)
	Acero para trabajo en frío (XW-41=AISI D2)
	Acero para trabajo en frío (K 460-AISI 01)
	Acero para trabajo en frío (K 100- AISI D3)
	Acero para trabajo en caliente
	Acero para trabajo en caliente (W302 AISI H13)
	Acero para trabajo en caliente (W320 AISI H10)
	ACERO DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA
	Aceros bonificados
	Acero bonificado para maquinaria (705=AISI 4340)
	Aceros para cementación
	BOHLER E 410 (AISI 5115)
	Acero de maquinaria para cementación (7210=AISI 8620)
Barra perforada MECAPLUS 470	
Acero al carbono	
Acero al carbono para maquinaria (760=AISI 1045)	
Acero Inoxidable	Inoxidables Austeníticos
	BOHLER A 200 (AISI 316 L)
	Inoxidables resistentes a altas temperaturas
BOHLER A 700 (AISI 321)	
Acero Pretemplado	
Aluminio	Aluminio de alta resistencia para moldes de plástico (PRODAX)
Bronce	Bronce SAE 40
	Bronce SAE 64
	Bronce al estaño SAE 65
	Bronce al aluminio
Fundición Gris	Hierro Fundición Gris

(Adelca, 2015)

4.5.2. HERRAMIENTAS

Las herramientas fueron investigadas de acuerdo a las máquinas en las que se las puede usar.


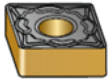
Para la realización del programa es importante conocer parámetros técnicos como profundidad de corte, avance y velocidad de corte, de cada una de las herramientas utilizadas ya que son tomados en cuenta para el cálculo del tiempo de mecanizado en el programa.

Como ejemplo se obtiene la tabla 8, la cual presenta las herramientas con sus recomendaciones de parámetros técnicos específicos de acuerdo al trabajo que se realice en máquinas torneadoras convencionales.

Por su parte en el Anexo V, VI, VII, VIII se encuentran las herramientas utilizadas en los Tornos CNC, Fresadoras, Cepillo y Taladro, considerando igualmente las herramientas específicas para cada máquina y los parámetros técnicos de cada una de ellas.

Es necesario conocer que para el cepillo por lo general las herramientas a utilizar son cuchillas que pueden ser diseñadas y realizadas en el taller de acuerdo a la pieza a trabajar.

Tabla 8. Herramientas para Torno Convencional

GRAFICO	Herramientas	Profundidad de corte a_p (mm)	Avance f_n (mm/r)	Velocidad de corte v_c (m/min)	Materiales
	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fundición)	4	0,1	65 80 104 61	Hierro Bronce Aluminio Acero
	DNMG 11 04 04-KF (Fundición)	0,5	0,15	225	Fundición gris

(Adelca, 2015)

Tabla 8. Herramientas para Torno Convencional continuación...

	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)	3	0,35	325 165	Acero Fundición gris
	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fundición)		0,12	160 125	Acero Fundición gris
	N151-2-400-40EPCB20 (A. pretemplado)	5	0,2	85	Acero templado
	N151-2-500-40EPCB20 (A. pretemplado)	5	0,2	123	Acero templado
	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fundición)		0,11	140	Acero
	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fundición)	2	0,25	315	Acero
	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fundición)	1,30 1,30	0,25 0,20	365 210	Acero Fundición gris
	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,8	0,15	425	Acero
	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	3	0,2	395 685	Acero Fundición gris
	TNMG 16 04 08-MM (A. inox)	3	0,25	225	Acero inoxidable
	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	3	0,3	345	Acero

(Adelca, 2015)

Cabe recalcar que las brocas usadas en el Taladro (Anexo VIII) también son utilizadas para la realización de perforaciones en los Tornos Convencionales, Tornos CNC y en las Fresadoras.

4.6. CLASIFICACIÓN DE MÁQUINAS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Una vez que ya se conocía acerca de todas las herramientas existentes, era importante clasificarlas tomando en cuenta sus características tanto en donde pueden ser aplicadas y para qué tipo de trabajos.

Así la clasificación se realizó de acuerdo a la herramienta que se va a utilizar, es decir, en que máquina se la puede usar, en qué tipo de operación y para que material es apta para ser utilizada.

En las siguientes tablas se presenta la clasificación realizada para los tornos convencionales con las herramientas comunes utilizadas, sin tomar en cuenta las brocas que también son utilizadas por estas máquinas.

La tabla 9 refleja la velocidad de corte recomendada por las herramientas comunes de acuerdo a las operaciones que se pueden realizar en los tornos convencionales y al material a trabajar.

Por su parte la tabla 10 refleja el avance recomendado por las mismas herramientas de acuerdo a las operaciones que se pueden realizar en los tornos convencionales y al material a trabajar.

El fin de obtener la velocidad de corte y el avance de cada herramienta es para que estos datos puedan ser usados por el programa para el cálculo del tiempo de mecanizado.

Tabla 9. Clasificación de Herramientas para Torno Convencional de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min)

Velocidad de corte (m/min)														Comunes al Banco de Datos	
Perforado	Centrado	Refrentado	Cilindrado interior	Cilindrado exterior	Roscado interior	Roscado exterior	Rectificado	Tronzado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Torneado	Acabado(ajuste)	Desbaste	Material	Herramienta
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Acero	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	Acero	1/2 x 1/2 x 6"
-	-	325	325	325	-	-	325	-	-	-	-	325	325	Acero	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	160	160	160	-	-	-	Acero	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	Acero	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)
-	315	315	315	315	-	-	315	-	-	-	315	315	315	Acero	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)
-	365	365	365	365	-	-	365	-	-	-	365	365	365	Acero	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)
-	425	425	425	425	-	-	425	-	-	-	425	425	425	Acero	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	395	395	-	-	395	-	-	-	-	395	395	Acero	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	345	345	345	345	-	-	345	-	-	-	345	345	345	Acero	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	125	125	-	-	-	-	-	-	-	Acero	266RG-22VM01A001M-1020 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	155	155	-	-	-	-	-	-	-	Acero	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)
-	85	85	85	85	-	-	85	85	-	85	85	85	85	A. Pretemplado	N151-2-400-40EPCB20 (A. pretemplado)
-	123	123	123	123	-	-	123	123	-	123	123	123	123	A. Pretemplado	N151-2-500-40EPCB20 (A. pretemplado)
-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	A. Inoxidable	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)
-	225	225	225	225	-	-	225	-	-	-	225	225	225	A. Inoxidable	TNMG 16 04 08-MM (A. inox)
-	-	-	-	-	120	120	-	-	-	-	-	-	-	A. Inoxidable	266RG-22VM01A001M-1020 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	140	140	-	-	-	-	-	-	-	A. Inoxidable	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	325	325	325	-	-	325	-	-	-	-	325	325	Aluminio (PRODAX)	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	160	160	160	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)
-	315	315	-	315	-	-	315	-	-	-	315	315	315	Aluminio (PRODAX)	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)
-	365	365	365	365	-	-	365	-	-	-	365	365	365	Aluminio (PRODAX)	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)
-	425	425	425	425	-	-	425	-	-	-	425	425	425	Aluminio (PRODAX)	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	395	395	-	-	395	-	-	-	-	395	395	Aluminio (PRODAX)	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	345	345	345	345	-	-	345	-	-	-	345	345	345	Aluminio (PRODAX)	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	400	400	-	-	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Bronce	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	325	325	325	-	-	325	-	-	-	-	325	325	Bronce	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	160	160	160	-	-	-	Bronce	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	Bronce	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)
-	315	315	-	315	-	-	315	-	-	-	315	315	315	Bronce	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)
-	365	365	365	365	-	-	365	-	-	-	365	365	365	Bronce	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)
-	425	425	425	425	-	-	425	-	-	-	425	425	425	Bronce	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	395	395	-	-	395	-	-	-	-	395	395	Bronce	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	345	345	345	345	-	-	345	-	-	-	345	345	345	Bronce	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Fundición gris	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)
-	225	225	225	225	-	-	225	-	-	-	225	225	225	Fundición gris	DNMG 11 04 04-KF (Fundición)
-	-	325	325	325	-	-	325	-	-	-	-	325	325	Fundición gris	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	160	160	160	-	-	-	Fundición gris	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	Fundición gris	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)
-	315	315	-	315	-	-	315	-	-	-	315	315	315	Fundición gris	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)
-	210	210	210	210	-	-	210	-	-	-	210	210	210	Fundición gris	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)
-	425	425	425	425	-	-	425	-	-	-	425	425	425	Fundición gris	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)
-	-	-	685	685	-	-	685	-	-	-	-	685	685	Fundición gris	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)
-	345	345	345	345	-	-	345	-	-	-	345	345	345	Fundición gris	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)

Tabla 10. Clasificación de Herramientas para Torno Convencional de acuerdo a Operación y Material (Avance mm/r).

Comunes al Banco de Datos		Avance (mm/r)													
Material	Herramienta	Perforado	Centrado	Refrentado	Cilindrado interior	Cilindrado exterior	Roscado interior	Roscado exterior	Rectificado	Tronzado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Torneado	Acabado (ajuste)	Desbaste
Acero	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
Acero	1/2 x 1/2 x 6"	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Acero	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	0,35	0,35	0,35	-	-	0,35	-	-	-	-	-	0,35
Acero	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	0,12	-	-	-
Acero	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-
Acero	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	-	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Acero	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Acero	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	0,15	-	-	-	0,15	0,15	0,15
Acero	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,2
Acero	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,3	0,3
Acero	266RG-22VM01A001M-1020 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Acero	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
A. Pretemplado	N151-2-400-40EPCB20 (A. pretemplado)	-	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	0,2	0,2	0,2
A. Pretemplado	N151-2-500-40EPCB20 (A. pretemplado)	-	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	0,2	0,2	0,2
A. Inoxidable	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
A. Inoxidable	TNMG 16 04 08-MM (A. inox)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
A. Inoxidable	266RG-22VM01A001M-1020 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
A. Inoxidable	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	0,35	0,35	0,35	-	-	0,35	-	-	-	-	0,35	0,35
Aluminio (PRODAX)	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	0,12	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	-	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Aluminio (PRODAX)	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Aluminio (PRODAX)	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	0,15	-	-	-	0,15	0,15	0,15
Aluminio (PRODAX)	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,2
Aluminio (PRODAX)	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,3	0,3
Aluminio (PRODAX)	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Bronce	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Bronce	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	0,35	0,35	0,35	-	-	0,35	-	-	-	-	0,35	0,35
Bronce	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	0,12	-	-	-
Bronce	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-
Bronce	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	-	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Bronce	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Bronce	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	0,15	-	-	-	0,15	0,15	0,15
Bronce	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,2
Bronce	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,3	0,3
Fundición gris	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	0,12	-	-	-
Fundición gris	DNMG 11 04 04-KF (Fundición)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Fundición gris	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	0,35	0,35	0,35	-	-	0,35	-	-	-	-	0,35	0,35
Fundición gris	N151.2-400-5E (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Fundición gris	R151.2-300 05-4E 2135 (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-
Fundición gris	SNMG120408 SM HB7010 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,25	0,25	-	0,25	-	-	0,25	-	-	-	0,25	0,25	0,25
Fundición gris	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	0,2	0,2	0,2
Fundición gris	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	0,15	-	-	-	0,15	0,15	0,15
Fundición gris	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fund)	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,2
Fundición gris	TNMG 16 04 08-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fund)	-	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-	0,3	-	-	-	0,3	0,3	0,3

Esta plantilla fue diseñada con el fin de extraer dichos datos hacia el programa, por lo que en general, es la base de datos del mismo.

En el Anexo IX, X, XI y XII se encuentran las plantillas para las demás máquinas. En el caso del Torno CNC y Fresadora, las plantillas se encuentran sin los datos de perforado, es decir, sin datos de las brocas, por lo que estos pueden ser visualizados en las plantillas del taladro.

4.7. PROGRAMA PARA CÁLCULO DE TIEMPOS DE MECANIZADO

Una vez identificadas las máquinas, los materiales y herramientas que van a ser utilizados en el mecanizado además de todos los parámetros técnicos necesarios para el cálculo de tiempos, se procedió a la realización del programa.

El programa de tiempos de mecanizado se enfoca en el cálculo de tiempos de procesamiento de piezas/partes realizadas en máquinas herramientas (tornos, fresadoras, cepillos, taladros, otros), tomando en cuenta parámetros técnicos dados por las herramientas de corte utilizadas en los procesos realizados por cada máquina y datos técnicos proporcionados por las máquinas en sí.

Los datos obtenidos por el programa han sido establecidos en libros de Excel y con ayuda de la programación en Visual Basic facilitando el uso y entendimiento del mismo.

El programa fue realizado de acuerdo al Estudio de Tiempos mediante Fórmulas Analíticas, el cuál a través de parámetros técnicos de las herramientas y máquinas permite obtener un tiempo de procesamiento de piezas/ partes de acuerdo a sus dimensiones.

En la figura 44 se muestra la pantalla principal del programa, el cual consta de 5 módulos principales, en donde se encuentran las máquinas genéricas del taller.

Cada módulo se encarga de direccionar al cálculo de tiempos dependiente la máquina que va a ser utilizada.



Figura 44. Vista principal del Programa de Cálculo de Tiempos (Adelca, 2015)

Además consta con tres botones adicionales, que deberán ser usados al finalizar de ingresar los datos de las operaciones en las máquinas correspondientes.

Al escoger la máquina a utilizar, se desplegará una pantalla donde se ingresan los datos de la pieza y máquina, en este caso se iniciará con la pestaña para "TORNO CONVENCIONAL", y se ilustra la pantalla que muestra la figura 45.

Figura 45. Vista de Formulario para Torno Convencional (Adelca, 2015)

Al ilustrarse esta pantalla se procede a llenar los datos correspondientes, hay que tomar en cuenta que los datos que se encuentran con fondo blanco son los que se deben llenar, por su parte los que se encuentran con relleno gris son datos calculados por el programa.

a) Escribir el N° plano y el N° de operación correspondiente a la pieza que va a ser realizada.

Figura 46. N° de plano y operación (Adelca, 2015)

b) Escoger de la lista desplegable, la máquina a utilizar.

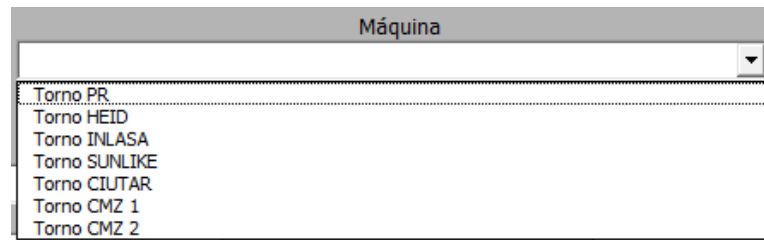


Figura 47. Lista de máquinas
(Adelca, 2015)

c) Escoger de la lista desplegable el material de la pieza, el trabajo (operación) a realizarse Y la herramienta a utilizar, la lista de las herramientas está dada por la operación a efectuarse, y se debe escoger tomando en cuenta el material utilizado.

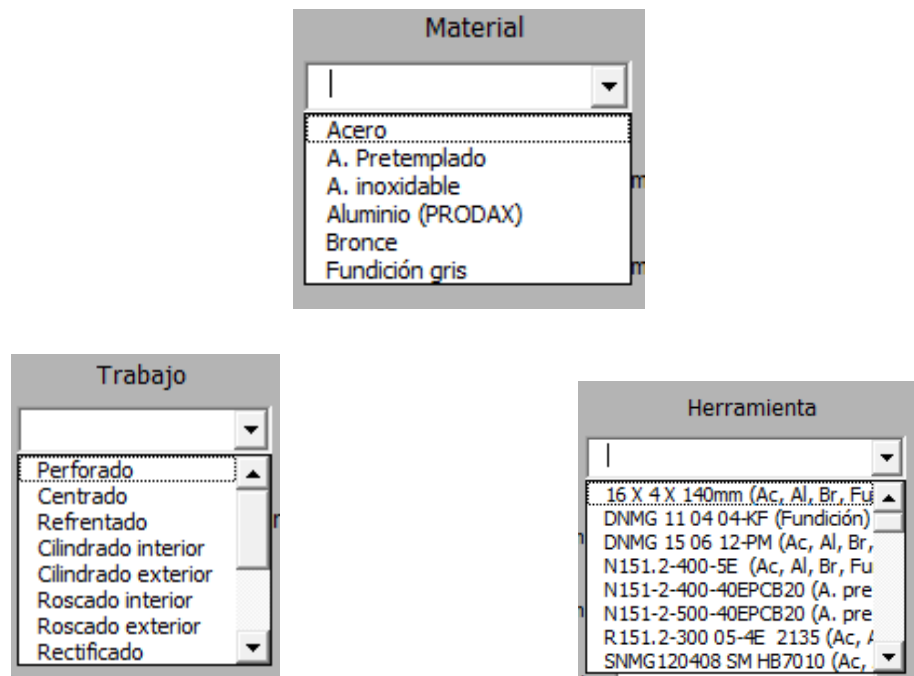


Figura 48. Lista de materiales, trabajos y herramientas
(Adelca, 2015)

d) Escribir el diámetro inicial y final a mecanizarse de la pieza, en el caso de que la operación sea “Refrentado”, en este espacio se pondrá las longitudes iniciales y finales de la pieza a mecanizarse.

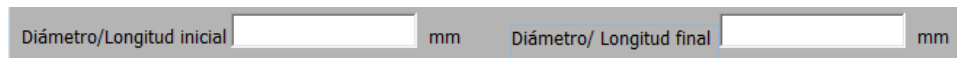


Figura 49. Diámetro inicial y diámetro final
(Adelca, 2015)

- e) Escoger de la lista desplegable, la profundidad de corte que va a utilizarse.
Si la operación es “Roscado interior” o “Roscado exterior”, se debe poner en paso de roscado a utilizar.

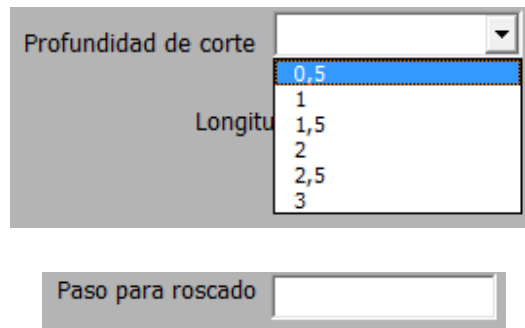


Figura 50. Lista de profundidad de corte y paso para roscado
(Adelca, 2015)

- f) Escribir la longitud total que va a ser mecanizada.

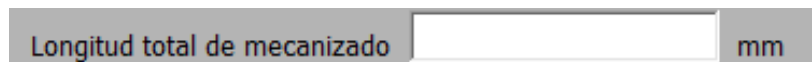


Figura 51. Longitud total de mecanizado
(Adelca, 2015)

- g) Los datos de estos campos (número de pasos, velocidad de corte, avance herramienta, avance máquina, RPM calculado y RPM real) son datos automáticos generados por el programa de acuerdo a los anteriores datos introducidos, por lo que se encuentran pintados de gris.



Velocidad de corte	<input type="text"/>	m/min
Avance herramienta	<input type="text"/>	mm/rev
Avance máquina	<input type="text"/>	mm/rev
RPM calculado	<input type="text"/>	
RPM real	<input type="text"/>	

Figura 52. Velocidad de corte, avances y RPM
(Adelca, 2015)

h) El tiempo de mecanizado será calculado automáticamente de acuerdo a los datos anteriores, se podrá visualizar en minutos y segundos.

Resultados:

Tiempo de mecanizado	<input type="text"/>	min
	<input type="text"/>	seg

Figura 53. Tiempo de Mecanizado
(Adelca, 2015)

4.7.1. BOTONES Y FUNCIONES

Cada formulario cuenta con un grupo de botones que permite realizar algunas funciones, los cuales son detallados a continuación.

4.7.1.1. Calcular

Permite calcular el tiempo de mecanizado, de acuerdo a datos ingresados que son n° plano, n° de operación, máquina, material, herramienta, trabajo, diámetro/longitud inicial, diámetro/longitud final, profundidad de *corte* y longitud total de mecanizado.

A continuación en la figura 54 y 55 se presenta el uso del botón CALCULAR en un ejemplo para máquina TORNO CONVENCIONAL:

TORNO CONVENCIONAL

Cálculo de tiempo de mecanizado para torno convencional:

Plano No. Operación N°

Máquina

Material Trabajo Herramienta

Diámetro/Longitud inicial (Diámetro de broca-Perforado) mm Diámetro/ Longitud final mm

Profundidad de corte mm Número de pasos

Paso para roscado

Longitud total de mecanizado mm
Radio a mecanizar (Refrentado)

Velocidad de corte m/min

Avance herramienta mm/rev

Avance máquina mm/rev

RPM calculado

RPM real

Resultados:

Tiempo de mecanizado min
 seg

CALCULAR **BORRAR**

REGISTRAR **SALIR**

INGRESAR NUEVA MÁQUINA

Figura 54. Ejemplo tiempo Torno Convencional (Adelca, 2015)

TORNO CONVENCIONAL

Cálculo de tiempo de mecanizado para torno convencional:

Plano No. Operación N°

Máquina

Material Trabajo Herramienta

Diámetro/Longitud inicial (Diámetro de broca-Perforado) mm Diámetro/ Longitud final mm

Profundidad de corte mm Número de pasos

Paso para roscado

Longitud total de mecanizado mm
Radio a mecanizar (Refrentado)

Velocidad de corte m/min

Avance herramienta mm/rev

Avance máquina mm/rev

RPM calculado

RPM real

Resultados:

Tiempo de mecanizado min
 seg

CALCULAR **BORRAR**

REGISTRAR **SALIR**

INGRESAR NUEVA MÁQUINA

Figura 55. Ejemplo tiempo Torno Convencional Botón CALCULAR (Adelca, 2015)

4.7.1.2. Registrar

Sirve para registrar los datos ingresados y el tiempo calculado. Los datos registrados son número de operación, número de plano, máquina, material, trabajo, herramienta, profundidad de corte, número de pasos, longitud, velocidad de corte, avance máquina, RPM real y tiempo total.

Al registrar, el número de operación se cambiará automáticamente y los demás datos son borrados para que no exista confusión alguna.

Los datos se guardan en la hoja de cálculo llamada “Registro torno” y “Registro total”, que es usada por la hoja de tiempos totales, donde se podrá observar los tiempos obtenidos.

NOTA: Estas hojas no se encuentran visibles, simplemente registran los datos.

4.7.1.3. Borrar

Esta función permite borrar los datos de todas las celdas del formulario, permitiendo corregir datos erróneos o mal ingresados.

Todos los campos son borrados.

4.7.1.4. Salir

Permite regresar a la página principal, página en donde se puede escoger nuevamente una máquina.

4.7.1.5. Ingresar Nueva Máquina

Permite ingresar una nueva máquina.

4.7.2. REGISTRO DE TIEMPOS ESTIMADOS

Al finalizar de ingresar todas las operaciones para realizar una pieza, es necesario ingresar los tiempos estimados de las mismas, estos tiempos son:

Figura 56. Pantalla de Registro de Tiempos Estimados (Adelca, 2015)

4.7.2.1. Tiempo de Preparación

Este tiempo es el que se demora en preparar la máquina y las herramientas correspondientes.

EL valor se lo debe escoger de una lista desplegable al lado de la máquina que se haya utilizado, donde se encuentran valores de 5-60 minutos.

4.7.2.2. Tiempo de Programación

En el caso de que la pieza se realice en algún torno CNC se debe colocar el tiempo de programación de la máquina.

4.7.2.3. Suplementos

Estos valores se los obtuvo en porcentajes de acuerdo a los valores dados por la OIT, de acuerdo a cada máquina obteniendo las siguientes tablas:

Tabla 11. Suplementos base

SUPLEMENTOS GENERALES	%
Por necesidades personales	5
Base por fatiga	4

(Adelca, 2015)

La tabla 11 muestra los suplementos básicos que debe tener un estudio de tiempos, puesto que en la planta actualmente solo trabajan hombres se tomó solo los valores para los mismos.

Tabla 12. Suplementos para Torno Convencional y CNC

TORNO CONVENCIONAL		TORNO CNC	
SUPLEMENTO	PORCENTAJE	SUPLEMENTO	PORCENTAJE
Trabajo de pie	2	Trabajo de pie	2
Postura incómoda (inclinado)	2	Peso aprox 10 Kg	3
Peso aprox 5 Kg	1	Ruido intermitente y fuerte	2
Trabajos de gran precisión	5	Proceso complejo	1
Ruido intermitente y fuerte	2	TOTAL	17
Proceso complejo	1		
Trabajo muy monótono	4		
Trabajo aburrido	2		
TOTAL	28		

(Adelca, 2015)

La tabla 12 presenta los suplementos que han sido asignados para los tornos convencionales y los tornos CNC, obteniendo resultados para los convencionales de 28 % y para los CNC de 17% de suplementos.

Por su parte la tabla 13 presenta el 28% de suplementos obtenidos para la fresadora, el trabajo que se realiza en la fresadora es similar al del torno convencional por lo que se obtuvo el mismo valor de suplementos.

Tabla 13. Suplementos para la Fresadora

FRESADORA	
SUPLEMENTO	PORCENTAJE
Trabajo de pie	2
Postura incómoda (inclinado)	2
Peso aprox 5 Kg	1
Trabajos de gran precisión	5
Ruido intermitente y fuerte	2
Proceso complejo	1
Trabajo muy monótono	4
Trabajo aburrido	2
TOTAL	28

(Adelca, 2015)

Y por último la tabla 14 muestra los suplementos calculados para el cepillo y el taladro, obteniendo para el cepillo el 22% de suplementos y para el taladro un 16%.

Tabla 14. Suplementos para Cepillo y Taladro

CEPILLO	
SUPLEMENTO	PORCENTAJE
Trabajo de pie	2
Postura incómoda (inclinado)	2
Trabajos de gran precisión	5
Ruido intermitente y fuerte	2
Proceso complejo	1
Trabajo bastante monótono	1
TOTAL	22

TALADRO	
SUPLEMENTO	PORCENTAJE
Trabajo de pie	2
Postura incómoda (inclinado)	2
Ruido intermitente y fuerte	2
Trabajo bastante monótono	1
TOTAL	16

(Adelca, 2015)

En el programa estos valores son calculados automáticamente al presionar el botón de CALCULAR SUPLEMENTOS, pero hay que tomar en cuenta que primero se debe llenar los tiempos de preparación de las máquinas utilizadas.

Figura 57. Ejemplo de uso Suplementos (Adelca, 2015)

4.7.2.4. Tiempo de Corte

El tiempo de corte sirve solo para la sierra. Y Tiene una lista despegable de valores desde 5 a 60 min.

4.7.2.5. Registrar

Permite guardar la información del formulario, al registrar los datos ingresados todos los campos son borrados con el fin de evitar duplicaciones de los registros.

4.7.3. FÓRMULAS APLICADAS PARA CÁLCULO DE TIEMPO

Para la realización del programa se hizo uso de algunas fórmulas, entre las principales se tiene la fórmula para determinar los RPM de las máquinas y la fórmula para calcular el tiempo de mecanizado de las piezas.

A continuación se explica las dos fórmulas antes mencionadas.

4.7.3.1.1. RPM

El RPM se define como revoluciones por minuto, que en general expresa la velocidad rotatoria es decir al número de revoluciones que un objeto giratorio hace sobre su propio eje durante un minuto.

Este campo es calculado por el programa de acuerdo a la fórmula 4.1:

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

[4.1]

Dónde:

n: RPM

Vc: Velocidad de corte (m/min)

Dc: Diámetro inicial de la pieza (mm)

4.7.3.2. Tiempo de Mecanizado

El mecanizado completo de una pieza requiere llevar a cabo una sucesión de tareas y operaciones que abarcan la preparación de la máquina, de las herramientas de corte, y el mecanizado propiamente, por lo que el tiempo total de este, puede ser calculado de acuerdo a la fórmula 4.2:

$$t_h = \frac{l_m}{f \times n} \text{ [min]}$$

[4.2]

Dónde:

th: Tiempo de mecanizado (min)

lm: Longitud total de mecanizado (mm)

f: Avance por revolución (mm/rev)

n: RPM

4.7.4. INFORMES OBTENIDOS DEL PROGRAMA

Al finalizar de ingresar todos los datos, mediante el programa se puede obtener dos tipos de informes, uno llamado “Hoja de Análisis de Operación” y el segundo llamado “Hoja de Producción”. A continuación se explica cada uno de ellos.

4.7.4.1. Hoja De Análisis De Operación

La ingresar a través de la pantalla inicial del programa a la pestaña “HOJA DE ANÁLISIS DE OPERACIÓN”, se visualiza la siguiente ventana donde se debe ingresar el número de plano que se desea consultar como se muestra en la Figura 58.

CICLO N°	OPERACIÓN	N° PLANO	
40	10		
MAQUINA:		MATERIAL:	
CROQUIS OPERACIÓN			
UTILLAJE		MEDICIÓN	
TOLERANCIA	PARAMETROS DE CORTE		
	TIEMPO		
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d/L inicial	d/L final	
	p mm	N° pas.	
	L mm	Vc m/min	
	a mm/v	a2 mm/d	
	n Rpm	TM (h:min:seg)	
		%	
		TM (h:min:seg)	
0.05			
CICLO N°	OPERACIÓN	N° PLANO	AREA
40	20	0,00	0
MAQUINA		MATERIAL:	

Figura 58. Plantilla de hoja de Análisis de Operación.

Se despliega toda la información acerca de ese plano, tomando en cuenta la operación y el número de plano, un ejemplo se ilustra en la figura 59 Y 60 donde se visualiza la información de 6 operaciones.

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO			ÁREA						
40	10		OTP40.6009									
MAQUINA: Torno INLASA			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	PARAMETROS DE CORTE							TIEMPO				
								MAQUINA	HOMBRE			
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Cilindrado interior	60	80	0,5	20	200	325	0,28		567	0:25:12	0,28	0:32:15

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO			AREA	0					
40	20		OTP40.6009									
MAQUINA Torno INLASA			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	PARAMETROS DE CORTE							TIEMPO				
0								MAQUINA	HOMBRE			
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Cilindrado exterior	100	90	0,25	20	200	325	0,28		567	0:25:12	0,28	0:32:15

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO			AREA	0					
40	30		OTP40.6009									
MAQUINA Torno Sunlike CNC			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			DNGN 15 07 08T01020-670 (Ac, Ac. Pretem, Ac.inox, Al, Br,									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	PARAMETROS DE CORTE							TIEMPO				
0								MAQUINA	HOMBRE			
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Desbaste	100	90	0,75	6	45	222	0,1		708	0:04:14	0,17	0:04:57

Figura 59. Ejemplo de Hoja de Análisis de Operación primeras 3 Operaciones (Adelca, 2015)

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO		AREA	0						
40	40		OTP40.6009									
MAQUINA Fresadora Fexac			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			CNMG 12 04 08-PM 4235 (Ac, Al, Br)									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	0	PARAMETROS DE CORTE					TIEMPO					
							MAQUINA	HOMBRE				
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Desbaste	123	120	2	1,5	100	210	3	0.3	665	0:00:05	0,28	0:00:06

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO		AREA	0						
40	50		OTP40.6009									
MAQUINA Cepillo Wyke			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Pretemp, Ac. Inox, Al, Br, Fundición)									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	0	PARAMETROS DE CORTE					TIEMPO					
							MAQUINA	HOMBRE				
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Chavetas	90	80	2	5	60	22	0,4		200	0:05:27	0,22	0:06:39

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO		AREA	0						
40	60		OTP40.6009									
MAQUINA Taladro			MATERIAL: Acero									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
			BROCA 1.0 MM									
			UTILLAJE		MEDICIÓN							
TOLERANCIA	0	PARAMETROS DE CORTE					TIEMPO					
							MAQUINA	HOMBRE				
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)
Perforado	0				100	12	0,07		1500	0:00:57	0,16	0:01:06

Figura 60. Ejemplo de Hoja de Análisis de Operación siguientes 3 Operaciones (Adelca, 2015)

NOTA: Los datos que se encuentra con relleno de color gris, son datos que deben ser llenados manualmente.

Estos son:

UTILLAJE	MEDICIÓN

Se llena en cada una de las hojas de análisis.

TOLERANCIA	H7

Se llena en todas las hojas.

Además se debe ingresar los croquis de la operación, que son las imágenes de las mismas. El archivo de éstas se encuentra en la misma carpeta donde está el programa con el nombre "IMÁGENES OPERACIONES", se las debe copiar y pegar y debe quedar la información como en la Figura 61.

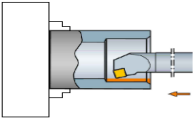
adelca Acería del Ecuador		HOJA DE ANALISIS DE OPERACIÓN													
CICLO N°	OPERACIÓN	N° PLANO			ÁREA	LAM									
40	10	OTP40.6009													
MAQUINA: Torno INLASA		MATERIAL: Acero													
CROQUIS OPERACIÓN		HERRAMIENTA													
		DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)													
		UTILLAJE			MEDICIÓN										
		Plato 3 garras			Calibrador 1/100										
TOLERANCIA		PARAMETROS DE CORTE										TIEMPO			
												MAQUINA	HOMBRE		
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN		d /L inicial	d /L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _z mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	%	TM (h:min:seg)		
Cilindrado interior		60	80	0,5	20	200	325	0,28		567	0:25:12	0,28	0:32:15		

Figura 61. Imágenes en la Hoja de Análisis de Operación (Adelca, 2015)

Después de estos datos es necesario guardar el documento como PDF, este documento se guardará con el nombre “CICLO N°....”, en la carpeta “Análisis de operación”.

Después de guardar el archivo se debe ir a la hoja de producción, donde se obtendrá el resumen de la pieza.



4.7.4.2. Hoja de Producción

Los datos extraídos son generados por la hoja de análisis de operación, un ejemplo de ello se muestra en la figura 62.

adelca Aciería del Ecuador		HOJA DE PRODUCCIÓN			PLANO N°	FECHA
		CICLO N°	40		OTP40.6009	01/06/2015
		ORDEN (PM/PP) N°	1025410		CANTIDAD:	HOJA N°./DE:
DESCRIPCIÓN:	BOCÍN				1	1
MATERIAL:	Acero				COD. PIEZA:	35629
N°	CROQUIS OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	TIEMPO	
					MÁQUINA	MO
10		Cilindrado interior	Torno INLASA	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0:25:12	0:32:15
20		Cilindrado exterior	Torno INLASA	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0:25:12	0:32:15
30		Desbaste	Torno Sunlike CNC	DNGN 15 07 08T01020-670 (Ac, Ac. Pretemp, Ac.inox, Al, Br, Fundición)	0:04:14	0:04:57
40		Desbaste	Fresadora Fexac	CNMG 12 04 08-PM 4235 (Ac, Al, Br)	0:00:05	0:00:06
50		Chavetas	Cepillo Wyke	1/4 x 1/4 x 4" (Ac, Ac. Pretemp, Ac. Inox, Al, Br, Fundición)	0:05:27	0:06:39
60		Perforado	Taladro	BROCA 1.0 MM	0:00:57	0:01:06

Figura 62. Ejemplo Hoja de Producción (Adleca, 2015)

NOTA: Los datos en gris que se deben completar en esta hoja son:

ORDEN (PM/PP) N°

CANTIDAD:

DESCRIPCIÓN:

COD. PIEZA:

En la figura 63 se muestra la ventana en donde se visualiza los tiempos, es importante escoger las eficiencias de cada máquina utilizada.

	EFICIENCIA	TIEMPO MÁQUINA (h:min:seg)	TIEMPO MO (h:min:seg)
TORNO CONVENCIONAL		2:30:47	3:13:00
CNC		0:28:28	0:16:39
FRESADORA		0:40:09	0:51:24
CEPILLO		0:40:55	0:49:55
TALADRO		0:11:54	0:13:49
TRATAMIENTO TÉRMICO			
	EFICIENCIA	TIEMPO MÁQUINA (h:min:seg)	TIEMPO MO (h:min:seg)
TORNO CONVENCIONAL	85%	1:26:42	1:50:58
CNC	98%	0:14:35	0:16:39
FRESADORA	85%	0:23:05	0:29:33
CEPILLO	70%	0:26:35	0:32:26
TALADRO	88%	0:06:42	0:07:46
TRATAMIENTO TÉRMICO			

Figura 63. Eficiencias de las máquinas (Adelca, 2015)

Además si la pieza debe pasar por tratamiento térmico se debe adjuntar en esta última tabla, como se muestra en la Figura 64.

	EFICIENCIA	TIEMPO MÁQUINA (h:min:seg)	TIEMPO MO (h:min:seg)
TORNO CONVENCIONAL	85%	1:26:42	1:50:58
CNC	98%	0:14:35	0:16:39
FRESADORA	85%	0:23:05	0:29:33
CEPILLO	70%	0:26:35	0:32:26
TALADRO	88%	0:06:42	0:07:46
TRATAMIENTO TÉRMICO			

TEMPLE
CEMENTADO
REVENIDO

Figura 64. Tratamiento Térmico (Adelca, 2015)

Escogiendo por cual tipo de tratamiento pasa la pieza, además de adjuntar el tiempo de máquina que se utilizó, en este caso el formato debe ser puesto en formato de hora (Ej. 60:00:00) para 60 horas. Y el tiempo de mano de obra es escogido de una lista desplegable.

Hay que considerar que el tiempo para los Tratamientos térmicos se encuentran estandarizados, es por eso que ese tiempo se debe poner y no es calculado, como se muestra en la Figura 65.

	EFICIENCIA	TIEMPO MÁQUINA (h:min:seg)	TIEMPO MO (h:min:seg)
TORNO CONVENCIONAL	85%	1:26:42	1:50:58
CNC	98%	0:14:35	0:16:39
FRESADORA	85%	0:23:05	0:29:33
CEPILLO	70%	0:26:35	0:32:26
TALADRO	88%	0:06:42	0:07:46
TRATAMIENTO TÉRMICO			
TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPLE	100%	26:00:00


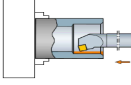
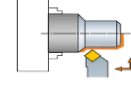
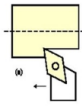
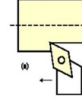

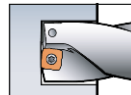
0:30:00
0:45:00
1:00:00
1:30:00

TIEMPO TOTAL MÁQUINA	2:37:40
TIEMPO TOTAL MANO DE OBRA	3:17:23

Figura 65. Tiempos de Tratamiento Térmico (Adelca, 2015)

Una vez los datos ya se encuentren completos, se debe guardar el documento como PDF con el nombre “HOJA DE PRODUCCIÓN CICLO N°...”, en la carpeta “Hojas de Producción”.

Para guardar se debe tomar en cuenta que las celdas y filas que se encuentran vacías deber ser ocultadas, para que el archivo quede sin las mismas.

 HOJA DE PRODUCCIÓN CICLO N° 40 ORDEN (PM/PP) N° 1025410					PLANO N°	FECHA
					OTP40.6009	01/06/2015
DESCRIPCIÓN: BOCÍN					CANTIDAD:	HOJA N°./DE:
					1	1
MATERIAL: Acero					COD. PIEZA:	35629
N°	CROQUIS OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	TIEMPO	
					MÁQUINA	MO
10		Cilindrado interior	Torno INLASA	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0:25:12	0:32:15
20		Cilindrado exterior	Torno INLASA	DNMG 15 06 12-PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0:25:12	0:32:15
30		Desbaste	Torno Sunlike CNC	DNGN 15 07 08T01020-670 (Ac, Ac. Pretemp, Ac.inox, Al, Br, Fundición)	0:04:14	0:04:57
40		Desbaste	Fresadora Fexac	CNMG 12 04 08-PM 4235 (Ac, Al, Br)	0:00:05	0:00:06
50		Chavetas	Cepillo Wyke	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Pretemp, Ac. Inox, Al, Br, Fundición)	0:05:27	0:06:39
60		Perforado	Taladro	BROCA 1.0 MM	0:00:57	0:01:06

	EFICIENCIA	TIEMPO MÁQUINA (h:min:seg)	TIEMPO MO (h:min:seg)
TORNO CONVENCIONAL	85%	1:26:42	1:50:58
CNC	98%	0:14:35	0:16:39
FRESADORA	85%	0:23:05	0:29:33
CEPILLO	70%	0:26:35	0:32:26
TALADRO	88%	0:06:42	0:07:46
TRATAMIENTO TÉRMICO TEMPLE	100%	26:00:00	0:45:00

TIEMPO TOTAL MÁQUINA	2:37:40
TIEMPO TOTAL MANO DE OBRA	3:17:23

Figura 66. Ejemplo Hoja de Producción Completa (Adelca, 2015)

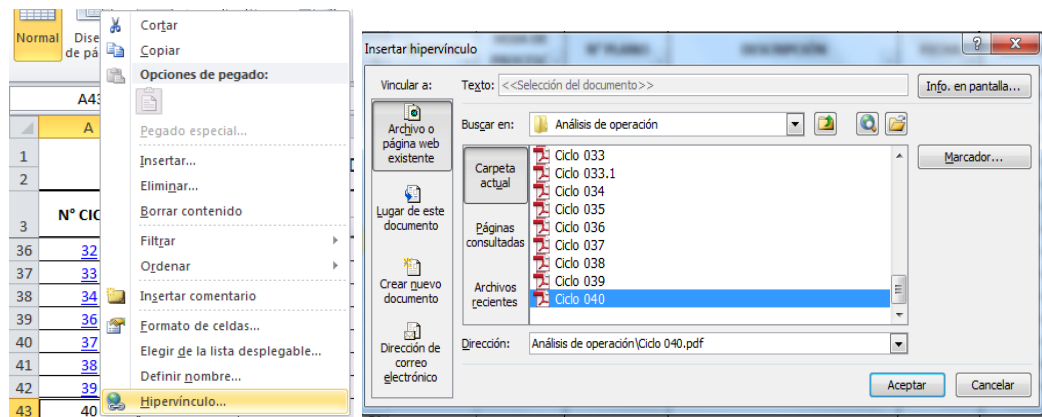


Figura 68. Hipervínculo para Análisis de Operación (Adelca, 2015)

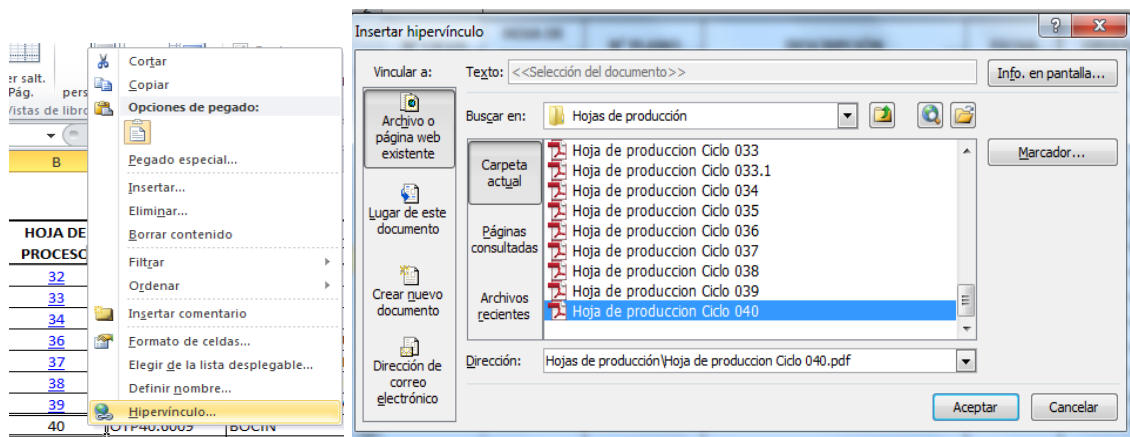


Figura 69. Hipervínculo para Hoja de Producción (Adelca, 2015)

4.8. DATOS ADICIONALES

Para el uso del programa es importante el conocimiento de algunos datos extras que permitan la utilización correcto del mismo. Estos datos adicionales son detallados a continuación.

4.8.1. FORMATO NÚMEROS

Es importante saber que el programa solo reconoce números decimales, pues los datos que se ingresan deben tener dicho formato (Ejemplo: 45,69)

4.8.2. DEPURACIÓN POR MAL INGRESO DE DATOS

En el caso de que el programa sufra una depuración por el incorrecto ingreso de datos, lo que se debe hacer es lo siguiente:

The screenshot shows a software window titled "TORNO CONVENCIONAL" with a subtitle "Cálculo de tiempo de mecanizado para torno convencional:". The form contains the following data and controls:

- Plano No.: OTP4009
- Operación N°: 20
- Máquina: Torno HEID
- Material: Acero
- Trabajo: Perforado
- Herramienta: BROCA 6.0 MM
- Diámetro/Longitud inicial (Diámetro de broca-Perforado): 6 mm
- Diámetro/ Longitud final: 0 mm
- Profundidad de corte: [empty] mm
- Número de pasos: [empty]
- Paso para roscado: [empty]
- Longitud total de mecanizado: [empty] mm
- Radio a mecanizar (Refrentado): [empty] mm
- Velocidad de corte: [empty] m/min
- Avance herramienta: [empty] mm/rev
- Avance máquina: [empty] mm/rev
- RPM calculado: [empty]
- RPM real: [empty]
- Buttons: CALCULAR, BORRAR, REGISTRAR, SALIR, INGRESAR NUEVA MÁQUINA

Figura 70. Ejemplo al Mal ingreso de datos al programa (Adelca, 2015)

En el ejemplo de la figura 70 al no ingresar la Longitud Total de Mecanizado el programa sufrió una depuración y se visualizó lo que se ilustra en la figura 71:

The screenshot shows the same software window as Figure 70, but with an error dialog box overlaid. The dialog box contains the following text:

Microsoft Visual Basic
Se ha producido el error "13" en tiempo de ejecución:
No coinciden los tipos

Buttons: Continuar, Finalizar, Depurar, Ayuda

The background form shows the following data:

- Velocidad de corte: 14 m/min
- Avance herramienta: 0,13 mm/rev
- Avance máquina: 0,11 mm/rev
- RPM calculado: 560
- RPM real: 420

Figura 71. Depuración programa por mal ingreso (Adelca, 2015)

Para solucionar este problema, se debe hacer click en el botón DEPURAR.

Al hacer click en él, saldrá la ventana del programador que presenta por qué surgió la depuración como se muestra en la figura 72.

El error de la depuración sale subrayado de color amarillo.

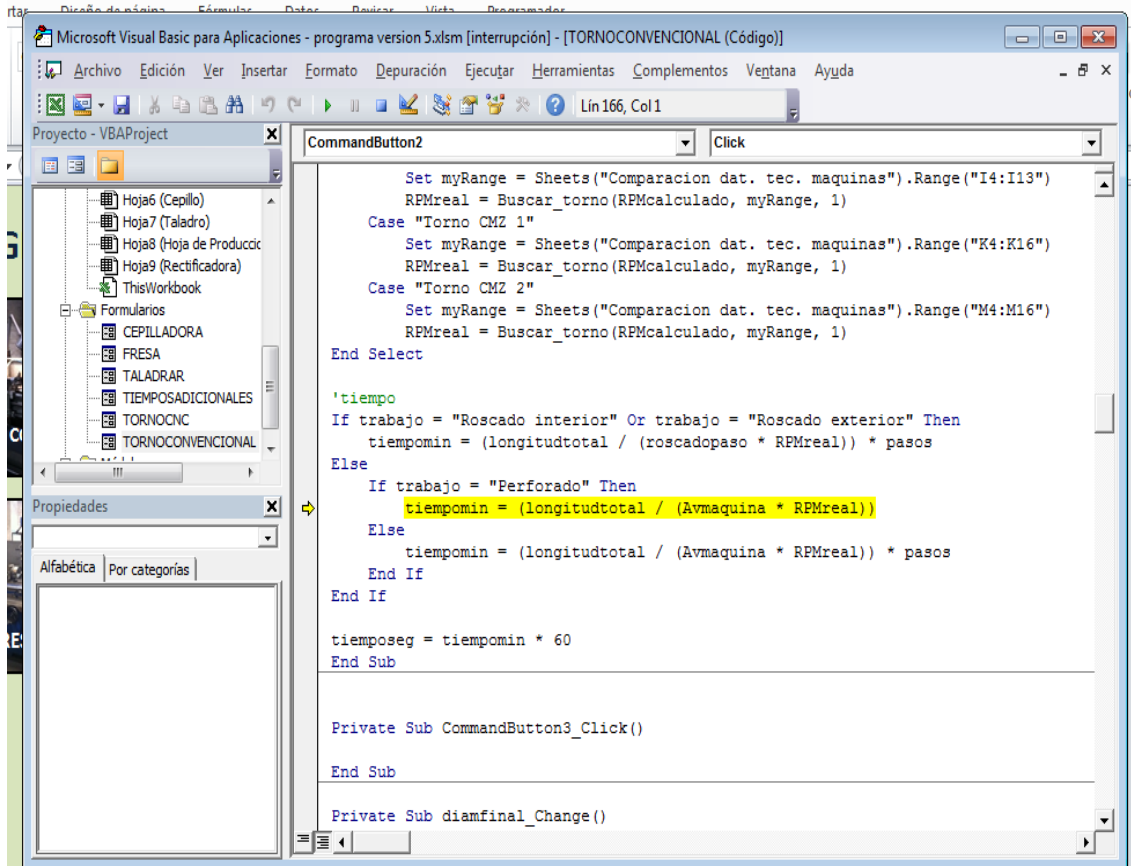


Figura 72. Depuración programa en pantalla de programador (Adelca, 2015)

Hay que tomar en cuenta que a esta programación no se la debe cambiar ningún dato.

Lo que se debe hacer es regresar al formulario minimizando la hoja del programador y se debe completar el dato que faltaba ingresar, en este caso se ingresa la Longitud Total de Mecanizado como se muestra en la figura 73.

TORNO CONVENCIONAL

Cálculo de tiempo de mecanizado para torno convencional:

Plano No. Operación N°

Máquina

Material Trabajo Herramienta

Diámetro/Longitud inicial (Diámetro de broca-Perforado) mm Diámetro/ Longitud final mm

Profundidad de corte mm Número de pasos

Paso para roscado

Longitud total de mecanizado mm
Radio a mecanizar (Refrentado)

Velocidad de corte m/min

Avance herramienta mm/rev

Avance máquina mm/rev

RPM calculado

RPM real

Resultados:

Tiempo de mecanizado min
 seg

CALCULAR BORRAR
REGISTRAR SALIR
INGRESAR NUEVA MÁQUINA

Figura 73. Ingreso de dato faltante (Adelca, 2015)

Y se presiona F5, lo que hace que el programa vuelva a correr corrigiendo el error como se muestra en la figura 74.

TORNO CONVENCIONAL

Cálculo de tiempo de mecanizado para torno convencional:

Plano No. Operación N°

Máquina

Material Trabajo Herramienta

Diámetro/Longitud inicial (Diámetro de broca-Perforado) mm Diámetro/ Longitud final mm

Profundidad de corte mm Número de pasos

Paso para roscado

Longitud total de mecanizado mm
Radio a mecanizar (Refrentado)

Velocidad de corte m/min

Avance herramienta mm/rev

Avance máquina mm/rev

RPM calculado

RPM real

Resultados:

Tiempo de mecanizado min
 seg

CALCULAR BORRAR
REGISTRAR SALIR
INGRESAR NUEVA MÁQUINA

Figura 74. Corrección de depuración del programa (Adelca, 2015)

4.8.3. BORRAR REGISTROS

Para borrar algún registro mal ingresado, lo que se debe hacer es ir a la página “Registro” (dependiendo en la máquina que se haya registrado mal) y a la página “Registro Total”, pues en esta se registra todas las operaciones de todas las máquinas.

Como ejemplo vamos a utilizar la máquina torno convencional, en este caso:

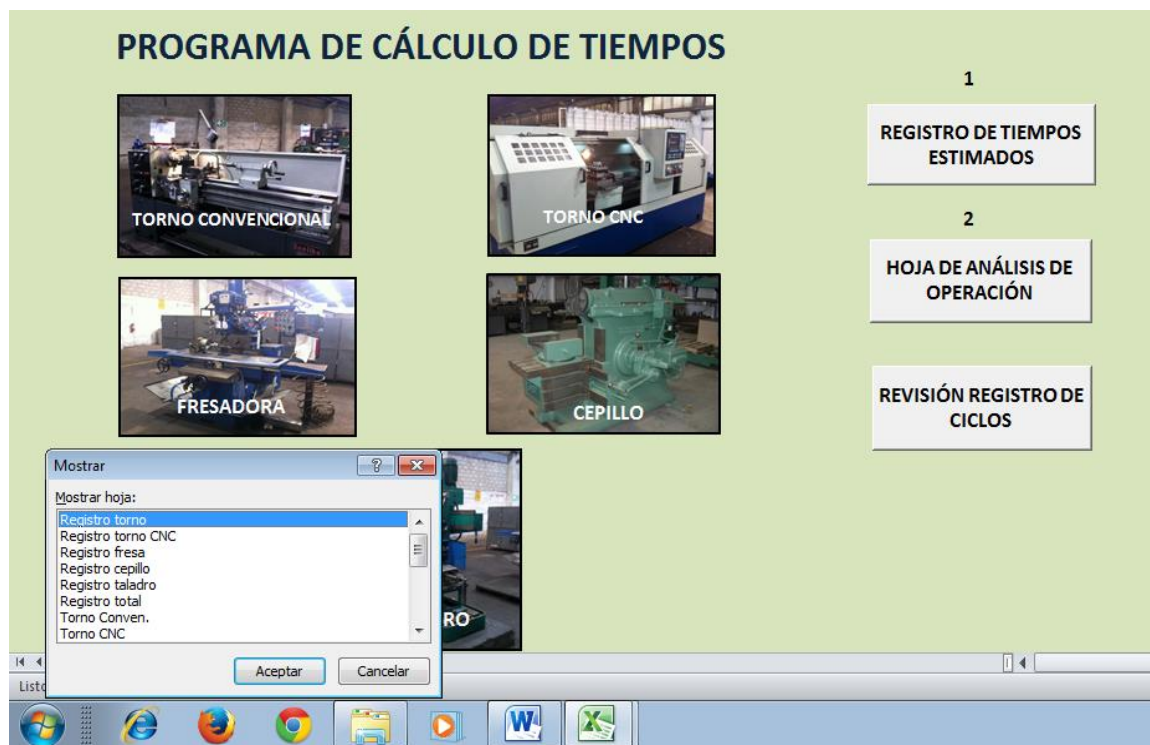


Figura 75. Borrar registros-paso 1
(Adelca, 2015)

Mostramos la página “Registro torno” y la de “Registro total”.

En la página de “Registro torno”, se debe eliminar toda la fila de la operación que se encuentre mal registrada como se encuentra en la figura 76, subrayando desde el filo izquierdo toda la fila que se requiere eliminar.

Hay que tomar en cuenta que no se debe borrar cada celda manualmente, pues esto puede alterar las fórmulas ingresadas en las mismas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
202	70,00	100212-031.	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	8	11	395,00	0,183
203	120,00	010290-005.	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,025		2,60	395,00	0,183
204	10,00	MVG0037	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado exterior	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	13	100	425,00	0,137
205	20,00	MVG0037	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	19	13,75	425,00	0,137
206	30,00	MVG0037	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado exterior	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	11,6	79,75	425,00	0,137
207	40,00	MVG0037	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,5	2	11	425,00	0,137
208	10,00	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado exterior	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	6,099999999	100	425,00	0,137
209	20,00	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	31,2	27,47	425,00	0,137
210	30,00	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado exterior	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	18,9	77,2	425,00	0,137
211	40,00	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,5	2	11	425,00	0,137
212	10,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado exterior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	8	50	395,00	0,14
213	20,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Refrentado	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	15,6	24	365,00	0,22
214	30,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado exterior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	16,1	33,8	395,00	0,14
215	40,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 6.0 MM	0	0	46,1	14,00	0,11
216	50,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 8.0 MM (5/16")	0	0	46,1	14,00	0,11
217	60,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 10.0 MM	0	0	46,1	14,00	0,11
218	70,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 13.0 MM (1/2")	0	0	18	16,00	0,14
219	80,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	13,9	11	395,00	0,14
220	90,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,1	0,529999999	28,1	395,00	0,14
221	100,00	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Roscado interior	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Ainox, Al)	0,25	3,788	28,1	155,00	0
222											
223											
224											
225											

Figura 76. Borrar registros-paso 2 (Adelca, 2015)

Y en la de "Registro Total" también se debe borrar la misma operación como en la figura 77.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
258	20	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	31,2	27,47	425	0,137
259	30	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Cilindrado exterior	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	18,9	77,2	425	0,137
260	40	MVG0039	Torno SUNLIKE	Acero	Refrentado	TCMT 16T304-PM 4225 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,5	2	11	425	0,137
261	50	MVG0039	Taladro	Acero	Perforado	BROCA 5.0 MM				35	12,00
262	10	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado exterior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	8	50	395	0,14
263	20	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Refrentado	TCMT 110208-UM 4325 (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	15,6	24	365	0,22
264	30	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado exterior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	16,1	33,8	395	0,14
265	40	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 6.0 MM	0	0	46,1	14,00	0,11
266	50	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 8.0 MM (5/16")	0	0	46,1	14,00	0,11
267	60	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 10.0 MM	0	0	46,1	14,00	0,11
268	70	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Perforado	BROCA 13.0 MM (1/2")	0	0	18	16,00	0,14
269	80	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,25	13,9	11	395	0,14
270	90	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Cilindrado interior	TNMG 16 04 04- PM (Ac, Al, Br, Fundición)	0,1	0,529999999	28,1	395	0,14
271	100	MVG0036	Torno INLASA	Acero	Roscado interior	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac, Ainox, Al)	0,25	3,788	28,1	155	1,5
272	10	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	5	60	295	0,4
273	20	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	5	60	295	0,4
274	30	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	5	60	295	0,4
275	40	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	5	60	295	0,4
276	50	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	6	50	295	0,4
277	60	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	10	50	295	0,4
278	70	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	10	50	295	0,4
279	80	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	10	50	295	0,4
280	90	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Desbaste	R290 -12T308E-PL 4230 (Ac, Al, Br)	0,5	10	50	295	0,4
281	100	MVG0040	Fresadora Fexac	Acero	Perforado	BROCA 6.0 MM	0	0	60	14	0,13

Figura 77. Borrar registros-paso 3 (Adelca, 2015)

Y listo se puede ingresar nuevamente el mismo registro, con el mismo número de operación o en otro caso cambiando el mismo.

4.8.4. INGRESAR MÁS OPERACIONES EN LA HOJA DE ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y EN LA HOJA DE PRODUCCIÓN

Si existiera el caso en el que sea necesario el ingreso de más operaciones, es importante ingresarlas en las dos hojas generadas como informe. A continuación se presenta el proceso para cada una de ellas.

4.8.4.1. Hoja de Análisis de Operación.

Para esto, se debe copiar al final la plantilla de la última operación registrada como se muestra en la figura 78.

CICLO N°	OPERACIÓN		N° PLANO	AREA	O							
40	160		0.00									
MAQUINA			MATERIAL:									
CROQUIS OPERACIÓN			HERRAMIENTA									
UTILLAJE			MEDICIÓN									
TOLERANCIA	0	PARAMETROS DE CORTE		TIEMPO								
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	d/L inicial	d/L final	p mm	N° pas. mm	L mm	Vc m/min	a mm	a ₁ mm	n Rpm	TM (h:min:seg)	C	TM (h:min:seg)
											0	

NOTA
Los campos en gris deben ser ingresados manualmente.

Figura 78. Ingreso de Operaciones en Hoja de Análisis de Operación paso 1 (Adelca, 2015)

Al copiarla se procede a cambiar los datos, en este caso se cambia los datos de las casillas de: OPERACIÓN.

En este caso en OPERACIÓN se pondrá 170, y los demás datos son actualizados automáticamente como se muestra en la figura 79.

294	CICLO N°		OPERACIÓN				N° PLANO		AREA	0								
295	40		170				0,00											
296	MAQUINA						MATERIAL:											
297	CROQUIS OPERACIÓN						HERRAMIENTA											
298							UTILLAJE		MEDICIÓN									
299																		
300																		
301																		
302																		
303																		
304																		
305																		
306																		
307																		
308	TOLERANCIA		0		PARAMETROS DE CORTE					TIEMPO								
309										MAQUINA		HOMBRE						
310	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN		d/L inicial	d/L final	p mm	N° pas.	L mm	Vc m/min	a mm/v	a _s mm/d	n Rpm	TM (h:min:seg)	C	TM (h:min:seg)				
311													0					
312																		

Figura 79. Ingreso de Operaciones en Hoja de Análisis de Operación paso 2 (Adelca, 2015)

4.8.4.2. Hoja de Producción

Para actualizar los datos en esta hoja, se debe abrir la página denominada “Hoja de Producción”.

Aquí en el registro de la última operación se debe copiar y pegar esta operación en la parte inferior seleccionando todas las filas correspondientes a esa operación, es decir agregar una operación más como se muestra en la figura 80.

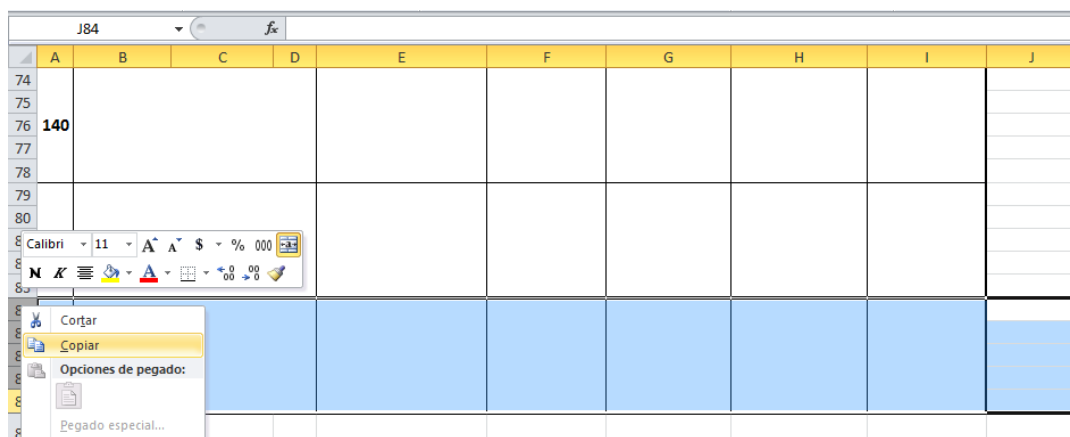


Figura 80. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 1 (Adelca, 2015)

Y al pegar se debe poner en Insertar Celdas Copiadas como se muestra en la figura 81.

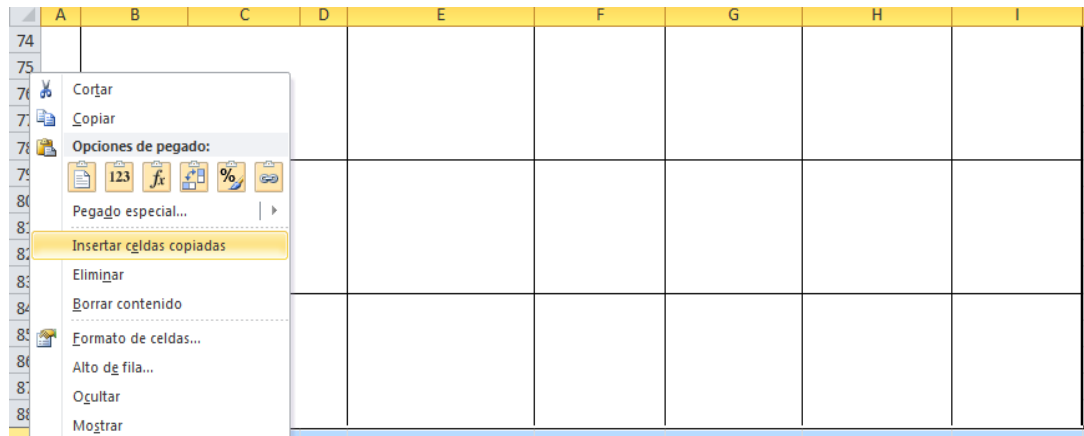


Figura 81. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 2 (Adelca, 2015)

Se cambia el número de operación y los rangos de la celda que corresponde a DESCRIPCIÓN, MÁQUINA, HERRAMIENTA, TIEMPO MÁQUINA Y TIEMPO MANO DE OBRA. Estas celdas son tomadas de la hoja de Análisis de Operación como se ilustra en la figura 82.

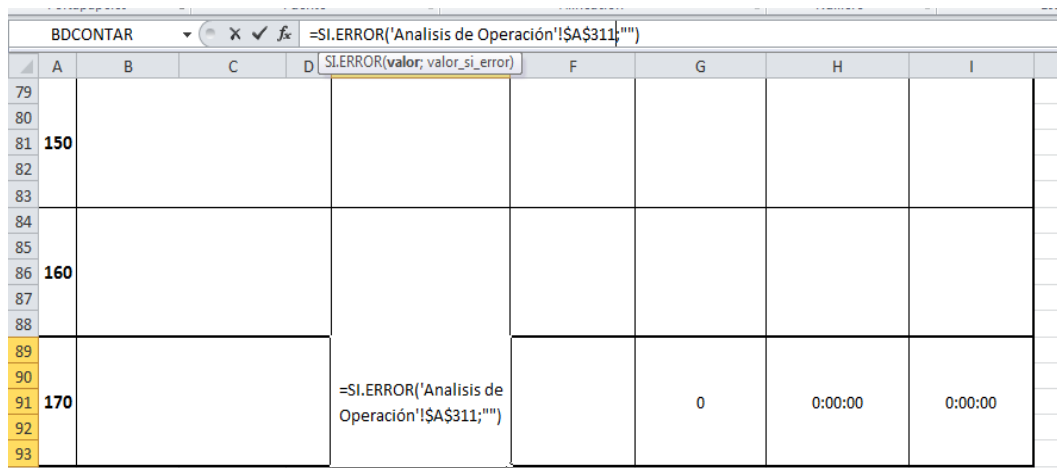


Figura 82. Ingreso de Operaciones en Hoja de Producción paso 3 (Adelca, 2015)

Y así sucesivamente con las demás celdas.

4.9. VALIDACIÓN DEL SISTEMA

Para validar el sistema actualmente se ha calculado el tiempo de 39 piezas, tomando en cuenta que algunas de ellas (19 muestras) son piezas anteriormente realizadas, por lo que permitió comparar los datos de tiempos reales con los tiempos calculados.

La tabla 15 muestra los tiempos calculados para las 19 piezas realizadas en tornos convencionales tomadas el tiempo.

Tabla 15. Tiempos comparados de 19 Piezas

N°	PLANO	CICLO	ORDEN	N° PIEZAS	TIEMPO REAL (h:min:seg)	TIEMPO CALCULADO MANO DE OBRA (h:min:seg)
1	OTP19810	9	1025673	1	1:45:00	0:55:08
2	OTP19815	11	1025673	1	1:50:00	0:47:50
3	OTP19820	10	1025673	1	1:50:00	0:53:04
4	OTP19905	12	1026174	1	2:00:00	1:43:14
5	OTP19875	13	1025153	1	3:00:00	1:50:28
6	OTP19880	14	1025153	1	2:45:00	1:34:49
7	OTP19870	15	1025209	1	2:30:00	2:06:22
8	OTP18650	16	1025968	1	3:00:00	2:00:58
9	OTP19840	18	1025211	1	1:50:00	0:59:29
10	OTP19845	19	1025211	1	1:50:00	0:49:06
11	OTP19855	22	1026547	1	2:00:00	0:50:01
12	OTP19860	23	1026547	1	2:00:00	1:45:24
13	0120DEM-029	24		1	1:15:00	6:16:46
14	2.08994.0	27		1	2:30:00	3:01:27
15	2.09186.0	28		1	1:30:00	0:58:25
16	2.09237.0	29		1	1:30:00	1:22:28
17	MLG0020	30		1	4:30:00	3:26:58
18	MLG0021	31		1	4:30:00	2:08:13
19	010290-005.	34		1	2:30:00	1:16:11

(Adelca, 2015)

De los 19 planos tomados en cuenta, se observa que en la mayoría existe una gran diferencia en los tiempos calculados y los reales, por lo que con estos tiempos se permite mejorar la planificación y tomar el control de toda la producción.

4.9.1. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Para verificar la validez del programa, luego de realizar la comparación antes mencionada se realizó un análisis costo-beneficio tomando en cuentas los tiempos reales de 19 piezas y los tiempos calculados de las mismas piezas, obteniendo los datos de la Figura 83, de acuerdo a los datos de la tabla 16:

Tabla 16. Tiempo de Mano de Obra Real y Calculado de 19 piezas.

Nº	PLANO	TIEMPO REAL MANO DE OBRA (h:min:seg)	TIEMPO CALCULADO MANO DE OBRA (h:min:seg)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA
1	OTP19810	1:45:00	0:55:08	47,49%
2	OTP19815	1:50:00	0:47:50	56,52%
3	OTP19820	1:50:00	0:53:04	51,76%
4	OTP19905	2:00:00	1:43:14	13,97%
5	OTP19875	3:00:00	1:50:28	38,63%
6	OTP19880	2:45:00	1:34:49	42,54%
7	OTP19870	2:30:00	2:06:22	15,76%
8	OTP18650	3:00:00	2:00:58	32,80%
9	OTP19840	1:50:00	0:59:29	45,92%
10	OTP19845	1:50:00	0:49:06	55,36%
11	OTP19855	2:00:00	0:50:01	58,32%
12	OTP19860	2:00:00	1:45:24	12,17%
13	0120DEM-029	1:15:00	1:37:13	-29,62%
14	2.08994.0	2:30:00	3:01:27	-20,97%
15	2.09186.0	1:30:00	0:58:25	35,09%
16	2.09237.0	1:30:00	1:22:28	8,37%
17	MLG0020	4:30:00	3:26:58	23,35%
18	MLG0021	4:30:00	2:08:13	52,51%
19	010290-005.	2:30:00	1:16:11	49,21%
			TOTALES	31,01%

(Adelca, 2015)

En la tabla 16 se refleja la diferencia existente entre los tiempos reales y los calculados por el programa en cada pieza, obteniendo así un 31,01% equivalente a la disminución del tiempo real.

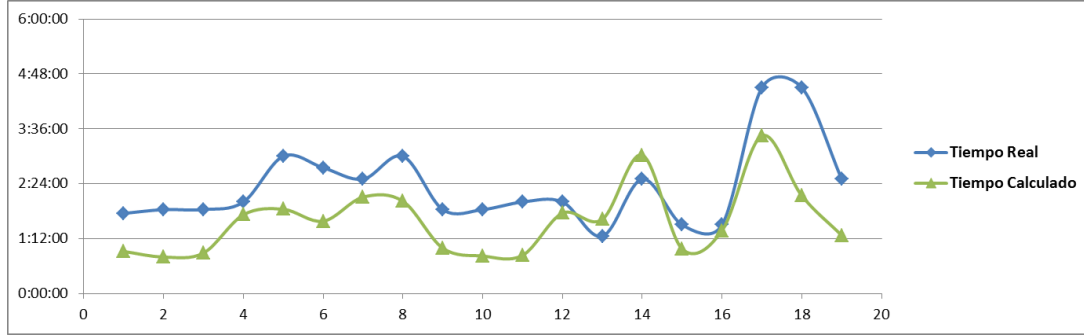


Figura 83. Análisis N° piezas Vs Tiempo de Mano de Obra (Adelca, 2015)

A través de la figura 83 se analizó el costo del tiempo utilizado tanto para el tiempo real y el calculado, obteniendo los siguientes datos sabiendo que el costo por hora es de \$17,70.

Tabla 17. Análisis Costo- Beneficio

N°	PLANO	TIEMPO REAL MANO DE OBRA (h:min:seg)	TIEMPO CALCULADO MANO DE OBRA (h:min:seg)	COSTO MANO DE OBRA REAL	COSTO MANO DE OBRA CALCULADO
1	OTP19810	1:45:00	0:55:08	\$ 30,98	\$ 16,26
2	OTP19815	1:50:00	0:47:50	\$ 32,45	\$ 14,11
3	OTP19820	1:50:00	0:53:04	\$ 32,45	\$ 15,65
4	OTP19905	2:00:00	1:43:14	\$ 35,40	\$ 30,45
5	OTP19875	3:00:00	1:50:28	\$ 53,10	\$ 32,59
6	OTP19880	2:45:00	1:34:49	\$ 48,68	\$ 27,97
7	OTP19870	2:30:00	2:06:22	\$ 44,25	\$ 37,28
8	OTP18650	3:00:00	2:00:58	\$ 53,10	\$ 35,69
9	OTP19840	1:50:00	0:59:29	\$ 32,45	\$ 17,55
10	OTP19845	1:50:00	0:49:06	\$ 32,45	\$ 14,48
11	OTP19855	2:00:00	0:50:01	\$ 35,40	\$ 14,75
12	OTP19860	2:00:00	1:45:24	\$ 35,40	\$ 31,09
13	0120DEM-029	1:15:00	1:37:13	\$ 22,13	\$ 28,68
14	2.08994.0	2:30:00	3:01:27	\$ 44,25	\$ 53,53
15	2.09186.0	1:30:00	0:58:25	\$ 26,55	\$ 17,23
16	2.09237.0	1:30:00	1:22:28	\$ 26,55	\$ 24,33
17	MLG0020	4:30:00	3:26:58	\$ 79,65	\$ 61,06
18	MLG0021	4:30:00	2:08:13	\$ 79,65	\$ 37,82
19	010290-005.	2:30:00	1:16:11	\$ 44,25	\$ 22,47
			TOTALES	\$ 789,13	\$ 533,00

(Adelca, 2015)

En la tabla 17 se muestra los costos calculados para cada pieza comparada, se puede observar que los costos rebajaron de \$789,13 a \$533,00 es decir hay una disminución del 32,45%, lo que demuestra que la utilización del programa trae grandes beneficios al ser utilizado.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado el sistema para cálculo de tiempos de procesamiento de piezas/ partes del taller de máquinas y herramientas se ha llegado a las siguientes conclusiones, las que tienen como objetivo mantener una mejora continua de los procedimientos implementados.

5.1. CONCLUSIONES

- Para el análisis de las operaciones del taller de máquinas y herramientas, fue indispensable verificar la correcta estandarización de los procesos y así facilitar la identificación del área en la que existe un problema, lo cual está detallado en la sección IV de Análisis de Resultados.
- La mayoría de herramientas utilizadas en máquinas como Tornos y Fresadoras, tienen su propio catálogo con sus datos técnicos correspondientes, lo que permitió realizar una correcta clasificación de las mismas para cada tipo de operación que realizan las máquinas, además de permitir al sistema extraer datos técnicos propios de las herramientas y así compararlos con los de las máquinas, obteniendo una relación máquina-herramienta.
- Para la realización de un sistema de cálculo de tiempos de acuerdo al método de Fórmulas Analíticas, es importante tomar en cuenta todos los datos técnicos de las máquinas existentes en la empresa, puesto que no todos los valores calculados pueden ser utilizados y es necesario que estos sean calculados con los datos reales de las máquinas.

- Las hojas de cálculo utilizadas para la realización de este sistema, son herramientas actualmente muy utilizadas por las empresas para llevar sus registros o facilitar cualquier actividad ya que su funcionamiento es sencillo y su entorno gráfico es de fácil entendimiento, además de no ser de gran costo y que la mayoría de personas ya se encuentren familiarizados con el mismo.
- Los lenguajes de programación facilitaron la creación del sistema, tomando en cuenta las hojas de cálculo donde se registró la información y pudiendo extraer dichos datos de acuerdo al uso que se requiera logrando obtener mayor automatización en los procesos.
- La realización del sistema permitió conocer y comparar información teórica adquirida en la universidad con información práctica obtenida en la empresa, complementando el conocimiento y adquiriendo experiencia.
- La validación del sistema mediante un análisis de costo-beneficio permitió verificar el funcionamiento correcto del programa, por lo que fue una herramienta muy útil para conocer el beneficio que se obtuvo con el programa de acuerdo al costo que era generado antiguamente sin la toma de control de la producción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Antes de utilizar el programa, es importante primero leer el manual de funcionamiento del mismo, evitando tener errores en el futuro.
- Es necesario brindar capacitación a las personas que estarán a cargo del sistema, con el fin de obtener resultados precisos y justos, además de mantener el sistema en un estado correcto y que no presente fallas.
- Permitir e incentivar a los trabajadores al apoyo de este sistema, con el fin de obtener resultados favorables no solo para la empresa sino para sí mismos, cumpliendo objetivos conjuntamente.
- Permitir a los trabajadores dar sugerencias sobre el sistema y llegar a acuerdos conforme a los valores obtenidos realmente y los calculados por el programa, logrando beneficios para ambas partes y evitando disgustos.

6. BIBLIOGRAFÍA

ADELCA (2015). ADELCA Acería del Ecuador. Recuperado de:
<http://www.adelca.com/sitio/esp/index.php>

ADELCA (2015). Manual de Usuario Programa Tiempos de Mecanizado. Ecuador.

Andes (2013). *La industria ecuatoriana avanza en la producción de acero con el reciclaje de chatarra*. Recuperado de:
www.andes.info.ec/es/noticias/industria-ecuatoriana-avanza-produccion-acero-reciclaje-chatarra.html

Andrade, O (2012). Manual de prácticas para el torno de control numérico (cnc) del taller de mecánica (Tesis). Universidad Veracruzana: Xalapa.

Andrade, O (2012). *Manual de prácticas para el torno de control numérico (cnc) del taller de mecánica* (Tesis). Universidad Veracruzana: México

Artieda, C (2014). Diseño de un Sistema para la planificación y control de la producción en la empresa FRUCONSA, basado en la estandarización de tiempos. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.

Avilia, S (2014). *Estado Maquinaria: Ingeniería Industrial*. ADELCA: Ecuador.

Bautista, D (2010). *Manual de mantenimiento y operación del Torno Paralelo* (Tesis). Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense: México.

BRICO-TODO (2011). Fresar. Recuperado de:
<http://www.bricotodo.com/fresar.htm>

BRICO-TODO (2011). TALADRAR. Recuperado de:
<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>

- Bustamante (2006). *Fórmula de Tiempo*. Universidad Nacional Experimental del Táchira.
- Bustos, J (2014). Implantación de tiempos estándar en los procesos de corte argentino de carne aplicando ingeniería de métodos en la industria cárnica “GUACHALÁ”. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Cabrera, D (2014). Estudio para la estandarización de métodos de trabajo y tiempos de producción en la empresa de muebles modulares metálicos para oficinas “Rueda Cabrera Cía. Ltda.” de la ciudad de Quito. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Camasis, E (2009). Cepilladoras. Recuperado de: <http://www.geocities.ws/meduardo/proyectos/cepilladoras.html>
- Cantú, J (2012). *Clasificación de las Herramientas e Instrumentos*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/104583435/Clasificacion-de-las-Herramientas-e-instrumentos>.
- Caso, A (2006). *Técnicas de Medición del Trabajo*. Segunda Edición. España: FC Editorial.
- Castro, M (2014). Estudio para determinar estándares de tiempo de producción mediante gestión por procesos en el área de sacheteado de la empresa MARCSEAL S.A. de la ciudad de Quito. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Colmenárez, R (2013). Concepto de la fresadora tipos y herramientas que se utilizan. Recuperado de: <http://rcbay3224.blogspot.com/2013/01/fresadora-mecanica-una-fresadora-es-una.html>

- De Máquinas y Herramientas (2010). *¿Qué son y cómo funcionan las fresadoras?* Recuperado de:
<http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/fresadoras-que-son-y-para-que-sirven>
- Delgado, J (2014). Planteamiento de la metodología de modelación de procesos industriales para el diseño de simuladores. Caso estudio: Métodos de trabajo y estudio de tiempos. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- EcuRed (2014). Cepilladora (máquina herramienta). Recuperado de:
[http://www.ecured.cu/index.php/Cepilladora_\(m%C3%A1quina_herramienta\)](http://www.ecured.cu/index.php/Cepilladora_(m%C3%A1quina_herramienta))
- Ezeta (2014). Tabla de velocidades normales para brocas. Recuperado de:
<http://www.ezeta.com/catalogo/pdf/pag100-tecnica.pdf>
- García, E (2012). Optimización de la producción mediante estudio de tiempos con cronómetro en la fábrica de muebles ARTECUA S.A. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- García, R (2005). Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del trabajo. México: Mc Graw Hill
- Heizer, J (2009). Principios de Administración de Operaciones. México: Mc Graw Hill.
- Instituto Nacional de Preinversión (2013). *Estudio básico de la Industria Siderúrgica en Ecuador.* Recuperado de:
www.preinversion.gob.ec/estudio-basico-de-la-industria-siderurgica-en-ecuador-2/
- Jarrín, E (2012). Estudio para la estandarización de los procesos de fabricación aplicando estudio de métodos, tiempos y movimientos en la empresa

- Grupo MAIC PLASTIC. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Kioskea, 2014. Lenguajes de Programación. Recuperado de: <http://es.kioskea.net/contents/304-lenguajes-de-programacion>
- Londoño, N (2005). Descripción del diseño y construcción de un torno de control numérico. Universidad EAFIT: Colombia.
- Meyers, F & Stephens, M (2006). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. Tercera edición. México: Pearson.
- Meyers, F (2000). Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición. México: Pearson.
- Microsoft (2013). *Visual Basic*. Recuperado de: <http://msdn.microsoft.com/es-es/vstudio/hh388573>
- Niebel, B (2009). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Alfaomega.
- Ninou (2014). Software TEMPO. Recuperado de http://www.mecaninou.com/_es/Software+TEMPO/ed5
- Orellana, E (2010). *Evaluación Proyecto ADELCA*. Universidad Politécnica Nacional: Ecuador.
- Páez, W (2009). Estudio de “optimización de tiempos” para una mayor producción de morteros implementando maquinaria especial en la empresa CADECO de la ciudad de Quito. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Palacios, L (2010). *Ingeniería de métodos, Movimientos y Tiempos*. Recuperado de: http://www.ecoediciones.com/presentacion_ingmetodos.pdf

- Pérez, E (2014). Estudio del Método de Trabajo y Estandarización de Tiempos para la Optimización de la Producción y Creación de indicadores de productividad. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Piqué, T (2000). Cepilladora. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: España
- Retana, B & Aguilar, M (2013). *Ingeniería de Métodos*. Recuperado de: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw>
- Rossi, M (s.f.). *Máquinas: Herramientas Modernas*. Octava Edición. Editorial Ulrico Hoepli: España.
- Salazar, B (2010). *Ingeniería de Métodos*. Recuperado de: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>
- Sánchez, J (2013). Diseño de un sistema de tiempos estándar, para validación de las rutas de fabricación de productos textiles de alta rotación en la empresa Fabril Fame mediante la aplicación de ingeniería de métodos. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.
- Sandvik (2010). Catálogo principal: Herramientas de corte de Sandvik Coromant. Editorial Elanders: Suecia
- Sandvik (2010). *Herramientas CoroKey*. Editorial Elanders: Suecia.
- Sandvik (2010). *Herramientas de corte*. Editorial Elanders: Suecia.
- Sandvik (2015). Calculadora de mecanizado. Recuperado de http://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/calculators_and_software/apps_for_download/pages/machining-calculator-app.aspx

Siternordeste, 2015. La Cepilladora. Recuperado de:
http://www.siternordeste.com/mecanica/maquinas_herramientas_1.htm

Solano, M (2013). Estudio para el incremento de la producción en la sección tejeduría mediante un análisis de los métodos y tiempos de trabajo en la empresa de confecciones FIBRAN Cía. Ltda. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.

Tornos S.A (2014). *Swiss machine-tool manufacturer*. Recuperado de:
<http://www.tornos.com/en>

Universidad de Ciencias Comerciales (s.f). *Importancia del uso de Microsoft Office Excel en las Grandes y Medianas Empresas*. Recuperado de:
<http://www.uccvirtual.edu.ni/publicaciones/54-importancia-del-uso-de-microsoft-office-excel-en-las-grandes-y-medianas-empresas.html>

Vásconez, D (2009). Estudio de optimización de la productividad mediante estudio de tiempos en la fábrica Textil TEXVAD S.A. (Tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial: Ecuador.

Walter, 2015. Calculadora de Mecanizado Walter. Recuperado de:
<http://www.walter-tools.com/es-es/press/media-portal/apps/tools-more/pages/default.aspx>

Willey, J (2012). *Practical Database Programming with Visual Basic.Net*. 2da Edición. New Jersey: Bai.Ying




Wordpress (2011). Fresadora. Recuperado de
<https://pyrosisproyect.wordpress.com/category/fresadora/>

ANEXOS



ANEXOS



ANEXO I. Productos realizados por ADELCA C.A.

PRODUCTO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN	USOS
VARILLA RECTA		Varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales que asegura una alta adherencia con el concreto.	Refuerzo en estructuras de hormigón.
VARILLA FIGURADA		Varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales, cortada y figurada a exactitud a pedidos de cliente.	Refuerzo para hormigón armado.
ÁNGULOS		Perfil angular a 90° de alas iguales, en acero de baja aleación, laminados en caliente.	Construcción de estructuras Metalmecánica Muebles Vehículos Puertas Ventanas
BARRAS CUADRADAS		Barras de acero de sección cuadrada, laminados en caliente.	Metal- mecánico Muebles Cerrajería Rejas




			<p>Puertas</p> <p>Ventana</p> <p>Vehículos</p>
<p>BARRAS REDONDAS LISAS</p>		<p>Barras de acero de sección circular, lisas, laminadas en caliente.</p>	<p>Metal- mecánico</p> <p>Muebles</p> <p>Cerrajería</p> <p>Verjas</p> <p>Pernos</p>
<p>PLETINAS</p>		<p>Pletinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular.</p>	<p>Metal- mecánico</p> <p>Cerrajería</p> <p>Muebles</p> <p>Vehículos</p> <p>Carpintería metálica.</p>
<p>TEES</p>		<p>Perfiles T en acero de baja aleación, laminados en caliente.</p>	<p>Estructuras espaciales</p> <p>Celosías</p> <p>Cerchas</p> <p>Arcos</p> <p>Bóvedas</p> <p>Puertas</p> <p>Ventanas</p> <p>Muebles</p> <p>Vehículos</p> <p>Verjas</p> <p>Cerramientos</p>


<p>ALAMBRE DE ALTO CARBONO</p>		<p>Alambre de acero con alto contenido de carbono.</p>	<p>Estructura de resortes para colchones, asientos automotrices, resortes mecánicos, cables tensores</p>
<p>ALAMBRE DE ALTO CARBONO SUPERIOR</p>		<p>Alambre de acero con alto contenido de carbono. Triple Galvanizado.</p>	<p>Refuerzo en conductores eléctricos. Cercas eléctricas.</p>
<p>ALAMBRE DE PÚAS</p>		<p>Cordón torsionado formado por dos alambres de acero galvanizado con púas de cuatro puntas enrolladas en el cordón.</p>	<p>Cerramientos ganaderos y agrícolas.</p>
<p>ALAMBRE DE PÚAS SUPERIOR</p>		<p>Cordón torsionado formado por dos alambres de acero. Triple Galvanizado, con púas de 4 puntas enrolladas que garantizan mayor duración y resistencia.</p>	<p>Cercas ganaderas Cerramientos agrícolas, terrenos, plantaciones, perimetrales de industrias, viviendas.</p>

<p>ALAMBRE GALVANIZADO</p>		<p>Alambre de acero de sección circular con superficie lisa recubierto con zinc que resiste la oxidación.</p>	<p>Amarre estructural Mallas de cerramiento Jaulas Gaviones Tensores Invernaderos Clips Grapas Asas</p>
<p>ALAMBRE RECOCIDO</p>		<p>Alambre de acero de baja resistencias (suave) de sección circular con superficie lisa.</p>	<p>Para amarre estructural y de pacas.</p>

<p>ALAMBRE TREFILADOS</p>		<p>Rollos de acero trefilado de sección circular con superficie lisa o corrugada.</p>	<p>Estribos Viguetas Mojones Tapas de canalización Postes de luz Clavos Alambres Resortes Armadores Ganchos Pasadores Cerrajería Remaches Estropajos Juguetería Adornos.</p>
<p>CLAVOS</p>		<p>Elemento de sujeción fabricado a partir del alambre de acero trefilado.</p>	<p>Encofrados Muebles Cajas de madera Carpintería</p>
<p>CONCERTINAS SUPERIOR</p>		<p>Obstáculos de protección de forma helicoidal, fabricadas con láminas de acero y alambre galvanizado.</p>	<p>Seguridad perimetral Protección de viviendas Terrenos e industrias.</p>

<p>GRAPAS</p>		<p>Elemento de sujeción.</p>	<p>Sujeción de alambre de púas.</p>
<p>MALLAS DE CERRAMIENTO</p>		<p>Eslabones entrelazados.</p>	<p>Cerramientos</p>
<p>MALLAS DE CERRAMIENTO SUPERIOR</p>		<p>Eslabones entrelazados con terminaciones/puntas torsionadas.</p>	<p>Cerramientos de terrenos, industrias, parques.</p>
<p>MALLAS DE TUMBADO</p>		<p>Panel formado por celdas que se obtienen de corte y estiramiento de una lámina de acero.</p>	<p>En cielo raso y afines.</p>
<p>MALLAS ELECTROSOLDADAS SISMORESISTENTES</p>		<p>Formado por varillas corrugadas en diámetros 8-10 y 12mm dispuestas ortogonalmente formando recuadros regulares de 15-50 cm.</p>	<p>Estructuras como refuerzo en pavimentos. Muros de contención Plintos Fundiciones para edificios Losas</p>

<p>MALLAS ELECTROSOL DADAS TREFILADAS</p>		<p>Panel electrosoldado formado por varillas lisas o corrugadas en varios diámetros dispuestas perpendicularmente formando recuadros regulares de 10 a 50 cm.</p>	<p>Refuerzo estructural en: Muros Pavimentos Piscinas Canchas Cisternas</p>
<p>VARILLAS TREFILADAS</p>		<p>Varilla de acero trefilado de sección circular con superficie lisa o corrugada.</p>	<p>Estribos Mallas Vigas Columnas Viguetas Mojones Tapas de canalización Postes de luz</p>
<p>VIGAS</p>		<p>Armadura de sección rectangular producida en base a varillas trefiladas o varillas de acero.</p>	<p>Refuerzo de hormigón en: Pórticos Columnas Vigas Postes</p>

VIGUETAS		Armadura de forma triangular producida en base a varillas trefiladas con diámetros y longitudes de acuerdo a las necesidades de los clientes.	Losas Postería
-----------------	---	---	-------------------

ANEXO II. Máquinas y Datos técnicos

TORNO HEID

Máquina procedente de Alemania, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 70%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	HEID	
	MODELO:	DLZK 630
	# DE SERIE:	863011
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1965
	EFICIENCIA:	70%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	21HP
	RPM:	1720
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 440V
PROCEDENCIA:	ALEMANIA	

(Avilia, 2014)

TORNO INLASA

Máquina procedente de España, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 75%. La máquina se encuentra en un estado aceptable de trabajo, no muy eficiente debido a que ha ido perdiendo su capacidad de trabajo por el tiempo de vida de la máquina (Avilia, 2014).



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	INLASA	
	MODELO:	405
	# DE SERIE:	630863
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1979
	EFICIENCIA:	75%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	5.5HP
	RPM:	1140
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

TORNO CMZ1

Máquina procedente de España. La máquina debido a sus años de servicio y múltiples arreglos posee un desgaste en la mayoría de sus componentes por lo que las piezas realizadas en ella no tienen una buena precisión, teniendo una eficiencia de 20%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	CMZ	
	MODELO:	T-410
	# DE SERIE:	79-1616
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1979
	EFICIENCIA:	20%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	3HP
	RPM:	1430
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V

(Avilia, 2014)

TORNO CMZ2

Máquina procedente de España, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 20%. Al igual que la máquina anterior, este torno sufre desgaste en la mayoría de sus componentes que no permite que las piezas tengan una buena precisión.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	CMZ	
	MODELO:	L-625
	# DE SERIE:	
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1979
	EFICIENCIA:	20%
MOTOR		
	TIPO:	
	POTENCIA:	5.5HP
	RPM:	1720
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

TORNO CIUTAR

Máquina procedente de España, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 30%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	CIUTAR	
	MODELO:	L180
	# DE SERIE:	
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1971
	EFICIENCIA:	30%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	5HP
	RPM:	1430
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

TORNO SUNLIKE

Máquina procedente de Taiwán, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 70%. Es de las máquinas más utilizadas en la actualidad en el taller.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	SUNLIKE	
	MODELO:	SL-1660
	# DE SERIE:	TY-0301-030
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2010
	EFICIENCIA:	70%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	5HP
	RPM:	2000
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	TAIWAN	

(Avilia, 2014)

TORNO DUPLO

Fabricada en Italia, controlada mediante control numérico computarizado. Cuenta con una eficiencia del 90% por lo que al momento la máquina se encuentra en un estado óptimo de operación.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	DIAMANT	
	MODELO:	40 BI
	# DE SERIE:	900/2000/150
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1996
	EFICIENCIA:	90%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	34HP
	RPM:	6500
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 400V
PROCEDENCIA:	ITALIA	

(Avilia, 2014)

TORNO SUNLIKE CNC

Máquina fabricada en Taiwán. Es de las máquinas más nuevas que posee el taller por lo que se encuentra en perfecto estado, con una eficiencia de 100%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	SUNLIKE	
	MODELO:	SL-510X2000C
	# DE SERIE:	TY-1101-014
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2011
	EFICIENCIA:	100%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	10HP
	RPM:	2500
	VOLTAJE:	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	TAIWAN	

(Avilía, 2014)

FRESADORA FEXAC

Máquina fabricada en España. Esta máquina, debido a sus años de servicio, en la actualidad presenta un alto grado de desgaste, siendo su eficiencia 60%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	FEXAC	
	MODELO:	
	# DE SERIE:	
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1983
	EFICIENCIA:	60%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	7HP
	RPM:	1440
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

FRESADORA SUNLIKE CN

Máquina fabricada en Taiwán. Es otra de las máquinas más nuevas que posee el taller por lo que se encuentra en perfecto estado, con una eficiencia de 90%.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	SUNLIKE	
	MODELO:	SL-2500SVH
	# DE SERIE:	TY-1108-149
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2011
	EFICIENCIA:	90%
MOTOR VERTICAL	TIPO:	
	POTENCIA:	5HP
	RPM:	60-3600
	VOLTAJE:	Actualmente trabaja a 220V
HORIZONTAL	TIPO:	
	POTENCIA:	5HP
	RPM:	57-1227
	VOLTAJE:	Actualmente trabaja a 220V

(Avilía, 2014)

TALADRO

Máquina procedente de Taiwán, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 100% lo que quiere decir que encuentra en perfecto estado.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	SUNLIKE	
	MODELO:	SL-900
	# DE SERIE:	TY-1006080
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2010
	EFICIENCIA:	100%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	
	RPM:	
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	TAIWAN	

(Avilia, 2014)

CEPILLO WYKE

Máquina procedente de España, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 60%



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	WYKE	
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1971
	EFICIENCIA:	60%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	3.5HP
	RPM:	1750
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 220V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

CEPILLO CMZ

Máquina procedente de España, permite realizar operaciones en diferentes tamaños de piezas, teniendo una eficiencia del 65%, aunque actualmente la máquina se encuentra con varias deficiencias, que no permite un trabajo óptimo.



DATOS TÉCNICOS		
FABRICANTE:	CMZ	
	MODELO:	L-625
	# DE SERIE:	79-449
	AÑO DE FABRICACIÓN:	1979
	EFICIENCIA:	65%
MOTOR	TIPO:	
	POTENCIA:	4 HP
	RPM:	1720
	VOLTAJE	Actualmente trabaja a 400V
PROCEDENCIA:	ESPAÑA	

(Avilia, 2014)

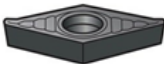


ANEXO III. Operaciones Tornos CNC

TORNO CNC	
TORNO SUNLIKE CNC	TORNO DUPLO CNC
Programación	Programación
Centrado	Centrado
Perforado	Perforado
Refrentado	Refrentado
Cilindrado interior	Cilindrado interior
Cilindrado exterior	Cilindrado exterior
Roscado interior	Roscado interior
Roscado exterior	Roscado exterior
Rectificado	Rectificado
Tronzado	Tronzado
Ranurado interior	Ranurado interior
Ranurado exterior	Ranurado exterior
Torneado de forma	Torneado de forma
Acabado (ajustes)	Acabado (ajustes)
Desbaste	Desbaste








ANEXO IV. Operaciones Fresadoras, Cepillos, Taladro, Sierra y Horno

FRESADORA					
FRESADORA CONVENCIONAL (FEXAC)	FRESADORA SUNLIKE CN	CEPILLADORA	TALADRO	SIERRA DE CORTE	HORNO
Chaveteros	Chaveteros	Planeado	Perforado	corde	Tratamiento térmico revenido
Centrado	Centrado	Centrado	Roscado		Tratamiento térmico temple
Chavetas	Chavetas	Chaveteros			Tratamiento térmico cementado
Estriado	Estriado	Chavetas			
Planeado	Planeado	Cepillado angular			
Perforado	Perforado	Ranurados			
Ranurado interior	Ranurado interior	Rectificado de guías			
Ranurado externo	Ranurado externo	Acabado			
Tallado de piñones rectos y helicoidales	Tallado de piñones rectos	Desbaste			
Fresado de forma	Fresado de forma				

ANEXO V. Herramientas para Torno CNC

GRAFICO	Herramientas	Profundidad de corte ap (mm)	Avance fn (mm/r)	Velocidad de corte vc (m/min)	Materiales
	DNGN 15 07 08T01020-670	1,5 1,5	0,1	223	Aleaciones termoresistentes Acero templado
	RCGX 0606 00T01020 670	0,9 0,6	0,41	213	Aleaciones termoresistentes Acero templado
	RCGX 0907 00E 670	1,2 0,9	0,40	230	Aleaciones termoresistentes Acero templado

ANEXO VI. Herramientas para Fresadora

GRAFICO	Herramientas	Profundidad de corte ap (mm)	Avance fn (mm/r)	Velocidad de corte vc (m/min)	Materiales
	CNMG 12 04 08-PM 4235	3	0,3	210	Acero
	CNMM120408 SR HB7010	5	0,8	163	Acero
	N151.2-400-5E 4225		0,12	160 125	Acero Fundición gris
	R290 -12T308E-PL 4230	10,7	0,05	295	Acero
	R290-12T308M-PM 4230	10,7	0,15	250	Acero
	R390-11T308M.PM-4230		0,1	320	Acero
	SPKN 1203 EDR 4230		0,16 0,18	250 155	Acero Fundición gris






ANEXO VI. Herramientas específicas de la Fresadora- Fresas

FRESAS				
FRESA CIRCULAR 3/4		0,015	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA DE DIAMANTE 6 MM		0,02	350 350 350 450 500	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA DE DIAMANTE 12 MM		0,04	350 350 350 450 500	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA DE DIAMANTE 8 MM		0,025	350 350 350 450 500	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 4 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 5 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 6 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 8 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 9 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 10 MM		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 12 MM		0,04	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris

ANEXO VI. Herramientas específicas de la Fresadora- Fresas continuación...

FRESA FRONTAL 13 MM		0,04	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 14 MM		0,04	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 16 MM		0,05	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 18 MM		0,06	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 20 MM		0,07	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA FRONTAL 22 MM		0,08	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA MODULAR 2MM (JGO-8-PZ)		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA MODULAR MODULO 7		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA MODULAR MODULO 8		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris
FRESA RANURAR T 5/8 X 1/8		0,03	80 80 80 250 80	Acero Acero Inoxidable Ac. Pretemplado Aluminio Bronce Fundición Gris

ANEXO VII. Herramientas para Cepillo

Gráfico	Herramientas	Profundidad de corte ap (mm)	Avance fn (mm/r)	Velocidad de corte vc (m/min)	Materiales
ACERO RÁPIDO HSS					
	1/2*1/2 * 6"	4	0,1	65 80 104 61	hierro bronce aluminio acero
	1/4 X 1/4 X 4"	4	0,1	66 80 104 61	hierro bronce aluminio acero
	3/8 x 3/8 x 4"	4	0,1	67 80 104 61	hierro bronce aluminio acero
	5/16 x 5/16 x 4"	4	0,1	68 80 104 61	hierro bronce aluminio acero
	1/2 X 1/2 X 4"	4	0,1	69 80 104 61	hierro bronce aluminio acero

ANEXO VIII. Herramientas para Taladro (Brocas)

Gráfico	Herramientas	Avance fn (mm/r)	Velocidad de corte vc (m/min)	RPM
BROCAS				
	BROCA 1.0 MM	0,07	12	3820
	BROCA 1.5 MM	0,07	12	2546
	BROCA 2.0 MM	0,07	12	1910
	BROCA 2.5 MM	0,07	12	1528
	BROCA 3.0 MM	0,07	12	1273
	BROCA 3.5 MM	0,07	12	1091
	BROCA 4.0 MM (5/32")	0,07	12	955
	BROCA 4.5 MM	0,07	12	849
	BROCA 4.7 MM (3/16")	0,07	12	849
	BROCA 5.0 MM	0,07	12	764
	BROCA 5.5 MM	0,13	14	694
	BROCA 6.0 MM	0,13	14	637
	BROCA 6.5 MM (1/4")	0,13	14	588
	BROCA 7.0 MM	0,13	14	546
	BROCA 7.5 MM	0,13	14	509
	BROCA 8.0 MM (5/16")	0,13	14	477
	BROCA 8.5 MM	0,13	14	449
	BROCA 9.0 MM	0,13	14	424
	BROCA 9.5 MM (3/8")	0,13	14	402

ANEXO VIII. Herramientas para Taladro (Brocas) continuación...

	BROCA 10.0 MM	0,13	14	382
	BROCA 10.5 MM	0,16	16	382
	BROCA 11.0 MM	0,16	16	347
	BROCA 11.5 MM	0,16	16	347
	BROCA 12.0 MM	0,16	16	318
	BROCA 12.5 MM	0,16	16	318
	BROCA 13.0 MM (1/2")	0,16	16	294
	BROCA 13.5 MM	0,16	16	294
	BROCA 14.0 MM	0,16	16	273
	BROCA 14.3 MM (9/16")	0,16	16	273
	BROCA 14.5 MM	0,16	16	273
	BROCA 15.0 MM	0,16	16	239
	BROCA 16.0 MM (5/8")	0,19	18	239
	BROCA 17.0 MM	0,19	18	239
	BROCA 19.0 MM (3/4")	0,19	18	201
	BROCA 19.5 MM	0,19	18	201
	BROCA 20.0 MM	0,19	18	191
	BROCA 21.0 MM	0,21	21	191
	BROCA 22.0 MM	0,21	21	174
	BROCA 23.0 MM	0,21	21	174
	BROCA 24.0 MM	0,21	21	153
	BROCA 25.0 MM (1")	0,21	21	147

ANEXO VIII. Herramientas para Taladro (Brocas de Cobalto) continuación...

COBALTO				
	BROCA D/COBALTO 1.00 MM	0,10	13	875
	BROCA D/COBALTO 2.00 MM	0,10	13	875
	BROCA D/COBALTO 3.00 MM (1/8")	0,10	13	875
	BROCA D/COBALTO 4.00 MM (5/32")	0,10	13	875
	BROCA COBALTO 4.7 MM (3/16")	0,10	13	875
	BROCA D/COBALTO 5.00 MM	0,20	13	875
	BROCA D/COBALTO 6.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 6.5 MM (1/4")	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 7.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 8.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 9.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 9.50 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 10.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 11.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 12.00 MM	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 13 MM (1/2")	0,20	13	285
	BROCA D/COBALTO 16 MM (5/8")	0,2	13	130

ANEXO IX. Clasificación de Herramientas para Tornos CNC de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r).

Velocidad de corte (m/min)														Comunes al Banco de Datos	
Perforado	Centrado	Refrentado	Cilindrado interior	Cilindrado exterior	Roscado interior	Roscado exterior	Rectificado	Tronzado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Torneado	Acabado(a ajuste)	Desbaste	Material	Herramienta
222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	Acero	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	Acero	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	Acero	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
-	-	-	-	-	125	125	-	-	-	-	-	-	-	Acero	266RG-22VM01A001M-102
-	-	-	-	-	155	155	-	-	-	-	-	-	-	Acero	266RG-16VM01A002M-112
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Acero	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br
222,5	222,5	222,5	-	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	A. Pretemplado	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	A. Pretemplado	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	A. Pretemplado	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
222,5	222,5	222,5	-	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	A. inoxidable	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	A. inoxidable	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	A. inoxidable	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	A. inoxidable	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
-	-	-	-	-	120	120	-	-	-	-	-	-	-	A. inoxidable	266RG-22VM01A001M-102
-	-	-	-	-	140	140	-	-	-	-	-	-	-	A. inoxidable	266RG-16VM01A002M-112
222,5	222,5	222,5	-	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	Aluminio (PRODAX)	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
-	-	-	-	-	400	400	-	-	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	266RG-16VM01A002M-112
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br
222,5	222,5	222,5	-	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	Bronce	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	Bronce	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	Bronce	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Bronce	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br
222,5	222,5	222,5	-	222,5	-	-	222,5	-	-	-	222,5	222,5	222,5	Fundición gris	DNGN 15 07 08T01020-670
-	-	-	-	-	-	-	212,5	-	-	-	-	-	-	Fundición gris	RCGX 0606 00T01020 670 (A
-	-	-	-	-	-	-	230	-	-	-	-	-	-	Fundición gris	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac
-	-	-	-	-	-	-	-	61	-	-	-	-	-	Fundición gris	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br

ANEXO IX. Clasificación de Herramientas para Tornos CNC de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r) continuación...

Comunes al Banco de Datos		Avance (mm/r)													
Material	Herramienta	Perforado	Centrado	Refrentado	Cilindrado interior	Cilindrado exterior	Roscado interior	Roscado exterior	Rectificado	Tronzado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Torneado	Acabado (ajuste)	Desbaste
Acero	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
Acero	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
Acero	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Acero	266RG-22VM01A001M-102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acero	266RG-16VM01A002M-112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acero	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
A. Pretemplado	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
A. Pretemplado	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
A. Pretemplado	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
A. inoxidable	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
A. inoxidable	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
A. inoxidable	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
A. inoxidable	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
A. inoxidable	266RG-22VM01A001M-102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. inoxidable	266RG-16VM01A002M-112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
Aluminio (PRODAX)	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	266RG-16VM01A002M-112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminio (PRODAX)	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
Bronce	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
Bronce	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
Bronce	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Bronce	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
Fundición gris	DNGN 15 07 08T01020-670	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
Fundición gris	RCGX 0606 00T01020 670	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-
Fundición gris	RCGX 0907 00E 670 (Ac, Ac)	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fundición gris	16 X 4 X 140mm (Ac, Al, Br)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-

ANEXO X. Clasificación de Herramientas para Fresadoras de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r)

Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado	Material	Herramienta	Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado
210	210	-	-	-	-	-	210	Acero	CNMG 12 04 08-PM 4235	0,3	0,3	-	-	-	-	-	0,3
163	163	-	-	-	-	-	163	Acero	CNMM120408 SR HB7010	0,8	0,8	-	-	-	-	-	0,8
160	160	-	-	-	160	160	-	Acero	N151.2-400-5E 4225 (Ac.)	0,12	0,12	-	-	-	-	0,12	-
250	250	-	250	-	-	-	250	Acero	R290-12T308M-PM 4230	0,15	0,15	-	0,15	-	-	-	0,15
295	295	-	295	-	-	-	295	Acero	R290-12T308E-PL 4230 (Ac.)	0,05	0,05	-	0,05	-	-	-	0,05
320	320	320	320	-	-	-	320	Acero	R390-11T308M-PM-4230	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1
250	250	250	250	-	-	-	250	Acero	SPKN 1203 EDR 4230 (Ac.)	0,16	0,16	0,16	0,16	-	-	-	0,16
80	-	-	-	-	-	-	-	Acero	FRESA CIRCULAR 3/4	0,015	-	-	-	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero	FRESA DE DIAMANTE 6 MM	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero	FRESA DE DIAMANTE 8 MM	-	-	0,025	0,025	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero	FRESA DE DIAMANTE 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 4 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 5 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 6 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 8 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 9 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 10 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 13 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 14 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 16 MM	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 18 MM	-	-	0,06	0,06	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 20 MM	-	-	0,07	0,07	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero	FRESA FRONTAL 22 MM	-	-	0,08	0,08	-	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero	FRESA MODULAR 2MM (J)	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	-	80	80	-	Acero	FRESA RANURAR T 5/8 X 3	-	-	-	-	-	0,03	0,03	-
225	225	225	225	-	-	-	225	Acero inoxidable	TNMG 16 04 08-MM (Ac.)	0,25	0,25	-	0,25	-	-	-	0,25
80	-	-	-	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA CIRCULAR 3/4	0,015	-	-	-	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA DE DIAMANTE 6 MM	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA DE DIAMANTE 8 MM	-	-	0,025	0,025	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA DE DIAMANTE 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 4 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 5 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 6 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 8 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 9 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 10 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 13 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 14 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 16 MM	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 18 MM	-	-	0,06	0,06	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 20 MM	-	-	0,07	0,07	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA FRONTAL 22 MM	-	-	0,08	0,08	-	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA MODULAR 2MM (J)	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Acero inoxidable	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	-	80	80	-	Acero inoxidable	FRESA RANURAR T 5/8 X 3	-	-	-	-	-	0,03	0,03	-

ANEXO X. Clasificación de Herramientas para Fresadoras de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r) continuación...

Velocidad de corte (m/min)								Comunes al Banco de Datos		Avance (mm/r)							
Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado	Material	Herramienta	Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado
210	210	-	-	-	-	-	210	Aluminio (PRODAX)	CNMG 12 04 08-PM 4235	0,3	0,3	-	-	-	-	-	0,3
163	163	-	-	-	-	-	163	Aluminio (PRODAX)	CNMM120408 SR HB7010	0,8	0,8	-	-	-	-	-	0,8
160	160	-	-	-	-	160	-	Aluminio (PRODAX)	N151.2-400-5E 4225 (Ac.)	0,12	0,12	-	-	-	-	0,12	-
250	250	-	250	-	-	-	250	Aluminio (PRODAX)	R290-12T308M-PM 4230	0,15	0,15	-	0,15	-	-	-	0,15
295	295	-	295	-	-	-	295	Aluminio (PRODAX)	R290-12T308E-PL 4230 (A)	0,05	0,05	-	0,05	-	-	-	0,05
320	320	320	320	-	-	-	320	Aluminio (PRODAX)	R390-11T308M-PM-4230	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1
250	250	250	250	-	-	-	250	Aluminio (PRODAX)	SPKN 1203 EDR 4230 (Ac.)	0,16	0,16	0,16	0,16	-	-	-	0,16
80	-	-	-	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA CIRCULAR 3/4	0,015	-	-	-	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA DE DIAMANTE 6 MM	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA DE DIAMANTE 8 MM	-	-	0,025	0,025	-	-	-	-
-	-	350	350	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA DE DIAMANTE 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 4 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 5 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 6 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 8 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 9 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 10 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 13 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 14 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 16 MM	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 18 MM	-	-	0,06	0,06	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 20 MM	-	-	0,07	0,07	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA FRONTAL 22 MM	-	-	0,08	0,08	-	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA MODULAR 2MM (J)	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	-	80	80	-	Aluminio (PRODAX)	FRESA RANURAR T 5/8 X	-	-	-	-	-	0,03	0,03	-
210	210	-	-	-	-	-	210	Bronce	CNMG 12 04 08-PM 4235	0,3	0,3	-	-	-	-	-	0,3
163	163	-	-	-	-	-	163	Bronce	CNMM120408 SR HB7010	0,8	0,8	-	-	-	-	-	0,8
160	160	-	-	-	-	160	-	Bronce	N151.2-400-5E 4225 (Ac.)	0,12	0,12	-	-	-	-	0,12	-
250	250	-	250	-	-	-	250	Bronce	R290-12T308M-PM 4230	0,15	0,15	-	0,15	-	-	-	0,15
295	295	-	295	-	-	-	295	Bronce	R290-12T308E-PL 4230 (A)	0,05	0,05	-	0,05	-	-	-	0,05
320	320	320	320	-	-	-	320	Bronce	R390-11T308M-PM-4230	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1
250	250	250	250	-	-	-	250	Bronce	SPKN 1203 EDR 4230 (Ac.)	0,16	0,16	0,16	0,16	-	-	-	0,16
250	-	-	-	-	-	-	-	Bronce	FRESA CIRCULAR 3/4	0,015	-	-	-	-	-	-	-
-	-	450	450	-	-	-	-	Bronce	FRESA DE DIAMANTE 6 MM	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
-	-	450	450	-	-	-	-	Bronce	FRESA DE DIAMANTE 8 MM	-	-	0,025	0,025	-	-	-	-
-	-	450	450	-	-	-	-	Bronce	FRESA DE DIAMANTE 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 4 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 5 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 6 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 8 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 9 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 10 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 13 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 14 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 16 MM	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 18 MM	-	-	0,06	0,06	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 20 MM	-	-	0,07	0,07	-	-	-	-
-	-	250	250	-	-	-	-	Bronce	FRESA FRONTAL 22 MM	-	-	0,08	0,08	-	-	-	-
-	-	-	-	250	-	-	-	Bronce	FRESA MODULAR 2MM (J)	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	250	-	-	-	Bronce	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	250	-	-	-	Bronce	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	-	250	250	-	Bronce	FRESA RANURAR T 5/8 X	-	-	-	-	-	0,03	0,03	-

ANEXO X. Clasificación de Herramientas para Fresadoras de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r) continuación...

Velocidad de corte (m/min)								Comunes al Banco de Datos		Avance (mm/r)							
Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado	Material	Herramienta	Desbaste	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Estriado	Ranurado interior	Ranurado exterior	Acabado
155	155	155	155	-	-	-	155	Fundición gris	SPKN 1203 EDR 4230 (Ac	0,18	0,18	0,18	0,18	-	-	-	0,18
80	-	-	-	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA CIRCULAR 3/4	0,015	-	-	-	-	-	-	-
-	-	500	500	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA DE DIAMANTE 6 M	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
-	-	500	500	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA DE DIAMANTE 8 M	-	-	0,025	0,025	-	-	-	-
-	-	500	500	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA DE DIAMANTE 12 M	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 4 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 5 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 6 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 8 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 9 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 10 MM	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 12 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 13 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 14 MM	-	-	0,04	0,04	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 16 MM	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 18 MM	-	-	0,06	0,06	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 20 MM	-	-	0,07	0,07	-	-	-	-
-	-	80	80	-	-	-	-	Fundición gris	FRESA FRONTAL 22 MM	-	-	0,08	0,08	-	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Fundición gris	FRESA MODULAR 2MM (J	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Fundición gris	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	80	-	-	-	Fundición gris	FRESA MODULAR MODUL	-	-	-	-	0,03	-	-	-
-	-	-	-	-	80	80	-	Fundición gris	FRESA RANURAR T 5/8 X :	-	-	-	-	-	0,03	0,03	-

ANEXO XI. Clasificación de Herramientas para Cepillo de acuerdo a Operación y Material (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r)

Velocidad de corte (m/min)								Comunes al Banco de Datos		Avance en mm/rev							
Centrado	Chaveteros	Chavetas	Cepillado angular	Ranurados	Desbaste	Rectificado de guías	Acabado	Material	Herramienta	Centrado	Chaveteros	Chavetas	Cepillado angular	Ranurados	Desbaste	Rectificado de guías	Acabado
22	22	22	22	22	22	22	22	Acero	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	Acero	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	Acero	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	Acero	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	Acero	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. Pretemplado	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. Pretemplado	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. Pretemplado	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. Pretemplado	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. Pretemplado	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. inoxidable	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. inoxidable	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. inoxidable	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. inoxidable	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
22	22	22	22	22	22	22	22	A. inoxidable	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Aluminio (PRODAX)	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Aluminio (PRODAX)	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Aluminio (PRODAX)	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Aluminio (PRODAX)	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Aluminio (PRODAX)	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Bronce	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Bronce	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Bronce	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Bronce	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
30	30	30	30	30	30	30	30	Bronce	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	14	14	14	14	14	14	14	Fundición gris	1/2 x 1/2 x 6" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	14	14	14	14	14	14	14	Fundición gris	1/4 x 1/4 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	14	14	14	14	14	14	14	Fundición gris	3/8 x 3/8 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	14	14	14	14	14	14	14	Fundición gris	5/16 x 5/16 x 4" (Ac,Ac. Pr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	14	14	14	14	14	14	14	Fundición gris	1/2 x 1/2 x 4" (Ac,Ac. Preti	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

ANEXO XII. Clasificación de Herramientas para Taladro de acuerdo a Operación y Material “Acero” (Velocidad de Corte m/min y Avance mm/r)

Velocidad de corte (m/min)		Comunes al Banco de Datos		Avance (mm/r)	
Perforado	Roscado	Material	Herramienta	Perforado	Roscado
-	125	Acero	266RG-22VM01A001M-1020 (Ac,	-	0
-	155	Acero	266RG-16VM01A002M-1125 (Ac,	-	0
12	-	Acero	BROCA 1.0 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 1.5 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 2.0 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 2.5 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 3.0 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 3.5 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 4.0 MM (5/32")	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 4.5 MM	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 4.7 MM (3/16")	0,07	-
12	-	Acero	BROCA 5.0 MM	0,07	-
14	-	Acero	BROCA 5.5 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 6.0 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 6.5 MM (1/4")	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 7.0 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 7.5 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 8.0 MM (5/16")	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 8.5 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 9.0 MM	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 9.5 MM (3/8")	0,13	-
14	-	Acero	BROCA 10.0 MM	0,13	-
16	-	Acero	BROCA 10.5 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 11.0 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 11.5 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 12.0 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 12.5 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 13.0 MM (1/2")	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 13.5 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 14.0 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 14.3 MM (9/16")	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 14.5 MM	0,16	-
16	-	Acero	BROCA 15.0 MM	0,16	-
18	-	Acero	BROCA 16.0 MM (5/8")	0,19	-
18	-	Acero	BROCA 17.0 MM	0,19	-
18	-	Acero	BROCA 19.0 MM (3/4")	0,19	-
18	-	Acero	BROCA 19.5 MM	0,19	-
18	-	Acero	BROCA 20.0 MM	0,19	-
21	-	Acero	BROCA 21.0 MM	0,21	-
21	-	Acero	BROCA 22.0 MM	0,21	-
21	-	Acero	BROCA 23.0 MM	0,21	-
21	-	Acero	BROCA 24.0 MM	0,21	-
21	-	Acero	BROCA 25.0 MM (1")	0,21	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 1.00 MM	0,1	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 2.00 MM	0,1	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 3.00 MM (1/8")	0,1	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 4.00 MM (5/32")	0,1	-
13	-	Acero	BROCA COBALTO 4.7 MM (3/16")	0,1	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 5.00 MM	0,1	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 6.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 6.5 MM (1/2")	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 7.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 8.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 9.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 9.50 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 10.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 11.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 12.00 MM	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 13 MM (1/2")	0,2	-
13	-	Acero	BROCA D/COBALTO 16 MM (5/8")	0,2	-