



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA ELABORACIÓN  
DE PLANOS FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS  
TIPO CALDERERÍA PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA FIANSA”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial.**

**Autor:**

Walter Miguel Sandoval Mori

**Asesor:**

Ing. Ramiro Mas McGowen

Trujillo-Perú

2015

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general realizar la propuesta de mejora en la elaboración de planos fabricación de estructuras tipo calderería para incrementar la productividad de la empresa Fiansa.

Para lograr este objetivo se diagnosticó la realidad actual en este proceso contrastándola con la de la mejora propuesta a implementarse, eliminándose las restricciones. Se aplicaron las mejoras propuestas, se calculó los resultados proyectados siendo estos positivos y que cumplen con los objetivos trazados.

Se realizó la evaluación Técnica y Económica Financiera resultando ser un proyecto factible y viable.

Los resultados que se lograron fueron: Reducción de costos y tiempos en el proceso de elaboración de planos para fabricación, elevando el margen de contribución en cada proyecto así como de manera global en la compañía. Los costos del área de ingeniería se redujeron, así como los tiempos de ejecución de planos para fabricación de estructuras tipo calderería logrando los objetivos.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS.....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xviii
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.1.1. Cementeras a nivel mundial.....	3
1.1.1.1. Holcim .....	3
1.1.1.2. Lafarge .....	4
1.1.1.3. Cemex.....	4
1.1.2. Cementeras a nivel nacional.....	5
1.1.2.1. Cementos Lima S.A. ....	6
1.1.2.2. Cemento Andino S.A. ....	6
1.1.2.3. Cementos Pacasmayo S.A.A. ....	6
1.1.2.4. Yura S.A. ....	8
1.1.2.5. Cemento Sur S.A.....	8
1.1.2.6. Cementos Selva S.A. ....	9
1.1.2.7. Caliza Cemento Inka S.A. ....	9
1.2. Formulación del Problema .....	10
1.3. Delimitación de la Investigación.....	10
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1. Objetivos General .....	10
1.4.2. Objetivos Específicos.....	11
1.5. Justificación .....	11

1.6. Tipo de Investigación .....	11
1.7. Hipótesis .....	11
1.8. Variables .....	12
1.8.1. Sistema de variables .....	12
1.8.1.1. Variables .....	12
1.8.1.2. Indicadores .....	12
1.8.2. Operacionalización de Variables .....	13
1.9. Diseño de la Investigación .....	13
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL .....	14
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	15
2.1.1. Cementeras a nivel mundial.....	15
2.2. Base Teórica.....	15
2.2.1. Marco teórico .....	17
2.3. Definición de términos .....	27
2.3.1. Edición de planos de partes o componentes .....	27
2.3.2. Edición de planos de elementos .....	27
2.3.3. Edición de planos de ensamble .....	27
2.3.4. Ingeniería para Fabricación .....	27
2.3.5. Modelado .....	28
2.3.6. Modelado, Editado de partes (componentes) y elementos calderería .....	28
2.3.7. Modelado, Editado de partes (componentes) y elementos estructura liviana .....	28
2.3.8 Modelado, Editado de partes (componentes) y elementos estructura mediana.....	28
2.3.9 Modelado, Editado de partes (componentes) y elementos Estructura Pesada.....	29
2.3.10 Modelado, Editado de partes (componentes) y elementos Estructura Extra Pesada .....	29
2.3.11 Producción .....	29
2.3.12 Productividad de mano de obra .....	29

2.3.13	Software TEKLA.....	30
2.3.14	Software INVENTOR.....	30
2.3.15	Software CAD .....	30
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL .....		31
3.1.	Descripción General de la Empresa .....	32
3.1.1.	Cultura Organizacional.....	32
3.1.1.1.	Código de Ética .....	32
3.1.1.2.	Política de Calidad.....	33
3.1.1.3.	Política de Seguridad .....	33
3.1.1.4.	Política integrada de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente .....	35
3.1.2.	Organigrama de la empresa Fiansa.....	37
3.1.3.	Organigrama del área de Ingeniería de la Empresa Fiansa.....	38
3.2.	Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis.....	39
3.2.1.	Diagrama de Flujo del Proceso Productivo .....	42
3.2.2.	Proceso de Elaboración de Planos de Ingeniería para Fabricación..	45
3.2.2.1.	Información del Proyecto ganado y el encargado del mismo .....	45
3.2.2.2.	Solicitud y Análisis de la Ingeniería Básica .....	45
3.2.2.3.	Revisión y Análisis de los Cálculos .....	45
3.2.2.4.	Codificación de Planos y pedido preliminar de Materiales .....	46
3.2.2.5.	Modelamiento y Detallamiento de los Planos en Rev. A, B, C.....	47
3.2.2.6.	Planos Enviados a Planta, QA/QC y Planeamiento.....	47
3.2.2.7.	Selección y Envío de Planos de Montaje .....	48
3.3.	Identificación del Problema e Indicadores Actuales y Propuestos.....	48
3.3.1.	Identificación del Problema como Influencia en los Resultados Operativos – Matriz de Priorización.....	49
3.3.1.1.	Lluvia de Ideas .....	50
3.3.1.2.	Determinación del Impacto.....	51

3.3.1.3.	Ordenando de mayor a menor en orden descendente .	52
3.3.1.4.	Análisis Ishikawa .....	53
3.3.1.5.	Pareto de las causas raíz .....	54
3.3.2.	Identificación del Problema como Influencia en los Costos .....	57
3.3.2.1.	Lluvia de Ideas .....	58
3.3.2.2.	Determinación del impacto .....	59
3.3.2.3.	Ordenando de mayor a menor en orden descendente .	60
3.3.2.4.	Análisis Ishikawa .....	61
3.3.2.5.	Pareto de las causas raíz .....	62
3.3.2.6.	Detalle y Sustento del costo .....	64
3.3.2.7.	Tabla comparativa entre la identificación del problema como influencia en los resultados operativos – Matriz de priorización e identificación del problema como influencia en los costos .....	66
3.3.2.8.	Reporte de partes generado en Software Tekla .....	67
3.3.2.9.	Reporte de partes generado manualmente en Excel ...	68
3.4.	Indicadores Actuales y Metas Propuestas en el desarrollo de Ingeniería para Fabricación de Estructuras tipo Calderería.....	70
3.5.	Análisis de pérdidas y ahorro.....	72
3.5.1.	Pérdidas Económicas en la Actualidad .....	72
3.5.2.	Cálculo del porcentaje ponderado de los kilogramos para estructuras del tipo calderería fabricadas entre los años 2010 al 2013 .....	73
3.6.	Evaluación económica a la actualidad .....	74
3.6.1.	Histórico de ventas.....	74
3.6.2.	Costos de ingeniería .....	75
3.6.3.	Costos de fabricación.....	75
3.6.4.	Gastos administrativos.....	76
3.6.5.	Gastos de ventas .....	76
3.6.6.	Estado de ganancias y pérdidas entre los años 2010 al 2013 ....	77

3.6.7.	Ventas proyectadas sin mejora entre los años 2013 y 2014 .....	78
3.6.8.	Costos de ingeniería proyectados sin mejora entre los años 2013 y 2014 .....	79
3.6.9.	Costos de fabricación proyectados sin mejora entre los años 2013 y 2014 .....	80
3.6.10.	Gastos administrativos proyectados sin mejora entre los años 2013 y 2014 .....	81
3.6.11.	Gastos de ventas proyectados sin mejora entre los años 2013 y 2014 .....	82
3.6.12.	Estado de ganancias y pérdidas proyectadas sin mejora entre los años 2013 y 2014.....	83
3.6.13.	VAN & TIR.....	84
CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA.....		85
4.1.	Análisis de la Propuesta de Mejora.....	86
4.1.1.	Propuesta 1 .....	86
4.1.2.	Propuesta 2.....	88
4.1.3.	Comparativo entre Propuesta 1 y Propuesta 2.....	90
4.2.	Indicadores actuales para procesamiento de ingeniería para fabricación de estructuras tipo calderería .....	91
4.2.1.	Estructuras Tipo Calderería.....	93
4.2.2.	Kg. / hh.....	93
4.2.3.	h. / día .....	94
4.2.4.	kg. / día.....	94
4.2.5.	días. / mes.....	94
4.2.6.	kg. / mes.....	94
4.2.7.	kg. / año.....	94
4.2.8.	Costo por procesamiento de ingeniería US\$ / kg. ....	94
4.2.9.	Costo por procesamiento de ingeniería mensual US\$ / mes.....	95
4.2.10.	Costo por procesamiento de ingeniería anual US\$ / año .....	95
4.2.11.	Productividad de mano de obra de ingeniería para fabricación de estructuras del tipo calderería de obra kg. / US\$ mensual.....	95

4.3. Indicadores meta para procesamiento de ingeniería para fabricación de estructuras tipo Calderería.....	96
4.3.1. kg. / hh.....	97
4.3.2. h. / día .....	97
4.3.3. kg. / día.....	97
4.3.4. días. / mes.....	97
4.3.5. kg. / mes.....	97
4.3.6. kg. / año.....	97
4.3.7. Costo por procesamiento de ingeniería US\$ / kg. ....	98
4.3.8. Costo por procesamiento de ingeniería mensual US\$ / mes.....	98
4.3.9. Costo por procesamiento de ingeniería anual US\$ / año .....	98
4.3.10. Productividad de mano de obra de ingeniería para fabricación de estructuras del tipo calderería de obra kg. / US\$ mensual.....	98
4.4. Mejoras de la versión 19 del software Tekla Structures en cuanto a trabajo en acero se refiere .....	102
4.5. Ahorro Implementando las propuestas de mejora .....	109
4.6. Programa de capacitación .....	110
4.7. Programa de renovación de PC's e impresiones .....	111
4.8. Programa de Mantenimiento de PC's, Impresoras y Plotter .....	111
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA .....	112
5.1. Inversiones para las Propuestas de Mejora.....	113
5.2. Análisis económico con mejora.....	114
5.2.1. Ventas proyectadas con mejora entre los años 2013 y 2014 .....	114
5.2.2. Costos de ingeniería.....	115
5.2.3. Costos de fabricación .....	116
5.2.4. Gastos administrativos .....	117
5.2.5. Gastos de ventas .....	118
5.2.6. Estado de ganancias y pérdidas con mejora entre los años 2013 y 2014 .....	119
5.2.7. VAN & TIR.....	120



CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	121
6.1. Resultados .....	122
6.1.1. Productividad de mano de obra en el área de ingeniería .....	122
6.1.2. Reporte de partes de estructura tipo calderería utilizando el software Tekla V.19.....	126
6.1.3. Reportes de elementos realizados manualmente en hoja de cálculo excel.....	128
6.1.4. Revisiones suplementarias de planos por parte del checker .....	130
6.1.5. Ingeniería incurre en errores, omisiones en el proceso de edición.....	132
6.2. Discusión .....	134
6.2.1. Comparativo de la productividad de mano de obra de ingeniería en estructuras del tipo calderería utilizando el software Tekla V.16 vs. Tekla V.19 .....	134
6.2.2. Comparativo de los reportes del Tekla V.16 vs V.19 .....	134
6.2.3. Comparativo de la cantidad de reportes de elementos en Excel realizados manualmente al mes, sin mejora y con mejora.....	135
6.2.4. Comparativo de la cantidad de revisiones suplementarias de planos por parte del checker al mes, sin mejora y con mejora.....	135
6.2.5. Comparativo de la cantidad de errores y omisiones en ediciones de planos al mes en los que incurre ingeniería, sin mejora y con mejora .....	136
6.2.6. Comparativo de las utilidades netas acumuladas sin mejora y con mejora .....	137
6.2.7. Comparativo del VAN y la TIR sin mejora y con mejora.....	137
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
7.1. Conclusiones .....	139
7.2. Recomendaciones para el área de ingeniería .....	141
BIBLIOGRAFÍA .....	144
ANEXOS .....	145

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Venta local de cemento, según departamento, 2012 .....	5
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	13
Tabla 3. Datos de la empresa Fiansa.....	32
Tabla 4. Diagrama Flujo Área Ingeniería.....	42
Tabla 5. Lluvia de Ideas .....	50
Tabla 6. Determinación del impacto .....	51
Tabla 7. Ordenamiento de manera descendente .....	52
Tabla 8. Frecuencia de las Ocurrencias.....	54
Tabla 9. Lluvia de ideas .....	58
Tabla 10. Determinación del impacto .....	59
Tabla 11. Ordenamiento de manera descendente .....	60
Tabla 12. Frecuencia de las ocurrencias.....	62
Tabla 13. Detalle y sustento del costo.....	64
Tabla 14. Comparativo entre los resultados operativos e influencia en los costos .....	66
Tabla 15. Lista de partes reporte emitido según V.16 del Software Tekla .....	67
Tabla 16. Lista de partes reporte generado de manera manual con Excel .....	68
Tabla 17: Indicadores actuales y metas propuestas .....	71
Tabla 18: Pérdidas económicas actuales.....	72
Tabla 19. Histórico de producción.....	73
Tabla 20. Histórico de ventas durante los años 2010 al 2013.....	74
Tabla 21. Costos de ingeniería para estructuras tipo calderería durante los años 2010 al 2013 .....	75
Tabla 22. Costos de fabricación para estructuras tipo calderería durante los años 2010 al 2013 .....	75
Tabla 23. Gastos administrativos para estructuras tipo calderería durante los años 2010 al 2013 .....	76
Tabla 24. Gastos de venta para estructuras tipo calderería en el área comercial durante los años 2010 al 2013.....	76
Tabla 25. Estado de ganancias y pérdidas para estructuras tipo calderería durante los años 2010 al 2013 .....	77

Tabla 26. Ventas proyectadas sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	78
Tabla 27. Costos de ingeniería proyectados sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	79
Tabla 28. Costos de fabricación proyectados sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	80
Tabla 29. Gastos administrativos proyectados sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	81
Tabla 30. Gastos de ventas proyectados sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	82
Tabla 31. Estado de ganancias y pérdidas proyectados sin mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	83
Tabla 32. Resumen económico de la oferta por mantenimiento del software actual	86
Tabla 33. Resumen económico por adquisición anual de nuevo software .....	88
Tabla 34. Resumen económico por mantenimiento anual de nuevo software .....	89
Tabla 35. Comparativo de las propuestas 1 y 2 .....	90
Tabla 36. Indicador Actual de FIANSA – Productividad mano de obra con software Tekla versión 16.....	91
Tabla 37. Indicador meta propuesta para FIANSA – Productividad mano de obra con software Tekla versión 19.....	96
Tabla 38. Mejoras en acero - Tekla Structures V.19 .....	102
Tabla 39. Ahorro con la implementación de las propuestas de mejora .....	109
Tabla 40. Programa de capacitación.....	110
Tabla 41: Programa de renovación de equipos .....	111
Tabla 42. Programa de mantenimiento de equipos.....	111
Tabla 43. Inversión total para implementación de la mejora .....	113
Tabla 44. Ventas proyectadas con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	114
Tabla 45. Costos de ingeniería proyectados con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	115

Tabla 46. Costos de fabricación proyectados con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	116
Tabla 47. Gastos administrativos proyectados con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	117
Tabla 48. Gastos de ventas proyectados con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014 .....	118
Tabla 49. Estado de ganancias y pérdidas proyectados con mejora para estructuras tipo calderería entre los años 2013 y 2014.....	119
Tabla 50. Tareo de mano de obra sin mejora Enero a Julio 2014.....	122
Tabla 51. Tareo de mano de obra con mejora Agosto a Septiembre 2014 .....	125
Tabla 52. Lista de partes reporte emitido según V.19 del Software Tekla .....	127
Tabla 53. Reportes manuales en excel, sin mejora, Enero a Julio 2014 .....	128
Tabla 54. Reportes manuales en excel, con mejora, Agosto a Dic. 2014 .....	129
Tabla 55. Revisiones suplementarias, sin mejora, Enero a Julio 2014 .....	130
Tabla 56. Revisiones suplementarias, con mejora, Agosto a Dic. 2014.....	131
Tabla 57. Errores y omisiones en las ediciones de planos, sin mejora, Enero a Julio 2014.....	132
Tabla 58. Errores y omisiones en las ediciones de planos, con mejora, Agosto a Diciembre 2014.....	133
Tabla 59. Comparativo de productividad mano de obra Tekla V.16 vs V.19.....	134
Tabla 60. Comparativo de los reportes del Tekla V.16 vs V.19.....	134
Tabla 61. Comparativo de la cantidad de reportes de elementos en excel realizados manualmente al mes, sin mejora y con mejora .....	135
Tabla 62. Comparativo de la cantidad de revisiones suplementarias de planos por parte del checker al mes, sin mejora y con mejora .....	135
Tabla 63. Comparativo de la cantidad de errores y omisiones en ediciones de planos al mes en los que incurre ingeniería, sin mejora y con mejora.....	136
Tabla 64. Comparativo utilidades netas acumuladas sin y con mejora .....	137
Tabla 65. Comparativo VAN y TIR sin y con mejora .....	137

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rol del Ingeniero en la productividad .....	18
Figura 2. Contenido del tiempo del trabajo.....	19
Figura 3. Contenido básico del trabajo.....	24
Figura 4. Parte del estudio de métodos.....	26
Figura 5. Organigrama General.....	37
Figura 6. Organigrama Área Ingeniería .....	38
Figura 7. Layout Área Ingeniería .....	41
Figura 8. Ordenamiento de manera Descendente .....	53
Figura 9. Diagrama de Pareto .....	55
Figura 10. Diagrama Ishikawa.....	61
Figura 11. Diagrama de Pareto .....	63
Figura 12. Elemento Ducto.....	69
Figura 13. Portada Software - Tekla Structures V.16 .....	91
Figura 14. Escalera de Torre de Transferencia - Tekla Structures V.16 .....	92
Figura 15. Portada Software - Tekla Structures V.19.....	96
Figura 16. Faja transportadora de materia prima - Tekla Structures V.19.....	99
Figura 17. Silo para almacenamiento de cal - Tekla Structures V.19.....	99
Figura 18. Tanques Procesam. Azúcar - Tekla Structures V.1.....	100
Figura 19. Scrubber Lavador Gases – Tekla Structures V.19 .....	100
Figura 20. Planta De Procesos de Oro, Techo Parabólico - Tekla Structures V.19 .....	101
Figura 21. Techos circulares para estadios y coliseos - Tekla Structures V.19..	101

## **NOTA DE ACCESO**

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

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ *Métodos, estándares y diseño del trabajo – Benjamín W. Niebel.*
- ✓ *Justo a Tiempo, la Técnica Japonesa que genera mayor ventaja competitiva por Edward J. Hay.*
- ✓ *Planificación y Control de la Producción – Stephen Chapman.*
- ✓ *Manual de Tiempos y Movimientos Ingeniería de Métodos por Camilo Janania Abraham*  
*Tool Navigator, Michalski, Walter J., 1997*
- ✓ *Coach's Guide To The Memory Jogger II, GOAL/QPC, 1995*
- ✓ *<http://ingenieriametodos.blogspot.com/2008/04/el-contenido-bsico-de-trabajo-del.html> - Contenido básico del trabajo.*
- ✓ *<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/> - Estudio del trabajo.*
- ✓ *[es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa).*