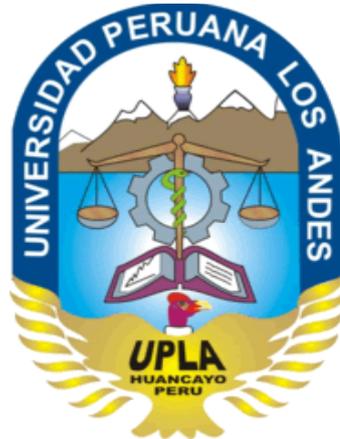


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MODIFICACIÓN DE LA TRONZADORA CROWN CT-15007 PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CORTES,
EMPRESA INGENIERÍA METÁLICA, HUANCAYO-2016**

Área de investigación: sistema de producción

Línea de investigación: optimización de la producción

PRESENTADA POR:

Bach. BARRIENTOS AUQUE, ROBERTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

**HUANCAYO – PERÚ
2016**

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

**DR. CASIO AURELIO TORRE LOPEZ
DECANO**

**ING. PAREDES GUTARRA GUILLERMO
JURADO**

**ING. JORGE GARCÍA CUBA
JURADO**

**ING. ELÍAS PORRAS, PEDRO ELVIS
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

ASESORA:

ING. GODIÑO POMA, MILKA GLORIA

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre, doña Marcelina Auqui Huayra, quien fue la amiga que me ayudó a crecer. Gracias mamá por estar siempre conmigo y por guiarme desde el infinito a que este gran esfuerzo se volviera realidad.

ÍNDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO	ii
ASESORA:.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
Capítulo 1: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.3 PROBLEMA GENERAL.....	2
1.3.1 problemas específicos	2
1.4 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.1 objetivos específicos.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5.1 Alcances	4
1.6 HIPÓTESIS GENERAL	40
1.6.1 Hipótesis específicas	40
1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	5
Capítulo 2: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES.....	7
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	30
2.4 TERMINOS TÉCNICOS	30
Capítulo 3: METODOLOGÍA.....	38
3.1 METODOLOGÍA	38
3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	38
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.4.1 Población	40
3.4.2 Muestra.....	40
3.5 INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR LOS DATOS	41
3.6 MATERIALES USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.7 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.7.1 Instrumento de análisis documental.....	41
3.7.2 Presentación, análisis y característica de la empresa sometida a la investigación	46
Capítulo 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	48
4.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	48
4.2 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA MEJORA DEL PROCESO DE CORTE Y RESULTADOS CUANTIFICABLES	48
4.2.1 Diagrama hombre máquina.....	49
4.2.2 Estudio de tiempos antes de la modificación	50
4.2.3 Estudio de tiempos después de la modificación	52

4.3	SISTEMA QUE COMPRENDE LA TRONZADORA CROWN CT-15007 ANTES Y DESPUÉS DE HABER REALIZADO LAS MODIFICACIONES.	57
4.3.1	Modificación del tornillo de banco y cambio de la base o soporte de la tronzadora.	57
4.3.2	Recolección de datos antes y después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007.	64
4.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	67
4.5	PRUEBA DE HIPÓTESIS	69
Capítulo 5: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		73
5.1	DISCUSIONES	73
5.1.1	Análisis comparativo de eficiencias antes y después de haber realizado las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007	73
5.2	INTERPRETACIÓN	74
5.2.1	La eficiencia actual de la tronzadora CROWN CT-15007	74
5.3	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	74
5.4	CONSECUENCIAS TEÓRICAS	75
	CONCLUSIONES	76
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXOS	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i>	6
Tabla 2. <i>Estudio de tiempos</i>	42
Tabla 3. <i>Estudio de tiempos</i>	43
Tabla 4. <i>Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro</i>	44
Tabla 5. <i>Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro</i>	44
Tabla 6. <i>Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro</i> ...	44
Tabla 7. <i>Bayetas tronzadas a 90° de dos metros</i>	45
Tabla 8. <i>Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro</i>	45
Tabla 9. <i>Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro</i>	45
Tabla 10. <i>Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro</i> .	46
Tabla 11. <i>Bayetas tronzadas a 90° de dos metros</i>	46
Tabla 12. <i>Cuadro para determinar el tamaño de muestra</i>	50
Tabla 13. <i>Tiempo de corte por pieza en segundos</i>	51
Tabla 14. <i>Tiempos de producción</i>	51
Tabla 15. <i>Costo por pieza producida</i>	51
Tabla 16. <i>Cuadro para determinar el tamaño de muestra</i>	53
Tabla 17. <i>Tiempo de corte por pieza</i>	54
Tabla 18. <i>Tiempos de producción</i>	54
Tabla 19. <i>Costo por pieza producida</i>	54
Tabla 20. <i>Tiempos de producción</i>	55
Tabla 21. <i>Costo por pieza producida</i>	55
Tabla 22. <i>Tiempo de corte por pieza</i>	55
Tabla 23. <i>Tiempos de producción</i>	56
Tabla 24. <i>Costo por pieza producida</i>	56
Tabla 25. <i>Cálculo del Costo de modificación de la tronzadora CROWN CT-15007</i>	63
Tabla 26. <i>Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro</i>	64
Tabla 27. <i>Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro</i>	64
Tabla 28. <i>Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro</i> .	65
Tabla 29. <i>Bayetas tronzadas a 90° de dos metros</i>	65
Tabla 30. <i>Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro</i>	65
Tabla 31. <i>Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro</i>	66
Tabla 32. <i>Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro</i> .	66
Tabla 33. <i>Bayetas tronzadas a 90° de dos metros</i>	66

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Tronzadora con disco abrasivo.....	11
<i>Figura 2.</i> Tronzadora con disco widia.....	12
<i>Figura 3.</i> Ángulo de alta resistencia grado 50.....	16
<i>Figura 4.</i> Ángulo estructural.....	17
<i>Figura 5.</i> Barras cuadradas.....	18
<i>Figura 6.</i> Barras cuadradas ornamentales.....	19
<i>Figura 7.</i> Barras redondas lisas.....	20
<i>Figura 8.</i> Canales (U).....	21
<i>Figura 9.</i> Platinas.....	22
<i>Figura 10.</i> tees.....	23
<i>Figura 11.</i> Tubo de acero LAC ASTM A500 para estructuras.....	24
<i>Figura 12.</i> Tubo de acero LAF ASTM A513 mecánico.....	25
<i>Figura 13.</i> Bayetas.....	27
<i>Figura 14.</i> Variables que intervienen en el proceso de soldadura SMAW.....	28
<i>Figura 15.</i> Variables que intervienen en el proceso de soldadura MIG /MAG....	29
<i>Figura 16.</i> Tronzadora.....	58
<i>Figura 17.</i> Soporte giratorio y regla graduable.....	58
<i>Figura 18.</i> Base de tubo cuadrado de 2 pulgadas por 2 milímetros.....	59
<i>Figura 19.</i> Base del disco de giro.....	60
<i>Figura 20.</i> Disco giratorio.....	60
<i>Figura 21.</i> Regla graduable.....	62
<i>Figura 22.</i> Barras en ángulo de 90.....	67
<i>Figura 23.</i> Tubos en ángulos de 90°.....	67
<i>Figura 24.</i> Tubos en ángulos diferentes a 90°.....	68
<i>Figura 25.</i> Bayetas a 90.....	68
<i>Figura 26.</i> Ángulos de ¾" x ¾" x 2mm a 90°.....	70
<i>Figura 27.</i> tee de ¾" x ¾" x 2mm a 90°.....	71
<i>Figura 28.</i> Cuadrado de 10mm x10mm a 90°.....	72
<i>Figura 29.</i> Diagrama de la eficiencia antes de las modificaciones.....	73
<i>Figura 30.</i> Diagrama de la eficiencia después de las modificaciones.....	74

RESUMEN

El presente trabajo de investigación debe responder al siguiente problema: ¿Cuáles serían las modificaciones de la tronzadora CROWN – CT 15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa INGENIERÍA METÁLICA?, para el efecto se formuló el siguiente objetivo general: Determinar las modificaciones de la tronzadora CROWN – CT 15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa INGENIERÍA METÁLICA y la hipótesis que debe verificarse es: “Con las modificaciones de la tronzadora CROWN – CT 15007 se mejorará la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa INGENIERÍA METÁLICA, Huancayo, 2016”.

El tipo de investigación es tecnológica, con un nivel Descriptivo-Explicativo y con un diseño no experimental. La población está conformada por las diversas marcas de tronzadoras utilizadas en la industria metal mecánica de Huancayo y la muestra es no probabilística o por conveniencia y para el proceso de estudio se eligió la tronzadora CROWN – CT 15007 en la empresa INGENIERÍA METÁLICA.

De los resultados obtenidos se concluye que con las modificaciones realizadas a la tronzadora CROWN – CT 15007 en la empresa INGENIERÍA METÁLICA se mejoró la eficiencia en la producción de cortes respecto a los resultados finales.

Palabras claves: Tronzadora, eficiencia en la producción, ingeniería metálica.

ABSTRACT

The present work of investigation must answer to the next problem: which could the modifications be of the CROWN – CT 15007 miter saw to improve the efficiency on the production of cuts in the ENGINEERING METALLIC business? For that purpose, the next general objective was formulated: to determine the modifications of the CROWN – CT 15007 miter saw in order to improve the efficiency on the production of cuts in the METALLIC ENGINEERING business. And the hypothesis that must be verified is: “Whit the modifications of the CROWN – CT 15007 miter saw, it will be improved the efficiency on the production of cuts in the METALLIC ENGINEERING business, Huancayo 2016”.

The type of investigation is technological, with a Descriptive–Explanatory level and with a no experimental design.

The population is composed by different brands of miter saw used in the metal mechanic industry of Huancayo city. And the sample, is not probabilistic; or for convenience, and for the process of studying, the CROWN CT – 15007 miter saw was chosen.

From the final results obtained it is concluded that with the modifications made to the CROWN – CT 15007 miter saw in the METALLIC ENGINEERING business, it was improved the efficiency on the production of cuts with respect to the final results.

Keywords: miter saw, efficiency on the production, metallic engineering.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis lleva como título ***MODIFICACIÓN DE LA TRONZADORA CROWN CT-15007 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CORTES, EMPRESA INGENIERÍA METÁLICA HUANCAYO 2016***, trata sobre el análisis y evaluación de los tiempos de producción, de cortes por desbaste en barras, perfiles, bayetas y tubos de diversos modelos y dimensiones, con el objetivo de mejorar la eficiencia, a través de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007.

A partir de este objetivo general, se propuso modificar de manera parcial la tronzadora CROWN CT-15007, ya que se pudo observar que una de las partes más deficientes de la máquina mencionada es la base, que no cuenta con una adecuada fijación de los diversos materiales al momento de tronzar en ángulos diferentes a 90°, es decir que esta solo corta de manera eficiente a 90°, dado el diseño actual de la máquina, cuando se realizan cortes en otros ángulos estos son absolutamente deficientes e inexactos en cuanto al ángulo, dimensión y tiempo de corte.

Para esto se optó por el reemplazo de la base de la tronzadora CROWN CT-15007, ya que en la máquina original, el material a ser tronzado es el que gira, lo cual lo hace deficiente pero después de haber realizado las modificaciones, la máquina será la que gire y el material se mantendrá estático logrando de esta manera cortes exactos respecto al ángulo de corte.

Después se pudo observar otra deficiencia al controlar las dimensiones de diferentes cortes estos presentaban cierta diferencia en cuanto a las dimensiones, es decir que existían una pequeña variación en cuanto a las medidas al realizar cortes en serie y para lograr esta homogeneidad demandaba de un mayor tiempo; para lo cual, se optaría por la incrementación de una regla graduable en la máquina ya antes modificada logrando con esto no solo un incremento de ahorro de tiempo considerable de producción sino también mayor precisión de corte por desbaste.

Inicialmente, la investigación se propuso abarcar diferentes momentos, estrategias y resultados, sin embargo estos momentos fueron cambiando y actualmente se viene implementando esta propuesta de investigación durante los dos últimos meses, en los que se realizó el trabajo de campo y se ha tomado datos de los resultados.

La investigación que se presenta está dividida en 05 capítulos, y cada uno de ellos aborda el objeto de estudio desde diferentes ángulos, por lo que siguen su propia lógica, técnicas de investigación y presentación de resultados.

En el primer capítulo aborda los diversos planteamientos, procesos y estrategias a través de los cuales se construyó el objeto de estudio, lo que incluye la justificación, alcances, variables e hipótesis. En esta parte se presenta también el escenario donde se realiza la investigación.

El segundo capítulo de la tesis está centrada en la parte teórica de las formas subjetivas de la investigación, ello permitió comprender los diferentes aspectos del tema; también se tomó como referente a un grupo de antecedentes referidos al tema, los cuales tienen en común una particularidad: siguen un procedimiento normalizado.

En el tercer capítulo, se presenta la metodología, el nivel de investigación, el análisis estadístico de la parte inicial de los resultados de los 02 meses de la toma de datos antes de la implementación de la propuesta de tema de esta investigación.

El cuarto capítulo de la tesis está centrada en los resultados de la investigación, se realiza la comparación de los resultados obtenidos de un antes y un después de implementar la propuesta de tema de la presente tesis; también se consideran los resultados estadísticos de esta investigación.

En el quinto capítulo aborda la interpretación de los resultados, procesos y estrategias a través de los cuales se construyó el objeto de estudio.

Finalmente, se dan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y datos anexados.

EL AUTOR.

Capítulo 1:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente, todas las industrias vienen buscando la mejora continua y la industria metal mecánica no es la excepción. El tema de la investigación es el estudio de la modificación de la tronadora CROWN CT-15007, con el propósito de mejorar la eficiencia en el tiempo de producción, el ángulo de corte por desbaste y la precisión en cuanto a las dimensiones de corte por desbaste en los diversos perfiles, barras, bayetas y tubos de los trabajos realizados en el taller de la empresa “INGENIERÍA METÁLICA” para mejorar su rendimiento y disminuir los costos de producción de la empresa.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el entorno cambiante en que vivimos, la industria está buscando permanentemente mejorar los procesos de producción y en consecuencia la optimización de sus maquinarias y equipos.

Los trabajos realizados por la empresa INGENIERÍA METÁLICA fue sobre diversos tipos de estructuras metálicas, donde después de un estudio de tiempos de producción; durante el trabajo de corte por desbaste; se pudo observar que existen ciertas deficiencias como son el tiempo de producción, el ángulo de corte por desbaste y la precisión en cuanto a las dimensiones de corte por desbaste.

A partir de las deficiencias mencionadas, se propuso modificar la tronadora CROWN CT-15007, partiendo por la base, que no contaba con una adecuada fijación. Para esto se optó por el reemplazo de la base de la tronadora CROWN CT-15007.

Después se pudo observar otra deficiencia en cuanto a las dimensiones, es decir que existe una pequeña variación en cuanto a las medidas al realizar cortes en serie; para lo cual, se optaría por el incremento de una regla graduable en la máquina ya antes modificada logrando con esto no solo un incremento de ahorro de tiempo considerable de producción sino también mayor precisión de corte por desbaste.

En razón a la descripción de los problemas que se tienen en la planta, se propone realizar una mejora mediante la modificación de la tronadora CROWN CT-15007 con el fin de mejorar el tiempo de producción de los cortes por desbaste realizados en la empresa.

1.3 PROBLEMA GENERAL

La interrogante principal de la presente investigación es: ¿Cuáles serían las modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo- 2016?

1.3.1 Problemas específicos

- a) ¿Cómo reemplazar la base de la tronadora CROWN CT-15007 para obtener mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo- 2016?

- b) ¿Cómo incorporar una regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 para incrementar el número de cortes por desbaste y a la vez obtener una mayor precisión en las dimensiones, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo- 2016?

1.4 OBJETIVO GENERAL

Determinar las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo-2016.

1.4.1 Objetivos específicos

- a) Determinar cómo reemplazar la base de la tronzadora CROWN CT-15007 para obtener mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo-2016.
- b) Precisar la incorporación de una regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 para incrementar el número de cortes por desbaste y a la vez obtener una mayor precisión en las dimensiones, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo-2016.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, deseosa de ofrecer mejores servicios y ser más competitiva, viene realizando estudios de tiempos de producción en sus diferentes áreas de trabajo, con el fin de mejorar la eficiencia dentro de sus procesos productivos, cumpliendo con la política de la empresa; del mismo modo haciendo estas mejoras se logra reducir visiblemente los costos e incrementar la capacidad de producción. Es por ello que en la presente tesis se hace una evaluación de las condiciones de una de las maquinas más importantes en los procesos de corte por desbaste denominada como tronzadora CROWN CT-15007.

Justificación social. – el desarrollo de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007, permite la reducción de costos lo cual va en beneficio de la empresa y de la población ofreciendo productos a un costo más bajo y de mejor calidad

Justificación metodológica. - el desarrollo de este trabajo permite el la utilización de técnicas de investigación como son el uso de el diagrama hombre máquina y el estudio de tiempos y movimientos. Con ello se mejora los procesos productivos.

Justificación Práctica. – la presente investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar los niveles productivos de la empresa INGENIERÍA METÁLICA, a través de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007. Al realizar dicha modificación se mejorará la productividad de esta.

1.6 Limitaciones

Limitación espacial, La investigación se llevó a cabo en la empresa INGENIERÍA METÁLICA que se encuentra en la ciudad de Huancayo.

Limitación temporal, La investigación da comienzo desde el mes de abril del año 2016 hasta finales del mes julio del 2017, encontrando el problema de la investigación y planteando las mejoras en la eficiencia respecto a la producción de cortes

.

Limitación económica, la investigación fue financiada por el investigador y se contó con el apoyo de la gerencia de la empresa INGENIERÍA METÁLICA,

1.7 Alcances

El presente trabajo trata sobre el estudio de tiempos de producción de la tronzadora CROWN CT-15007 para mejorar su eficiencia respecto a la producción de cortes por desbaste de diversos tipos de barras, perfiles, bayetas y tubos de diferentes espesores y dimensiones, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA” que actualmente se encuentra en proceso de constitución.

1.8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Con el fin de uniformizar el significado de la hipótesis, en la tabla 1.1, se desarrolla la definición conceptual y operacional de las variables que se utilizaron en la presente investigación.

Tabla 1.

Operacionalización de variables

<p>Hipótesis: Con las modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007, se mejorará la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo, 2016.</p> <p>$Y = f(X)$.</p> <p>Y = Eficiencia en la producción de cortes. X = Modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007.</p>		
Variabes	Definición conceptual	Definición operacional
Eficiencia en la producción de cortes.	Es el logro de las metas alcanzado (cortes) con la menor cantidad de recursos.	Resultados alcanzados y los recursos empleados expresados en porcentajes.
Modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007.	Es el cambio, eliminación o adición de uno o más elementos de la tronadora CROWN CT-15007.	La mejora de la modificación se mide con la comparación de datos históricos de los trabajos realizados anteriormente con los trabajos después de haber realizado las modificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

- Ambrosio, R. (2009): *Modificación de la configuración de ruedas de 4x2 a 6x2 para incrementar la capacidad de carga en el chasis de un camión SCANIA - modelo R113H*. UNCP.

Concluye: En este milenio, tecnológicamente vivimos la revolución industrial que teniendo como eje el transporte de carga en el desarrollo comercial a nivel nacional e intencional, ha permitido, entre otros, multiplicar la potencialidad del control de la capacidad de carga en los vehículos semipesados y pesados. Sin embargo, los vehículos convencionales tendrán que seguir trabajando en muchos países subdesarrollados porque no tienen la capacidad de renovación que se realiza cada cinco años, en consecuencia, el problema para los transportistas frente a las nuevas tecnologías es el costo beneficio.

- Vega, J. (2014): *Optimización de los procesos de combustión de los hornos petroleros 311-H1, para mejorar su eficiencia en la refinería Iquitos – PETROPERÚ*. UNCP.

Concluye: Después de haberse realizado una evaluación de los equipos de refinería Iquitos – Petroperú se determinó que uno de los equipos críticos en el proceso para destilar petróleo crudo es el horno, ya que tenía un consumo alto de combustible se planteó una propuesta para optimizar los procesos de combustión del horno petrolero 311-H1, de la refinería Iquitos Petroperú.

- Vega, C. (2013): *Repotenciación del equipo de chancadora modelo MP 1000 a MP 1250 para incrementar la productividad*. UNCP.

Concluye: El proceso de chancado en el circuito secundario es el principal motivo de análisis de este proyecto logrando la “Repotenciación del circuito de chancadoras secundarias de chancadoras Modelo MP1000 a MP1250 para incrementar la productividad”.

- Rodríguez, B. (2011): *Optimización de costos de operación y mantenimiento, para incrementar la productividad de la flota actual de scooptrams de la minera VOLCAN unidad TICLIO*, UNCP.

Concluye: Optimizar los costos y mantenimiento para incrementar la productividad de la flota actual de Scooptrams, es lograr el mayor movimiento de minerales al menor costo total posible. En los cuales se utilizaron diversos criterios para obtener el costo total mínimo.

- Carhuallanqui, R. (2012): *Conversión de un molino de barras a bolas en la planta concentradora compañía minera Casapalca S.A.* UNCP.

Concluye: La conversión de un molino de barras a bolas en la Planta Concentradora de la Compañía Minera CASAPALCA S.A. se da a causa de que el molino de barras ALLIS CHALMERS 12.5' x 16' resulta ineficiente en el proceso de molienda, debido a que la alimentación de mineral de 1/2", del área de chancado, incrementando la carga circulante dentro del circuito, generando la reducción de tonelaje tratado e incrementando el desgaste prematuro de forros metálicos de acero.

- Gonzáles, H. (2014): *Optimización de las presiones de avance, percusión y rotación de la perforadora modelo hlX5 del jumbo frontonero axera t-08 en la empresa minera Milpo – Cerro de Pasco*. UNCP.

Concluye: El incremento de la producción de mineral a nivel mundial, así como la exigencia de contar con certificación produce que la unidad minera El porvenir perteneciente a la empresa minera MILPO, este en búsqueda de optimizar su proceso de extracción ya sea en la parte de gestión como en la parte operativa, por lo cual se ha modificado las presiones de avance, percusión y rotación ($\Delta Pa = -5$ bar; $\Delta Pp = 10$ bar y $\Delta Vr = 0$ bar) del equipo jumbo marca SANDVIK, modelo AXERA T- 08, el cual posee dos brazos hidráulicos y cuenta con perforadoras de la marca SANDVIK, modelo HLX5, con una potencia de impacto de 20 kW, obteniéndose así resultados considerables, sin dejar de lado el consumo de las herramientas de perforación.

2.2 BASES TEÓRICAS

Maquinarias Madrid, s.a. (2004), define:

Tronzadora

Es una máquina eléctrica que sirve para cortar materiales metálicos por abrasión mediante un disco, el cual permite realizar cortes rectos y en ángulo sobre perfiles, tubos, barras, etc.

Posee motor y engranaje con rodamiento de bolas situados en un cojinete de agujas, pensado para forzarla al máximo. Especialmente adecuada para tronzar de forma rápida y precisa. Además posee una caperuza o cobertor de protección de discos abrasivos orientable y una llave de tornillos.

Descripción de Interfaces:

Mango del husillo: Sirve para ajustar la pieza que se va a cortar.

Interruptor de conexión/desconexión: Su función es el encendido o apagado del disco tronzador.

Empuñadura: Su función es guiar el desplazamiento vertical del disco tronzador hacia el objetivo a cortar.

Partes de la tronzadora

- Empuñadura.
- Interruptor de conexión/ desconexión.
- Caperuza protectora pendular.
- Disco tronzador.
- Tope.
- Husillo de sujeción.
- Mango del husillo.
- Placa base.
- Empuñadura de transporte.

Descripción dimensional

- Altura del suelo al husillo: 85 cm.
- Altura del suelo a la empuñadura: 165 cm.

Descripción postural

El operario no debe ubicarse frente al aparato en línea recta con el disco cortador, sino siempre a lado izquierdo de este adoptando una postura base de pie la cual tiene una carga estática postural en donde se realiza el esfuerzo muscular de los brazos sin realizar movimiento corporal.

Cuello

Zona de confort: Flexión de 0 - 25°, y la rotación de 0 - 15°.

Zona Intermedia: Inclinación y extensión de 0 - 10°.

Hombro

Zona intermedia: Flexión de 45 - 90°.

Zona de confort: Extensión de 0° y rotación de 0°, abducción de 0°.

Codo

Zona intermedia: Flexión de 45 - 90°.

Dedos: Agarre funcional.

Tipos de tronzadora:

Tronzadora con disco abrasivo: Se utilizan para cortar materiales ferrosos, dotadas de motor potente y disco de hasta 35,5 cm. Permiten cortes rectos, no es posible hacer corte en inglete.



Figura 1. Tronzadora con disco abrasivo.

Fuente: UYUSTOOLS PERU

Tronzadora con disco de vidia: Las podemos encontrar con la misma estructura que una ingletadora, es decir, también son aptas para cortar

madera sustituyendo el disco. Indicadas para corte en inglete sobre el metal. Si buscamos precisión y dejar la menos rebaba en el material, es preciso utilizar discos de widia de mayor número de dientes.



Figura 2. Tronzadora con disco widia.

Fuente: UYUSTOOLS PERU

¿Cómo se usa una tronzadora?

Hay que fijar el material a cortar en la base de la máquina. Las de disco abrasivo incluyen una prensa que nos facilita la acción, sino, trabaja mediante sargentos que asegura el material ya que si no se desplazaría y el corte no será preciso.

Ahora acciona el motor siguiendo las instrucciones de seguridad del fabricante. Importante si trabajamos con sierras que dispongan de mesa superior.

Baja el disco hasta que se encuentre con el metal.

Presionar para conseguir el corte.

Medidas preventivas

La sujeción de la pieza a cortar a la mesa de apoyo no debe realizarse manualmente, sino con la ayuda de prensos adecuados que garanticen una sólida fijación a la mesa de apoyo de la pieza a cortar.

El disco de corte de la tronzadora se protegerá con una caperuza retráctil o basculante de descenso solidario con el cabezal.

La caperuza, retráctil o basculante, debe garantizar la protección total del disco en posición de reposo del mismo; durante el funcionamiento debe dejar al descubierto únicamente la parte del disco necesaria para el corte.

La caperuza será de robustez suficiente como para evitar la proyección de una pastilla que llegará a desprenderse del disco (en caso de utilizar discos de metal duro).

El muelle de sujeción trabajará a compresión y estará situado preferentemente en el interior de una vaina.

Elementos de protección personal (EPP)

Es recomendable seguir las instrucciones de uso del fabricante, así como, protegerse mediante gafas de seguridad ya que el metal al ser tronzado despidе proyecciones de virutas incandescentes al ser cortado e incluso chispas, así mismo se debe de usar guantes, protector auditivo y si fuera necesario mascarilla.

Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.

Se debe utilizar los equipos de protección individual que figuren en el Plan de Seguridad y Salud para las situaciones señaladas en el mismo. A continuación se muestra un ejemplo de los equipos que se suelen utilizar:

Calzado de seguridad. Su uso es obligatorio en taller. Deberá poseer suela anti perforante/antideslizante.

Gafas de protección. Su uso es obligatorio ya que existe riesgo de proyección de partículas y chispas.

Guantes. Para evitar cortes por la proyección de objetos cortantes y reducir la transmisión de vibraciones.

Mascarilla con filtro mecánico. Su uso dependerá del tipo de material (acero, bronce, etc.) y del tipo de ambiente o área de trabajo.

Protectores auditivos. Será obligatorio cuando el valor de exposición a ruido supere los 85 decibelios.

Comprobaciones diarias

Verificar que la máquina no posea daños estructurales evidentes.

Comprobar que todos los dispositivos de seguridad y protección estén en buen estado y se encuentren colocados correctamente.

Comprobar que la máquina no se encuentre sucia con materiales aceitosos o inflamables. Mantener la empuñadura limpia y seca.

Comprobar que las señales de información y advertencia permanezcan limpias y en buen estado (por ejemplo, indicación del sentido de giro, etc.).

Verificar que los discos de corte o pulido están limpios y en perfecto estado.

Material Base

Larburu, N. (2004). En su libro de *Máquinas – Prontuario*, <http://www.construccionenacero.com/>

Define:

Acero al carbono

El acero al carbono, también conocido como acero de construcción, constituye una proporción importante de los aceros producidos en las plantas siderúrgicas. De esta forma se los separa respecto a los aceros inoxidables, a los aceros para herramientas, a los aceros para usos eléctricos o a los aceros para electrodomésticos o partes no estructurales de vehículos de transporte.

Cabe aclarar que en este concepto de acero de construcción se pueden englobar tanto los aceros para construcción civil como para construcción mecánica. Históricamente un 90% de la producción total producida mundialmente corresponde a aceros al carbono y el 10% restante son aceros aleados. Sin embargo, la tendencia es hacia un crecimiento de la proporción de los aceros aleados en desmedro de los aceros al carbono.

Composición química del acero al carbono

La composición química de los aceros al carbono es compleja, además del hierro y el carbono que generalmente no supera el 1%, hay en la aleación otros elementos necesarios para su producción, tales como silicio y manganeso, y hay otros que se consideran impurezas por la dificultad de excluirlos totalmente (azufre, fósforo, oxígeno, hidrógeno). El aumento del contenido de carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, incrementa el índice de fragilidad en frío y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad.

Acero dulce: El porcentaje de carbono es de 0,25%, tiene una resistencia mecánica de 48 - 55 kg/mm² y una dureza de 135 - 160 HB. Se puede soldar con una técnica adecuada. Aplicaciones: Piezas de resistencia media de buena tenacidad, deformación en frío, embutición, plegado, herrajes, etc.

Acero semidulce: El porcentaje de carbono es de 0,35%. Tiene una resistencia mecánica de 55 - 62 kg/mm² y una dureza de 150 - 170 HB. Se temple bien, alcanzando una resistencia de 80 kg/mm² y una dureza de 215 - 245 HB. Aplicaciones: Ejes, elementos de maquinaria, piezas resistentes y tenaces, pernos, tornillos, herrajes.

Acero semiduro: El porcentaje de carbono es de 0,45%. Tiene una resistencia mecánica de 62 - 70 kg/mm² y una dureza de 180 HB. Se temple bien, alcanzando una resistencia de 90 kg/mm², aunque hay que tener en cuenta las deformaciones. Aplicaciones: Ejes y elementos de

máquinas, piezas bastante resistentes, cilindros de motores de explosión, transmisiones, etc.

Acero duro: El porcentaje de carbono es de 0,55%. Tiene una resistencia mecánica de 70 - 75 kg/mm², y una dureza de 200 - 220 HB. Temple bien en agua y en aceite, alcanzando una resistencia de 100 kg/mm² y una dureza de 275 - 300 HB.

Barras y perfiles de acero

Corporación aceros Arequipa

www.acerosarequipa.com

Define:

Productos laminados en caliente de diversas secciones transversales que tienen en común las siguientes características: la altura h , es igual o mayor a la superficie del alma se empalman con las caras interiores de las alas; las alas son generalmente simétricas y de igual ancho; las caras exteriores de las alas son paralelas; las alas pueden ser de espesor decreciente desde el alma hacia los bordes, en este caso los perfiles se denominan de “**alas inclinadas**”, o de espesor uniforme las que se denominan de alas paralelas.

ÁNGULOS DE ALTA RESISTENCIA GRADO 50



Figura 3. Ángulo de alta resistencia grado 50.

Fuente: corporación Aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: L DUAL A36/A572-G50.

Descripción: producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

Normas técnica:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36/A36M Y ASTM A572/A572.
- Composición química: ASTM A36/A36M Y ASTM A572/A572.
- TOLERANCIAS DIMENSIONALES: ASTM A6/A6M

PRESENTACIÓN: DE 2 TM, los cuales están formados por dos paquetes de 1 TM c/u

USOS: para la fabricación de estructuras de acero en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión. También se puede utilizar para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

ÁNGULOS ESTRUCTURALES



Figura 4. Ángulo estructural.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: L A 36.

Descripción: Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

NORMAS TÉCNICAS:

Sistema inglés:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36/A36M.
- tolerancias dimensionales: ASTM A6 /A6M.

Sistema Métrico:

- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 /A36M.
- Tolerancias dimensionales ISO 657/ V

PRESENTACIÓN: Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

BARRAS CUADRADAS

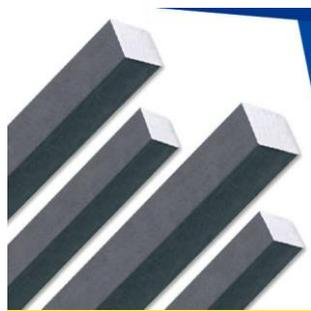


Figura 5. Barras cuadradas

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: BARRA CUADRADA A36.

Descripción: producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal cuadrada. Tiene las cuatro superficies lisas.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36 / A36M.
- tolerancias dimensionales: ISO 1035 / 4

PRESENTACIÓN: Se produce en longitudes de 6 metros. En otras longitudes solo ha pedido del cliente. Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

BARRAS CUADRADAS ORNAMENTALES



Figura 6. Barras cuadradas ornamentales.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: CUAD ORN A36.

Descripción: producto de acero que ha sido laminado en caliente de sección cuadrada y de lados cóncavos, que lo convierte en un elemento decorativo de gran belleza.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36 / A36M.
- tolerancias dimensionales: ISO 1035 / 4

PRESENTACIÓN: Se produce en barras de 6 metros. Se suministra en paquetes de 2 TM de 4TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: se usa en forma recta y torsionada en la fabricación de elementos decorativos de interiores y exteriores como puertas, ventanas, rejas, escaleras, pasamanos, piezas forjadas, etc. La calidad del acero facilita el doblado, torsionado, curvado, forjado y soldado sin herramientas especiales.

BARRAS REDONDAS LISAS



Figura 7. Barras redondas lisas.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: REDO LISO A36; REDO LISO SAE 1045.

REDONDO PULIDO A36; REDONDO PULIDO SAE 1045

Descripción: producto de acero que ha sido laminado en caliente de sección circular, de superficie lisa y pulida (según requerimiento).

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36 / A36M.
- tolerancias dimensionales: ISO 1035 / 4

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

- barras de diámetro < a 1": ISO 1035/4.
- barras de diámetro > a 1": ASTM A6.

PRESENTACIÓN:

- se produce en longitudes de 6 metros.
- Las barras de diámetro mayores a 1", son suministradas en estado laminado en caliente y posteriormente pulidas.
- Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.
- La calidad de 1045 se identifica con los colores blanco o blanco y negro.
- La calidad de A36 se identifica con los colores verde o verde y negro

CANALES (U)



Figura 8. Canales (U).

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: C (U) DUAL A 36/A572-G50.

Descripción: producto laminado en caliente con sección en forma de “U” (con alas paralelas), de calidad dual por que cumple con las normas ASTM A36 y ASTM A572 Grado 50 simultáneamente.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36 / A36M.
- tolerancias dimensionales: ISO 1035 / 4

PRESENTACIÓN: Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: En la fabricación de estructuras metálicas, puertas grandes, rejas y cercos de mayor tamaño, etc.

PLATINAS

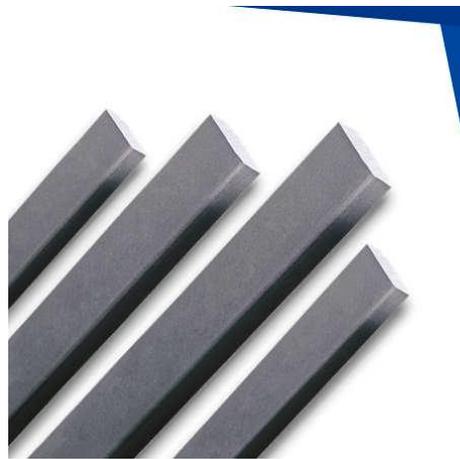


Figura 9. Platinas.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: PLAT A36.

Descripción: producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular. Tiene las cuatro superficies lisas.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36 / A36M.
- tolerancias dimensionales: ISO 1035 / 4

PRESENTACIÓN: Se produce en longitudes de 6 metros. En otras longitudes solo ha pedido del cliente. Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

TEES



Figura 10.tees.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: T A 36.

Descripción: Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada en T.

NORMAS TÉCNICAS:

Sistema inglés:

- Propiedades mecánicas: ASTM A36/A36M.
- tolerancias dimensionales: ASTM A6 /A6M.

Sistema Métrico:

- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 /A36M.
- Tolerancias dimensionales ISO 657/ V

PRESENTACIÓN: Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

USOS: En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

TUBO DE ACERO LAC ASTM A500 PARA ESTRUCTURAS



Figura 11. Tubo de acero LAC ASTM A500 para estructuras.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: TNM RED ND A500, TNM RED OD A500, TGM RED ND A500, TGM RED OD A500, TNM CUA A500, TNM REC A500, TGM CUA A500, TGM REC A500.

DESCRIPCIÓN: tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERV). Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

NORMAS TÉCNICAS: las secciones de fabricación, son redondas, cuadradas y rectangulares. Las dimensiones y espesores se fabrican según las normas ASTM A500 grado A.

PRESENTACIÓN:

- Longitud redondos: 6.40 m. Cuadrados y rectangulares: 6m. otras longitudes a pedido.
- Acabados de extremos: Refrentado (plano), limpios de rebordes.
- Recubrimiento: Negro o galvanizado(75 micras de zinc por lado)

USOS: Diversas estructuras livianas y pesadas, tijerales, postes, carrocerías, etc.

Tubos LAF ASTM A513 Mecánico



Figura 12. Tubo de acero LAF ASTM A513 mecánico.

Fuente: Corporación aceros Arequipa

DENOMINACIÓN: TLAF RED A513, TLAF CUA A513, TLAF REC A513,

DESCRIPCIÓN: Tubo electro soldado fabricado con acero al carbono laminado en frío (LAF), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW). Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

NORMAS TÉCNICAS: las secciones de fabricación, son redondas, cuadradas y rectangulares. Las dimensiones y espesores se fabrican según las normas ASTM A513 Tipo 2.

PRESENTACIÓN: Longitud 6m. Otras longitudes a pedido. Acabados de extremos: Refrentado (plano), limpios de rebordes. Recubrimiento: Aceitado.

USOS: tubos para estructuras ligeras, muebles, cerrajería en general y usos ornamentales.

BENEFICIOS

- Acabado perfecto, limpio de rebordes y sin abolladuras en los extremos
- Amplia gama de medidas y acabados para todos los usos.
- Costura uniforme que permite un correcto doblado.
- Libres de óxido y corrosión.

Bayetas para puerta enrollable

PRECOR S.A (2015)

Define:

Láminas de acero fabricado con acero al carbono laminado en frío (LAF), en diversas presentaciones.

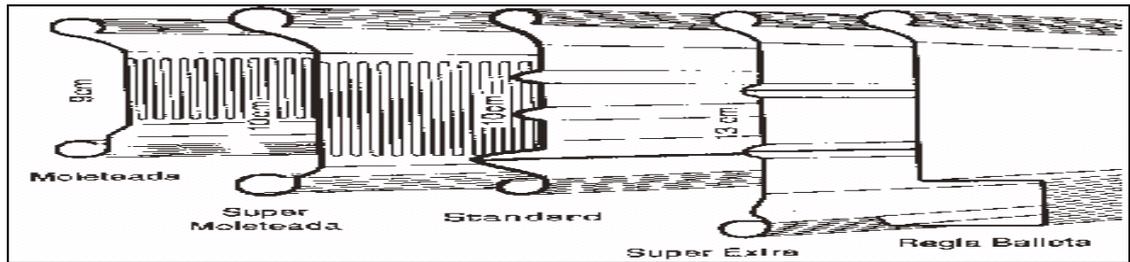


Figura 13. Bayetas.

Fuente: PRECOR S.A

Proceso de soldadura de Arco Manual "SMAW".

Oerlikon (2014)

Define:

La Soldadura de Arco Manual o SMAW es también conocida como Soldadura de Electrodo Cubierto, Soldadura de Varilla o Soldadura de Arco Eléctrico, es la más antigua y más versátil de todos los diferentes procesos de soldadura de arco.

Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza. La escoria debe ser removida después de cada procedimiento.

En la siguiente figura se pueden apreciar las variables que intervienen en el proceso de soldadura SMAW que son necesarias tener en cuenta para su correcta aplicación.

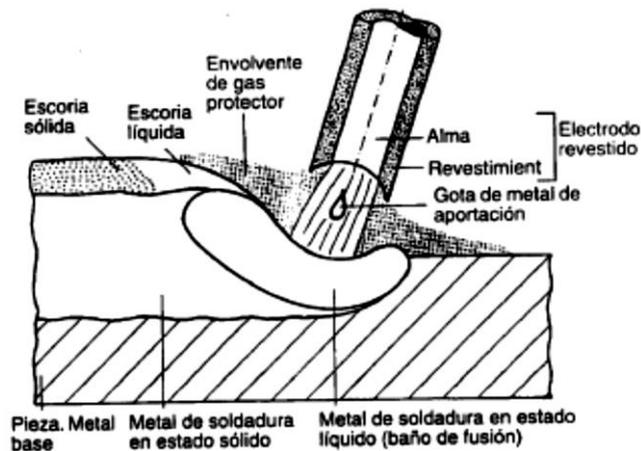


Figura 14. Variables que intervienen en el proceso de soldadura SMAW

Fuente.: Oerlikon

Proceso de soldadura MIG MAG

www.indura.com.pe (2016)

Define:

La Soldadura **MIG/MAG** (**Metal Inert Gas** o **Metal Active Gas**, dependiendo del gas que se inyecte) también denominada **GMAW** (**Gas Metal Arc Welding** o «soldadura a gas y arco metálico») es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG).

La soldadura **MIG/MAG** es intrínsecamente más productiva que la soldadura SMAW donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido. El uso de hilos sólidos y tubulares han aumentado la eficiencia de este tipo de soldadura hasta el 80%-95%.

La soldadura **MIG/MAG** es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones. Este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de

acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran trabajo manual.

La introducción de hilos tubulares es particularmente favorable para la producción de estructuras pesadas donde se necesita de una gran resistencia de soldadura.

La soldadura por gas inerte de metal (MIG) utiliza un electrodo de metal que sirve como material de relleno para la soldadura y se consume durante la soldadura.

El argón es también el gas primario utilizado en la soldadura MIG, a menudo mezclado con dióxido de carbono.

La soldadura MIG fue desarrollada para metales no ferrosos, pero se puede aplicar al acero.

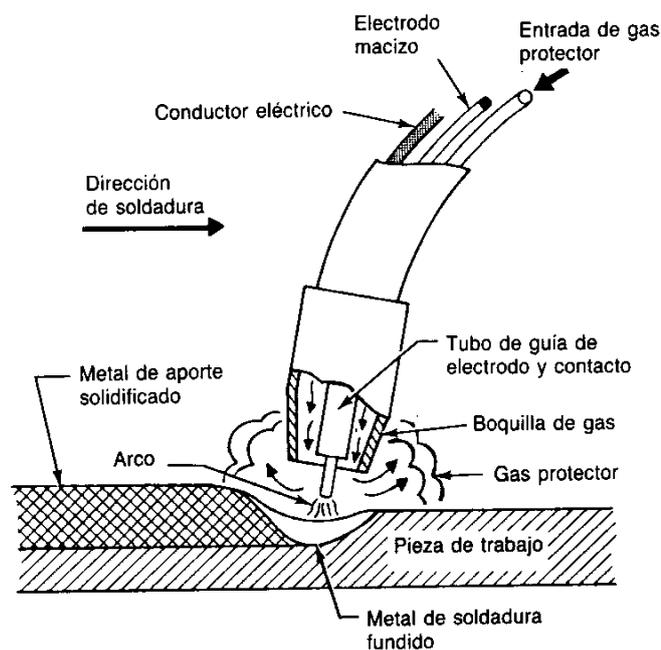


Figura 15. Variables que intervienen en el proceso de soldadura MIG /MAG

Fuente.: www.indura.com.pe

2.3 MARCO CONCEPTUAL

VI: Modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007.

Es el cambio, eliminación o adición de uno o más elementos de la tronzadora CROWN CT-15007.

VD: eficiencia en la producción de cortes

La eficiencia en la producción de cortes, es el grado alcanzado en la producción de cortes por desbaste para la construcción de estructuras metálicas unidas por soldadura de arco eléctrico, bajo ciertas especificaciones técnicas.

2.4 TERMINOS TÉCNICOS

www.directivamaquinas.com

Define:

Modificación

Es el cambio, eliminación o adición de uno o más elementos de una máquina o equipo, se considera modificación de una máquina, cuando no ha sido tomada en cuenta por el fabricante original de la máquina.

Es considerado como modificación cuando:

- Una modificación de la capacidad de producción de la máquina fuera de los límites establecidos por el fabricante (por ejemplo más kg/h en una procesadora de pasta, mayor presión en una prensa hidráulica, etc.).
- Una modificación en la energía utilizada por la máquina para funcionar. Por ejemplo una máquina que funcionaba con energía eléctrica de la red, que pase a alimentarse con combustible líquido.

- Una modificación de las materias primas que debe procesar la máquina. Por ejemplo una prensa de embutir aluminio que se modifica para trabajar con acero.
- Añadir nuevas funcionalidades a la máquina para que realice tareas que originalmente no realizaba.
- La adicción de nuevos peligros que la máquina antes no tenía o el aumento en la peligrosidad de los ya existentes. Éste aspecto tan amplio como ambiguo, lo que busca es que se evalúen, eliminen o en su caso minimicen los riesgos que el fabricante no ha podido evaluar en la concepción de la máquina. Por ejemplo: añadir una cinta transportadora en una línea de fabricación.

No es considerado como modificación cuando:

- Sustituir una parte de la máquina averiada por otra nueva de las mismas características (por ejemplo, cambio de motores).
- Acoplar un equipo previsto por el fabricante en su manual de instrucciones (por ejemplo, cambiar las uñas de la carretilla por un dispositivo de transporte de bobinas).

Eficiencia

<http://definicion.de>. (2016)

Define: La noción de eficiencia tiene su origen en el término latino **efficientia** y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción.

La eficiencia, por lo tanto, está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y

con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.

Es posible encontrar la idea de eficiencia en distintos ámbitos. En la Física, por ejemplo la eficiencia tiene que ver con el vínculo entre la energía que se invierte y la energía que se aprovecha en un procedimiento o en un sistema.

Principalmente el termino hace referencia a aquellos recursos que se tienen (humanos, tecnológicos, financieros, físicos, etc.) para conseguir algo, la forma en la que son utilizados y los resultados a los que se ha arribado, cuanto mejor hayan sido aprovechados esos recursos mayor será la eficiencia en la forma de buscar dicha meta.

La eficiencia puede ser definida de una forma u otra de acuerdo a qué rubro sea aplicada. Por ejemplo, si se la aplica a la ingeniería industrial hace referencia al uso de los recursos que son los medios de producción que se tienen disponibles y puede llegar a conocerse el nivel de eficiencia desarrollado a través de la ecuación $E=P/R$ (P= productos resultantes; R=recursos utilizados).

Tronzadora:

Maquinarias Madrid, s.a. (2004)

[Www. maquinariasmadrid.com](http://www.maquinariasmadrid.com)

Define: Es una maquina eléctrica que sirve para cortar materiales metálicos por abrasión mediante un disco y nos permite realizar cortes rectos y en ángulo sobre perfiles, tubos, barras, etc.

Posee Motor y engranaje con rodamiento de bolas situados en un cojinete de agujas, pensado para forzarla al máximo. Especialmente adecuada para tronzar de forma rápida y precisa. Además posee Caperuza de protección de discos abrasivos orientable y una llave de tornillos.

Estructuras metálicas:

<http://www.areatecnologia.com> (2016)

Define: Una estructura metálica es cualquier estructura donde la mayoría de las partes que la forman son materiales metálicos, normalmente acero.

Productividad:

www.ingenieriaindustrialonline.com

Define:

Según la Real Academia Española. "Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc."

A partir de esta definición genérica, se han propuesto otras definiciones que la complementan, planteándose desde diferentes puntos de vista:

Capacidad de producir más satisfactores (sean bienes o servicios) con menos recursos.

Medida de rendimiento que se refiere a la relación entre lo obtenido (bienes y servicios) y lo ingresado (materiales usados y horas de trabajo).

Relación entre los insumos y la producción total obtenida al operar un proceso.

Los insumos pueden ser dinero, mano de obra o tiempo.

La producción total puede ser en número de productos o dinero.

Eficacia con la que se utilizan los recursos para alcanzar los objetivos de producción que se han fijado inicialmente.

No podemos dejar de mencionar la definición que hace la EPA (Agencia Europea de Productividad). "La productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada en la

convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos. Es la firme creencia del progreso humano".

Tomando como referencia estas definiciones, si las trasladamos al entorno industrial, podemos definir la productividad industrial como la resultante equilibrada entre cantidad, calidad y coste de la producción obtenida.

Por último, desde red industria proponemos la siguiente definición para la productividad industrial: Evaluación de la capacidad del sistema de producción de alcanzar la producción requerida al menor coste posible, utilizando óptimamente los recursos disponibles y con la máxima calidad.

Mejoramiento:

El mejoramiento es el conjunto de todas las acciones diarias que permiten que los procesos y la empresa sean más competitivos en la satisfacción del cliente. La mejora continua debe formar parte de la cultura de la organización, convirtiéndose en una filosofía de vida y trabajo.

Corte por desbaste:

<http://www.paritarios.cl>. (2016)

Define:

Corte: se refiere a dividir algo o separar sus partes con algún instrumento.

Desbaste se refiere a "quitarle las partes más bastas a una materia: debilitarla o gastarla"

ASTM: American Section of the International Association for Testing Materials

<https://es.wikipedia.org> (2016)

Define:

Es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias.

AWS: American Welding Society

Es una organización sin fines de lucro dedicada al avance de la ciencia, la tecnología y la aplicación de la soldadura y sus aliados unión y corte de los procesos, incluyendo la soldadura y proyección térmica.

Electrodo:

Oerlikon (2014)

Define:

En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente. El electrodo o varilla metálica suele ir recubierta por una combinación de materiales diferentes según el empleo del mismo. Las funciones de los recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características.

Estudio de tiempos y movimientos

<https://todoingenieriaindustrial.wordpress.com>

Define:

Un Estudio de tiempos y movimientos o (Estudio tiempos-movimientos) es una técnica de eficiencia en el negocio que combina el trabajo de Estudio de Tiempos realizado por Frederick Winslow Taylor junto con el trabajo de Estudio de Movimientos de Frank y Lillian Gilbreth (la misma pareja mejor conocida por el libro y filme biográfico de 1950 *Más barato por docena*). Es un trabajo mayoritariamente de la Administración científica (Filosofía Taylor). Posterior a su primera introducción, el estudio de tiempos se desarrolló en la dirección de establecer tiempos estándar, mientras que el estudio de movimientos evolucionó en una técnica para mejorar los métodos de trabajo. Ambas técnicas fueron integradas y mejoradas en un método ampliamente aceptado y sobre todo aplicable para la mejora y actualización de sistemas de trabajo. Esta integración acoplada a la mejora de sistemas de trabajo es conocida como Ingeniería de métodos y es aplicada hoy en día tanto a la industria como a organizaciones que otorgan servicios tales como: bancos, escuelas y hospitales. El estudio de tiempos es una observación directa y continua de una tarea utilizando un dispositivo preciso para medir el tiempo (por ejemplo: cronómetro con lectura decimal, cronómetro electrónico asistido por computadora o una cámara de video) para grabar el tiempo que toma completar la tarea a estudiar. Este método es comúnmente usado cuando:

- Existen ciclos de trabajo repetitivos de corta o larga duración.
- Se desempeña una gran variedad de trabajo desigual.
- Cuando los elementos del proceso de control son parte del ciclo de trabajo.

Las normas en Terminología de Ingeniería Industrial definen estudio de tiempos como "una técnica de medición del trabajo que consiste en medir el tiempo de una tarea de manera cuidadosa con un instrumento de medición apropiado, ajustado para cualquier variación observada en un esfuerzo o ritmo normal y así establecer el tiempo adecuado para piezas

como elementos externos, retrasos inevitables o a causa de maquinaria, descanso para vencer la fatiga y necesidades personales.

Los sistemas de estudio de tiempos y movimientos son asumidos de forma frecuente como términos intercambiables que describen teorías equivalentes. Sin embargo los principios subyacentes y las razones para la creación de cada método respectivamente son distintos a pesar de ser originadas por la misma escuela de pensamiento.

La aplicación de la ciencia a problemas de negocios y el uso de los métodos de estudio de tiempos en el arreglo y planeación del trabajo fue introducido por Frederick Winslow Taylor. Este personaje colaboró con directores de fábricas y dado el éxito de estas discusiones escribió varios artículos proponiendo el uso de normas de salarios contingentes basadas en un estudio científico de tiempos. En su nivel más básico el estudio de tiempos involucró desmenuzar cada tarea en varias partes, coordinando cada una y reorganizando las mismas en el método más eficiente de trabajo. Por medio de cálculos y conteos Taylor buscó transformar la administración, la cual era una tradición esencialmente oral, en un conjunto de técnicas escritas y a base de cálculos.

Taylor y sus colegas pusieron énfasis en el contenido de un trabajo justo y buscaron maximizar la productividad independientemente del costo psicológico para el trabajador. Por ejemplo, Taylor pensó que el tiempo improductivo debía ser utilizado como un intento a considerar para los trabajadores de manera que pudieran promover sus mejores intereses y para mantener a los empleados sin conocimiento de qué tan rápido se puede llevar a cabo una tarea. Este mecánico punto de vista del comportamiento humano definido por Taylor preparó el camino para que las relaciones humanas sustituyeran la administración científica en términos de éxito literario y aplicación gerencial.

Capítulo 3: METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA

La metodología es la “descripción, explicación y justificación de los métodos” (Kaplan, 1964); El presente capítulo describe la metodología que se utilizó para la recolección, procesamiento, análisis e interpretación de la información y los datos numéricos en el desarrollo de este estudio.

3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

3.2.1 Tipo de investigación

Por el **tipo** de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación **tecnológica**, **La investigación tecnológica** en las disciplinas de la ingeniería presenta un conjunto de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación y la evaluación de la investigación tecnológica pueden ser utilizadas como un instrumento para fomentar la innovación. Como innovación tecnológica se designa la incorporación del conocimiento científico y tecnológico, propio o

ajeno, con el objeto de crear o “modificar un proceso productivo, un artefacto, una máquina, para cumplir un fin valioso para la sociedad”.

Asumido así este conocimiento, se puede decir que la investigación tecnológica consiste en producir nuevos elementos sobre el objeto para transformarlo, tal concepción se ubica en el análisis de los procesos de la tecnología que existe, de la que se está aplicando. De acuerdo a esta modalidad el conocimiento consistiría en agregar nuevas funciones a esa tecnología para así avanzar hacia nuevas soluciones. Generalmente la investigación tecnológica comprende un proceso que se rige por la invención, el diseño y la innovación como resultado. Al respecto, las etapas que comprenden dicho proceso serían: observar, determinar el problema, documentar, reflexionar, elaborar el proyecto de intervención, valorar, comunicar, implementar, hacer seguimiento y la correspondiente evaluación.

3.2.2 Nivel de investigación

En cuanto al nivel de la investigación esta sería de **nivel Descriptivo-Explicativo**, el nivel **Descriptivo** tiene como propósito describir, sistemática, completa, cualitativa y cuantitativamente los fenómenos.

Explica las características y propiedades del objeto de investigación. Responde a la pregunta ¿Cómo es? Un determinado proceso de estudio.

El nivel explicativo tiene como propósito explicar las causas que originan un fenómeno y la verificación de las hipótesis causales y explicativas. Responde a la pregunta ¿por qué?

Su finalidad es explicar el comportamiento de una variable en función de otra(s); aquí se plantea una relación de causa efecto, y tiene que cumplir otros criterios de causalidad; requiere de control tanto metodológico como estadístico.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el diseño de la investigación, emplearemos una investigación **no experimental** por llevarse a cabo sin que haya manipulación deliberada de variables.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Población

La población está conformada por las diversas marcas de tronadoras utilizadas en la industria metal mecánica de Huancayo

3.4.2 Muestra

La muestra es no probabilística o por conveniencia y para el proceso de estudio se eligió la tronadora CROWN – CT 15007 en la empresa INGENIERÍA METÁLICA.

3.5 HIPÓTESIS GENERAL

Con las modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007, se mejorará la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo, 2016.

3.5.1 Hipótesis específicas

- a) Al reemplazar la base de la tronadora CROWN CT-15007 se obtendrá una mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo, 2016.
- b) Con la incorporación de una regla graduable en la tronadora CROWN CT-15007 se incrementará el número de cortes y se obtendrá una mayor precisión respecto a las dimensiones, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, Huancayo, 2016.

3.6 INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR LOS DATOS

- Tablas de Excel.
- Resultados de ensayos no destructivos.
- Formatos de supervisión.

3.7 MATERIALES USADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Los materiales empleados en la investigación son:

- Equipo de cómputo
- Internet
- Formatos de recolección de datos

3.8 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de diseñar los instrumentos de recolección de datos, definiremos al sujeto a quien se le aplicará los instrumentos. La unidad a medir en la variable independiente, serán los tiempos de producción de la tronzadora CROWN CT-15007, los cuales se conseguirán con la información proporcionada por la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”, también será necesario comparar los tiempos de producción después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007, para lo cual aremos uso de la información de empresa ya antes mencionada. La unidad a medir en la variable dependiente será la eficiencia en la producción de cortes, para lo cual será necesario realizar un estudio de tiempos.

3.8.1 Instrumento de análisis documental

Para obtener el marco teórico y los datos de los tiempos de producción antes de la modificación, como para después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007, se ha utilizado dos tipos de fichas, la ficha de estudio de tiempos y la ficha de transcripción, las cuales son tal como se muestran en las siguientes figuras.

Tabla 2.

Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPTO. : Atención al cliente		SECCIÓN :		ESTUDIO núm. : 1									
OPERACIÓN: Atención al cliente. Estudio de Métodos núm.: 1		HOJA núm. : 1											
INSTALACIÓN/MÁQUINA: No aplica.		TERMINO : 04/03/2013											
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: No aplica.		COMIENZO: 26/02/2013											
PRODUCTO/PIEZA: _____ Núm. : _____		TIEMPO TRANSC: 6 días.											
PLANO Núm. : 1 MATERIAL : _____		OPERARIO: XXXXXXX											
CALIDAD: CONDICIONES TRABAJO: Deficientes.		FICHA: No aplica.											
		OBSERVADO POR: Estudiante.											
		FECHA :26/02/13 al 04/03/13											
		COMPROBADO : _____											
ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)										Σ T	T̄(s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
E1	T	0.5	0.9	1.3	0.6	1.1	0.9	0.3	2.0	1.2	0.7	9.5	0.95
	L	0.5	0.9	1.3	0.6	1.1	0.9	0.3	2.0	1.2	0.7		
E2	T	2.5	1.2	3.5	0.8	2.1	5.2	1.9	5.0	0.7	4.1	27	2.7
	L	3.0	2.1	4.8	1.4	3.2	6.1	2.2	7.0	1.9	4.8		
E3	T	1.5	1.0	0.5	0.8	1.2	1.5	4.3	2.6	1.3	0.6	15.3	1.53
	L	4.5	3.1	5.3	2.2	4.4	7.6	6.5	9.6	3.2	5.4		

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

**Toma de tiempos, antes de las modificaciones de la tronadora
CROWN CT-15007 para su evaluación.**

Tabla 4.

Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
ángulo 3/4"x3/4"x 2mm	42	43	42	41	45	42	44	42	42	41	43
ángulo 1"x1"x 2mm	45	45	44	45	41	43	43	42	45	46	45
ángulo 1 1/2"x 1 1/2"x 2mm	46	47	47	46	45	47	46	45	47	46	45
tee 3/4"x3/4"x 2mm	43	42	41	42	43	42	42	42	43	44	42
tee 1"x1"x 2mm	46	46	46	47	45	46	45	46	44	47	45
tee 1 1/2"x 1 1/2"x 2mm	72	72	71	71	71	73	74	75	75	74	71
Cuadrado de 10 mm	32	33	32	31	32	32	33	31	35	32	31
Cuadrado de 12 mm	42	41	42	42	42	45	41	42	43	41	44
Cuadrado de 15 mm	67	68	69	68	68	64	65	66	66	66	64
Platina de 5/8" x 2 mm	35	35	35	32	36	31	32	36	35	34	35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.

Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	35	36	32	35	35	36	35	34	34	33	36
Cuadrado de 1"x 1.2mm	35	35	36	36	35	32	31	36	36	36	34
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	37	38	38	35	36	36	36	37	37	38	39
redondo de 3/4"x 1.2mm	40	39	42	45	40	41	41	42	41	40	44
redondo de 1"x 1.2mm	39	38	37	38	38	38	39	40	40	41	40
redondo de 1 1/4"x 1.2mm	42	44	40	41	41	42	42	40	41	42	44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	118	120	122	130	125	127	132	125	131	118	120
Cuadrado de 1"x 1.2mm	120	125	123	122	130	133	129	120	125	126	119
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	130	133	135	140	141	129	133	129	135	140	136

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

Bayetas tronzadas a 90° de dos metros

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Bayeta de 10 cm x 0.8 mm	42	44	45	42	41	44	45	42	43	42	44

Fuente: Elaboración propia.

Toma de tiempos después de las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007 para su evaluación.

Tabla 8.

Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
ángulo 3/4"x3/4"x 2mm	10	10	11	10	10	11	12	11	10	11	11
ángulo 1"x1"x 2mm	11	12	11	10	12	13	12	11	13	12	11
ángulo 1 1/2"x 1 1/2x 2mm	13	14	15	14	14	14	15	12	16	13	14
tee 3/4"x3/4"x 2mm	10	11	10	10	10	12	11	11	12	13	10
tee 1"x1"x 2mm	11	11	12	12	12	14	10	11	13	12	11
tee 1 1/2"x 1 1/2x 2mm	15	15	17	18	12	14	14	14	13	15	16
Cuadrado de 10 mm	8	8	10	9	8	9	9	10	11	8	9
Cuadrado de 12 mm	10	10	10	11	12	13	12	12	11	12	13
Cuadrado de 15 mm	15	20	18	15	15	14	16	14	15	15	16
Platina de 5/8" x 2 mm	5	6	4	5	5	5	5	6	6	4	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.

Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	10	10	10	11	12	13	12	12	11	12	13
Cuadrado de 1"x 1.2mm	10	11	10	10	10	12	11	11	12	13	10
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	13	12	13	14	12	12	12	13	14	15	13
redondo de 3/4"x 1.2mm	12	11	11	12	13	10	11	12	11	12	13
redondo de 1"x 1.2mm	10	11	12	11	12	13	12	12	11	12	13
redondo de 1 1/4"x 1.2mm	13	12	12	12	13	14	12	14	12	12	14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.

Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	11	11	12	10	10	12	11	11	12	11	10
Cuadrado de 1"x 1.2mm	10	12	12	11	12	13	12	12	11	12	11
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	13	13	13	14	12	13	12	13	14	14	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

Bayetas tronzadas a 90° de dos metros

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Bayeta de 10 cm x 0.8 mm	25	24	23	24	24	25	24	24	25	24	23

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Presentación, análisis y característica de la empresa sometida a la investigación

Antecedentes y características:

La empresa inicia sus actividades en 1986, con el nombre de construcciones metálicas Barrientos, dedicadas desde el principio a la ejecución de proyectos de construcción metálica.

Tienen trabajando 30 años a lo largo de todo el territorio regional, y operando con capital propio. Es así que, en el 2014, toman la decisión de relanzar la empresa con un renovado impulso y un nuevo nombre: "INGENIERIA METALICA" Ampliado ofertas de servicios hacia otros sectores, que abarcan no solo el vasto campo de la Ingeniería y Construcción, sino también rubros como el inmobiliario y producción de diversas maquinarias para el sector metal mecánico.

Actualmente la empresa se encuentra en proceso de constitución y registro.

Características

INGENIERIA METALICA B&D

- Actividad de la empresa: Servicios múltiples
- Dirección: Jirón Angaraes N° 926 Huancayo
- RUC 10403504900

Capítulo 4:

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un análisis de las condiciones iniciales de operación de la tronzadora CROWN CT-15007 y las modificaciones necesarias para mejorar la eficiencia.

Según el estudio de tiempos de producción se vio la necesidad de modificar la tronzadora CROWN CT-15007 para así poder incrementar la eficiencia y con ello elevar los niveles de producción, en la empresa “INGENIERÍA METÁLICA”.

4.2 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA MEJORA DEL PROCESO DE CORTE Y RESULTADOS CUANTIFICABLES

Para poder determinar la mejora en la eficiencia de cortes por desbaste primero se realizó el diagrama hombre máquina y posterior a ello el estudio de tiempos en el proceso de corte de tubo cuadrado de 1 pulgada por 1.2 milímetros de espesor y 49.5 centímetros de longitud a 90°.

4.2.1 Diagrama hombre máquina

Para poder determinar el tiempo de ciclo y en el proceso de corte por desbaste de cada pieza primero realizaremos en diagrama hombre maquina

DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA ANTES DE LA MODIFICACIÓN

	tiempo	hombre	máquina
carga	25 segundos		
mide	10 segundos		
posiciona	12 segundos		
prensa	6 segundos		
corta	7 segundos		
mide	10 segundos		
posiciona	12 segundos		
prensa	6 segundos		
corta	7 segundos		
mide	10 segundos		
posiciona	12 segundos		
prensa	6 segundos		
corta	7 segundos		
mide	10 segundos		
posiciona	12 segundos		
prensa	6 segundos		
corta	7 segundos		
mide	10 segundos		
posiciona	12 segundos		

Tiempo en espera

Tiempo de ciclo

tempo de espera	
tiempo muerto	
tiempo de ocio del operario	
tiempo de trabajo	

resumen	tiempo de ciclo	acción	ocio	utilización
operario	35 segundos	35 segundos	0 segundos	100 %
tronzadora	35 segundos	7 segundos	28 segundos	20 %

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Estudio de tiempos antes de la modificación

Tamaño de muestra:

Se realizaron 11 observaciones en el proceso de corte de tubo cuadrado de 1 pulgada por 1.2 milímetros de espesor y 49.5 centímetros de longitud con un ángulo de corte de 90°. Para poder determinar el tamaño de muestra con un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5 \%$

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

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;
 n' = número de observaciones del estudio preliminar;
 \sum = suma de los valores;
 x = valor de las observaciones.

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

Tabla 12.

Cuadro para determinar el tamaño de muestra

X	x ²
35	1225
36	1296
35	1225
34	1156
36	1296
35	1225
36	1296
34	1156
32	1024
37	1369
33	1089
$\sum 383$	$\sum 13357$

Fuente: Elaboración propia.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{11 \times (13357) - (383)^2}}{383} \right)^2$$

$$n = 2.6$$

$n = 2.6$ ósea 3 observaciones

Debido a que el número de observaciones requeridas es menor a las obtenidas se trabajara con los datos obtenidos anteriormente.

Tabla 13.

Tiempo de corte por pieza en segundos

MATERIAL	TIEMPO DE CORTE POR PIEZA										
Tubo Cuadrado de 1"x 1.2mm	35	36	35	34	36	35	36	34	32	33	33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.

Tiempos de producción

Tiempo promedio	35 segundos por pieza
Tolerancia 10%	$35 \times 1.1 = 38.5$ segundos por pieza
Piezas por hora	93.5
Pizas por 8 horas	748

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.

Costo por pieza producida

Costo de la M.O por jornada de 8 horas	S/. 60.00
Costo de la M.O por hora	S/. 7.50
Costo de la maquina por hora, 10% más que la M.O	S/. 8.25
Piezas por hora	28
Costo de la maquina más la M.O por hora	S/. 15.75
Costo por pieza	S/. 0.56

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Estudio de tiempos después de la modificación

DIAGRAMA HOMBRE MÁQUINA DESPUÉS DE LA MODIFICACIÓN

	tiempo	hombre	máquina
carga	25 segundos		
mide	5 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		
corta	7 segundos		
posiciona	3 segundos		

} Tiempo en espera
} Tiempo de ciclo

tempo de espera	
tiempo muerto	
tiempo de ocio del operario	
tiempo de trabajo	

resumen	tiempo de ciclo	acción	ocio	utilización
operario	10 segundos	10 segundos	0 segundos	100 %
tronzadora	10 segundos	7 segundos	3 segundos	70 %

Fuente: Elaboración propia.

Tamaño de muestra

Se realizaron 11 observaciones en el proceso de corte de tubo cuadrado de 1 pulgada por 1.2 milímetros de espesor y 49.5 centímetros de longitud con un ángulo de corte de 90°. Para poder determinar el tamaño de muestra con un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5 \%$

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

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;
n' = número de observaciones del estudio preliminar;
Σ = suma de los valores;
x = valor de las observaciones.

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

Tabla 16.

Cuadro para determinar el tamaño de muestra

X	x ²
11	121
12	144
11	121
10	100
12	144
13	169
12	144
11	121
13	169
12	144
11	121
\sum 128	\sum 1498

Fuente: Elaboración propia.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{11 \times (1498) - (128)^2}}{128} \right)^2$$

$n = 9.18$ ósea 9 observaciones

Tabla 17.

Tiempo de corte por pieza

MATERIAL	TIEMPO DE CORTE POR PIEZA										
Tubo cuadrado de 1"x 1.2mm	10	11	10	10	10	12	11	11	12	13	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.

Tiempos de producción

Tiempo promedio	10 segundos por pieza
Tolerancia 10%	10 x 1.1 = 11 segundos por pieza
Piezas por hora	327
Pizas por 8 horas	2616

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19.

Costo por pieza producida

Costo de la M.O por jornada de 8 horas	S/. 60.00
Costo de la M.O por hora	S/. 7.50
Costo de la maquina por hora 30% más que la M.O	S/. 9.75
Piezas por hora	327
Costo de la maquina más la M.O por hora	S/. 17.25
Costo por pieza	S/. 0.052

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Evaluación de costo de abastecimiento de piezas para una baranda de 168 metros lineales

Evaluación del costo de abastecimiento de piezas para la elaboración de una baranda de modelo simple de 168 metros lineales y entramado de 14 cm (edificio de 13 pisos) con tubos cuadrados de 1 pulgada por 1.2

milímetros de espesor y 49.5 cm de longitud y un ángulo de corte de 54° se requerirá en promedio 1008 piezas

EVALUACIÓN DE COSTO ANTES DE LA MODIFICACIÓN

MATERIAL	TIEMPO DE CORTE POR PIEZA										
Tubo cuadrado de 1"x 1.2mm	120	125	123	122	130	133	129	120	125	126	119

Tabla 20.

Tiempos de producción

Tiempo promedio	125 segundos por pieza
Tolerancia 10%	125 x 1.1 = 137.5 segundos por pieza
Piezas por hora	26
Pizas por 8 horas	208
Tiempo de entrega de 1008 piezas	38.8 horas (4 días y 6.8 horas)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.

Costo por pieza producida

Costo de la M.O por jornada de 8 horas	S/. 60.00
Costo de la M.O por hora	S/. 7.50
Costo de la maquina por hora igual a la M.O (esmeril angular)	S/. 7.50
Piezas por hora	26
Costo de la maquina más la M.O por hora	S/. 15.00
Costo por pieza	S/. 0.58
Costo total de abastecimiento (1008 piezas)	S/. 584.64

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN DE COSTO DESPUÉS DE LA MODIFICACIÓN

Tabla 22.

Tiempo de corte por pieza

MATERIAL	TIEMPO DE CORTE POR PIEZA										
Tubo cuadrado de 1"x 1.2mm	10	10	11	11	12	11	11	12	11	12	11

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.

Tiempos de producción

Tiempo promedio	11 segundos por pieza
Tolerancia 10%	$11 \times 1.1 = 12.1$ segundos por pieza
Piezas por hora	298
Pizas por 8 horas	2384
Tiempo de entrega de 1008 piezas	3 horas 23 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24.

Costo por pieza producida

Costo de la M.O por jornada de 8 horas	S/. 60.00
Costo de la M.O por hora	S/. 7.50
Costo de la maquina por hora 30% más que la M.O (tronzadora modificada)	S/. 9.75
Piezas por hora	298
Costo de la maquina más la M.O por hora	S/. 17.25
Costo por pieza	S/. 0.058
Costo total de abastecimiento (1008 piezas)	S/. 58.34

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye: Después de haber realizado el estudio de tiempos y costos de producción se puede concluir que al realizar la mejora la producción se incrementa considerablemente. Lo cual influye directamente en los costos de producción. Con respecto a ello se puede interpretar que después de la mejora, los costos se reducen de S/. 584.64 a S/. 58.34 y el tiempo de abastecimiento de las 1008 piezas también se reduce de 38.8 horas (4 días, 6 horas y 48 minutos) a 3 horas 23 minutos. Por tanto se ha cumplido con el objetivo indicado.

4.3 SISTEMA QUE COMPRENDE LA TRONZADORA CROWN CT-15007 ANTES Y DESPUÉS DE HABER REALIZADO LAS MODIFICACIONES.

Dentro de las diferencias principales entre la tronzadora CROWN CT-15007 original y la modificada, se tiene:

Sistema de prensado, la tronzadora CROWN CT-15007 original cuenta con un tornillo de banco móvil el cual es deficiente cuando se realizan cortes diferentes a 90°. Por otro lado la tronzadora CROWN CT-15007 modificada cuenta con un tornillo de banco fijo el cual presta una mayor sujeción, dando como resultado cortes exactos en cualquier ángulo. Es decir que en la tronzadora CROWN CT-15007 original el material a ser tronzado es el que se posiciona en el ángulo requerido, mientras que en la tronzadora CROWN CT-15007 modificada el material a ser tronzado se encuentra estático y la maquina es la que se posiciona en el ángulo requerido.

Sistema de medición, la tronzadora CROWN CT-15007 original no cuenta con ningún tipo de sistema de medición en cuanto a longitudes. Por otro lado la tronzadora CROWN CT-15007 modificada cuenta con una regla graduable la cual nos garantiza cortes más exactos y un incremento considerable en cuanto a la producción.

4.3.1 Modificación del tornillo de banco y cambio de la base o soporte de la tronzadora.

Esta modificación se da a partir del mes de agosto del año 2016, en cual se realizaron las siguientes modificaciones:

Se desmonto en su totalidad el tornillo de banco original incluyendo la base o soporte de la tronzadora CROWN CT-15007 original y este fue reemplazado por uno diseñado y fabricado en la empresa.



Figura 16. Tronzadora.

Fuente: UYUSTOOLS PERU

DISEÑO DE LA BASE O SOPORTE DE LA TRONZADORA MODIFICADA

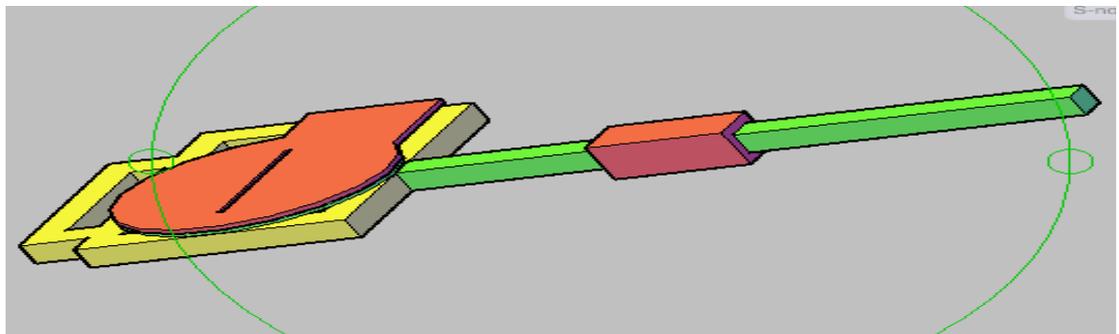


Figura 17. Soporte giratorio y regla graduable.

Fuente: elaboración propia.

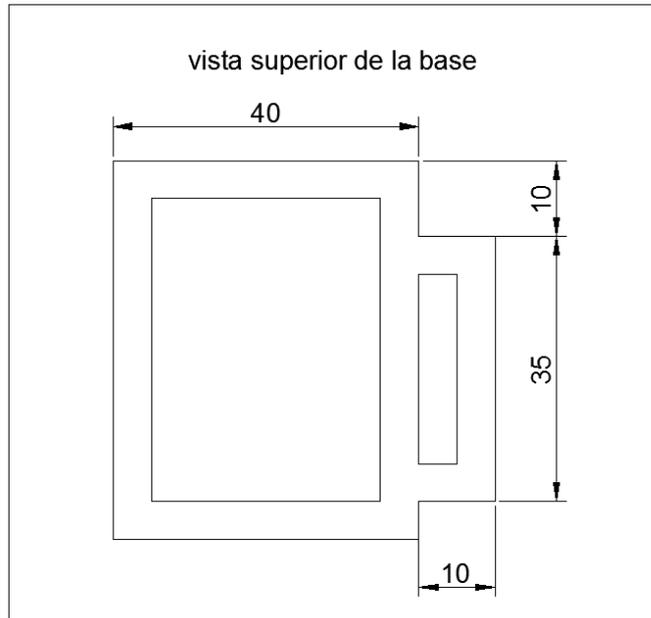


Figura 18. Base de tubo cuadrado de 2 pulgadas por 2 milímetros

Fuente: elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EMPLEADO:

Corporación aceros Arequipa

Define:

Tubo de hacer LAC ASTM A500 Para estructuras

DESCRIPCIÓN: tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

NORMAS TÉCNICAS: las secciones de fabricación son cuadradas. Las dimensiones son: 2 pulgadas por 2 milímetros de espesor y 6 metros longitudinales se fabrican según las normas ASTM A500 grado A.

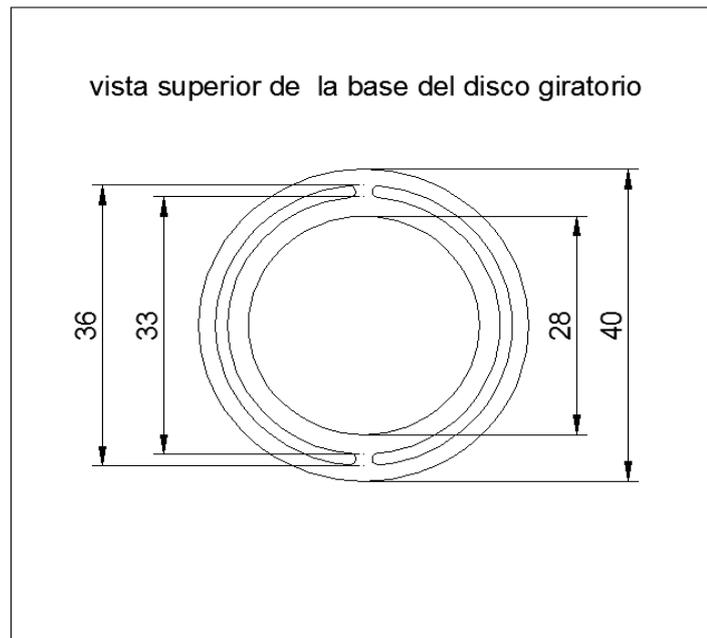


Figura 19. Base del disco de giro

Fuente: elaboración propia.

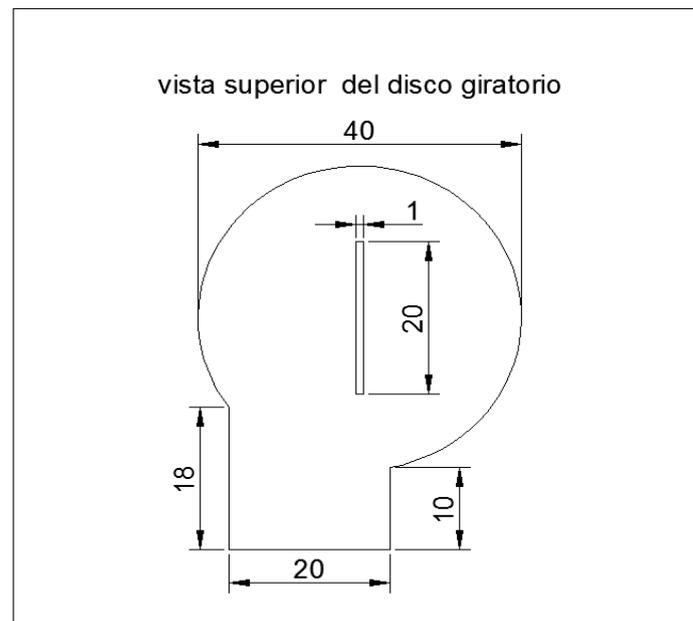


Figura 20. Disco giratorio

Fuente: elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EMPLEADO:

Corporación aceros Arequipa

Define:

DENOMINACIÓN: BLAC A36, PDLAC A36

DESCRIPCIÓN: Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación.

NORMAS TÉCNICAS: Estructural ASTM A36

PROPIEDADES: El acero A36, tiene una densidad de 7860 kg/m³ (0.28 lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 ksi), y el mismo límite de rotura

USOS: El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado mundialmente. El acero suave es el tipo más común de acero utilizado en la construcción, la manufactura y muchas otras industrias. De los aceros al carbono, el acero ASTM A36 es una de las variedades más comunes en parte debido a su bajo costo. Ofrece una excelente resistencia y fuerza para un acero bajo en carbono y aleación.

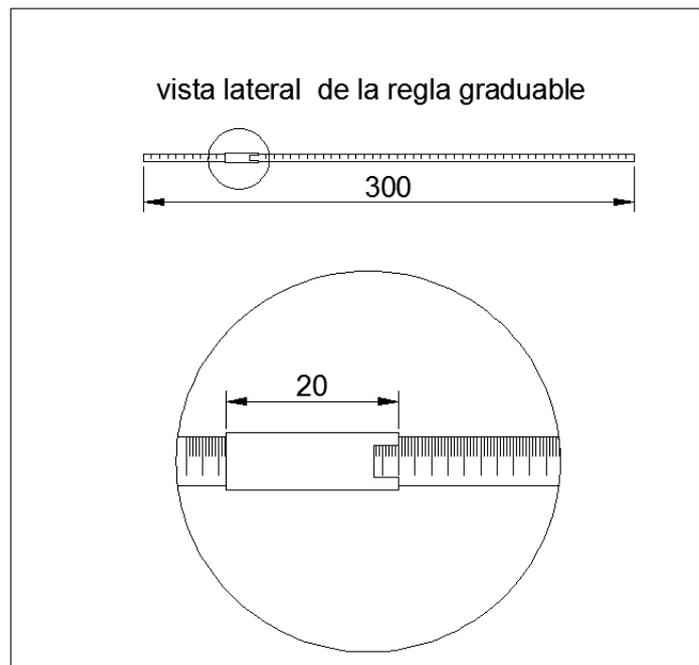


Figura 21. Regla graduable

Fuente: elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EMPLEADO:

Corporación aceros Arequipa

Define:

Tubo de hacer LAC ASTM A500 Para estructuras

DESCRIPCIÓN: tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

NORMAS TÉCNICAS: las secciones de fabricación son cuadradas. Las dimensiones son: 1 ½" por 2 milímetros de espesor y 6 metros longitudinales se fabrican según las normas ASTM A500 grado A.

Tabla 25.

Cálculo del Costo de modificación de la tronzadora CROWN CT-15007

Costo de modificación de la tronzadora CROWN CT-15007						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	FABRICANTE	C.U S/.	C.T S/.
1	Tornillo de 3/4" por 20 centímetros con rosca milimétrica de acero ASTM A36	UND	1	ING. MET. B&D	20.00	20.00
2	Base o soporte según plano de tubo cuadrado de 2" por 2 mm de espesor según plano de acero ASTM A36	UND	1	ING. MET. B&D	30.00	30.00
3	Disco de giro de plancha de 1/4 de espesor según plano de acero ASTM A36	UND	1	ING. MET. B&D	40.00	40.00
4	Base giratoria de plancha de 1/4 de espesor según plano de acero ASTM A36	UND	1	ING. MET. B&D	30.00	30.00
5	Regla graduable según plano de tubo cuadrado de 2" por 2 mm de espesor según plano de acero ASTM A36	UND	1	ING. MET. B&D	50.00	50.00
6	ENSAMBLAJE	UND	1	ING. MET. B&D	200.00	200.00
	Sub total				370.00	370.00
7	Gastos varios 20% del sub total				74.00	74.00
Costo total:					S/. 444.00	

Fuente: elaboración propia.

4.3.2 Recolección de datos antes y después de la modificación de la tronadora CROWN CT-15007.

Toma de tiempos, antes de las modificaciones de la tronadora CROWN CT-15007 para su evaluación.

Tabla 26.

Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
ángulo 3/4"x3/4"x 2mm	42	43	42	41	45	42	44	42	42	41	43
ángulo 1"x1"x 2mm	45	45	44	45	41	43	43	42	45	46	45
ángulo 1 1/2"x 1 1/2"x 2mm	46	47	47	46	45	47	46	45	47	46	45
tee 3/4"x3/4"x 2mm	43	42	41	42	43	42	42	42	43	44	42
tee 1"x1"x 2mm	46	46	46	47	45	46	45	46	44	47	45
tee 1 1/2"x 1 1/2"x 2mm	72	72	71	71	71	73	74	75	75	74	71
Cuadrado de 10 mm	32	33	32	31	32	32	33	31	35	32	31
Cuadrado de 12 mm	42	41	42	42	42	45	41	42	43	41	44
Cuadrado de 15 mm	67	68	69	68	68	64	65	66	66	66	64
Platina de 5/8" x 2 mm	35	35	35	32	36	31	32	36	35	34	35

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.

Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	35	36	32	35	35	36	35	34	34	33	36
Cuadrado de 1"x 1.2mm	35	35	36	36	35	32	31	36	36	36	34
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	37	38	38	35	36	36	36	37	37	38	39
redondo de 3/4"x 1.2mm	40	39	42	45	40	41	41	42	41	40	44
redondo de 1"x 1.2mm	39	38	37	38	38	38	39	40	40	41	40
redondo de 1 1/4"x 1.2mm	42	44	40	41	41	42	42	40	41	42	44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.

Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	118	120	122	130	125	127	132	125	131	118	120
Cuadrado de 1"x 1.2mm	120	125	123	122	130	133	129	120	125	126	119
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	130	133	135	140	141	129	133	129	135	140	136

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.

Bayetas tronzadas a 90° de dos metros

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Bayeta de 10 cm x 0.8 mm	42	44	45	42	41	44	45	42	43	42	44

Fuente: Elaboración propia.

**Toma de tiempos después de las modificaciones de la tronzadora
CROWN CT-15007 para su evaluación.**

Tabla 30.

Barras tronzadas en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
ángulo 3/4"x3/4"x 2mm	10	10	11	10	10	11	12	11	10	11	11
ángulo 1"x1"x 2mm	11	12	11	10	12	13	12	11	13	12	11
ángulo 1 1/2"x 1 1/2x 2mm	13	14	15	14	14	14	15	12	16	13	14
tee 3/4"x3/4"x 2mm	10	11	10	10	10	12	11	11	12	13	10
tee 1"x1"x 2mm	11	11	12	12	12	14	10	11	13	12	11
tee 1 1/2"x 1 1/2x 2mm	15	15	17	18	12	14	14	14	13	15	16
Cuadrado de 10 mm	8	8	10	9	8	9	9	10	11	8	9
Cuadrado de 12 mm	10	10	10	11	12	13	12	12	11	12	13
Cuadrado de 15 mm	15	20	18	15	15	14	16	14	15	15	16
Platina de 5/8" x 2 mm	5	6	4	5	5	5	5	6	6	4	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.

Tubos tronzados en ángulo de 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	10	10	10	11	12	13	12	12	11	12	13
Cuadrado de 1"x 1.2mm	10	11	10	10	10	12	11	11	12	13	10
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	13	12	13	14	12	12	12	13	14	15	13
redondo de 3/4"x 1.2mm	12	11	11	12	13	10	11	12	11	12	13
redondo de 1"x 1.2mm	10	11	12	11	12	13	12	12	11	12	13
redondo de 1 1/4"x 1.2mm	13	12	12	12	13	14	12	14	12	12	14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.

Tubos tronzados en ángulos diferentes a 90° menores a un metro

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Cuadrado de 3/4"x 1.2mm	11	11	12	10	10	12	11	11	12	11	10
Cuadrado de 1"x 1.2mm	10	12	12	11	12	13	12	12	11	12	11
Cuadrado de 1 1/2"x 1.2mm	13	13	13	14	12	13	12	13	14	14	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33.

Bayetas tronzadas a 90° de dos metros

MATERIAL	SEGUNDOS POR PIEZA										
Bayeta de 10 cm x 0.8 mm	15	14	13	14	14	15	14	14	15	14	13

Fuente: Elaboración propia.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Comparación de datos antes y después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007.

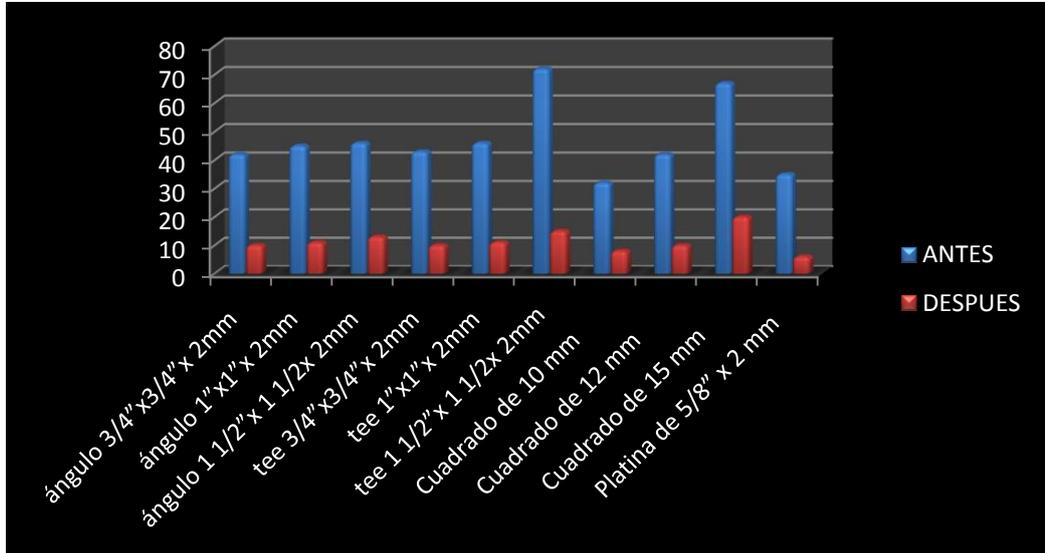


Figura 22 . Barras en ángulo de 90

Fuente: elaboración propia.

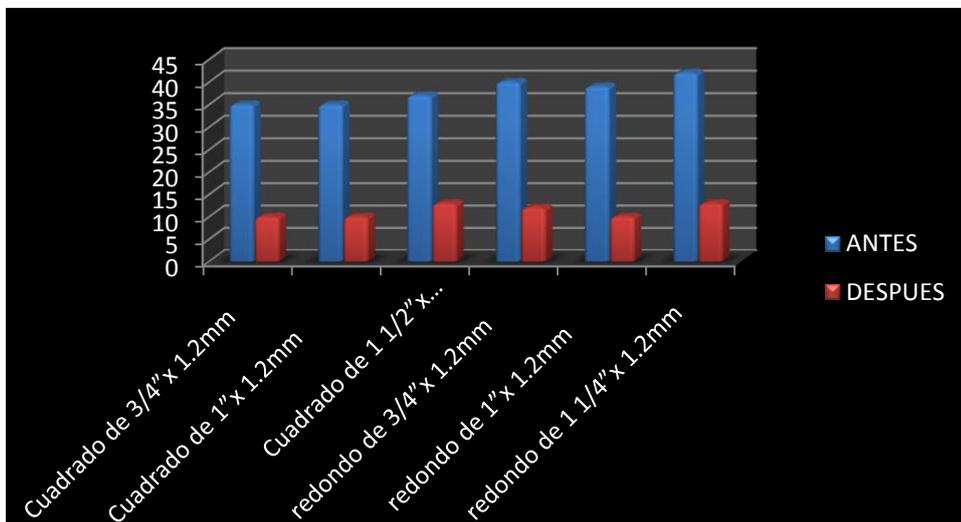


Figura 23. Tubos en ángulos de 90°

Fuente: elaboración propia.

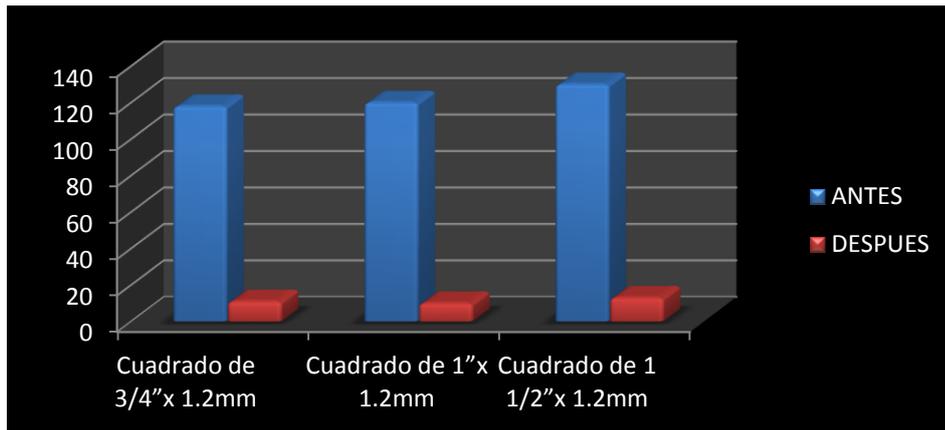


Figura 24. Tubos en ángulos diferentes a 90°

Fuente: elaboración propia.

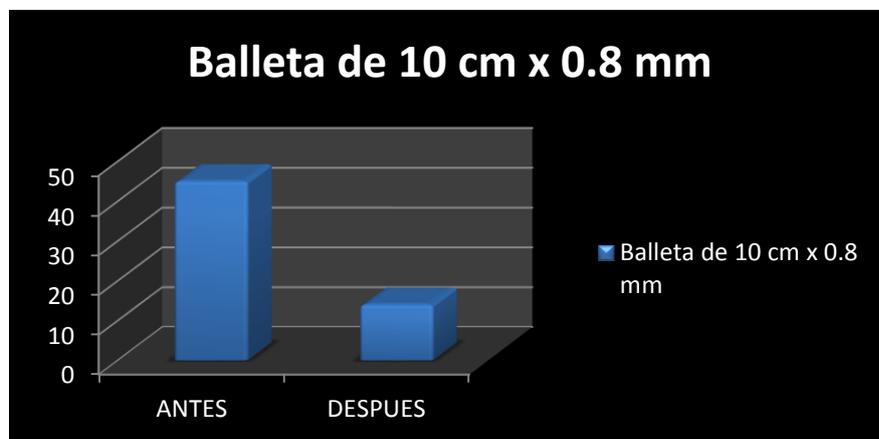


Figura 25. Bayetas a 90

Fuente: elaboración propia.

4.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

HIPOTESIS: Con la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007, se mejorara notablemente la eficiencia en la producción de cortes, empresa “INGENIERIA METÁLICA” Huancayo 2016.

H0= Hipótesis nula

H1= Hipótesis de la investigación

C0= Número de cortes antes de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007.

C1= Número de cortes después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007.

$H1 \rightarrow C0 < C1$

$H0 \rightarrow C0 > C1$

Con los datos de C obtenidos antes y después de la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007 se realiza la prueba T con ayuda del programa IBM SPSS STATISTIC.

Se considera el 95% Intervalo de confianza.

	MEMENTO	MATERIAL	DIMENSION	ANGULO_CORTE	TIEMPO	UNIDADES
1	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	80
2	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	81
3	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	88
4	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	82
5	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	87
6	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	86
7	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	80
8	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	82
9	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	85
10	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	84
11	ANTES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	85
12	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	360
13	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	358
14	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	365
15	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
16	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	365
17	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	365
18	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	352
19	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	361
20	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
21	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	365
22	DESPUES	ANGULO	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362

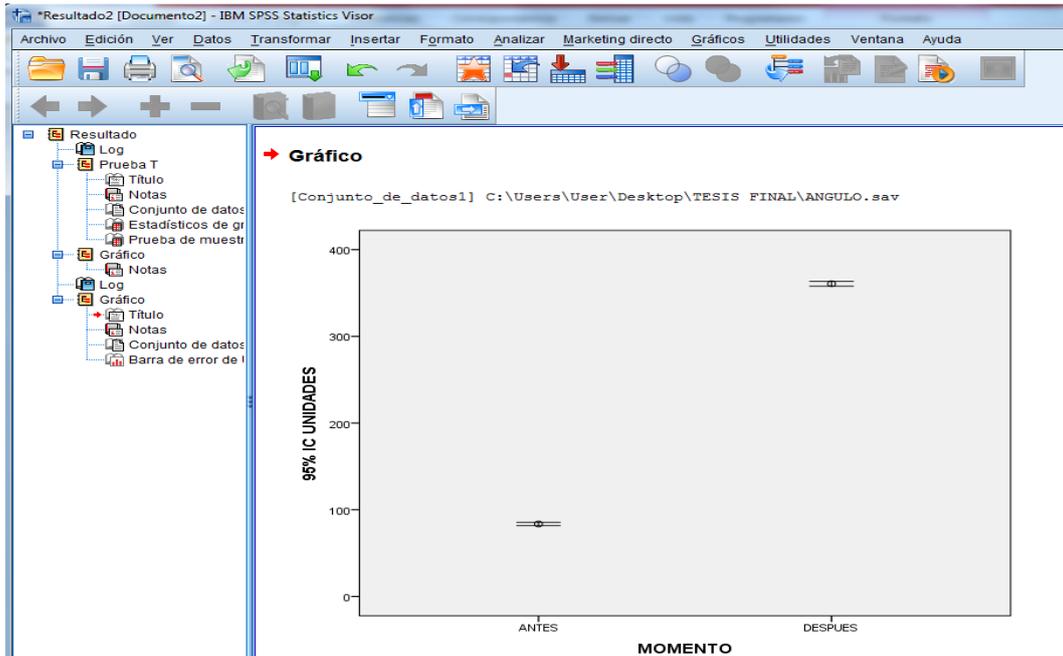
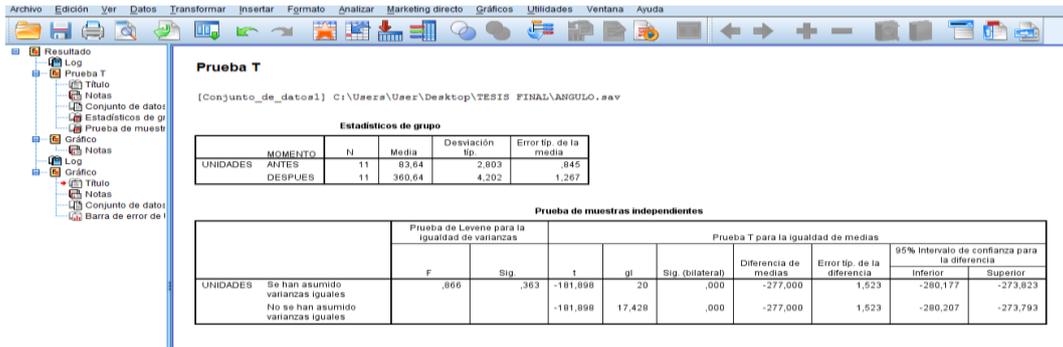


Figura 26. Ángulos de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{3}{4}$ " x 2mm a 90°

Fuente: elaboración propia.

	MEMENTO	MATERIAL	DIMENSION	ANGULO_CORTE	TIEMPO	UNIDADES
1	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	81
2	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	82
3	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	81
4	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	80
5	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	79
6	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	87
7	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	84
8	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	82
9	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	85
10	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	79
11	ANTES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	82
12	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	368
13	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	361
14	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
15	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	360
16	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	359
17	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	368
18	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	366
19	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	361
20	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
21	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
22	DESPUES	TEE	3/4" * 3/4 * 2mm	90°	1 hora	362
23						

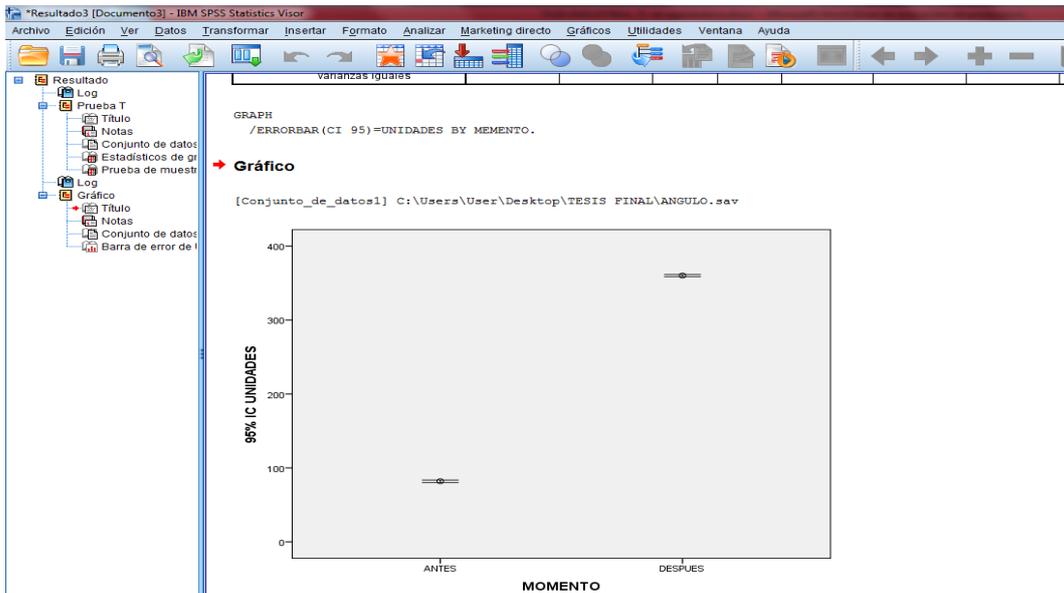
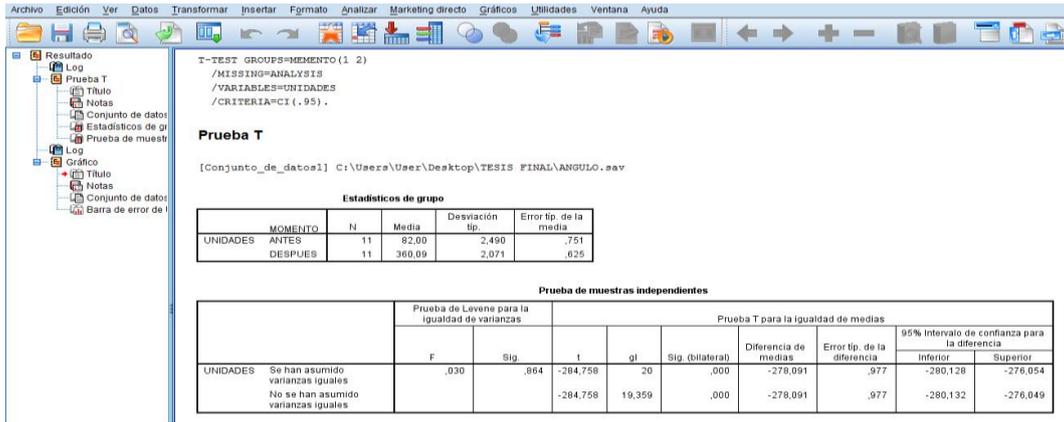


Figura 27. tee de 3/4" x 3/4" x 2mm a 90°

Fuente: elaboración propia.

	MEMENTO	MATERIAL	DIMENSION	ANGULO CORTE	TIEMPO	UNIDADES
1	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	112
2	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	113
3	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	110
4	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	109
5	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	112
6	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	113
7	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	110
8	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	112
9	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	114
10	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	112
11	ANTES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	112
12	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	450
13	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	452
14	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	453
15	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	455
16	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	450
17	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	449
18	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	452
19	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	453
20	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	454
21	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	455
22	DESPUES	CUADRADO	10mm x 10mm	90°	1 hora	450
23						

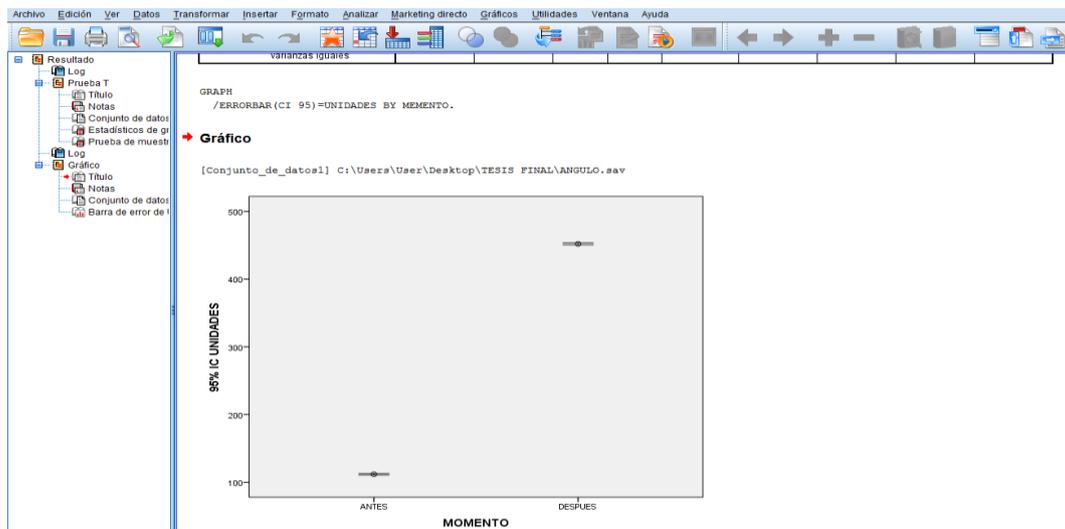
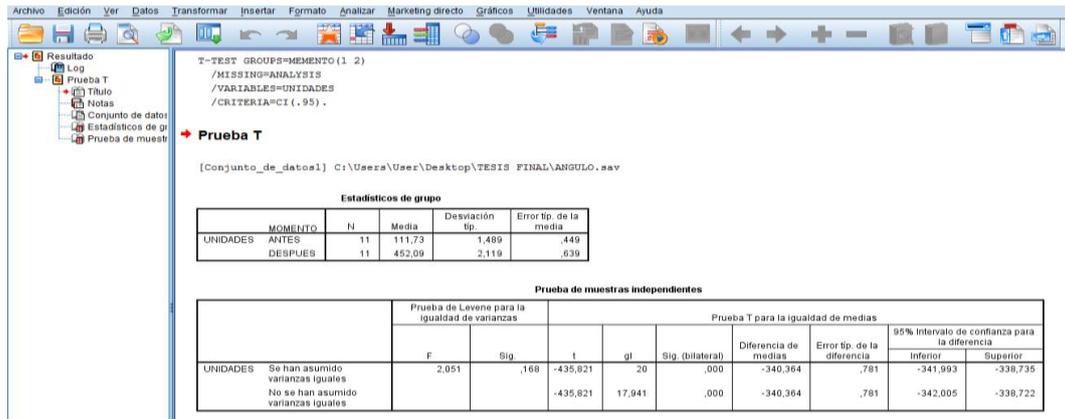


Figura 28. Cuadrado de 10mm x10mm a 90°

Fuente: elaboración propia.

En conclusión se acepta la hipótesis de la investigación.

Capítulo 5: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIONES

5.1.1 Análisis comparativo de eficiencias antes y después de haber realizado las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007

Según los resultados obtenidos antes de haber realizado las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007 tenemos como resultado el siguiente cuadro de ello se puede concluir que la eficiencia es baja en comparación al tiempo de producción.

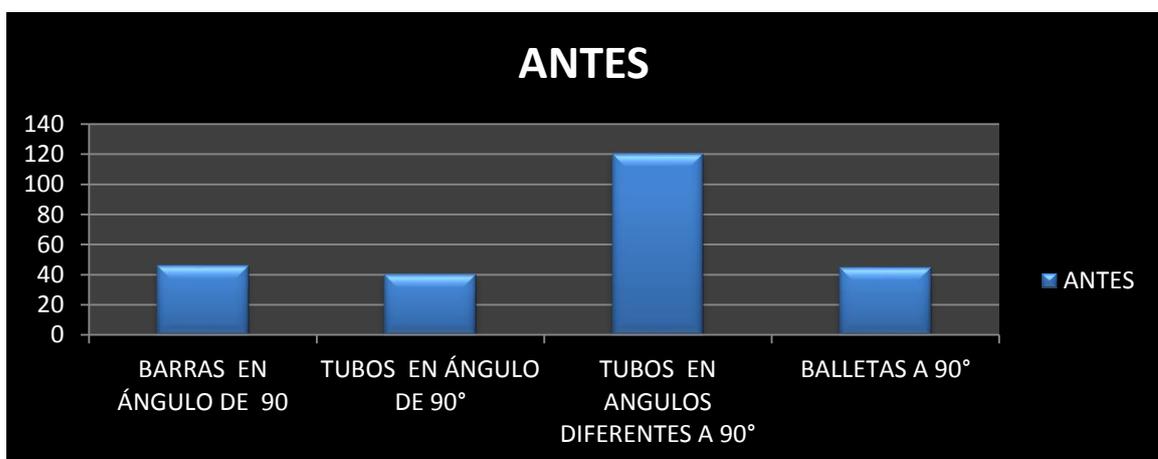


Figura 29. Diagrama de la eficiencia antes de las modificaciones.

Fuente: elaboración propia.

Después de las modificaciones realizadas en la tronzadora CROWN CT-15007. Se puede observar en la figura 5.2 que la eficiencia se ha elevado notablemente respecto a los tiempos de producción en comparación a la gráfica 5.1.

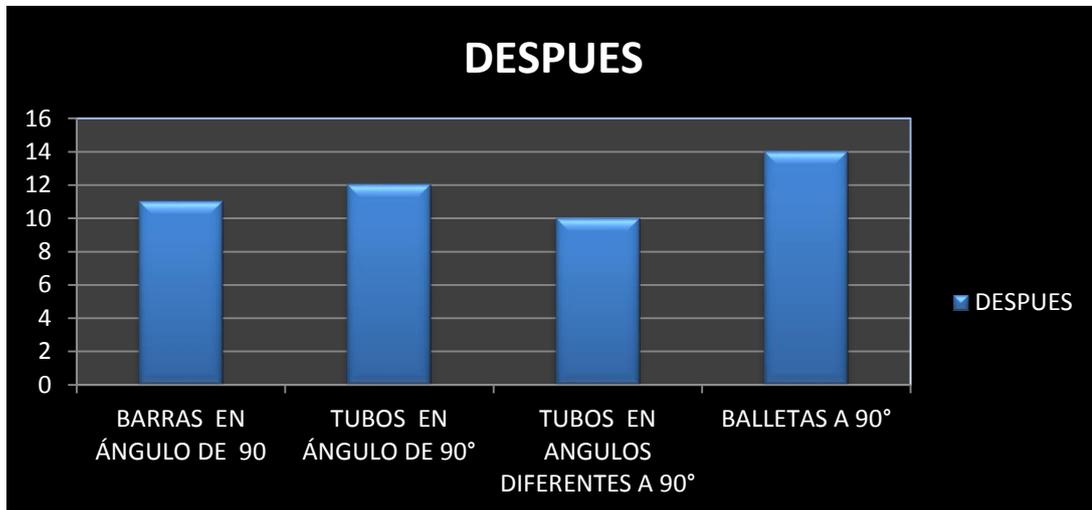


Figura 30. Diagrama de la eficiencia después de las modificaciones.

Fuente: elaboración propia.

5.2 INTERPRETACIÓN

5.2.1 La eficiencia actual de la tronzadora CROWN CT-15007

Según nuestro objetivo planteado es la de evaluar la eficiencia actual de la tronzadora CROWN CT-15007 para saber sus condiciones de operación. Con respecto a ello se puede interpretar que después de la mejora, la eficiencia ha mejorado porcentualmente. Por tanto se ha cumplido con el objetivo indicado.

5.3 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

- Se visualiza positiva la modificación de la tronzadora CROWN CT-15007 pues permite mejorar la eficiencia respecto a la producción de cortes, de la empresa "INGENIERÍA METÁLICA".
- Queda pendiente en la implementación de mejoras en otros

procesos de producción debido al tiempo de preparación necesaria.

5.4 CONSECUENCIAS TEÓRICAS

Este tipo de método con sus principios son herramientas que mejoran la eficiencia de los resultados finales en la construcción de diversas estructuras metálicas lo que nos impulsa continuar con la implementación realizando retroalimentación con sustentos en las teorías relacionados al procedimiento.

CONCLUSIONES

- 1 Con la modificación se mejoró la eficiencia en la producción de cortes respecto a los resultados finales, en algunos casos por más del 1000% aproximadamente como se muestra en la tabla 4.9, este resultado es el más elevado y de esta manera el objetivo genera es alcanzado.
- 2 Al reemplazar la base de la tronzadora CROWN CT-15007 se obtuvo una mayor precisión respecto al ángulo de corte.
- 3 Con la incorporación de la regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 se incrementó el número de cortes y se obtuvo una mayor precisión en las dimensiones.
- 4 La mejora de eficiencia se calcula de acuerdo a la toma de tiempos de producción, realizando una comparación de tiempos de producción de antes de las modificaciones y después de las modificaciones.
- 5 Al mejorar la eficiencia en la producción de cortes, también se incrementa la disponibilidad física de la tronzadora y de las piezas producidas, cabe mencionar que usando la tronzadora modificada, se tiene una mejor operatividad en la planta.
- 6 La utilización del diagrama hombre máquina y el estudio de tiempos son herramientas básicas para detectar de manera eficiente y eficaz los tiempos muertos y tiempos ociosos dentro de todo proceso productivo en el que interactúan el operario y la máquina.
- 7 Las tronzadoras CROWN CT-15007 son más versátiles para las modificaciones, porque presentan la confiabilidad en cuanto a la modificación de su base o soporte, también por su bajo costo.
- 8 Las modificaciones realizadas no son exclusivas de la tronzadora CROWN CT-15007 sino que se ajustan también a las diversas marcas de tronzadoras conocidas dentro de nuestro mercado.

RECOMENDACIONES

- 1 Con el presente estudio se aumenta la eficiencia de la tronzadora CROWN CT-15007, sin embargo se recomienda mejorar los diversos procesos de producción de la industria metal mecánica.
- 2 La regla graduable debe ser calibrada cada cierto periodo de tiempo en función al desgaste del disco tronzador, realizando un control adecuado en cuanto a las dimensiones obtenidas.
- 3 Para una buena elección de una maquina tronzadora, el operador debe conocer todas las características eléctricas y mecánicas de la máquina, para así realizar la elección más adecuada.
- 4 Entender que las tronzadoras CROWN CT-15007 forman parte del mantenimiento preventivo y predictivo.
- 5 Es necesario tener el personal de soldadura calificado, a fin garantizar la calidad de los productos finales.

BIBLIOGRAFIA

Ambrosio, R. (2009): *Modificación de la configuración de ruedas de 4x2 a 6x2 para incrementar la capacidad de carga en el chasis de un camión SCANIA - modelo R113H*. UNCP.

Bernal, C (2012) *Metodología de investigación*. 3ra edición Universidad de La Sabana, Colombia.

Bladimir S (2011) *Optimización de costos de operación y mantenimiento, para incrementar la productividad de la flota actual de scooptrans de la minera VOLCAN unidad TICLIO* UNCP.

Carhuallanqui, R (2012) *conversión de un molino de barras a bolas en la planta concentradora compañía minera Casapalca S.A.* UNCP.

Castro, E (2016) *Teoría y práctica de la investigación científica* primera edición

Corporación aceros Arequipa www.acerosarequipa.com

Gonzales H (2014) *optimización de las presiones de avance, percusión y rotación de la perforadora modelo hlx5 del jumbo frontonero axera t-08 en la empresa minera milpo –cerro de pasco* UNCP.

<http://definicion.de>. (2016)

<http://www.areatecnologia.com> (2016)

<http://www.paritarios.cl>. (2016)

Larburu, N. (2004). En su libro de *Máquinas – Prontuario*,
<http://www.construccionenacero.com>

Maquinarias Madrid, s.a. (2004) www.maquinariasmadrid.com

Oerlikon (2014) *Proceso de soldadura de Arco Manual "SMAW"*.

PRECOR S.A (2015) *Bayetas para puerta enrollable*

UYUSTOOLS PERU

Vega, C. (2013) *Repotenciación del equipo de chancadora modelo MP 1000 a MP 1250 para incrementar la productividad*. UNCP.

www.directivamaquinas.com

ANEXOS

MODIFICACIÓN DE LA TRONZADORA CROWN CT-15007 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CORTES, EMPRESA INGENIERÍA METÁLICA, HUANCAYO- 2016.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES
<p>Problema general:</p> <p>: ¿Cuáles serían las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007 para mejorar la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Con las modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007, se mejorara la eficiencia en la producción de cortes, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016</p>	<p>A nivel internacional:</p> <p>Muedas, Pedro (2004) Rediseño de vías para maquina rebobinadora de papel (WEB WELDER) en la empresa PAPELSA SA.</p> <p><i>Munive rojas (2007)</i> Rediseño de la maquina tapadora de la línea</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Modificaciones de la tronzadora CROWN CT-15007.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Eficiencia en la producción de cortes.</p>
<p>Problema específico:</p> <p>¿Cómo reemplazar la base de la tronzadora CROWN CT-15007 para obtener mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016?</p> <p>¿Cómo incorporar una regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 para incrementar el número de cortes por desbaste y a la vez obtener una mayor precisión en las dimensiones, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016?</p>	<p>Objetivo específico:</p> <p>Determinar cómo reemplazar la base de la tronzadora CROWN CT-15007 para obtener mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo - 2016</p> <p>precisar la incorporación de una regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 para incrementar el número de cortes por desbaste y a la vez obtener una mayor precisión en las dimensiones, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016</p>	<p>Hipótesis específica:</p> <p>Al reemplazar la base de la tronzadora CROWN CT-15007 se obtendrá una mayor precisión en el ángulo de corte, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016</p> <p>Con la incorporación de una regla graduable en la tronzadora CROWN CT-15007 se incrementara el número de cortes y se obtendrá una mayor precisión respecto a las dimensiones, en la empresa "INGENIERÍA METÁLICA", Huancayo- 2016</p>	<p>A nivel nacional:</p> <p>Vega, A. (2013) <i>Repotenciación del equipo de chancadora modelo MP 1000 a MP 1250 para incrementar la productividad UNCP.</i></p> <p>Bladimir Franz Rodríguez Salome (2011) "optimización de costos de operación y mantenimiento, para incrementar la productividad de la flota actual de scooptrans de la minera VOLCA unidad TICLIO "UNCP.</p> <p>Raúl Carhuallanqui Cachuan (2012) conversión de un molino de barras a bolas en la planta concentradora compañía minera Casapalca S.A. UNCP.</p>	<p>METODOLOGIA</p> <p>TIPO: Investigación Tecnológica</p> <p>NIVEL: Descriptivo- Explicativo</p> <p>DISEÑO: No experimental</p> <p>POBLACIÓN: la población está conformada por las diversas marcas de tronzadoras utilizadas en la industria metal mecánica de Huancayo</p> <p>MUESTRA: la muestra es no probabilística o por conveniencia y para el proceso de estudio se eligió la tronzadora CROWN – CT 15007 en la empresa INGENIERÍA METÁLICA tronzadora CROWN CT-15007</p>

TRONZADORA CROWN CT-15007 ANTES DE LA MODIFICACIÓN



DESMONTAJE DE LA TRONZADORA CROWN CT-15007



DESMONTAJE DE LA TRONZADORA CROWN CT-15007



BASE GIRATORIA



DISCO GIRATORIO



TRONZADORA CROWN CT-15007 MODIFICADA



TRONZADORA CROWN CT-15007 MODIFICADA



CORTES USANDO TRONZADORA CROWN CT-15007 MODIFICADA



TRONZADORAS DE OTRAS MARCAS



TRABAJOS REALIZADOS POR LA EMPRESA

INMOBILIARIA EUROEDIFICACIONES



TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

10	09	73	25	33	76	52	01	35	86	34	67	35	48	76	80	95	90	91	17
37	54	20	48	05	64	89	47	42	96	24	80	52	40	37	20	63	61	04	02
08	42	26	89	53	19	64	50	93	03	23	20	90	25	00	15	95	33	47	64
99	01	90	25	29	09	37	67	07	15	38	31	13	11	65	88	67	67	43	97
12	80	79	99	70	80	15	73	61	47	64	03	23	66	53	98	95	11	08	77
66	06	57	47	17	34	07	27	68	50	36	69	73	61	70	65	81	33	98	85
31	06	01	08	05	45	57	18	24	06	35	30	34	26	14	86	79	90	74	39
85	26	97	76	02	02	05	16	56	92	68	66	57	48	18	73	05	38	52	47
63	57	33	21	35	05	32	54	70	48	90	55	35	75	48	28	46	82	87	09
73	79	64	57	53	03	52	96	47	78	35	80	83	42	82	60	93	52	03	44
98	52	01	77	67	14	90	56	86	07	22	10	94	05	58	60	97	09	34	33
11	80	50	54	31	39	80	82	77	32	50	72	56	82	48	29	40	52	42	01
83	45	29	96	34	06	28	89	80	83	13	74	67	00	78	18	47	54	06	10
88	68	54	02	00	86	50	75	84	01	36	76	66	79	51	90	36	47	64	93
99	59	46	73	48	87	51	76	49	69	91	82	60	89	28	93	78	56	13	68
65	48	11	76	74	17	46	85	09	50	58	04	77	69	74	73	03	95	71	86
80	12	43	56	35	17	72	70	80	15	45	31	82	23	74	21	11	57	82	53
74	35	09	98	17	77	40	27	72	14	43	23	60	02	10	45	52	16	42	37
69	91	62	68	03	66	25	22	91	48	36	93	68	72	03	76	62	11	39	90
09	89	32	05	05	14	22	56	85	14	46	42	75	67	88	96	29	77	88	22
91	49	91	45	23	68	47	92	76	86	46	16	28	35	54	94	75	08	99	23
80	33	69	45	98	26	94	03	08	58	70	29	73	41	35	53	14	03	33	40
44	10	48	19	49	85	15	74	79	54	32	97	92	65	75	57	60	04	08	81
12	55	07	37	42	11	10	00	20	40	12	86	07	46	97	96	64	48	94	39
63	60	64	93	29	16	50	53	44	84	40	21	95	25	83	43	65	17	70	82
61	19	69	04	46	26	45	74	77	74	51	92	43	37	29	65	39	45	95	93
15	47	44	52	66	95	27	07	99	53	59	36	78	38	48	82	39	61	01	18
94	55	72	85	73	67	89	75	43	87	54	62	24	44	31	91	19	04	25	92
42	48	11	62	13	97	34	40	87	21	16	86	84	87	67	03	07	11	20	59
23	52	37	83	17	73	20	88	98	37	68	93	59	14	16	26	25	22	96	63
04	49	35	24	94	75	24	63	38	24	45	86	25	10	26	61	96	27	93	36
00	54	99	76	54	64	05	18	81	59	96	11	96	38	96	54	69	28	23	91
35	96	31	53	07	26	89	90	93	54	33	35	13	54	62	77	97	45	00	24
59	80	80	83	91	43	42	72	68	42	83	60	94	97	00	13	02	12	48	92
46	05	88	52	36	01	39	09	22	86	77	28	14	40	77	93	91	08	36	47
32	17	90	05	97	87	37	92	52	41	05	56	70	70	07	86	74	31	71	57
69	23	46	14	06	20	11	74	52	04	15	95	66	00	00	18	74	39	24	23
19	56	54	14	30	01	75	87	53	79	40	41	92	15	85	66	67	43	68	06
45	15	51	49	38	19	47	60	72	46	43	66	79	45	43	59	04	79	00	33
94	86	43	19	94	36	16	81	08	51	34	88	88	15	53	01	54	03	54	56
59	58	00	64	78	75	56	97	88	00	88	83	55	44	86	23	76	80	61	56
38	50	80	73	41	23	79	34	87	63	90	82	29	70	22	17	71	90	42	07
30	69	27	06	68	94	68	81	61	27	56	19	68	00	91	82	06	76	34	00
65	44	39	56	59	18	28	82	74	37	49	63	22	40	41	08	33	76	56	76
27	26	75	02	64	13	19	27	22	91	07	47	74	46	06	17	98	54	89	11

DIAGRAMA DEL PROCESO HOMBRE MAQUINA

Diagrama de actividades múltiples				
Diagrama num. 8	Hoja num. 1	de 1	Resumen	
Producto:			Actual	Propuesto
Pieza de fundición B 239	Plano num. B 239T		2,0	
Proceso:	Fresado segunda cara		2,0	
	Máquina		2,0	
	Tiempo de trabajo		7,2	
	Máquina		0,8	
	Tiempo inactivo		0,8	
Máquina (1):	Velocidad	Avance	Operario	
Fresadora vertical	80	38	0,8	
Diámetro num. 4	cm	cm/min	Máquina	7,2
	Utilización		Operario	60%
Operario:	Ficha num. 1234	Fecha:	Máquina	40%
Compuerto por:				
Tiempo (minutos)	Operario	Máquina	Tiempo (minutos)	
0,2				0,2
0,4				0,4
0,6				0,6
0,8				0,8
1,0				1,0
1,2				1,2
1,4				1,4
1,6				1,6
1,8				1,8
2,0				2,0
2,2				2,2
2,4				2,4
2,6				2,6
2,8				2,8
3,0				3,0
3,2				3,2
3,4				3,4
3,6				3,6
3,8				3,8

Diagrama de actividades múltiples				
Diagrama num. 9	Hoja num. 1	de 1	Resumen	
Producto:			Actual	Propuesto
Pieza de fundición B 239	Plano num. B 239T		2,0	1,38
Proceso:	Fresado segunda cara		2,0	1,38
	Máquina		2,0	0,64
	Tiempo de trabajo		1,2	0,68
	Máquina		0,8	0,8
	Tiempo inactivo		0,8	0,56
Máquina (1):	Velocidad	Avance	Operario	
Fresadora vertical	80	38	1,2	0,56
Diámetro num. 4	cm	cm/min	Máquina	1,2
	Utilización		Operario	60%
Operario:	Ficha num. 1234	Fecha:	Máquina	40%
Compuerto por:				
Tiempo (minutos)	Operario	Máquina	Tiempo (minutos)	
0,2				0,2
0,4				0,4
0,6				0,6
0,8				0,8
1,0				1,0
1,2				1,2
1,4				1,4
1,6				1,6
1,8				1,8
2,0				2,0
2,2				2,2
2,4				2,4
2,6				2,6
2,8				2,8
3,0				3,0
3,2				3,2
3,4				3,4
3,6				3,6
3,8				3,8

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPTO. : N/A	SECCIÓN : N/A				ESTUDIO num. : 1								
OPERACIÓN : Atención al cliente				Estudio de Métodos num. : 1				HOJA num. : 1/1					
INSTALACIÓN/MÁQUINA : N/A				Núm. : N/A				TERMINO : N/A					
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES : N/A								COMIENZO : N/A					
PRODUCTO/PIEZA : N/A				Núm. : N/A				TIEMPO TRANS. : N/A					
PLANO Núm. : N/A				MATERIAL : N/A				OPERARIO : 1					
CALIDAD : N/A				CONDICIONES TRABAJO : N/A				FICHA : N/A					
NOTA : Dibuje plano del taller al darso								OBSERVADO POR : Grupo de métodos					
								FECHA : 20/02/2013					
								COMPROBADO : N/A					
ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)										I T	T ₀
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Cliente solicita producto	T	08:0	08:4	08:15	08:30	08:13	08:6	08:5	08:55	08:2	08:54	08:75	08:17
	L	08:0	08:30	08:57	08:12	08:52	07:26	07:58	08:00	08:23	10:12		
Operario busca y entrega producto	T	08:18	08:12	08:08	08:16	08:01	08:19	08:02	08:14	08:33	08:13	08:69	08:08
	L	08:21	08:48	04:00	05:21	07:16	07:43	08:40	08:17	08:56	10:25		
Cliente entrega pago	T	08:5	08:34	08:48	08:13	08:05	08:08	08:08	08:04	08:07	08:2	08:33	08:23
	L	08:28	08:38	08:03	08:48	07:28	07:53	08:48	08:21	08:58	10:27		

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA

T(X.D)	COMADORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	
1		IR X DOC.			CICLO 1
2					
3		TOMA DOC.			
4		OCIO			
5					
6	COLOCAR DOC.	COLOCAR DOC.			
7					
8					
9	ESPERAR	ESPERAR			
10					
11			IR X DOC.		
12					
13			TOMA DOC.		
14			OCIO		
15	TOMA COPIA	TOMA COPIA			
16	COLOCAR DOC.	INSPECCIONA COPMA	COLOCAR DOC.		
17					
18	ESPERAR	IR A CAJA	ESPERAR		
19				IR X DOC.	
20				TOMA DOC.	
21	TOMA COPIA		TOMA COPIA	OCIO	
22	COLOCAR DOC.	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	COLOCAR DOC.	
23					
24	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
25					
26	TOMA COPIA	TOMA DOC.		TOMA COPIA	
27	COLOCAR DOC.	OCIO	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	
28					
29	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
30					
31	TOMA COPIA	TOMA DOC.		TOMA COPIA	
32	COLOCAR DOC.	OCIO	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	
33					
34	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
35					
36	TOMA COPIA	TOMA DOC.		TOMA COPIA	
37	COLOCAR DOC.	OCIO	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	
38					
39	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
40					
41	TOMA COPIA	TOMA COPIA		TOMA COPIA	
42	COLOCAR DOC.	OCIO	COLOCAR DOC.	INSPECCIONA COPMA	
43					
44	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
45					
46	TOMA COPIA	TOMA DOC.		TOMA COPIA	
47	COLOCAR DOC.	OCIO	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	
48					
49	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
50					
51	TOMA COPIA	TOMA COPIA		TOMA COPIA	
52	COLOCAR DOC.	OCIO	COLOCAR DOC.	INSPECCIONA COPMA	
53					
54	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
55					
56	TOMA COPIA	TOMA DOC.		TOMA COPIA	
57	COLOCAR DOC.	OCIO	COBRAR	INSPECCIONA COPMA	
58					
59	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
60					
61	TOMA COPIA	TOMA COPIA		TOMA COPIA	
62	COLOCAR DOC.	OCIO	COLOCAR DOC.	INSPECCIONA COPMA	
63					
64	ESPERAR	IR X DOC.	IR A CAJA	ESPERAR	
65					
66					

CICLO 1

CICLO 2

