



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA DE TIEMPOS DE MECANIZADO DE  
PIEZAS DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO DE  
DUREZA 250-300 HB EN UN CENTRO DE  
MECANIZADO CNC EN LA EMPRESA FUNDICIÓN  
CALLAO S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Salvador Ernesto Palacios Pérez

**Asesor:**

Ing. Diego Vargas Mendivil

Lima – Perú

2016

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Antecedentes .....	13
1.2. Realidad Problemática.....	14
1.3. Formulación del Problema .....	15
1.3.1. <i>Problema General</i> .....	15
1.3.2. <i>Problema Específico</i> .....	15
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i> .....	15
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i> .....	15
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i> .....	16
1.3.2.4. <i>Problema específico 04</i> .....	16
1.4. Justificación.....	16
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	16
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	16
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i> .....	17
1.4.4. <i>Justificación Académica</i> .....	17
1.5. Objetivo .....	18
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	18
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	18
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i> .....	18
1.5.2.2. <i>Objetivo específico 2</i> .....	18
1.5.2.3. <i>Objetivo específico 3</i> .....	18
1.5.2.4. <i>Objetivo específico 4</i> .....	18

<b>CAPÍTULO 2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1.	Conceptos teóricos 1 – Técnicas para la solución de problemas.....	19
2.2.	Conceptos teóricos 2 – Mecanizado .....	21
2.3.	Conceptos teóricos 3 – Herramientas de Corte.....	25
2.4.	Conceptos teóricos 4 – Costos de Producción .....	27
2.5.	Definición de términos básicos .....	35
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>DESARROLLO: Mejorar los tiempos de mecanizado de piezas de acero inoxidable fundido de dureza 250-300 HB en el Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A.....</b>	<b>36</b>
3.1.	Desarrollo el Objetivo 1: <i>Levantar información actual sobre los tiempos de mecanizado de piezas de acero inoxidable fundido de dureza 250-300 HB en el Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A.....</i>	37
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2: <i>Identificar los problemas que afectan los tiempos de mecanizado de piezas de acero inoxidable fundido de dureza 250-300 HB en el Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A.....</i>	43
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3: <i>Proponer las mejoras para resolver los problemas que afectan los tiempos de mecanizado de piezas de acero inoxidable fundido de dureza 250-300 HB en el Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A.....</i>	48
3.4.	Desarrollo el Objetivo 4: <i>Evaluar los resultados obtenidos en las pruebas de mecanizado de piezas de acero inoxidable fundido de dureza 250-300 HB en el Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A. y hacer las propuestas para su implementación considerando los tiempos y el aspecto económico.....</i>	53
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
4.1.	RESULTADOS.....	55
4.2.	CONCLUSIONES .....	56
4.3.	RECOMENDACIONES.....	57
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
	ANEXO n.º 1. Plano Referencial del Producto.....	59
	ANEXO n.º 2. Diagrama de Ishikawa del presente proyecto .....	60
	ANEXO n.º 3. Herramientas Rotativas ASX400.....	61
	ANEXO n.º 4. Placas para la herramienta ASX400 .....	62

ANEXO n.º 5. Condiciones de corte recomendadas para ASX400 .....	63
ANEXO n.º 6. Herramienta Rotativa AJX.....	64
ANEXO n.º 7. Placas para la herramienta AJX.....	65
ANEXO n.º 8. Condiciones de corte recomendadas 1 para AJX.....	66
ANEXO n.º 9. Condiciones de corte recomendadas 2 para AJX.....	67
ANEXO n.º 10. Condiciones de corte recomendadas 3 para AJX.....	68
ANEXO n.º 11. Condiciones de corte recomendadas 4 para AJX.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 2-1. Diagrama de Ishikawa .....	20
Figura n.º 2-2. Tipos de materiales .....	33
Figura n.º 3-1. Zonas de maquinado de la pieza.....	40
Figura n.º 3-2. Herramienta ASX400 (extracto del catálogo) .....	41
Figura n.º 3-3. Placas SOMT (extracto del catálogo) .....	41
Figura n.º 3-4. Diagrama de Ishikawa del problema .....	43
Figura n.º 3-5. Datos técnicos de placa SOMT .....	45
Figura n.º 3-6. Datos técnicos de la herramienta ASX400-063A03R.....	45
Figura n.º 3-7. Parámetros de corte recomendadas .....	46
Figura n.º 3-8. Herramienta AJX .....	49
Figura n.º 3-9. Placa JDMT .....	49
Figura n.º 3-10. Condiciones de corte recomendada para placa JDMT .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2-1. Comparación de tipos de herramientas y su velocidad de Corte (Vc).....	32
Tabla n.º 3-1. Relación de Máquinas Herramientas.....	37
Tabla n.º 3-2. Formato de Reporte Diario de Trabajo.....	38
Tabla n.º 3-3. Tiempo de mecanizado según RDT.....	40
Tabla n.º 3-4. Parámetros de corte actuales según los RDT.....	42
Tabla n.º 3-5. Parámetros de corte restantes actuales.....	42
Tabla n.º 3-6. Valores de corte recomendadas para de acero inoxidable con cortes intermitentes.....	46
Tabla n.º 3-7. Valores de corte calculados según lo recomendado por el fabricante:.....	47
Tabla n.º 3-8. Valores de corte para acero inoxidable.....	50
Tabla n.º 3-9. Valores de corte aplicados en la prueba de rendimiento.....	51
Tabla n.º 3-10. Valores de corte recomendadas para las placas SOMT.....	51
Tabla n.º 3-11. Valores de corte utilizados en la prueba para las placas SOMT.....	52
Tabla n.º 3-12. Producción diaria estimada con las condiciones de corte aplicadas en la prueba de rendimiento.....	52
Tabla n.º 3-13. Costo del mecanizado actual.....	53
Tabla n.º 3-14. Costo de mecanizado calculado teóricamente.....	54
Tabla n.º 3-15. Costo de mecanizado según la prueba de rendimiento realizada.....	54
Tabla n.º 4-1. Tabla comparativa de tiempos de mecanizado.....	55
Tabla n.º 4-2. Tabla comparativa de los costos del mecanizado.....	55

## RESUMEN

En todo proceso, ya sea de manufactura o de servicio, es muy importante optimizar los tiempos, pues de ellos depende el costo del producto o del servicio, y éste es el indicador para saber si es o no rentable, y también para medir su rentabilidad. En el presente trabajo vamos a investigar si podemos mejorar los tiempos de mecanizado de piezas de material acero inoxidable fundido con una dureza que varía entre 250 y 300 HB en un Centro de Mecanizado CNC en la empresa Fundición Callao S.A.

Para realizar una implementación de mejora, es necesario conocer cuáles son los valores actuales de tiempos y costos del proceso. Para este trabajo se tiene que levantar la información actual de los tiempos de mecanizado para lo cual se implementó un formato de Reporte Diario de Trabajo que va a ser llenado por los operarios de cada máquina herramienta, anotando todo lo acontecido en su turno como son los valores de corte que están utilizando, el tiempo que se demoran por pieza maquinada y las dificultades que se presenten.

Con la información recogida de los Reportes Diarios de Trabajo, se realizó una evaluación para hacer la propuesta de mejora para un producto que tenga alta rotación, identificando el proceso, el material y la máquina donde se va a trabajar.

A continuación utilizamos la técnica de exploración de problemas del Esquema de Ishikawa, o Diagrama de Pescado, para analizar las causas probables que afectan los tiempos de mecanizado. Observamos 6 causas probables: Herramientas, Personal, Entorno, Material, Máquinas y Mediciones, de todos ellos nos enfocamos en las Herramientas, el Personal, Las mediciones y el Material, en ellos hay variables que podemos manejar a nuestro nivel.

Luego de analizar las variables, se hacen las pruebas de rendimiento respectivas con el apoyo del proveedor de herramientas y, contando con la experiencia del investigador, logrando mejorar los tiempos actuales de mecanizado.

Con los resultados obtenidos en las pruebas de rendimiento realizadas, hacemos la comparación de tiempos y costos con los valores actuales obtenidos mediante los Reportes Diarios de Trabajo y evaluamos su costo beneficio económico si implementamos la mejora propuesta.

## ABSTRACT

In any process, whether of manufacturing or service, it is very important to optimize the times, since the cost of the product or the service depends on it, and this is the indicator to know whether or not it is profitable, and also to measure its profitability. In the present work we will investigate if we can improve the machining times of cast stainless steel parts with a hardness varying between 250 and 300 HB in a CNC Machining Center in the company Fundición Callao S.A.

To achieve an improvement implementation, it is necessary to know the current values of time and cost of the process. For this, the current information of the machining times has to be lifted for which a format of Daily Report of Work that is going to be filled by the operatives of each machine tool has been implemented, noting everything that happens in their turn: the values of cutting that they are using, the time taken for each machined part and the difficulties that arise.

With the information collected from the Daily Work Reports, an evaluation was made to make the improvement proposal for a product that has high rotation, identifying the process, the material and the machine where it is going to work.

Then we use the problem-scanning technique of the Ishikawa diagrams, also called Fishbone diagrams, to analyze probable causes that affect machining times. We can appreciate 6 probable causes: tools, employees, surroundings, material, machines and measurements; of all of them we focus on tools, personnel, measurements and material, because they have variables that we can handle at our level.

After analyzing the variables, the respective performance tests are done with the support of the tool supplier and, with the reasearcher's experience, the current machining times are improved.

With the results obtained in the performance tests, we make the comparison of times and costs with the current values obtained through the Daily Work Reports and we evaluate its economic benefit cost if we implement the proposed improvement.



**Nota de acceso:**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.**

## REFERENCIAS

- > Velasco, M. & Córdoba, E. (s.f.). *Optimización de los parámetros de mecanizado en operaciones de torneado Metal mecánico CNC*. Recuperado de: [http://www.academia.edu/4985647/OPTIMIZACION\\_DE\\_LOS\\_PAR%20METROS\\_DE\\_MECANIZADO\\_EN\\_OPERACIONES\\_DE\\_TORNEADO\\_METAL\\_MECANICO\\_CNC](http://www.academia.edu/4985647/OPTIMIZACION_DE_LOS_PAR%20METROS_DE_MECANIZADO_EN_OPERACIONES_DE_TORNEADO_METAL_MECANICO_CNC)
- > Grupo Tecnología Mecánica – *Procesos de Fabricación - Tiempos de Mecanizado*. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/20.pdf>
- > Estrems, M. (2007). *Principios de Mecanizado y Planificación de Procesos*. Recuperado de [http://www.dimf.upct.es/personal/EA\\_M/Principios%20de%20mecanizado.pdf](http://www.dimf.upct.es/personal/EA_M/Principios%20de%20mecanizado.pdf)
- > GEO Tutoriales (31 de Diciembre del 2014). *Gestión de operaciones. Blog sobre la Gestión de Operaciones*. Recuperado de <http://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- > Sandvik Coromant, (1994). *El Mecanizado Moderno – manual práctico*, Suecia, Departamento de Ediciones Técnicas
- > Niebel, B. & Freivalds, A. (2007). *Ingeniería Industrial – Métodos, estándares y diseño de trabajo*. Mexico: Alfaomega.
- > Mitsubishi Carbide Materials (2009). *Catálogo General 2009-2010*. Japon.
- > Groover, M. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Mexico: McGraw-Hill.
- > Krar, S., Gill, A. & Smid, P. (2009). *Tecnología de la Máquinas Herramientas*. Mexico: Alfaomega.
- > Sandvik Coromant (2000). *Corokey, su guía hacia la productividad*. Suecia.