

# CONTENIDO

	PÁG.
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>IX</b>
<b>I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1 METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	2
1.1 FUNDAMENTOS DEL SEIS SIGMA .....	2
1.1.1 CALIDAD .....	2
1.1.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	2
1.1.3 VARIABILIDAD.....	3
1.1.4 CALIDAD Y VARIABILIDAD.....	4
1.1.5 HISTORIA DEL SEIS SIGMA .....	6
1.1.6 ¿QUÉ ES SEIS SIGMA? .....	8
1.1.7 ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO EMPRESARIAL .....	8
1.1.8 TÁCTICAS DEL SEIS SIGMA .....	9
1.1.9 LOS CINCO PASOS DEL SEIS SIGMA.....	10
1.1.9.1 ETAPA DEFINIR .....	11
1.1.9.2 ETAPA MEDIR .....	15
1.1.9.3 ETAPA ANALIZAR .....	18
1.1.9.4 ETAPA MEJORAR .....	20
1.1.9.5 ETAPA CONTROLAR .....	21
1.2 LEAN SEIS SIGMA .....	22
1.2.1 FUNDAMENTOS DEL LEAN SEIS SIGMA.....	22
1.2.2 LEAN MANUFACTURING Y SEIS SIGMA.....	23
1.3 HERRAMIENTAS SEIS SIGMA .....	24
1.3.1 DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS .....	24
1.3.2 ANÁLISIS DE VARIANCIA (ANOVA) .....	25
1.3.3 CAPACIDAD DEL PROCESO.....	27
1.3.3.1 CAPACIDAD REAL DEL PROCESO .....	28
1.3.3.2 DIAGRAMAS DE CONTROL .....	29
1.3.3.3 DIAGRAMA $\bar{x}$ .....	29
1.3.3.4 DIAGRAMA R.....	30
1.3.3.5 DIAGRAMA P.....	31
1.3.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.....	32
1.3.5 GAGE R&R .....	34
1.3.6 ÁRBOL CRÍTICO PARA LA CALIDAD .....	35
1.3.7 DIAGRAMA DEL PROCESO.....	37
1.3.8 HISTOGRAMA .....	38
1.3.9 DIAGRAMA DE PARETO .....	39
1.3.9.1 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR EL DIAGRAMA PARETO.....	40
1.3.10 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO .....	41
1.3.11 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN .....	43
1.3.12 MAPA DE FLUJO DE VALOR.....	45

1.3.13	DIAGRAMA DE SPAGHETTI .....	47
1.3.14	DIAGRAMA SIPOC .....	49
<b>II</b>	<b>SISTEMA PRODUCTIVO KUBIEC .....</b>	<b>51</b>
2	DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	52
2.1	LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	52
2.1.1	LÍNEA KUBIEC.....	52
2.1.2	LÍNEA PERFILEC.....	53
2.1.3	LÍNEA INTERMETAL .....	53
2.1.4	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA .....	53
2.2	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	54
2.2.1	MEDICIÓN Y MONITOREO DEL PRODUCTO.....	54
2.2.2	CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME .....	54
2.2.3	ANÁLISIS DE DATOS .....	55
2.2.4	MEJORAMIENTO.....	55
2.2.4.1	MEJORAMIENTO CONTINUO.....	55
2.2.4.2	ACCIÓN CORRECTIVA .....	55
2.2.4.3	ACCIÓN PREVENTIVA .....	56
2.3	DEFINICIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS DE KUBIEC .....	57
2.4	MAPA DE PROCESOS .....	58
2.4.1	PROCESO DE DIRECCIÓN .....	59
2.4.2	PROCEOS PRODUCTIVO.....	60
2.4.3	PROCESOS DE APOYO .....	62
2.5	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA.....	64
2.6	CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS .....	64
2.6.1	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE DIRECCIÓN .....	65
2.6.2	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	67
2.6.3	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE APOYO.....	67
<b>III</b>	<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA .....</b>	<b>74</b>
3	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA .....	75
3.1	DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	75
3.1.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE MEJORA .....	75
3.1.2	DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS.....	79
3.1.3	DEFINICIÓN DE PARAMETROS DE DESEMPEÑO .....	81
3.1.4	DIAGRAMA SIPOC .....	85
3.1.5	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO .....	86
3.2	MEDICIÓN DEL PROCESO.....	90
3.2.1	DIAGRAMA VSM.....	90
3.2.2	DIAGRAMA SIPOC NIVEL DETALLADO.....	91
3.2.3	PARÁMETROS DE MEDICIÓN.....	93
3.2.3.1	DISCRIMINACIÓN .....	93
3.2.3.2	EXACTITUD .....	93
3.2.3.3	PRECISIÓN.....	95
3.2.4	ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL PROCESO.....	97
3.2.4.1	INTERVALOS DE CONFIANZA .....	98

3.2.4.2	ANÁLISIS DEL PROCESO CON RESPECTO A 2 OPERARIOS .....	99
3.2.4.3	ANÁLISIS DEL PROCESO CON RESPECTO A 3 OPERARIOS ....	102
3.2.5	PLAN DE CONTROL INICIAL .....	103
3.2.5.1	DETERMINACIÓN DEL PLAN INICIAL.....	103
3.3	ANÁLISIS DEL PROCESO .....	104
3.3.1	DETERMINACIÓN DE ENTRADAS CRÍTICAS POTENCIALES .....	104
3.3.2	PROCEDIMIENTO PARA EL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO .	105
3.4	MEJORA DEL PROCESO.....	106
3.4.1	ESTUDIO DEL EFECTO EN LA VARIABLE DE SALIDA.....	106
3.4.2	ESTUDIO DE LA VARIANZA (ANOVA) .....	107
3.4.3	PLAN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA.....	109
3.4.4	DIAGRAMA DE ÁRBOL DE OBJETIVOS Y RECURSOS .....	109
3.4.5	VSM DE LA SITUACIÓN FUTURA .....	111
3.4.6	PLAN DE MEJORA DEL PROCESO .....	112
3.5	CONTROL DEL PROCESO .....	113
3.5.1	PLAN DE CONTROL INICIAL .....	113
<b>IV</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>116</b>
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	117
4.1	CONCLUSIONES.....	117
4.2	RECOMENDACIONES .....	118
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>120</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>122</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 3.1 Matriz de Priorización de Criterios.....	76
Tabla 3.2 Matriz de Priorización para el Criterio Mayor Volumen de Producción.....	77
Tabla 3.3 Matriz de Priorización para el Criterio Números de Pedido.....	77
Tabla 3.4 Matriz de Priorización para el Criterio Utilidad Unitaria.....	77
Tabla 3.5 Matriz de Priorización para el Criterio Fallas Externas e Internas.....	78
Tabla 3.6 Matriz de priorización para el criterio Facilidad de implementación.....	78
Tabla 3.7 Matriz para la Determinación de Proceso Clave.....	78
Tabla 3.8 Matriz de Característica CTS.....	80
Tabla 3.9 Características CTS Claves.....	81
Tabla 3.10 Matriz de Característica CTY.....	82
Tabla 3.11 Características CTY Claves.....	82
Tabla 3.12 Matriz de Características CTX.....	84
Tabla 3.13 Características CTX Claves.....	84
Tabla 3.14 Índices de Capacidad Inicial del Proceso.....	103
Tabla 3.15 Plan de Mejora.....	112
Tabla 3.16 Plan de Control.....	114

## CONTENIDO DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1.1 Metodología DMAMC.....	10
Figura 1.2 Infraestructura Seis Sigma.....	13
Figura 1.3 Características del grupo de mejora Seis Sigma.....	14
Figura 1.4 Símbolos del Diagrama de un Proceso.....	15
Figura 1.5 Áreas de Medición.....	16
Figura 1.6 Gráfica de Control.....	27
Figura 1.7 Capacidad real de un Proceso.....	28
Figura 1.8 Diagrama $\bar{x}$ para Control.....	30
Figura 1.9 Diagrama $R$ para control.....	31
Figura 1.10 Diagrama $\hat{p}$ para control .....	32
Figura 1.11 Repetitividad y Reproducibilidad.....	35
Figura 1.12 Árbol Crítico de Calidad.....	36
Figura 1.13 Diagrama de Proceso.....	37
Figura 1.14 Histograma de Frecuencias.....	39
Figura 1.15 Diagrama de Pareto.....	41
Figura 1.16 Diagrama Ishikawa.....	42
Figura 1.17 Diagrama Causa-Efecto.....	43
Figura 1.18 Diagrama Dispersión.....	44
Figura 1.19 Diagrama de Dispersión con Tendencia Positiva.....	44
Figura 1.20 Diagrama de Dispersión con Tendencia Negativa.....	45
Figura 1.21 Mapeo de Flujo de Valores.....	46
Figura 1.22 Diagrama de Spaghetti.....	48
Figura 1.23 Diagrama SIPOC.....	49
Figura 2.1 Organigrama General Kubiec.....	53
Figura 2.2 Elementos Básicos de un Proceso.....	

Figura 2.3	Mapa de Procesos Kubiec.....	57
Figura 2.4	Proceso Planificación.....	58
Figura 2.5	Proceso Ingeniería.....	59
Figura 2.6	Proceso Compras.....	60
Figura 2.7	Proceso Producción.....	60
Figura 2.8	Proceso Ventas.....	61
Figura 2.9	Proceso Facturación.....	61
Figura 2.10	Proceso Gestión Administrativa y Financiera.....	62
Figura 2.11	Proceso Diseño.....	62
Figura 2.12	Proceso Seguridad Industrial.....	63
Figura 2.13	Proceso Mantenimiento.....	63
Figura 2.14	Caracterización del Proceso de Planificación.....	65
Figura 2.15	Caracterización del Proceso de Ingeniería.....	66
Figura 2.16	Caracterización del Proceso de Compras.....	67
Figura 2.17	Caracterización del Proceso de Producción.....	68
Figura 2.18	Caracterización del Proceso de Ventas.....	69
Figura 2.19	Caracterización del Proceso de Facturación.....	70
Figura 2.20	Caracterización del proceso Diseño.....	71
Figura 2.21	Caracterización del proceso Mantenimiento.....	72
Figura 2.22	Caracterización del proceso Seguridad Industrial.....	73
Figura 3.1	Características Críticas Kubiec.....	79
Figura 3.2	Parametros de Desempeño Kubiec.....	81
Figura 3.3	Características Críticas CTX Kubiec.....	83
Figura 3.4	Diagrama SIPOC .....	86
Figura 3.5	Diagrama VSM inicial Kubiec.....	90
Figura 3.6	Diagrama SIPOC Nivel Detallado.....	92
Figura 3.7	Gráfico de la Exactitud en la Medición.....	94

Figura 3.8	Estudio R&R para la Medición de Longitud de Planchas.....	95
Figura 3.9	Análisis del Proceso con respecto a 2 Operarios.....	99
Figura 3.10	Análisis de capacidad del Proceso (Sixpack).....	100
Figura 3.11	Análisis del Proceso con respecto a 3 Operarios.....	102
Figura 3.12	Análisis de capacidad del Proceso (Sixpack).....	102
Figura 3.13	Diagrama Causa Efecto Kubiec situación actual.....	105
Figura 3.14	Gráfico de Intervalo de Varianza.....	107
Figura 3.15	Diagrama de Árbol de Objetivos .....	110
Figura 3.16	Gráfico VSM de la situación futura.....	111

**CONTENIDO DE ANEXOS**

	<b>PÁG</b>
<b>Anexo N° 1:</b> Evaluación del Sistema de Medición.....	123
<b>Anexo N° 2:</b> Datos para el estudio de capacidades del proceso de techos.....	127
<b>Anexo N° 3:</b> Plan de Mejora.....	130



## PRESENTACIÓN

El presente trabajo detalla la implementación del proyecto Seis sigma en el proceso productivo de techos Galvalumen y Kubimil en la fábrica Kubiec, ubicada en Sangolquí, cantón Rumiñahui.

En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico. Se explica la variabilidad en la calidad de un producto y cada una de las fases de la metodología DMAMC, así como también las herramientas útiles para cada una de las fases.

En el segundo capítulo se desarrolla una descripción de la empresa, se define el mapa de los procesos, sus interrelaciones y caracterización de los mismos.

Las fases: Definir, Medir y Analizar se encuentran en el tercer capítulo, con una aplicación ordenada de cada una de las herramientas. Para las etapas de Mejora y Control se plantea teóricamente los pasos a seguir en caso de una posible implementación del proyecto.

Como cuarto capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones luego de finalizado el proyecto.

Análisis estadísticos y graficas observadas en el presente proyecto han sido realizados con el programa Minitab V15.