

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE LAS AMÉRICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**“Propuesta de rediseño del proceso para los trámites de
los proyectos de la empresa Euromobilia SA”**

AUTOR:

David Morales Varela

TUTOR:

Ing. William Delgado Aguilar. M.E.R

LECTOR:

Ing. Felipe Quirós Zúñiga

San José, abril, 2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, que es el que me ha dado la vida, los recursos económicos y la inteligencia necesaria para poder llegar a un logro más en mi vida profesional.

Asimismo a mis hijos, Caleb y Josué, los cuales han sido pacientes conmigo, ya que mucho tiempo de estudio me ha obligado a sacrificar el tiempo de compartir con ellos.

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por permitirme estudiar y darme la inteligencia necesaria para poder llegar hasta aquí.

A mi familia

A mi esposa y mis hijos por su paciencia, y a mi madre que me dio la vida.

A la Universidad y sus profesores

Por ayudarme en el crecimiento profesional.

CÓDIGO DE ÉTICA

El suscrito David Morales Varela, carné de estudiante 20010654, graduado de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Internacional de las Américas, se compromete a cumplir, durante el ejercicio profesional, con el Código de Ética de la Institución, que se rige por los siguientes principios:

PROBIDAD: actuar siempre con rectitud y honradez.

PRUDENCIA: actuar con pleno conocimiento de la materia sometida a su consideración.

JUSTICIA: permanente disposición hacia las funciones de la profesión, bajo los lineamientos legales que debe respetar todo profesional.

RESPONSABILIDAD: cumplir con los deberes, tanto en calidad como en oportunidad.

DISCRECIÓN: guardar respeto sobre los hechos o informaciones de los que tenga conocimiento con motivo del ejercicio profesional, sin que esto perjudique las funciones y responsabilidades.

INDEPENDENCIA DE CRITERIO: no involucrarse o comprometerse con situaciones, intereses o actividades contrarias a la moral, a la sana crítica y que, por ley, sean incompatibles con las funciones profesionales correspondientes.

DIGNIDAD Y DECORO: actuar con sobriedad y moderación.

TOLERANCIA: evidenciar una actitud paciente y de comprensión ante las opiniones divergentes que puedan expresar otras personas.

EQUILIBRIO: desempeñar las funciones profesionales con sentido práctico, buen juicio y equidad.

ACTUALIZACIÓN: comprometer parte del tiempo en actualizar los conocimientos y adaptarlos en el desarrollo de la actividad profesional.

VOCACIÓN: mostrar siempre apego al trabajo y a la educación recibida, como fundamentos para el desempeño laboral.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE CARRERA.....	3
HOJA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR.....	4
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	5
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR	6
CARTA DE REVISION DEL FILOLÒGO.....	7
DECLARACIÓN JURADA	8
CÒDIGO DE ÈTICA	9
CONTENIDO.....	11
TABLAS	17
FIGURAS.....	17
RESUMEN EJECUTIVO	23
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	25
Generalidades de la Empresa.....	26
Reseña Histórica	26
Ubicación de la Planta de Producción	27
Descripción de la empresa	28
Mercados de exportación.....	29
Política de calidad:.....	29
Visión de la empresa.....	29
Misión de la empresa	29
Estructura organizacional	29

	12
Planteamiento del Problema	32
Objetivo General.....	33
Objetivos Específicos	33
Justificación	33
Antecedentes.....	34
Proyecciones	34
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	35
Metodología DMAIC.....	36
Etapa de Definir (Define)	37
Cuadro del proyecto (Project chart).....	39
Mapeo del proceso	41
Diagrama de Flujo	42
Diagrama SIPOC	44
Voz del cliente	46
Etapa de Medir (Measure)	46
CTQ Tree (Árbol crítico de la Calidad).....	48
Despliegue de la función calidad (QFD 1)	49
Muda (Desperdicio)	52
Mura (Variación)	54
Muri (Sobrecarga).....	54
Estadística descriptiva.....	54
Etapa de Analizar (Analyze).....	57
Capacidad del proceso	58
Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF).....	59

	13
Diagrama de Ishikawa	62
Diagrama de Pareto.....	63
Técnica de los 5 porqués.....	65
Etapa de Mejorar (Improve)	66
Lean Manufacturing.....	67
Las cinco eses (5's).....	68
Diagrama de Gantt	68
Evaluación Económica	69
Etapa de Controlar (Control)	72
CAPÍTULO III MARCO METODOLÒGICO	75
Enfoque de la Investigación.....	75
Alcance o Diseño de la Investigación.....	76
Muestra de la Investigación.....	77
Variables	77
Instrumentos de Recolección de Datos.....	78
Proceso para la Recolección de Datos	79
Método de Análisis	80
Cronograma y EDT/WBS.....	80
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
Etapa de Definir (Define)	85
Project Charter (Cuadro del Proyecto).....	85
Diagrama SIPOC	87
Mapa de Procesos del Área de Producción.....	89
Descripción del proceso productivo	92

	14
Programación y control de la producción en la planta de producción.....	100
Voz del Cliente	103
Etapa de Medir (Measure)	103
Requisitos del Cliente (controladores críticos de calidad).....	103
Requisitos de mayor impacto para la empresa.....	106
Medición de proyectos atrasados e Impacto económico	110
Áreas de mayor impacto en los atrasos.....	116
Medición de los principales requerimientos del cliente.....	126
Etapa de Analizar (Analyze).....	128
Técnica de los 5 por qué	128
Análisis de los flujos de información	133
Análisis del proceso productivo.....	138
Análisis de los Fallos que Afectan el Proceso	146
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
Conclusiones.....	153
Recomendaciones	155
CAPÍTULO VI PROPUESTA	156
Enfoque hacia la cultura Lean Manufacturing.....	160
Mejoras en el Ámbito de Procesos y Procedimientos	162
Plan de integración de procesos.....	162
Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción.....	165
Diagrama de flujo para planeación de proyectos.....	167
Uso de la metodología Kanban y sistema Pull	169
División de proyectos por tamaño	173

Proyecciones de ventas	174
Mejoras en el Ámbito de Recursos Humanos.....	175
Funciones y responsabilidades.....	176
Motivación y calidad en la fuente	177
Capacitación 5s	178
Capacitación Lean Manufacturing.....	179
Mejoras en el Ámbito de la Organización	180
Mejora en la comunicación.....	180
Cambios en la estructura del organigrama.....	181
Planeación de proyectos.....	182
Gestor de planeación de proyectos	183
Mejoras en el Ámbito de Recursos Materiales	183
Monitores para el control de procesos	183
Identificación de espacios para almacenaje de materiales.....	184
Mejoras en el Ámbito de los Sistemas de Información	184
Módulo para la programación y control de la producción.....	184
Indicadores (KPIs).....	190
Evaluación económica.....	192
Beneficios tangibles.....	193
Beneficios intangibles.....	194
Análisis de la inversión.....	195
Plan de Implementación	201
Plan de Control	204
Factores Críticos de éxito o riesgos del proyecto	204

Ejecución y control	208
Conclusiones de la propuesta.....	210
Recomendaciones de la propuesta	212
REFERENCIAS	213
APÈNDICE	215
Apèndice A: Fotos de procesos de producción.....	215
Apèndice B: Ejemplo del Programa Semanal de Instalaciones.....	216
Apèndice C: Resultados entrevista gerente de logística	217
Apèndice D: Resultados entrevista gerente de Ventas y Producción	218
Apèndice E: Estadísticas del área de despacho 2017	219
Apèndice F: Estadísticas del departamento de diseño de producción	220
Apèndice G: Imágenes del programa Modulo Studio utilizado en diseño ventas.....	221
Apèndice H: Resultado del análisis de capacidad de procesos.....	222
Apèndice I: Tablas de probabilidades utilizadas para la matriz AMEF	223
Apèndice J: Gráfico de exportaciones 2016 y 2017	224
Apèndice K: Propuesta de pizarras para el uso de las tarjetas Kanban	225
Apèndice M: Precios para servidores y computadoras.....	227
Apèndice N: Tasas interés certificados de depósito a plazos	228
Apèndice O: Diagrama Gantt #1 implementación del proyecto.....	229
Apèndice P: Diagrama Gantt #2 implementación del proyecto	230
Apèndice Q: Valores y niveles para la matriz de riesgos del proyecto	231
Apèndice R: Glosario de términos.....	232
Apèndice S: Cargas sociales en Costa Rica.....	235
Apèndice T: Cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión.....	236

TABLAS

Tabla 1: Variables de la investigación	77
Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos	78
Tabla 3: Ponderación de los requisitos de mayor impacto para la empresa	106
Tabla 4: Diagrama Klee (Controladores críticos de calidad)	108
Tabla 5: Resultados del diagrama Klee (Controladores críticos de calidad)	108
Tabla 6: Resumen de proyectos del año 2015	112
Tabla 7: Resumen de proyectos del año 2016	113
Tabla 8: Resumen de proyectos del año 2017	114
Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016	117
Tabla 10: Resumen de proyectos producidos en el año 2017	118
Tabla 11: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016)	122
Tabla 12: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017)	123
Tabla 13: Porcentaje de áreas que más impactan en los principales requerimientos ...	125
Tabla 14: Cálculo de capacidades según órdenes realizadas por mes (2017)	143
Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos	150
Tabla 16: Detalles de ahorros y desembolsos de efectivo para el proyecto	199
Tabla 17: Principales riesgos detectados	206

FIGURAS

Figura No 1: Ubicación planta de producción Barrio Cuba	27
Figura No 2: Ejemplos de productos elaborados en Euromobilia S.A	28

Figura No 3: Organigrama corporativo de Euromobilia S.A	30
Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba	31
Figura No 5: Estrategia DMAIC para el proyecto	35
Figura No 6: Las 5 etapas de la metodología DMAIC	36
Figura No 7: Metas de la etapa de Definir	38
Figura No 8: Elementos de un cuadro de proyecto (Project Chart)	39
Figura No 9: Ejemplo de un cuadro de proyecto (Project Chart)	40
Figura No 10: Ejemplo de Mapa de Procesos	42
Figura No 11: Símbolos básicos de un diagrama de flujo	42
Figura No 12: Ejemplo de un diagrama de flujo	43
Figura No 13: Esquema del diagrama SIPOC	44
Figura No 14: Formato usual del diagrama SIPOC	45
Figura No 15: Metas de la etapa de Medir (Measure)	47
Figura No 16: Ejemplo de un Árbol crítico de la Calidad (CTQ Tree)	48
Figura No 17: Etapas del QFD para el proyecto	49
Figura No 18: Pasos para crear un QFD	50
Figura No 19: Formula de la media muestral	55
Figura No 20: Formula de la desviación estándar muestral, S	56
Figura No 21: Metas de la etapa de Analizar (Analyze)	57
Figura No 22: Posibles estados de un proceso	58
Figura No 23: Esquema del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)	60
Figura No 24: Encabezado de una matriz AMEF	61
Figura No 25: Diagrama de Ishikawa	63
Figura No 26: Ejemplo diagrama de Pareto	64

Figura No 27: Casa del Lean Manufacturing	67
Figura No 28: Ejemplo diagrama de Gantt	69
Figura No 29: Diagrama de flujo neto de efectivo	70
Figura No 30: Ecuación para calcular el VPN	70
Figura No 31: Ecuación para calcular la TIR	71
Figura No 32: Diagrama de flujo de la ruta DMAIC	73
Figura No 33: EDT/WBS del Proyecto	81
Figura No 34: Cronograma inicial del proyecto	82
Figura No 35: Estrategia para el Análisis de Resultados	83
Figura No 36: Cuadro del Proyecto	86
Figura No 37: Diagrama SIPOC	87
Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción	90
Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción	93
Figura No 40: Imagen de SICAPRO para registro de contratos en producción	95
Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción	96
Figura No 42: Imagen de SICAPRO para logística	99
Figura No 43: Flujo de la programación de producción	101
Figura No 44: CTQ (Árbol Crítico de Calidad)	104
Figura No 45: Gráfico de los requisitos de mayor impacto para la empresa	107
Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad	109
Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016	110
Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017	111
Figura No 49: Gráfico de resumen de proyectos del año 2015	113
Figura No 50: Gráfico de resumen de proyectos del año 2016	114

Figura No 51: Gráfico de resumen de proyectos del año 2017	115
Figura No 52: Gráfico porcentajes de proyectos atrasados (años 2015, 2016 y 2017) ...	115
Figura No 53: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2016	118
Figura No 54: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2017	119
Figura No 55: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2016	120
Figura No 56: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2017	121
Figura No 57: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016)	123
Figura No 58: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017)	124
Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos .	126
Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente)	127
Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales)	130
Figura No 62: Gráfico de principales funciones del sistema	131
Figura No 63: Gráfico de principales requerimientos funcionales del proceso	132
Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto	134
Figura No 65: Simbología utilizada para el análisis estructurado	135
Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo	136
Figura No 67: Diagrama de relaciones entre departamentos de producción	139
Figura No 68: Diagrama de rutas críticas en el área de producción	140
Figura No 69: Resumen capacidad del proceso productivo	141
Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado	142
Figura No 71: Gráfico de capacidades del área de armado	144
Figura No 72: Diagrama de Ishikawa para la causas en los atrasos de proyectos	147
Figura No 73: Matriz AMEF para el proceso de producción	148
Figura No 74: Gráfico comparativo del NPR según AMEF	149

Figura No 75: Pareto de las principales causas en los atrasos	151
Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos	152
Figura No 77: Clasificación y estrategia para mitigar las causas según AMEF	157
Figura No 78: Estrategia para la propuesta	159
Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa.....	161
Figura No 80: Plan de integración de procesos a nivel macro	163
Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción.....	166
Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos... 	168
Figura No 83: Kanban para solicitudes de ensamble.....	170
Figura No 84: Kanban para pedidos de materiales	171
Figura No 85: Codificación de tarjetas Kanban.....	171
Figura No 86: Proceso para el uso de las tarjetas kanban	172
Figura No 87: Mapa de procesos del área de producción modificado	175
Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas.....	176
Figura No 89: Organigrama propuesto para producción	181
Figura No 90: Diagrama de jerarquía propuesto.....	185
Figura No 91: Posibles estados de los proyectos en el sistema informático	186
Figura No 92: Análisis estructurado del proceso propuesto	189
Figura No 93: Indicadores propuestos para medir resultados en las entregas	190
Figura No 94: Diferenciación de colores para los indicadores propuestos	192
Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora	193
Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año	196
Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica	197
Figura No 98: Gráfico comparativo de ahorros y desembolsos de efectivo	199

Figura No 99: Cálculo del valor actual neto (VAN)	200
Figura No 100: Resumen del VAN y TIR para el proyecto	201
Figura No 101: Plan de implementación del proyecto	202
Figura No 102: Matriz de riesgos del proyecto	205
Figura No 103: Pareto de riesgos detectados	207
Figura No 104: Resumen cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión .	208
Figura No 105: Estrategia de control según metodología DMAIC	209

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se desarrolló en la empresa Euromobilia S.A, específicamente en la división de sistemas y mobiliarios de oficinas y exhibición. En esta área, se están incumpliendo dos de los principales requerimientos de los clientes que son: la fecha de entrega acordada y la entrega de productos completos, en los cuales está el 80% de los fallos. Las áreas que más impactan en los atrasos son: producción con un 64.98%, ventas con un 27.63% y logística con un 7.39%.

Por esta razón la investigación se centró en el proceso usado para el trámite de los proyectos entre ventas y la planta de producción de la empresa Euromobilia S.A, pues se están dando atrasos de entregas en el 59,21% de los proyectos. Esto ha generado grandes molestias a los clientes, asimismo, pago en multas por un monto de \$158,361.07 en los años 2016 y 2017; problemas para cobrar facturas, que sumadas rondan los \$231.000 en los mismos dos años; y costos extras en logística que rondan los \$66,000 anuales.

Las principales causas de los atrasos se dan debido a varios factores, los cuales son: poca comunicación, integración entre los procesos y sistemas informáticos, deficiente programación y control de la producción, difícil acceso a la información, desorden en los espacios de almacenaje, métodos de trabajo confusos, faltante de materia prima, cortos tiempos de entrega, falta de capacitación, descuidos y motivación. Estas causas generan el 100% de los atrasos.

La propuesta de mejora se basa en una integración de los procesos involucrados en los trámites de los proyectos, un rediseño del proceso productivo, tanto a nivel organizativo, como lo es la redistribución del organigrama, con funciones y responsabilidades; y a nivel operativo, como lo son los procesos de limpieza y empaque y el uso de tarjetas para el control de la producción.

Además, contempla la creación de un departamento para la planeación de proyectos, con un gestor que integre las áreas de ventas, producción y logística, cuya principal herramienta es un módulo informático para el control y programación de proyectos, el cual da información por medio de indicadores que se muestran en unas pantallas las cuales ayudan al control de la producción.

En esta propuesta, se aplican herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como: 5s, Kanban, sistema Pull, Jidoka, Andon y KPIs; las cuales, ayudan en las mejoras de los diferentes ámbitos de la organización, con el fin de atacar las causas que generan los atrasos y mantener los procesos estables para cumplir con los requerimientos de los clientes. Sin embargo, se proyecta que la filosofía Lean esté al 100% a partir del tercer año, por lo que al finalizar el primer año se proyecta un ahorro del 60%, en el segundo año un 80% y a partir del tercer año el 100% de los potenciales ahorros.

Con el proyecto se estima percibir flujos de efectivo anuales de \$42,080 (año 1), \$70,331 (año 2), \$82,050 (año 3), \$80,400 (año 4), \$78,621 (año 5), al disminuir las multas en licitaciones y gastos en logística por causa de los atrasos y faltantes de materiales, descontando los desembolsos anuales para mantener el sistema de mejora, sin embargo, hay beneficios agregados de más de \$90.000 anuales si se consideran las cuentas por cobrar de clientes que no pagan por causa de atrasos en sus proyectos.

La inversión necesaria para el proyecto, en el primer año, es de \$77.347,26; además, el resultado del valor actual neto (VAN) de los flujos de efectivo es de \$113,607.65, con una tasa de rentabilidad del 22.30%; la tasa interna de retorno (TIR) es de un 73.36%, cuyo valor es más amplio que la rentabilidad propuesta. El plan de implementación del proyecto es de 12.2 meses con trece diferentes tareas generales.

El plan de control se basa en la metodología DMAIC para controlar los factores críticos de éxito y riesgos del proyecto, dentro de estos se encuentran los principales que son: la resistencia al cambio y el compromiso de la directiva.

Por todo lo anterior, se puede decir que el proyecto resuelve el problema en el cumplimiento de las fechas de entrega a los clientes y reducción de los costos asociados a los atrasos en sus proyectos, además, es factible su implementación. De esta manera se inicia el proyecto, el cual se explica en breve, a través de una introducción.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se desarrolló en la planta de producción de la empresa Euromobilia S.A, ubicada en el sector sur de San José, específicamente en Barrio Cuba. En esta planta se están dando atrasos de entregas en el 59,21% de los proyectos, lo que ha generado grandes molestias a los clientes de esta empresa. Asimismo, se han efectuado pagos en multas por un costo de \$158,361.07 en los años 2016 y 2017, y costos extras en logística, los cuales rondan los \$66,000 anuales.

De acuerdo con los expertos de logística y ventas, la principal causa de estos atrasos en las fechas de entrega se da en el área de producción, con un porcentaje acumulado de 87.93% y en ventas con 37.38%, esto debido a diferentes factores como: fallos en el proceso, mala comunicación entre las operaciones de producción y ventas. Adicionalmente a esto, existe un débil control de la producción y el método para la programación de entregas se realiza manualmente. Por este motivo, la investigación se centró en una propuesta para rediseñar el proceso usado en los trámites de los proyectos, enfocándose principalmente en el área de producción, y de esta manera cumplir con las fechas de entrega dada a los clientes, para disminuir los costos asociados en al menos un 87.93%.

La importancia de mejorar el área de producción, se debe también al crecimiento de esta empresa, ya que, no solo debe satisfacer a los clientes de Costa Rica, sino que, se han abierto salas de ventas en diferentes países (Panamá, República Dominicana, México y Colombia), y se espera poder seguir abarcando el mercado latinoamericano. Esto repercute en una mayor demanda de productos, que la planta de producción debe satisfacer al menor costo y tiempo posible.

En el capítulo 1 de esta investigación se describen las generalidades de la empresa, el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación y las proyecciones esperadas de este proyecto.

En el capítulo 2, se detalla el marco teórico, el cual es el sustento teórico del proyecto, donde se puede obtener la bibliografía y otros materiales útiles para la investigación.

En el capítulo 3, se describe el marco metodológico, el cual contiene el enfoque, alcance, variables, método de análisis y el cronograma general de la investigación.

En el capítulo 4 se da el análisis, la descripción de la situación actual, donde se utilizan las herramientas generales del marco teórico, incluyendo la estadística descriptiva, además, se analizan los resultados obtenidos.

En el capítulo 5 se realizan las conclusiones, donde se exponen los principales puntos detectados en el diagnóstico y que llevan a la propuesta. Por otro lado, se determinan las recomendaciones, las cuales son las actividades que darían solución al problema.

El capítulo 6 es la propuesta, donde se detalla la solución técnica del problema, los beneficios tangibles e intangibles, la evaluación económica, el plan de implementación y de control. Por último se muestran las referencias o bibliografía usada, así como los apéndices.

Una vez explicado en que consiste la investigación, su viabilidad e importancia, se indica el enfoque o línea de investigación, la cual se centra en el diseño, desarrollo y mejoramiento del proceso usado para el trámite de los proyectos en la empresa Euromobilia SA.

Una vez explicado el proyecto, y para iniciar, se describe la empresa y su organización.

Generalidades de la Empresa

Las generalidades de la empresa Euromobilia S.A, son las siguientes:

- Razón Social: Euromobilia Sociedad Anónima
- Cédula Jurídica: 3-101-077629
- Ubicación de la planta de producción en donde se basa la investigación: 200 metros sur del Liceo del Sur, Barrio Cuba, San José. Costa Rica.

Reseña Histórica

Euromobilia nació como una idea fruto del empeño visionario, que ha logrado convertirla en una realidad empresarial exitosa. Inició como una constructora llamada “La Constructora Rosenstock”, la cual identificó que se estaban presentando problemas de cumplimiento en los tiempos de entrega, debido a que la demanda de muebles era muy grande. Fue así como en 1987, nació la idea de crear una empresa que se dedicara a la fabricación de muebles de tipo industrial, como un sistema modular estandarizado.

Descripción de la empresa

La actividad principal de la empresa es diseño, producción, instalación y servicio post-venta de:

- Muebles para oficinas
- Muebles para hogar
- Muebles especiales
- Euro Racks

Así mismo, la empresa comercializa accesorios complementarios para los distintos tipos de muebles que se ofrecen en el mercado. Además, garantiza a todos los clientes el servicio de instalación de sus productos y la reparación de los mismos.

En la Figura No 2: Ejemplos de productos elaborados en Euromobilia S.A, se presentan varios ejemplos de productos que se fabrican en esta empresa:

Figura No 2: Ejemplos de productos elaborados en Euromobilia S.A



Nota: Euromobilia S.A. 2017

En la figura anterior se muestran los principales productos que se fabrican en Euromobilia SA, los cuales también se exportan a diferentes países. En el siguiente punto se detallan los mercados de exportación.

Mercados de exportación

Actualmente se exportan todas las líneas de productos, los cuales tienen como destino los siguientes países: Nicaragua, Panamá, Honduras, Guatemala, República Dominicana, Colombia y México.

Política de calidad:

- Diseño de soluciones
- Satisfacción del cliente
- Conformidad del producto
- Tiempo de entrega
- Mejora continua

Visión de la empresa

Actualmente la empresa no tiene una visión declarada, pero hace mención de algunos valores dentro de su política de calidad.

Misión de la empresa

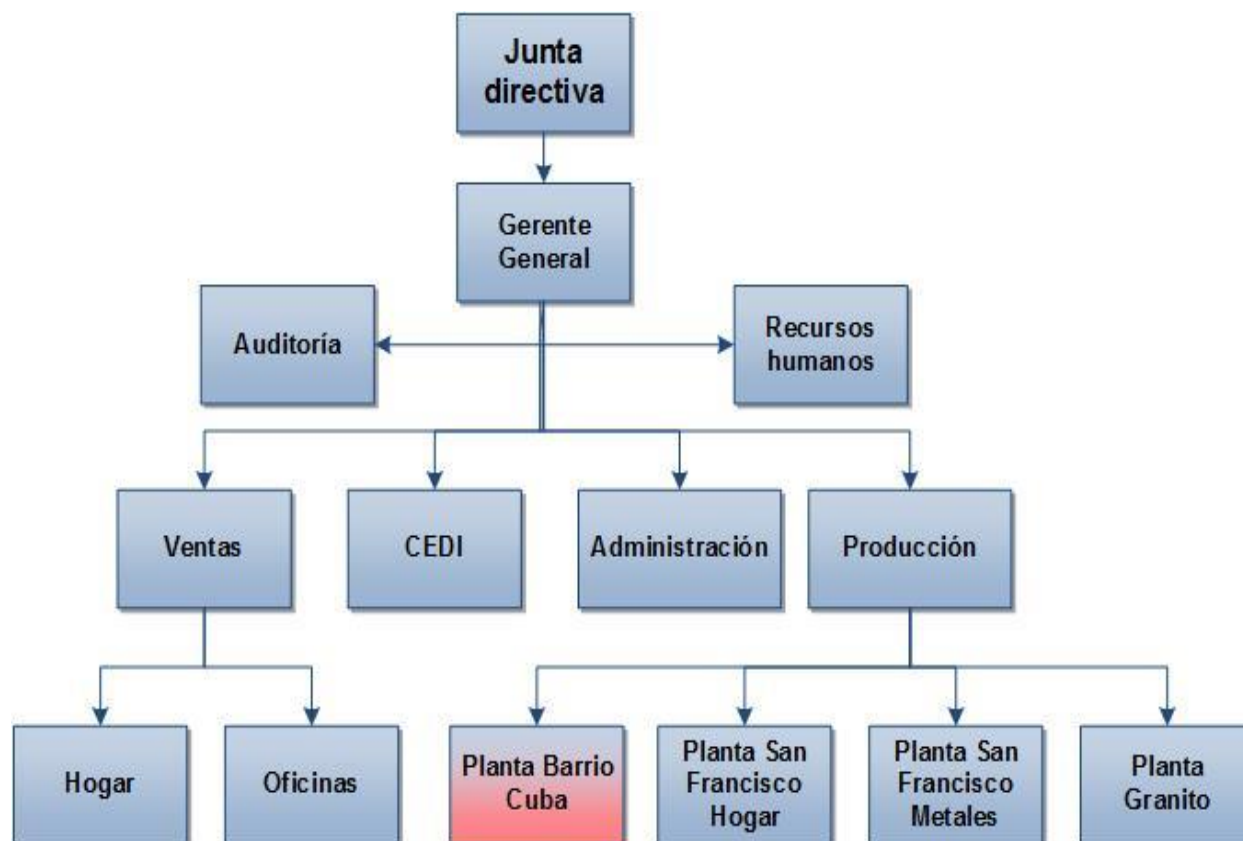
Ser una empresa dedicada al diseño, fabricación e instalación de mobiliario para oficinas, establecimientos comerciales y el hogar, así como a la comercialización de electrodomésticos y accesorios complementarios con el propósito de solventar a los usuarios sus necesidades de espacio, confort, estatus, imagen, seguridad, funcionalidad, y productividad en el ámbito latinoamericano.

Estructura organizacional

Actualmente la empresa cuenta con la dirección de una Junta Directiva, de donde se derivan las gerencias, las cuales tienen a cargo la toma de decisiones de planificación y estrategias. Luego se encuentran las jefaturas y puestos operativos.

Como se ha mencionado, el área donde se desarrolló el proyecto es en la planta de producción, ubicada en Barrio Cuba, donde trabajan cerca de 200 personas. En la Figura No 3: Organigrama corporativo de Euromobilia S.A se muestra el organigrama corporativo:

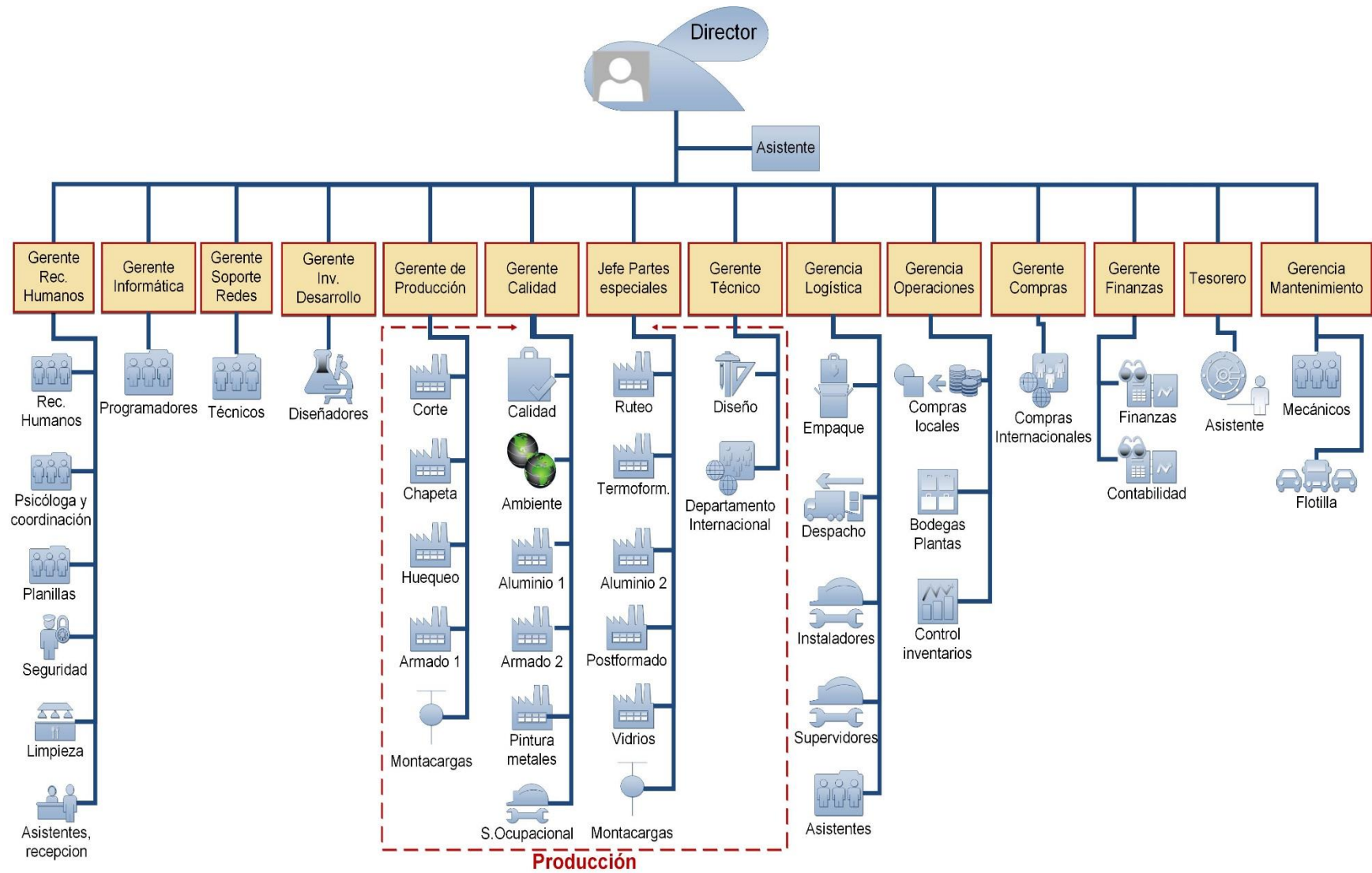
Figura No 3: Organigrama corporativo de Euromobilia S.A



Nota: Euromobilia S.A, 2018

La zona marcada en rojo es el área de impacto. Esta planta de producción tiene 14 áreas, entre ellas: Producción, Logística, Recursos humanos, Mantenimiento, Calidad, Informática (TI), Investigación y Desarrollo, Operaciones, Finanzas, Tesorería y Compras. El presente proyecto se desarrolla en el área de producción, en la cual se fabrican productos de madera, aluminio, vidrio y especiales. En la Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba, se detalla el organigrama de esta planta.

Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba



Nota: Euromobilia S.A, 2018

Como se muestra en la Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba, la estructura organizacional es horizontal. Esta posee muchas divisiones, con zonas donde se fabrican productos similares, divididos entre diferentes gerentes. Por ejemplo, productos de aluminio y armado, lo cual afecta considerablemente en la situación actual de la empresa, ya que la comunicación y la gestión de la producción son complicadas. A continuación se describe el problema.

Planteamiento del Problema

Euromobilia es una empresa que, aparte de producir mobiliario y sistemas de paneles y exhibición, también instala y da servicio post venta. En esta empresa se han generado atrasos en las entregas durante los últimos años. En el año 2015 el porcentaje de proyectos atrasados fue de un 57.94%, en el año 2016 fue de un 63.37% y en el año 2017 los atrasos significaron un 56.33%, del total de proyectos que ingresaron a la planta de producción de Barrio Cuba cada año.

Según información del área financiera, solo en multas por atrasos en licitaciones entre el año 2016 y 2017 la empresa tuvo que pagar aproximadamente \$158,361.07, aunado a esto, de acuerdo con criterios de los expertos, se estiman costos extras de \$132,000 durante el año 2016 y 2017, por las urgencias y atrasos en los proyectos. Además, la empresa deja de cobrar aproximadamente \$231.000 en dos años por atrasos en los proyectos.

Gran parte de los problemas se dan debido a la mala planeación y control de los proyectos, ya que esto se hace por medio de hojas de Excel, y un sistema informático en producción que no tiene mantenimiento desde hace más de 10 años, además de que no está integrado con las áreas de ventas, instalación y finanzas. Adicionalmente a esto afecta la mala comunicación entre áreas y procesos, los métodos de trabajo existentes y el difícil acceso a la información oportuna y confiable.

Por otro lado, el área de ventas se compromete con fechas que no saben si se van a poder cumplir, ya que, los medios utilizados para la planeación y comunicación no contemplan la capacidad de la planta, ni las fechas en que pueden entregarse las distintas órdenes de producción.

Por tales motivos, se plantea el rediseñar el proceso utilizado para el trámite de proyectos, para que este ayude a gestionar las entregas y para tener el material necesario en el momento en que se necesite, a un menor costo para la empresa, lo que nos lleva a la siguiente pregunta:

¿Cómo rediseñar el proceso en los trámites de los proyectos de la empresa Euromobilia SA, para el cumplimiento de las fechas de entrega a los clientes y la reducción de los costos asociados por los atrasos en sus proyectos?

Objetivo General

Rediseñar el proceso en los trámites de los proyectos de la empresa Euromobilia SA. para el cumplimiento de las fechas de entrega a los clientes y la reducción de los costos asociados por los atrasos en sus proyectos.

Objetivos Específicos

- Describir la situación actual del proceso usado para el trámite de los proyectos.
- Definir los requerimientos del cliente.
- Medir la magnitud de los proyectos atrasados.
- Identificar las áreas que inciden en los atrasos y faltantes de productos.
- Medir las necesidades del cliente.
- Analizar el proceso para el trámite de los proyectos y su incidencia en el cumplimiento de los requerimientos de los clientes.
- Identificar las causas que generan los atrasos y faltantes de productos.
- Priorizar las causas de las fallas potenciales.
- Proponer mejoras al proceso de los trámites en los proyectos, que ayuden a reducir en al menos un 87% los costos y atrasos, mediante un enfoque Lean Manufacturing.
- Evaluar los costos y tiempos de implementación asociados a la propuesta de mejora.

Justificación

De acuerdo con el objetivo general, el presente proyecto busca el cumplimiento de las fechas de entregas a los clientes y la reducción de los costos asociados por los atrasos en las entregas, mediante el rediseño del proceso de los trámites en los proyectos de la empresa.

Si se logra cumplir con las fechas de entregas estipuladas con el cliente, la imagen de la empresa se ve beneficiada. Además, se pretende disminuir los costos asociados, en al menos un 87% de la magnitud estimada, según el estudio de las causas del análisis.

Asimismo, como se indica en la introducción, la importancia de mejorar el área de producción tiene un beneficio agregado, debido al crecimiento de las exportaciones de la empresa, de 468 líneas facturadas en el 2016 a 668 líneas en el año 2017, como se muestra en el Apéndice J: Gráfico de exportaciones 2016 y 2017, ya que no solo se debe satisfacer a los clientes de Costa Rica, sino que también a clientes de diferentes países. Esto podría repercutir en una mayor demanda de productos, que la empresa debe satisfacer al menor costo y tiempo posible.

Antecedentes

No existen estudios previos que se hayan realizado en esta área, por lo que no se detalla ningún alcance en este punto.

Proyecciones

Las proyecciones que se esperan obtener de este proyecto son:

- Identificar los principales problemas que causan atrasos en las entregas de materiales y los atrasos.
- Dar una herramienta que ayude a controlar estadísticamente el proceso, para los proyectos que se vendan en el área de oficinas, tales como: tiempos y consumo de materiales, entre otros.
- Establecer un método para la programación de las distintas órdenes de producción que ingresan a la fábrica, y que ayuden a programar fechas de entrega más asertivas.
- Reducir los costos asociados por atrasos en las entregas de material y atrasos en las instalaciones, por causa de producción, en al menos un 87% de la magnitud estimada.
- Ayudar a controlar los proyectos a través de mejores herramientas tecnológicas y procesos, que los que tienen actualmente.
- Inculcar una filosofía de trabajo (Lean Manufacturing), que ayude en la mejora continua de los distintos procesos de la empresa.

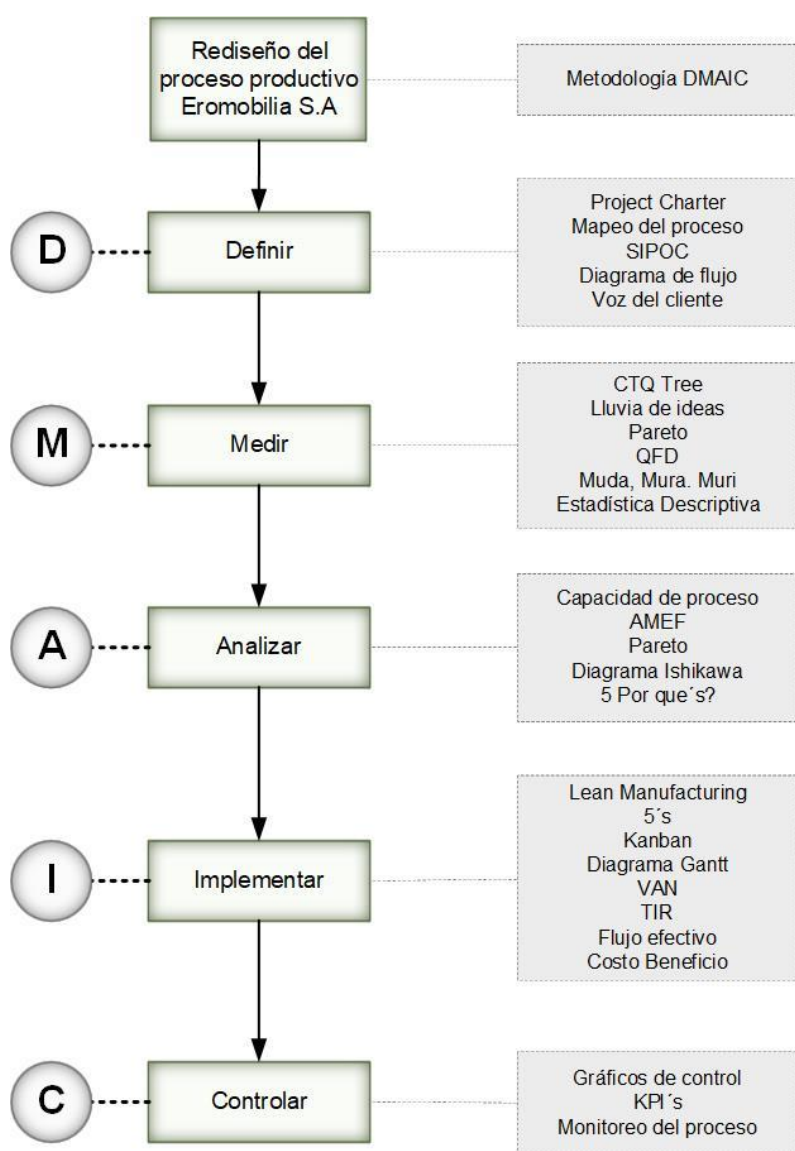
Una vez explicadas las generalidades de la empresa, planteamiento del problema, objetivos, justificación y proyecciones esperadas de este proyecto, se procede con el capítulo 2, que es el marco teórico, el cual es el sustento teórico del proyecto, y se puede obtener la bibliografía y otros materiales útiles para la investigación.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El capítulo II es un sustento teórico, en el cual se recopila, se exponen y analizan las teorías que se utilizan para esta investigación, con el fin de brindar soluciones al problema descrito en el capítulo 1.

La presente investigación se basa en la metodología DMAIC, junto con algunas herramientas de ingeniería industrial, con el fin de lograr el objetivo principal. En la Figura No 5: Estrategia DMAIC para el proyecto, se describe el plan de la investigación y las herramientas utilizadas.

Figura No 5: Estrategia DMAIC para el proyecto



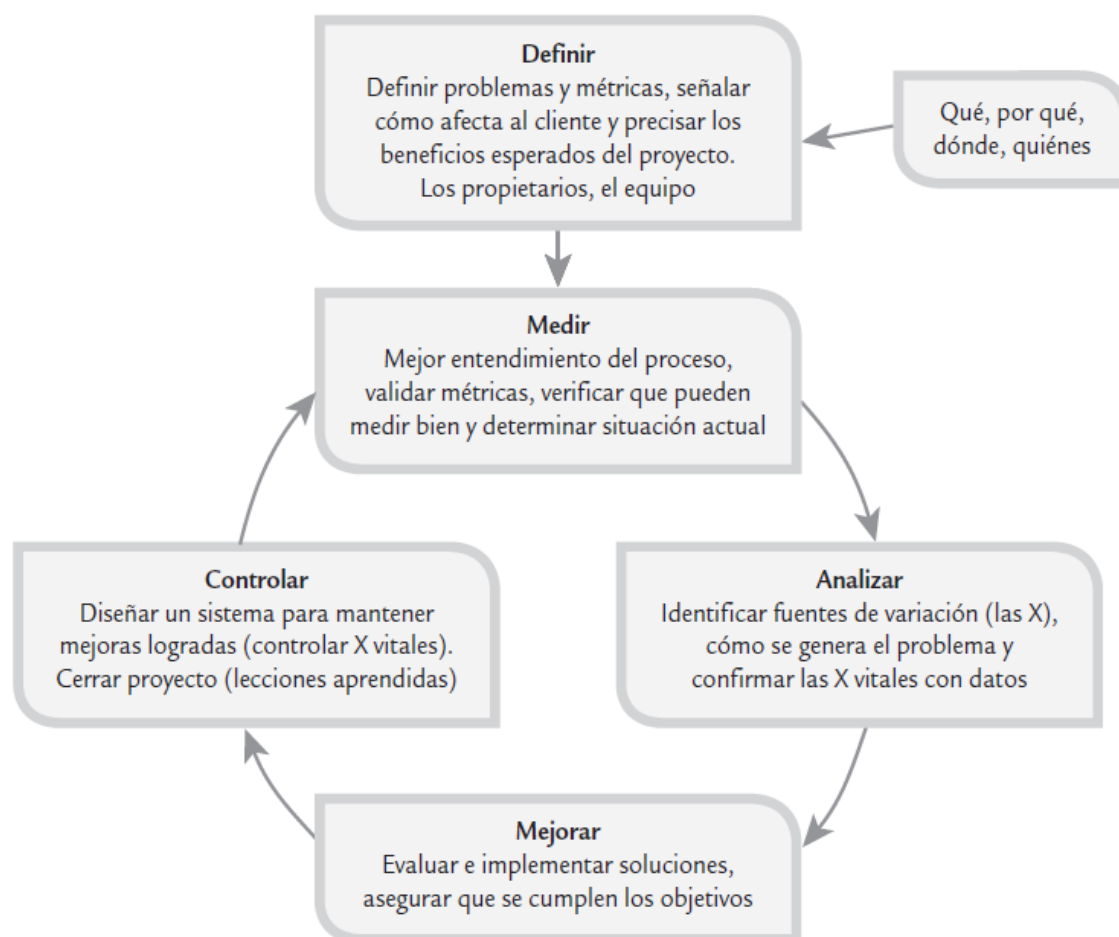
Nota: Analista UIA, 2017

De acuerdo con la Figura No 5: Estrategia DMAIC para el proyecto, para rediseñar el proceso productivo de la planta de producción se va a utilizar la metodología DMAIC, la cual se divide en 5 etapas, y en cada una de esas etapas se dan una serie de herramientas para cumplir con cada una. A continuación se describen las distintas etapas y las herramientas usadas.

Metodología DMAIC

Según Gutiérrez & Román de la Vara (2013), las iniciales DMAIC es un acrónimo de un proyecto 6σ , el cual se apoya en una metodología robusta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control) (pág. 403). En la siguiente Figura No 6: Las 5 etapas de la metodología DMAIC se describen las cinco fases:

Figura No 6: Las 5 etapas de la metodología DMAIC



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

En la Figura No 6: Las 5 etapas de la metodología DMAIC, se detallan las cinco fases de la metodología que se usan en el proyecto. En la primera etapa se definen los problemas y métricas usadas, la voz del cliente y el cómo se desarrolla el proyecto, lo cual ayuda a la segunda etapa de la metodología, para entender mejor el proceso. Asimismo, se mide y verifica la situación actual que ayuden a la resolución del problema.

En la tercera etapa se analizan los resultados, además, se busca en que etapas del proceso se están dando los problemas, sus variaciones, entre otros, lo cual, ayuda a la cuarta etapa, para proponer mejoras y soluciones a los problemas y de esta manera lograr los objetivos planteados.

En la quinta etapa se diseña un método de control para mantener las mejoras logradas. Además, se da paso a un ciclo que inicia nuevamente con la etapa dos de medir, evaluar las mejoras y analizar si están dando los resultados esperados. De darse lo contrario se proponen nuevas mejoras y se controla, en un ciclo de mejora continua. En los siguientes puntos se describe detalladamente cada una de las etapas y las herramientas usadas.

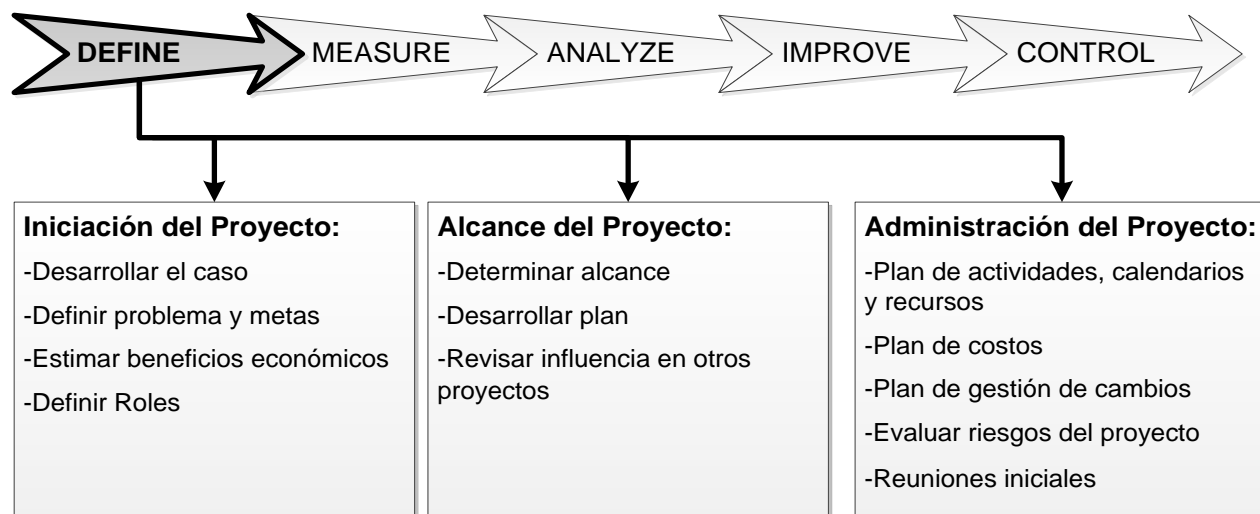
Etapas de Definir (Define)

Esta es la primera etapa, en la cual, según Gutiérrez & Román de la Vara (2013), se definen y se sientan las bases para el éxito del proyecto, con el fin de lograr el cumplimiento de los objetivos. Los proyectos deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la organización, y con un objetivo claro, conciso, específico, alcanzable, realista y medible, para que tengan una alta probabilidad de éxito. Que cuenten con el apoyo de la dirección (pp. 404-405). Esta etapa tiene ciertos criterios para la definición del proyecto, los cuales se citan a continuación:

- Abordar área de mejora de alto impacto.
- Apoyo y comprensión de la alta dirección.
- Que tenga beneficios económicos medibles.
- Además se deben evitar algunos aspectos como:
 - Objetivos imprecisos
 - Métricas que no tienen sustento
 - Alcances muy amplios
 - No ligado a la parte financiera y/o planes estratégicos
 - Demasiados objetivos y soluciones indefinidas.

La fase uno de definir, tiene tres metas importantes: iniciación del proyecto, alcance del proyecto y administración del proyecto (Staudter, et al., 2009, p. 22). En la Figura No 7: Metas de la etapa de Definir se detallan estas metas.

Figura No 7: Metas de la etapa de Definir



Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

Según la Figura No 7: Metas de la etapa de Definir, hay tres metas importantes que se deben cumplir. La primera es la iniciación del proyecto, en la cual se desarrollan las ideas, se define el problema, los beneficios económicos y los roles que podrían efectuar cada uno de los miembros del equipo. La segunda meta es el alcance del proyecto, en la cual se desarrolla un plan de trabajo que ayude a la tercera en la administración del proyecto, donde se establecen planes de actividades, costos, gestiones de cambios, se evalúan los riesgos y se definen las reuniones iniciales para el proyecto.

Para lograr cumplir con la primera etapa de Definir, se usan ciertas herramientas que ayudan al cumplimiento de los objetivos. Las herramientas que se aplican en la primera etapa de la investigación son:

- El cuadro del proyecto (Project chart)
- Mapeo del proceso
- Diagrama SIPOC
- Diagrama de Flujo
- Voz del cliente (VOIC)

A continuación se detallan los procedimientos para cada una de estas herramientas, iniciando con el cuadro del proyecto (Project chart).

Cuadro del proyecto (Project chart)

En el cuadro del proyecto (Project chart), se resumen los detalles del proyecto, los involucrados, los beneficios esperados, las métricas, entre otros (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 405).

De acuerdo con Staudter (2009), en el cuadro del proyecto se resume toda la información necesaria para definirlo en su totalidad. En la Figura No 8: Elementos de un cuadro de proyecto (Project Chart), se describen estos elementos (p. 24).

Figura No 8: Elementos de un cuadro de proyecto (Project Chart)

Iniciando el proyecto	<p>1 Caso concreto del negocio Exposición explicativa de por qué el proyecto debería llevarse a cabo ahora</p> <p>2a Rediseñando: Problemas y objetivos Descripción de problemas / oportunidades, así como los objetivos en claro, términos concisos y mensurables</p> <p>2b Nuevo diseño: Objetivo Nombrar un nuevo producto / proceso y sus términos de referencia y metas</p> <p>3 Beneficios del proyecto Beneficios financieros generados por el proyecto y, si corresponde, no cuantificables ahorros suaves</p> <p>4 Roles Patrocinador, Black Belt, Green Belt, Miembros del equipo, Master Black Belt</p>
Alcance del proyecto	<p>5 Límites del proyecto Qué es "dentro" y "fuera", plan de multigeneracion (MGP)</p>
Administración del proyecto	<p>6 Gestión del proyecto Principales pasos e hitos para alcanzar los objetivos, riesgos del proyecto</p>

Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

En la figura anterior se describen seis elementos importantes para elaborar un cuadro del proyecto (Caso del negocio, problema y objetivos, beneficios, roles, límites y gestión del proyecto) en tres etapas diferentes: inicio, alcance y administración del proyecto. Adicionalmente, según Staudter (2009) el contenido de este cuadro debe ser discutido con la gerencia general (p. 25). A continuación en Figura No 9: Ejemplo de un cuadro de proyecto (Project Chart) se presenta un ejemplo de este cuadro.

Figura No 9: Ejemplo de un cuadro de proyecto (Project Chart)

Project name:	Development of a passenger seat for Russia	Date:	August 17, 2007	Version:	D1
Business Case:		Project Scope:			
Market studies have shown that transport companies in Russia plan to modernize their bus fleets by up to 80% over the next 10 years. To meet this demand a new passenger seat is to be developed on the basis of customer requirements.		In:	Passenger seat, installation & removal, variability of interior, laws, standards		
		Out:	Electronic features, massage function		
		MGP:	Generation I: 30% market share in Russia by 2007, modular standard fitting		
Problem / Goal:		Roles:			
Development and product launch of a new, robust passenger seat for Russian transport companies by December 23, 2007 at the latest. The bus manufacturers and suppliers in Western Europe are to be actively involved in the development process.		Sponsor:	Dr. Jacomo Franco		
		BB:	Bernhard Fuchsberger		
		GB:			
		Core Team:	Ms. M. (Marketing), Dr. Q. (Quality Management), Dr. F. (R & D), Mr. E. (Procurement), Ms. P. (Production), Dr. V. (Sales)		
Monetary / Additional Benefits:		Milestones:			
Output 2005: 20,000; 2006: 30,000; 2007: 50,000 Profit per seat = 10% of net sale price, net sale price = €100, tax rate = 25%; capital cost rate = 10%, → EVA 2005 = €150,000, EVA 2006 = €225,000, EVA 2007 = €375,000, discounted EVA on 2005 = €664,500.		Define:	August 17, 2007		
		Measure:	September 10, 2007		
		Analyze:	October 8, 2007		
		Design:	November 5, 2007		
		Verify:	December 3, 2007		
		Conclusion:	December 23, 2007		
Potential Risks:					
Increased political intervention in the Russian domestic market, possible liquidity problems amongst the trading partners, logistics and transport of the product in Russia.					
		<i>Signature Sponsor</i>		<i>Signature BB / GB</i>	

Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

En la Figura No 9: Ejemplo de un cuadro de proyecto (Project Chart), es un ejemplo de un asiento de pasajero y se detallan los elementos de la Figura No 8: Elementos de un cuadro de proyecto (Project Chart), en cada una de sus etapas, donde se puede observar el caso del negocio (Business Case), problema (Problem / Goal), beneficios (Monetary / Additional Benefits), riesgos (Potential Risks), alcance (Project Scope), roles, hitos (Milestones) y firmas de los responsables del proyecto.

Otra de las herramientas a usar en la etapa de definir es el mapeo inicial del proceso, el cual se describe a continuación.

Mapeo del proceso

El mapa de procesos recoge la interrelación de todos los procesos que realiza una organización, en este se puede observar mucho mejor la trazabilidad, comprobando que cada proceso disponga de un procedimiento asociado. Asimismo, aplica para cualquier tipo de sector empresarial, ya que todos los procesos estratégicos y de soporte son comunes a todas las organizaciones (Nueva ISO 9001:2015, 2016). Según la página de la Norma ISO, las divisiones de procesos son las siguientes:

1. **Procesos Operativos:** Son los procesos que se encuentran ligados de forma directa con la realización del producto o servicio, hablamos de procesos en línea. Normalmente ocupan el bloque central en un mapa de procesos y este difiere dependiendo de la actividad que se trate. Por ejemplo, para una ingeniería de proyecto sería lo siguiente:
 - a. Toma de pedidos del cliente
 - b. Coordinación del trabajo
 - c. Elaboración del proyecto
 - d. Revisión del proyecto
 - e. Cliente final
2. **Procesos estratégicos:** Se encuentran vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección. Se refieren fundamentalmente a todos los procesos de planificación y los que se considere que están ligados a los factores clave y estratégicos.
3. **Procesos de soporte:** Procesos que ofrecen soporte a los procesos operativos. Se suelen referir a todos los procesos que están relacionados con los recursos utilizados y las mediciones realizadas.

Aunado a lo anterior, en este mapeo se incluye los usuarios a la izquierda y los clientes a la derecha. En la Figura No 10: Ejemplo de Mapa de Procesos, se detallan los procesos indicados.

Figura No 10: Ejemplo de Mapa de Procesos



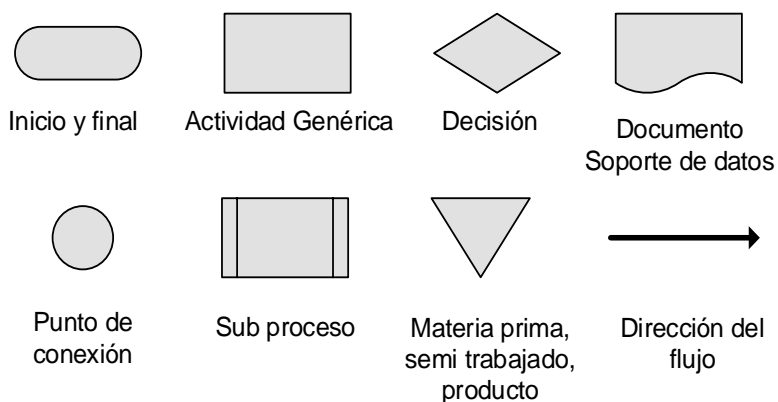
Nota: Pagina ISO 9001:2015

Diagrama de Flujo

Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 158).

Según Barone & Lo Franco (2012), el diagrama de flujo es una herramienta gráfica que requiere la identificación de las actividades que componen el proceso que se está representando. Utiliza algunos símbolos para representar gráficamente todos los elementos clave del proceso, pero también muestra sus relaciones, por lo que se utiliza el término diagrama de flujo (pág. 32). En la Figura No 11: Símbolos básicos de un diagrama de flujo, se muestran las formas básicas para un diagrama de flujo.

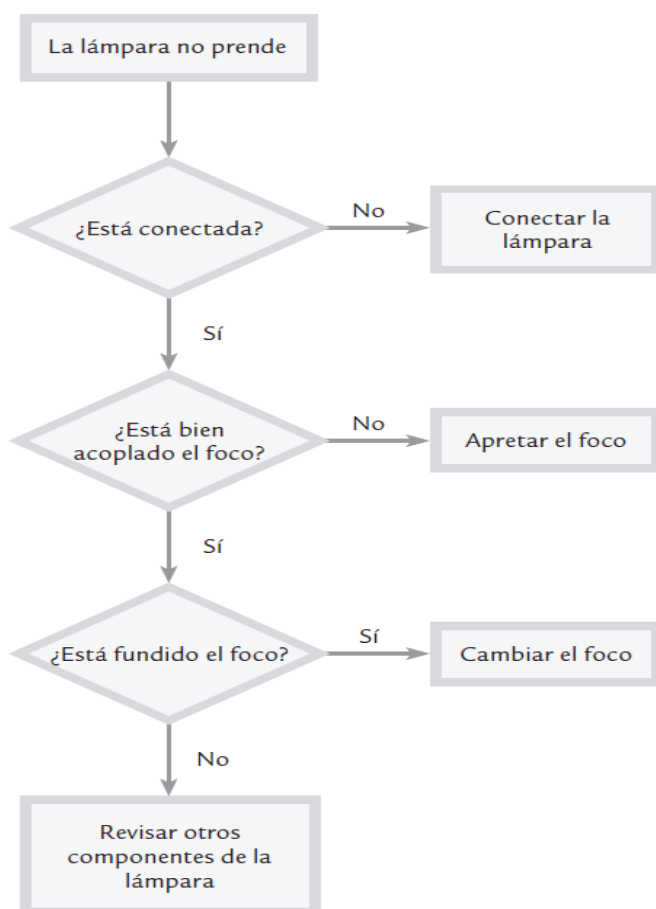
Figura No 11: Símbolos básicos de un diagrama de flujo



Nota: Libro Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology

Según la Figura No 11: Símbolos básicos de un diagrama de flujo, los símbolos más utilizados son: rectángulo, rombo y flecha. El rectángulo representa una actividad o acción a realizar, el rombo es una decisión o condición, que puede resultar en acciones alternativas, mientras que la flecha es una línea caracterizada por una dirección, que muestra un enlace y al mismo tiempo un orden temporal lógico entre dos acciones (Barone & Lo Franco, 2012, pág. 32). En la imagen se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

Figura No 12: Ejemplo de un diagrama de flujo



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

La representación gráfica de un proceso simplifica su comprensión por parte de los empleados y clientes, además, facilita el monitoreo y la identificación de posibles puntos críticos. Según Gutiérrez & Román de la Vara (2013, págs. 158-159) los pasos para crear un diagrama de flujo son:

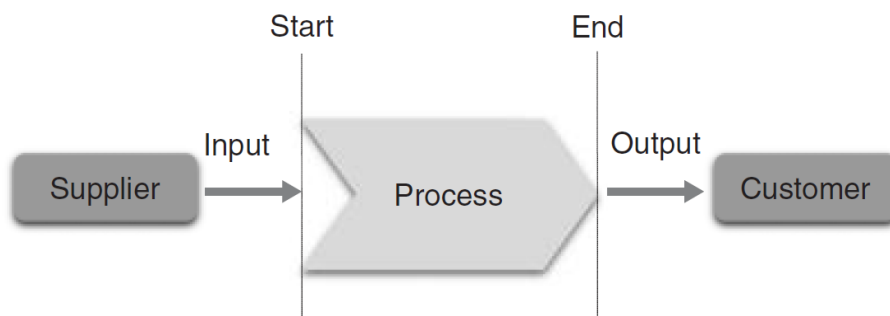
1. Definir el objetivo del diagrama
2. Delimitar el proceso bajo estudio
3. Hacer un esquema general del proceso
4. Profundizar en el nivel de detalle requerido
5. Resaltar los puntos de decisión o bifurcación
6. Revisar el diagrama completo

Para complementar el mapeo inicial del proceso, hay que definir elementales del proceso por medio del diagrama SIPOC que se detalla a continuación.

Diagrama SIPOC

SIPOC es un acrónimo en inglés para las iniciales de Suppliers–Inputs–Process–Outputs–Customers, que en español significa: Proveedores-Entradas-Proceso-Salidas-Clientes. De acuerdo con Barone & Lo Franco (2012), este método de análisis de procesos puede ayudar en la etapa de identificación de los procesos de una organización, ya que en este definen los elementos fundamentales de un proceso (p. 31). En Figura No 13: Esquema del diagrama SIPOC, se muestra su esquema.

Figura No 13: Esquema del diagrama SIPOC



Nota: Libro Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology

En la Figura No 13: Esquema del diagrama SIPOC, se puede observar la posición del Proveedor (Supplier), en cual genera una entrada al proceso (Process), el cual a su vez genera una salida para el cliente (Customer).

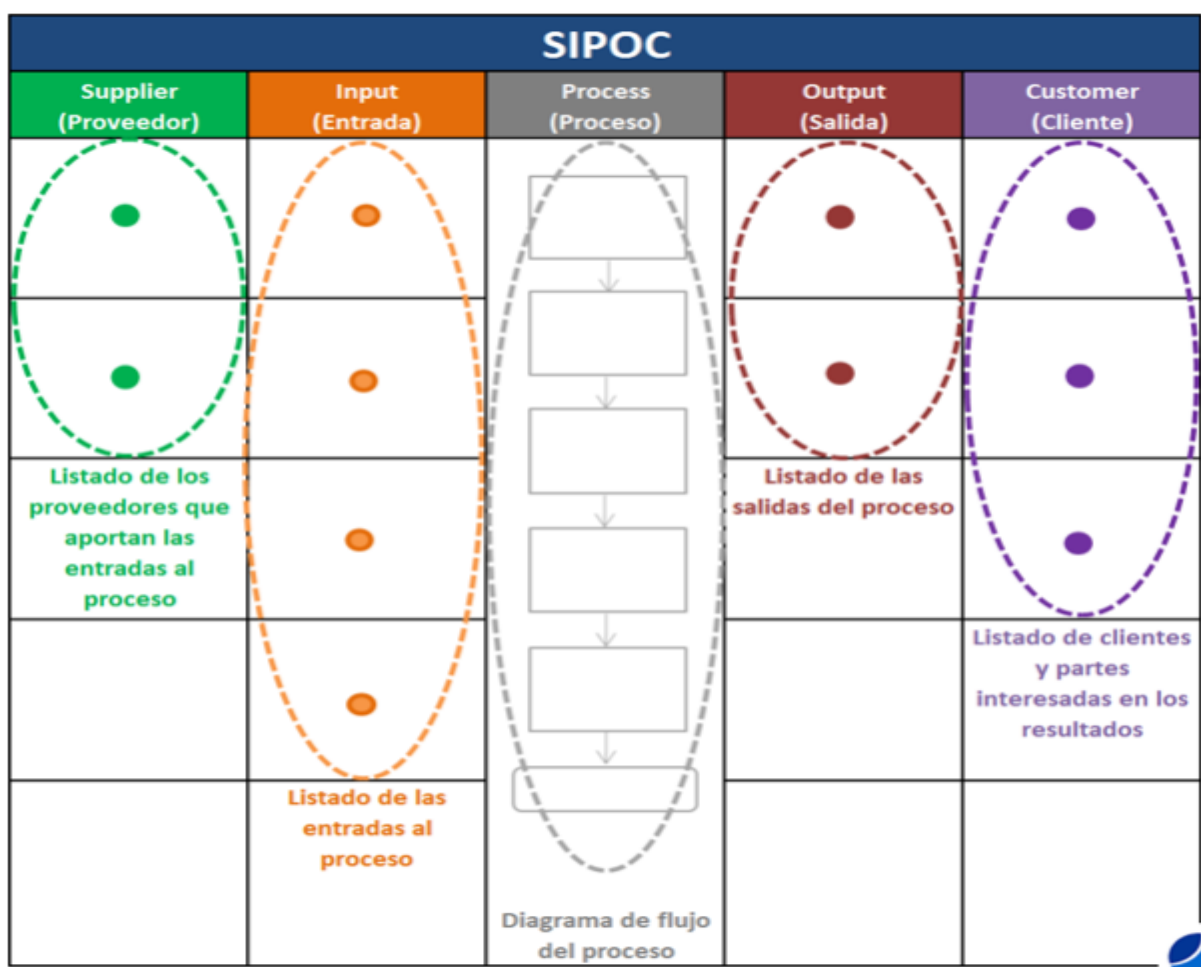
Las actividades sugeridas por el esquema SIPOC según Barone & Lo Franco (2012) son:

- Identificar el proceso y su propósito;

- Definir el comienzo y el final del proceso;
- Hacer una lista de los productos principales y sus clientes;
- Hacer una lista de los principales insumos y sus proveedores.

El objetivo de SIPOC es representar en un único diagrama al proceso que se está analizando, teniendo en cuenta todos los componentes mencionados y responder a las preguntas planteadas. Deben quedar bien claros todos los aspectos que conforman al proceso. Esto permite, entre otras ventajas, definir métricas para evaluar el desempeño e identificar las actividades que agregan valor. Ayuda a la identificación de desperdicios y a la detección de oportunidades de mejora y cuellos de botella (Sejzer, 2017). En la Figura No 14: Formato usual del diagrama SIPOC se muestra el esquema más detallado.

Figura No 14: Formato usual del diagrama SIPOC



Nota: Sitio Web ctcalidad.blogspot.com

Como se observa en la Figura No 14: Formato usual del diagrama SIPOC, en la columna verde se listan los proveedores que aportan entradas, en la columna naranja las entradas, en la columna gris se detalla el diagrama de flujo del proceso, en la columna café se listan las salidas del proceso y por último en la columna morada se detallan los clientes y partes interesadas en los resultados.

Para complementar el mapeo inicial del proceso y el diagrama SIPOC, es importante definir la voz del cliente, la cual se describe a continuación.

Voz del cliente

Según Gutiérrez & Román de la Vara (2013), uno de los aspectos importantes a considerar en la selección de un proyecto es la satisfacción del cliente (quejas, reclamos, tiempos largos de atención, burocracia, entre otros) (pág. 405), por tal razón, es necesario definir las necesidades y requerimientos de los clientes, tanto externos como internos.

Aunado a lo anterior, Imai (2012) en su libro Gemba Kaizen, indica que, todo trabajo es una serie de procesos, y cada proceso tiene su proveedor y su cliente. Un material o una información proporcionada por el proceso A (proveedor) se trabaja y se mejora en el proceso B y luego se envía al proceso C. El siguiente proceso siempre debe considerarse como un cliente, el cual se refiere a dos tipos de clientes: interno (dentro de la empresa) y externo (fuera del mercado) (pág. 26).

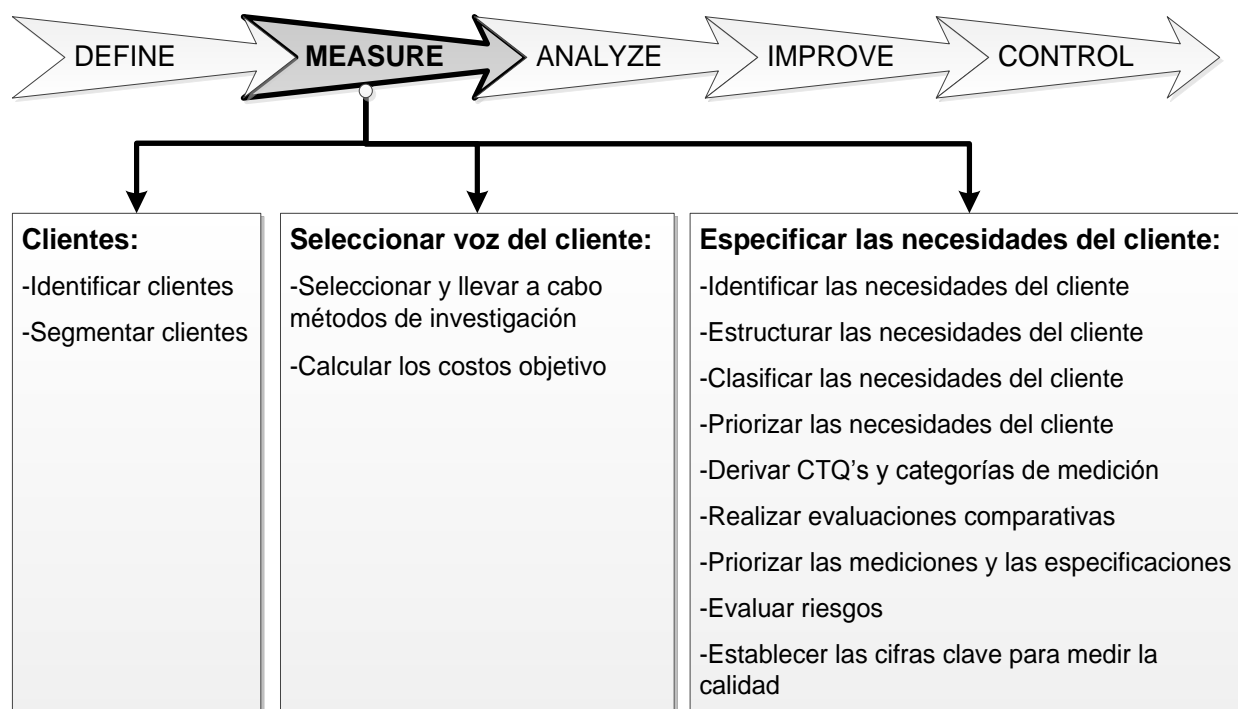
Por tal razón, en la etapa de definir se debe considerar la voz del cliente, tanto interno como externo, y de esta manera lograr satisfacer sus requisitos, para lograr este objetivo se propone usar una herramienta de Six Sigma llamada CTQ Tree (Árbol crítico de la Calidad), la cual se describe en la segunda etapa de la metodología DMAIC en el siguiente punto.

Etapa de Medir (Measure)

Esta es la segunda etapa de la metodología DMAIC, cuyo objetivo general es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. En esta etapa se debe entender más detalladamente el flujo del proceso, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas con las que se evaluará el éxito del proyecto (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 406).

Esta etapa tiene tres metas importantes: Identificar clientes y sus necesidades, derivar los requisitos específicos del sistema (producto y proceso) y determinar las medidas de salida correspondientes con sus valores objetivo y tolerancias (Staudter, et al., 2009, p. 60). En la Figura No 15: Metas de la etapa de Medir se detallan estas metas.

Figura No 15: Metas de la etapa de Medir (Measure)



Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

Según la Figura No 15: Metas de la etapa de Medir, hay tres metas importantes que se deben cumplir, la primera es la identificación y segmentación de los clientes. La segunda meta es seleccionar correctamente la voz del cliente, por métodos de investigación, así como calcular los costos asociados. La tercera es especificar, estructurar, clasificar y priorizar las necesidades de los clientes, con medidas que ayuden al análisis de la situación actual, para poder mejorar.

Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son: mapeo de procesos a un nivel detallado y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma, (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 406). Aunado a lo anterior se podrían agregar otras herramientas como CTQ Tree (Árbol crítico de la Calidad), diagrama de Klee, QFD, entre otras.

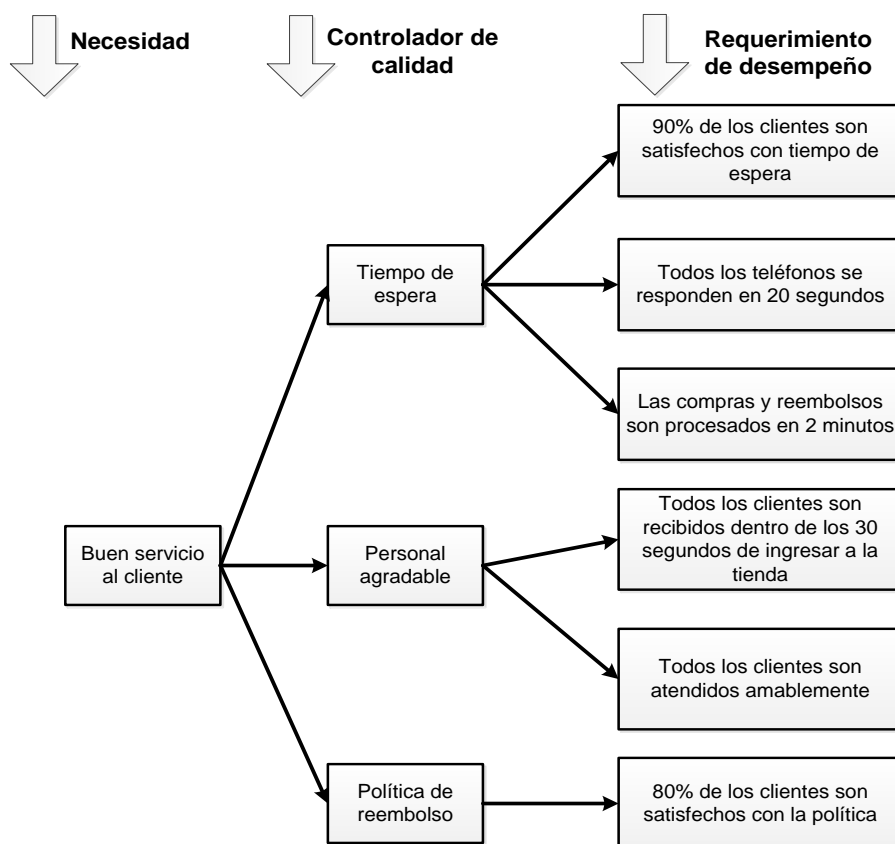
CTQ Tree (Árbol crítico de la Calidad)

El árbol CTQ es una herramienta que se utiliza para identificar y enumerar todos los requisitos del cliente en parámetros operacionales medibles (Narayanasamy, 2014). Los pasos para elaborar el árbol CTQ son:

1. Identificar la voz del cliente
2. Comprender los parámetros de requisitos del cliente
3. Priorizar los parámetros
4. Convertir los requisitos del cliente en CTQ medibles o medibles

Un árbol crítico para la calidad, debe identificar la voz del cliente (si no es así, al menos los principales impulsores) y convertir todas las voces de los clientes en características medibles individualmente (Narayanasamy, 2014). A continuación en la Figura No 16: Ejemplo de un Árbol crítico de la Calidad se describen los cuatro pasos indicados mediante un ejemplo:

Figura No 16: Ejemplo de un Árbol crítico de la Calidad (CTQ Tree)



Nota: Sitio Web mindtools.com

Según la Figura No 16: Ejemplo de un Árbol crítico de la Calidad, la necesidad es un buen servicio, la cual se puede lograr mediante 3 controladores de calidad: tiempo de espera, personal agradable y una política de reembolso. Cada uno de los controladores tiene unos indicadores de desempeño que miden si cumplen o no con la necesidad inicial.

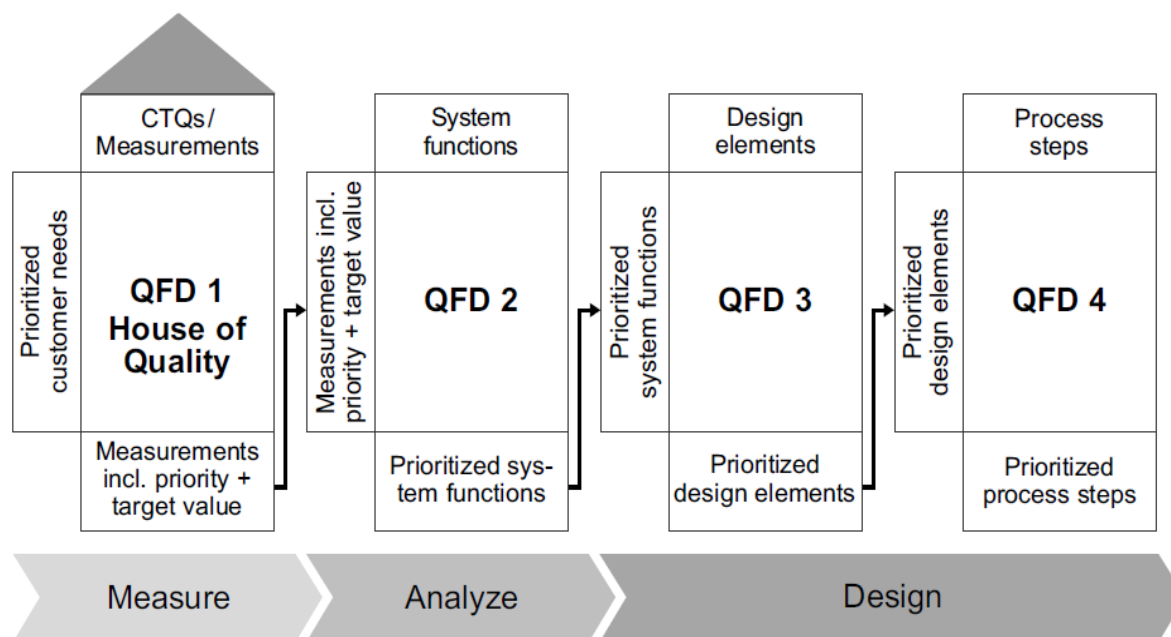
Para complementar el estudio de la necesidad y requerimientos de los clientes, se propone una matriz QFD 1 o despliegue de la función de la calidad, la cual se describe a continuación.

Despliegue de la función calidad (QFD 1)

El despliegue de la función de calidad o Casa de Calidad, por sus siglas en inglés QFD (Quality Function Deployment), es usado para integrar las necesidades del cliente y transformarlos en valores objetivos y de esta manera desarrollar el mejor proceso para cumplir con las necesidades del cliente (Staudter, et al., 2009, p. 102).

Para el presente proyecto se propone realizar dos QFD, la primera para la etapa de medir, la segunda para la etapa de análisis, que sirvan de base para la propuesta o diseño. En la Figura No 17: Etapas del QFD para el proyecto se describen las etapas QFD.

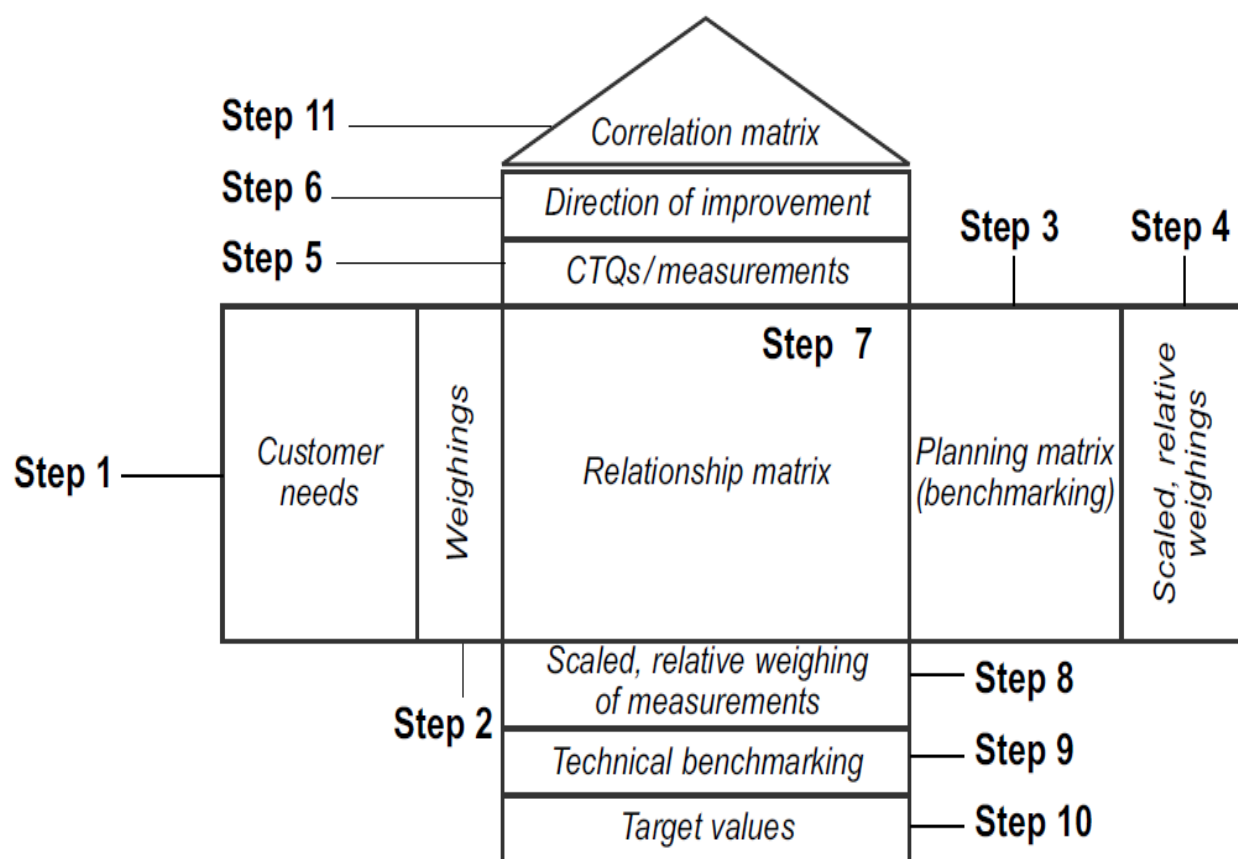
Figura No 17: Etapas del QFD para el proyecto



Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

De acuerdo con la Figura No 17: Etapas del QFD para el proyecto, en la segunda parte de la metodología DMAIC (medir) se evalúan las necesidades de los clientes y sus medidas críticas, luego, en la etapa del análisis, las medidas críticas son evaluadas para priorizar las funciones del sistema, por último, en el diseño se plantean elementos de diseño y proceso para mejorar y cumplir las necesidades del cliente. Los pasos establecidos por Staudter (2009) para crear un QFD se detallan en la Figura No 18: Pasos para crear un QFD (p. 104).

Figura No 18: Pasos para crear un QFD



Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

A continuación se explican los pasos de la Figura No 18: Pasos para crear un QFD, según Staudter (2009):

Paso 1 (necesidades del cliente): Aquí se ingresan las necesidades del cliente, estructuradas y clasificadas con la ayuda del CTQ Tree (Árbol crítico de la calidad).

Paso 2 (pesajes): Asegurarse de que los insatisfechos se cumplan, ya que tiene mayor prioridad que los satisfactores.

Pasos 3 y 4 (planificación de la matriz y evaluación comparativa): Los resultados del "benchmarking de satisfacción del cliente" se resumen en la matriz de planificación. En esta evaluación comparativa, se les pregunta a los clientes sobre el rendimiento de los sistemas existentes: ¿está satisfaciendo sus necesidades? Su evaluación sigue una escala de 1 (no siendo conocido en absoluto) a 5 (la necesidad está bien satisfecha).

Paso número 5 (CTQ's y mediciones): Los CTQ y las mediciones se identifican con la ayuda de la tabla de transformación y se enumeran aquí.

Paso 6 (dirección de mejora): La dirección de mejora es fija y se le da un símbolo para cada medición enumerada.

Paso 7 (matriz de relaciones): Las relaciones entre las necesidades del cliente priorizadas y las mediciones se forman en esta matriz. Debido a que las mediciones se derivan directamente de las necesidades del cliente, cada una se correlaciona fuertemente con al menos una necesidad. El objetivo es identificar al menos una relación sólida con una medida para cada necesidad.

Paso 8 (escala, pesaje relativo de las mediciones): El peso relativo escalado de las mediciones, que permite el reconocimiento de los puntos focales para el posterior desarrollo del sistema. El peso de una medición se calcula a partir del producto agregado del número de correlación y la prioridad general.

Pasos 9 y 10: Complementar el benchmarking tecnológico con el grado de dificultad involucrado en el logro de un objetivo. La pregunta relevante es: ¿cuán grande es el esfuerzo y aporte para alcanzar el objetivo establecido o qué tan difícil es lograr el objetivo? El grado de dificultad se evalúa en una escala de 1 (logro muy simple) a 5 (logro muy difícil). Esto muestra qué medidas son las más críticas para realizar el proyecto.

Paso 11 (matriz de correlación): La matriz de correlación ayuda a identificar dependencias entre mediciones. En particular, los conflictos deben ser identificados para ser resueltos de manera innovadora en el posterior desarrollo del sistema.

Aunado a lo anterior es necesario e importante determinar qué actividades no agregan valor al proceso. En el siguiente punto se expone cómo hacer esto con 3 conceptos: Muda, Mura y Muri.

Muda (Desperdicio)

Muda es una palabra japonesa que significa "desperdicio", pero esta palabra tiene una connotación mucho más profunda. El trabajo es una serie de procesos o pasos que comienzan con diversos insumos y materias primas y terminan en un producto o servicio final. En cada proceso, se agrega valor al producto, y luego el producto (o servicio) se envía al siguiente proceso. Los recursos en cada proceso, personas y máquinas, agregan valor o no agregan valor. Muda se refiere a cualquier actividad que no agrega valor (Imai, 2012, pág. 76). De acuerdo a Imai, existen siete categorías de mudas, de las cuales se da una breve explicación a continuación.

1. Muda de sobreproducción

Muda de sobreproducción es una función de la mentalidad del supervisor de área, el está preocupado por problemas tales como: fallas mecánicas, rechazos y ausentismo, y que se siente obligado a producir más de lo necesario solo para estar en el lado seguro. Este tipo de muda resulta del hecho de adelantarse al cronograma de producción, lo cual, provoca enormes desperdicios como: consumo de materias primas antes de que sean necesarias, insumos derrochadores de personal y servicios públicos, necesidad de espacio adicional para almacenar el exceso de inventario y transporte adicional, así como costos administrativos.

2. Muda de inventario

Los productos finales, los productos semielaborados o las piezas y suministros que se mantienen en el inventario no agregan ningún valor, por el contrario, aumentan el costo de las operaciones al ocupar espacio, además requieren equipos e instalaciones adicionales, como almacenes, carretillas elevadoras y sistemas transportadores computarizados. Asimismo, un almacén requiere personal adicional para la operación y administración (Imai, 2012, p. 78).

3. Muda de defectos

Los defectos interrumpen la producción y requieren una costosa reelaboración por desperdicio de recursos y esfuerzo. Los propios productos rechazados también pueden dañar costosas plantillas o máquinas (Imai, 2012, p. 78).

4. Muda de movimiento

Cualquier movimiento del cuerpo de una persona, que no esté directamente relacionado con la adición de valor, es improductivo. Cuando una persona está caminando, por ejemplo, él o ella no agregan ningún valor. En particular, cualquier acción que requiera un gran esfuerzo físico por parte de un operador, como levantar o llevar un objeto pesado, debe evitarse, no solo porque es difícil sino también porque representa muda (Imai, 2012, p. 79)

5. Muda de procesamiento

A veces, la tecnología o el diseño inadecuados conducen a este tipo de muda. Se puede evitar cierto desperdicio de procesamiento combinando operaciones. Por ejemplo, en una planta donde se producen teléfonos, el receptor y el cuerpo se ensamblan en líneas separadas y luego se juntan en la línea de montaje. Para proteger las superficies de los receptores de arañazos mientras se transportan a la línea de montaje final, cada receptor está envuelto en una bolsa de plástico. Sin embargo, al conectar la línea de montaje del receptor y la línea de montaje final, la empresa puede eliminar la operación de envoltura de plástico. La eliminación de muda en el procesamiento con frecuencia se puede lograr con una técnica de sentido común y bajo costo (Imai, 2012, p. 79).

6. Muda de esperar

Muda de espera ocurre cuando las manos del operador están inactivas; cuando el trabajo de un operador se pone en espera debido a desequilibrios de línea, falta de piezas o tiempo de inactividad de la máquina; o cuando el operador simplemente está monitoreando una máquina en el momento en que la misma realiza un trabajo de valor agregado. Este tipo de muda es fácil de detectar. Más difícil de detectar es el tiempo de espera durante el procesamiento de la máquina o el trabajo de montaje. Incluso, si un operador parece estar trabajando duro, una gran cantidad de muda puede existir en forma de segundos o minutos (Imai, 2012, p. 79).

7. Muda de transporte

El transporte es una parte esencial de las operaciones, pero el traslado de materiales o productos no agrega ningún valor. Peor aún, el daño a menudo se produce durante el transporte. Para eliminar esta muda, si es posible, es necesario acercar o incorporar cualquier proceso que esté físicamente distante (Imai, 2012, p. 80).

Mura (Variación)

Cada vez que se interrumpe un flujo de trabajo fluido de un operador, el flujo de las piezas y máquinas, o el programa de producción, hay mura. Por ejemplo, suponga que los operadores están trabajando en la línea, y cada persona está realizando una tarea repetitiva. Cuando uno de ellos toma más tiempo para hacer el trabajo que los demás, mura y muda resulta porque el trabajo de todos debe ajustarse para cumplir con el trabajo de la persona más lenta. La idea de mura también se aplica a la variación en la calidad de los bienes y servicios (Imai, 2012, p. 80).

Muri (Sobrecarga)

Muri significa "condiciones extenuantes" tanto para los trabajadores y las máquinas, como para los procesos de trabajo. Por ejemplo, si se asigna a un trabajador recién contratado para que haga el trabajo de un empleado veterano, sin suficiente capacitación, el trabajo estará sobrecargado, y es probable que este sea más lento en su trabajo e incluso que cometa muchos errores, creando muda (Imai, 2012, p. 80).

Una vez identificadas las Mudas, Muras y Muris del proceso, es importante entender la variabilidad del mismo, por medio de números que ayuden al análisis. Esto se realiza por medio de la estadística descriptiva, la cual se explica a continuación.

Estadística descriptiva

El objetivo principal de la estadística descriptiva según Gutiérrez & Román de la Vara (2013) es, analizar las principales técnicas para realizar un análisis descriptivo de un conjunto de datos, donde se detecte la tendencia central, la variabilidad, así como la forma de distribución de estos datos (p. 16). Los conceptos a usar son: capacidad de proceso, estadísticos, media muestral, media poblacional o del proceso y desviación estándar.

Capacidad de proceso.

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada; esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones). Para realizar un estudio de capacidad se toman datos del proceso durante un periodo considerable para que se refleje bien el desempeño del proceso (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 18).

Estadísticos.

Cantidades o mediciones que se obtienen a partir de los datos de una muestra y que ayudan a resumir las características de la misma (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 18).

Media muestral.

Es una medida de tendencia central que es igual al promedio aritmético de un conjunto de datos, que se obtiene al sumarlos y el resultado se divide entre el número de datos (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 19). En la Figura No 19: Fórmula de la media muestral se muestra la fórmula.

Figura No 19: Fórmula de la media muestral

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

En la fórmula de la Figura No 19: Fórmula de la media muestral, el promedio o media se obtiene sumando todos los datos (x) y el resultado de la suma se divide entre el número de datos (n).

Media poblacional o del proceso, μ .

Es importante destacar que la media del proceso μ es igual a cierto valor, aunque no siempre se conoce; mientras que el valor de \bar{X} se obtiene para cada muestra y es diferente (variable) de una muestra a otra, ya que su valor depende de las piezas que se seleccionan (\bar{X} es una variable aleatoria). Por lo anterior, el valor que se observa de la media muestral, \bar{X} , por lo general es diferente a la media del proceso, μ (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 19).

Desviación estándar muestral, S.

La desviación estándar muestral es la medida más usual de variabilidad e indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media; se denota con la letra S (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 21). En la Figura No 20: Formula de la desviación estándar muestral, S, se muestra el cálculo mediante la siguiente expresión:

Figura No 20: Formula de la desviación estándar muestral, S

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

En la Figura No 20: Formula de la desviación estándar muestral, S, se detalla que x_1, x_2 , hasta x_n son las observaciones numéricas de la muestra, n su tamaño y \bar{x} es la media muestral.

Desviación estándar poblacional o del proceso, σ .

Si para calcular la desviación estándar se emplean todos los elementos de la población o proceso, entonces se obtiene la desviación estándar poblacional y se denota con la letra griega sigma (σ). Además, esta refleja la variabilidad de un proceso. Para su cálculo se debe utilizar un número grande de datos que hayan sido obtenidos en el transcurso de un lapso amplio.

Una vez recolectados los datos y mediciones necesarias, se procede a realizar un análisis de la situación actual y las oportunidades de mejora, lo cual se describe a continuación, en la tercera etapa de la metodología DMAIC.

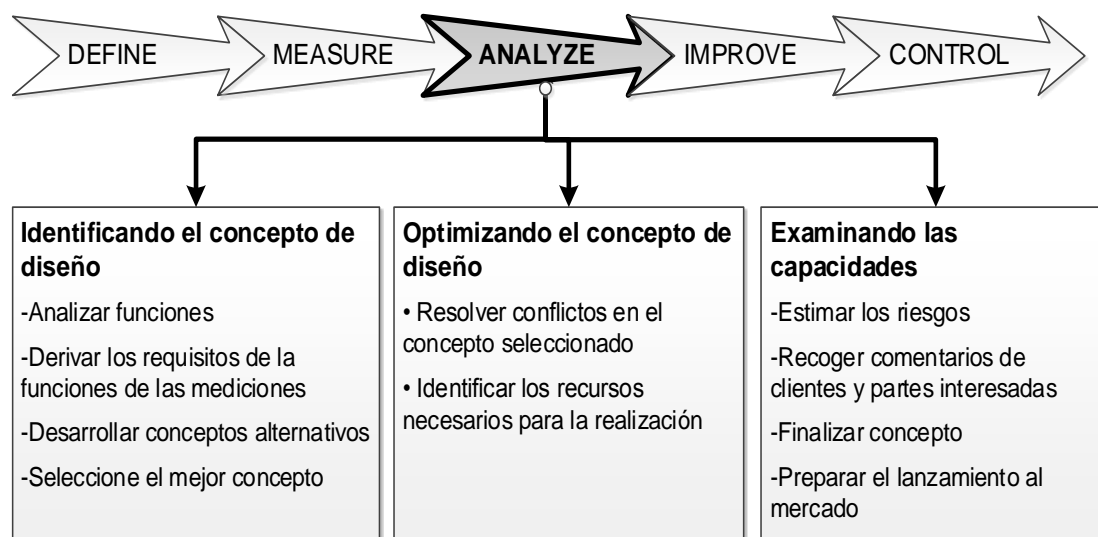
Etapa de Analizar (Analyze)

Esta es la tercera etapa de la metodología DMAIC, cuya meta es identificar la(s) causa(s) raíz del problema, entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos, en otras palabras, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 406).

Esta etapa tiene tres metas importantes: Identificar y priorizar las funciones del sistema, desarrollar y optimizar un concepto de diseño y examinar el concepto de diseño en cuanto a su capacidad para cumplir con los requisitos del cliente (Staudter, y otros, 2009, pág. 134).

En la Figura No 21: Metas de la etapa de Analizar (Analyze), se describen las metas de esta etapa.

Figura No 21: Metas de la etapa de Analizar (Analyze)



Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

En la Figura No 21: Metas de la etapa de Analizar (Analyze), se describen las tres metas de la etapa Analizar, en la cual se debe primeramente analizar las funciones del sistema actual con sus mediciones hechas, ver alternativas de mejora, para seleccionar la mejor. Posteriormente analizar la optimización del diseño, para resolver los conflictos actuales con los recursos necesarios. Por último, examinar las capacidades y los riesgos que se pueden dar.

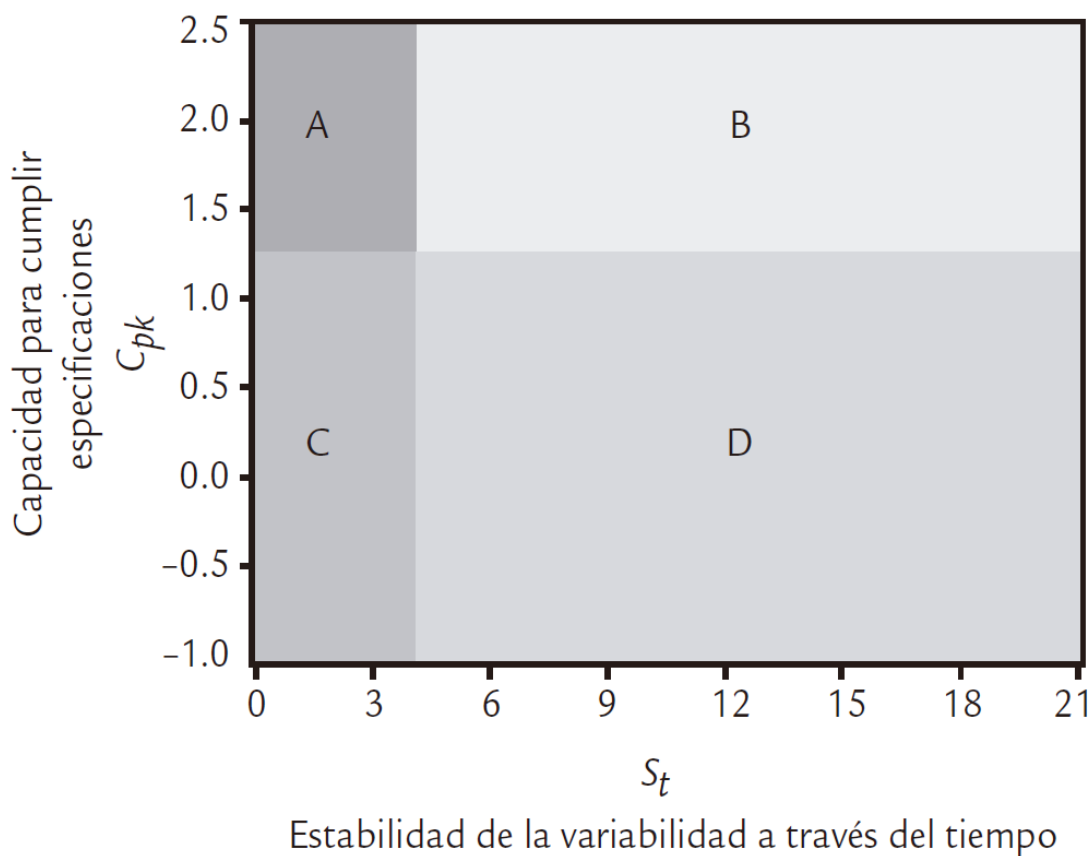
Las herramientas que se usan en esta etapa para el presente proyecto son: Capacidad de proceso, AMFE, Pareto, Diagrama de Ishikawa, lluvia de ideas y técnica de los 5 porqués.

En esta etapa es necesario identificar el estado del proceso en cuanto a su capacidad y estabilidad para seleccionar la estrategia de mejora más adecuada, en el siguiente punto se detalla la capacidad del proceso.

Capacidad del proceso

Una de las tareas básicas para caracterizar y mejorar un proceso es evaluar su estado en cuanto a su capacidad y estabilidad, ya que en función de esto el proceso tendrá cuatro categorías en función de los índices de inestabilidad S_t y de la capacidad C_{pk} (Gutiérrez & Román de la Vara, 2013, pág. 256). En la Figura No 22: Posibles estados de un proceso, se muestran los estados.

Figura No 22: Posibles estados de un proceso



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

Según la Figura No 22: Posibles estados de un proceso, se muestran los posibles cuatro estados de un proceso (A, B, C, D), donde el estado A indica que el proceso es estable y capaz, el estado B indica que el proceso es capaz pero inestable, el estado C indica que el proceso es estable pero incapaz, y el estado D indica que el proceso es inestable e incapaz (Gutiérrez & Román de la Vara, 2013, pág. 256).

Según Gutiérrez y Román de la Vara (2013), para saber en qué categoría está el proceso es necesario hacer un estudio de capacidad y estabilidad, con una perspectiva de largo plazo. Se sugiere en los siguientes pasos:

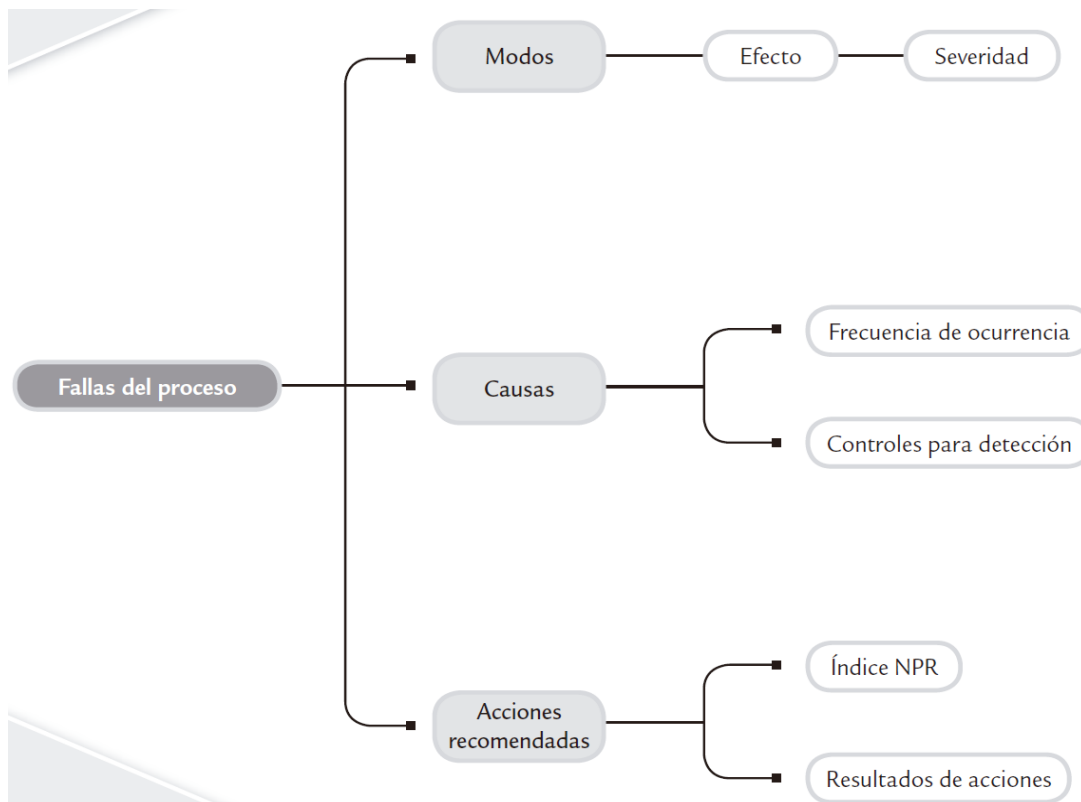
1. Delimitar datos históricos: Primero es necesario tener datos históricos del proceso que reflejen la realidad de éste en cuanto a sus principales variables de salida, durante un lapso de tiempo considerable, y en donde no se han realizado grandes modificaciones al proceso.
2. Analizar estabilidad: Para estudiar la estabilidad del proceso, a través del tiempo. Este comprende los datos históricos y calcular el índice de inestabilidad.
3. Estudiar la capacidad: Se aplica a los datos históricos un análisis de capacidad, y a partir de esto es necesario ver cómo es la distribución de los datos con respecto a especificaciones. Si hay problemas de capacidad es preciso identificar si se debe a problemas de centrado y/o a exceso de variación.

Una vez que se ha analizado la capacidad del proceso, es necesario identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales del proceso, para esto se usa la herramienta AMEF.

Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)

El análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF), generalmente se usa para identificar y listar todos aquellos fallos que afectan un proceso, ya sea por mal funcionamiento del mismo o por algunas características de calidad del producto (Acuña, 2012, p. 226). Esta herramienta en otros países también es conocida como Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). En la Figura No 23: Esquema del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF), se muestra el esquema que usa esta herramienta.

Figura No 23: Esquema del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

La Figura No 23: Esquema del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). Este indica que para analizar las fallas del proceso se deben contemplar tres puntos: modos, causas y acciones recomendadas. Los modos a su vez, se miden por el efecto y la severidad de la falla. Las causas se miden por la frecuencia de ocurrencia y los controles existentes para su detección. Por último, las acciones recomendadas se miden por el índice NPR (Prioridad de riesgo) y los resultados de las acciones.

Según Gutierrez & Roman de la Vara (2013), los pasos para realizar un AMEF (pág. 383) son:

1. Formación del equipo y delimitación del área de aplicación.
2. Identificar modos posibles de fallas.
3. Para cada falla, identificar sus potenciales efectos y su grado de severidad.
4. Encontrar causas potenciales de falla y la frecuencia de ocurrencia.
5. Identificar controles para detectar ocurrencia y estimar la posibilidad que detecten.
6. Calcular índice de prioridad de riesgo (NPR): $\text{severidad} \times \text{ocurrencia} \times \text{detección}$.

7. Priorizar y decidir sobre qué combinaciones $S \times O \times D$ se va actuar; y para ellas recomendar acciones que reduzcan el efecto o la posibilidad de ocurrencia.
8. Revisar resultados de acciones

En la Figura No 24: Encabezado de una matriz AMEF se detalla el encabezado usado para esta herramienta.

Figura No 24: Encabezado de una matriz AMEF

Process/ Product: ①											FMEA date: Original					
FMEA Team:											Changed:					
Black Belt:											Page:					
FMEA Process											Results					
Position Function Process step	Potential failure opportunity	Potential effect(s) of failure	Severity	Potential cause(s)/ mecha- nisms of failure	Frequency	Current controls / management	Detection	RPN	Recom- mended action	Responsi- bilities & conclusion date	Measures taken	Severity	Frequency	Detection	RPN	
②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	

Nota: Libro Design for Six Sigma + Lean Toolset

Para llenar la matriz AMFE de la Figura No 24: Encabezado de una matriz AMEF, de acuerdo con Staudter (2009) se procede a realizar los siguientes pasos (pág. 220):

1. Anotar la información general sobre el proyecto en la hoja de documentación.
2. Describir en detalle el proceso analizado o la función del producto analizado.
3. Describir los posibles modos de falla: ¿por qué el proceso o el producto no cumple con los requisitos exigidos por una operación específica?
4. Representar el efecto que el modo o falla de falla tiene en la salida.
5. Estimar la severidad del efecto generado por el modo de falla potencial.
6. Enumerar las causas potenciales de la falla o los mecanismos que desencadenan la falla.
7. Estimar la frecuencia con la que se produce la causa de la falla mientras se lleva a cabo el proceso.
8. Especificar las oportunidades para identificar la causa del error o para evitar que ocurra.

9. Estimar la probabilidad de detectar una posible causa antes de que tenga lugar la transición manual al siguiente paso del proceso.
10. Calcular el producto de la gravedad, frecuencia y probabilidad de detección. La escala de calificación, resultante de RPN (Risk Priority Number), prioriza los campos de acción. Si el RPN es alto, se requiere un análisis más detallado.
11. Definir las acciones que reducen principalmente la clasificación de frecuencia y / o la probabilidad de detección para reducir los RPN generales.
12. Nombrar las personas responsables y establecer la fecha de cierre.
13. Describir las medidas realmente tomadas y establezca la fecha de implementación.
14. Estimar el efecto de un modo de falla potencial en el cliente después de que se haya implementado la medida de mejora.
15. Estimar la frecuencia con la que se produce la causa de la falla durante la ejecución del proceso, después de que se haya implementado la medida de mejora.
16. Estimar la probabilidad de detectar una causa potencial antes de que se produzca el traspaso al siguiente paso del proceso, después de que se haya implementado la medida de mejora.
17. Recalcular el RPN.

El objetivo principal de este análisis es evaluar el número de prioridad de riesgo (NPR) para cada una de las causas encontradas. El NPR es un procedimiento que permite ayudar a priorizar las acciones para aquellas causas más críticas, las cuales se pueden analizar por medio de un diagrama de Ishikawa, el cual se describe a continuación.

Diagrama de Ishikawa

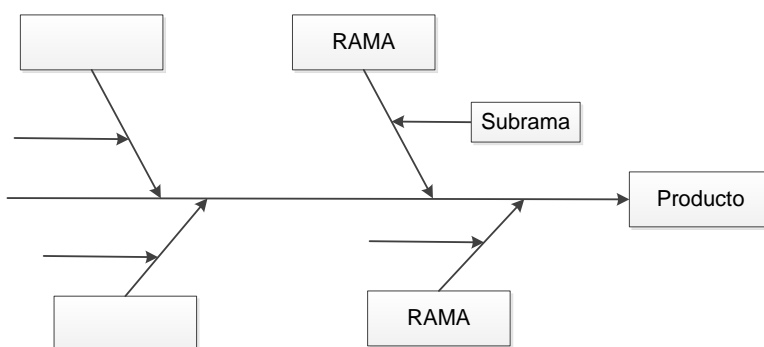
El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es un medio de recolectar la información sobre todas las características de calidad de un producto o en un proceso, y ordenarlas en categorías (Acuña, 2012, pág. 207). Según Acuña (2012), el procedimiento para construir un diagrama de Ishikawa es el siguiente:

1. Elegir el producto que será objeto de estudio. Con base a las quejas de los clientes.
2. Colocar la palabra “producto” en el extremo derecho de una flecha horizontal.
3. Hacer una lista de todas las características de calidad que se generan.

4. Ordenar la información en forma secuencial, de acuerdo con las partes que componen el producto, las etapas del proceso, el orden de los factores de calidad o el orden de las características principales.
5. Dibujar las flechas diagonales sobre las que se representarían las partes del proceso.
6. Dibujar sub ramas y anotar en ellas las características de calidad asociadas.
7. Verificar que todas las características han sido tomadas en cuenta.

En la Figura No 25: Diagrama de se muestra a forma descrita.

Figura No 25: Diagrama de Ishikawa



Nota: Libro Control de la Calidad. Un enfoque integral y estadístico

Para complementar el análisis, se procede a explicar el diagrama de Pareto.

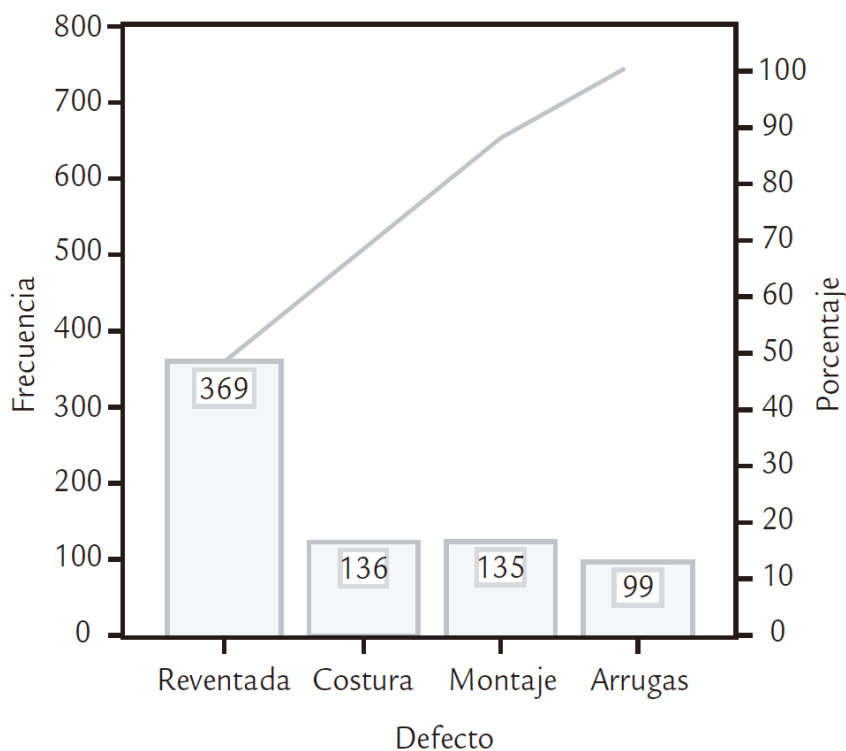
Diagrama de Pareto

Según Acuña (2012), el diagrama de Pareto ayuda a clasificar las características de calidad de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su nivel de criticidad o de importancia, lo que permite enfocarse en lo realmente importante (pág. 212).

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 136).

En Figura No 26: Ejemplo diagrama de Pareto, se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

Figura No 26: Ejemplo diagrama de Pareto



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

En la Figura No 26: Ejemplo diagrama de Pareto, la línea que está arriba de las barras representa la magnitud acumulada de los defectos hasta completar el total. En la gráfica se aprecia que el defecto piel reventada es el más frecuente (de mayor impacto), ya que representa 50% del total de los defectos (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 137).

Los pasos para elaborar un diagrama de Pareto según Gutiérrez & Román de la Vara (2013) son:

1. Es necesario decidir y delimitar el problema o área de mejora que se va a atender, tener claro qué objetivo se persigue. A partir de lo anterior, se procede a visualizar qué tipo de diagrama de Pareto puede ser útil para localizar prioridades o entender mejor el problema.

2. Con base en lo anterior se discute y decide el tipo de datos que se van a necesitar, así como los posibles factores que sería importante estratificar. Entonces, se construye una hoja de verificación bien diseñada para la colección de datos, que identifique tales factores.
3. Si la información se va a tomar de reportes anteriores o si se va a coleccionar, es preciso definir el periodo del que se tomarán los datos, y determinar a la persona responsable de ello.
4. Al terminar de obtener los datos se construye una tabla donde se cuantifique la frecuencia de cada defecto, su porcentaje y demás información.
5. Se decide si el criterio con el que se van a jerarquizar las diferentes categorías será directamente la frecuencia, o si será necesario multiplicarla por su costo o intensidad correspondiente. De ser así, es preciso multiplicarla. Después de esto se procede a realizar la gráfica.
6. Documentación de referencias del DP, como son títulos, periodo, área de trabajo, entre otros.
7. Se realiza la interpretación del DP y, si existe una categoría que predomina, se hace un análisis de Pareto de segundo nivel, para localizar los factores que más influyen en el mismo.

Con el fin de ayudar al análisis de las causas y mejoras, se propone una herramienta conocida como los 5 porqués.

Técnica de los 5 porqués

Según Sejzer (2017), esta es una de las innumerables herramientas del Sistema de Producción Toyota, impulsado por Sakichi Toyoda y diseñado por Taiichi Ohno. Los 5 ¿Por qué? (5 Whys), es una técnica que a primera vista parece básica y hasta trivial, pero que tiene un gran desempeño en el análisis y resolución de problemas. Consiste en realizar 5 preguntas de manera iterativa, comenzando por el problema en sí y planteando las preguntas en forma concatenada hasta llegar a una quinta pregunta, de la siguiente forma:

Pregunta 1: ¿Por qué el operario se cayó de la escalera? Porque la escalera se desplazó y no estaba asegurada.

Pregunta 2: ¿Por qué la escalera no estaba asegurada? Porque no existe un procedimiento de seguridad que indique que deban asegurarse las escaleras.

Pregunta 3: ¿Por qué no existe un procedimiento? Porque la organización no tiene correctamente implantado su Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Pregunta 4: ¿Por qué la organización no tiene correctamente implantado su SG-SST? Porque la persona encargada del Sistema Integrado de Gestión (SIG) en la planta no es competente. Tiene formación y experiencia únicamente en Calidad y Medio Ambiente.

Pregunta 5: ¿Por qué la persona encargada del SIG de la planta no tiene conocimientos en Seguridad? Porque se realizó incorrectamente el proceso de selección para este puesto.

Una vez medido el problema y sus respectivos análisis, se plantean mejoras al proceso actual. Este se hace por medio de un plan para un proyecto de mejora, según la metodología DMAIC. A continuación se describe la etapa de mejora.

Etapa de Mejorar (Improve)

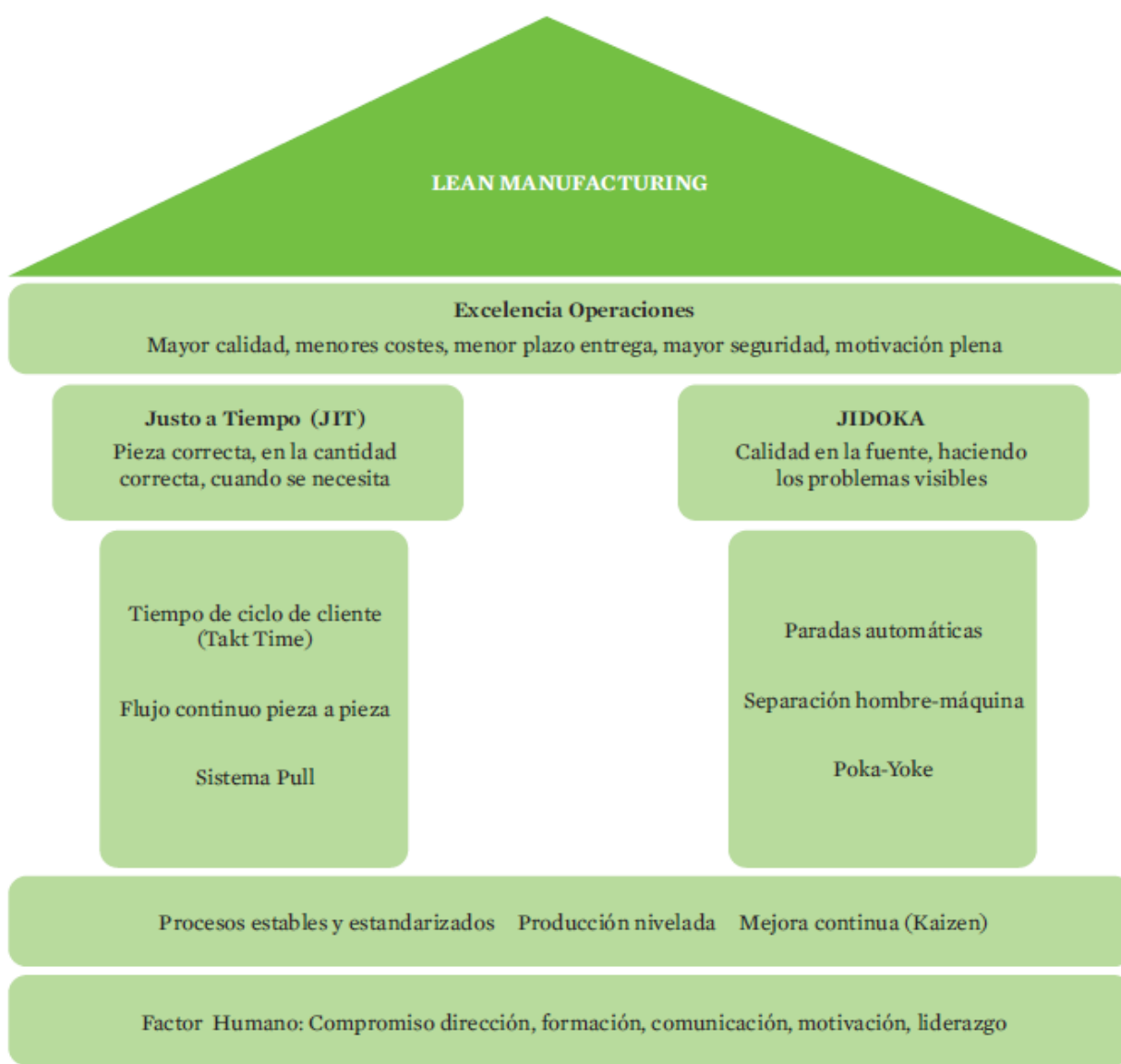
En esta etapa, según Gutiérrez & Román de la Vara (2013), se propone e implementan soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas herramientas de ingeniería industrial (p. 407). Para la presente investigación se proponen mejoras por medio de un planteamiento de un proyecto, pero no se implementarán.

Las herramientas propuestas para la mejora son: Lean Manufacturing, 5's, Diagrama de Gannt, Evaluación económica.

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción, focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Hernández & Vizán, 2013). Estos tipos de desperdicios se definen en la Etapa de Medir (Measure). Este concepto se describe en la Figura No 27: Casa del Lean Manufacturing.

Figura No 27: Casa del Lean Manufacturing



Nota: Libro Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación

En la Figura No 27: Casa del Lean Manufacturing, se describe que para llegar a la filosofía Lean es necesario contar con un buen recurso humano comprometido, seguido de procesos estables y estandarizados, en los cuales se puede adoptar la filosofía Kaizen o mejora continua. El techo está sobre dos pilares importantes: el primero, JIT (Justo a tiempo) para tener el material en el tiempo que se necesita, y JIDOKA para hacer los problemas visibles en la fuente y atacarlos en el instante. Lo cual genera un mejor proceso, menores costos, y más seguridad y motivación del recurso humano.

Las cinco eses (5's)

Las 5's representan cinco palabras japonesas que constituyen una buena organización en el lugar de trabajo. Un experto u observador puede determinar el calibre de una empresa en cinco minutos, visitando la planta y observando lo que sucede allí, especialmente en lo que respecta a la eliminación de muda y 5S (Imai, 2012, p. 67).

Los cinco pasos de la limpieza, con sus nombres japoneses, son los siguientes:

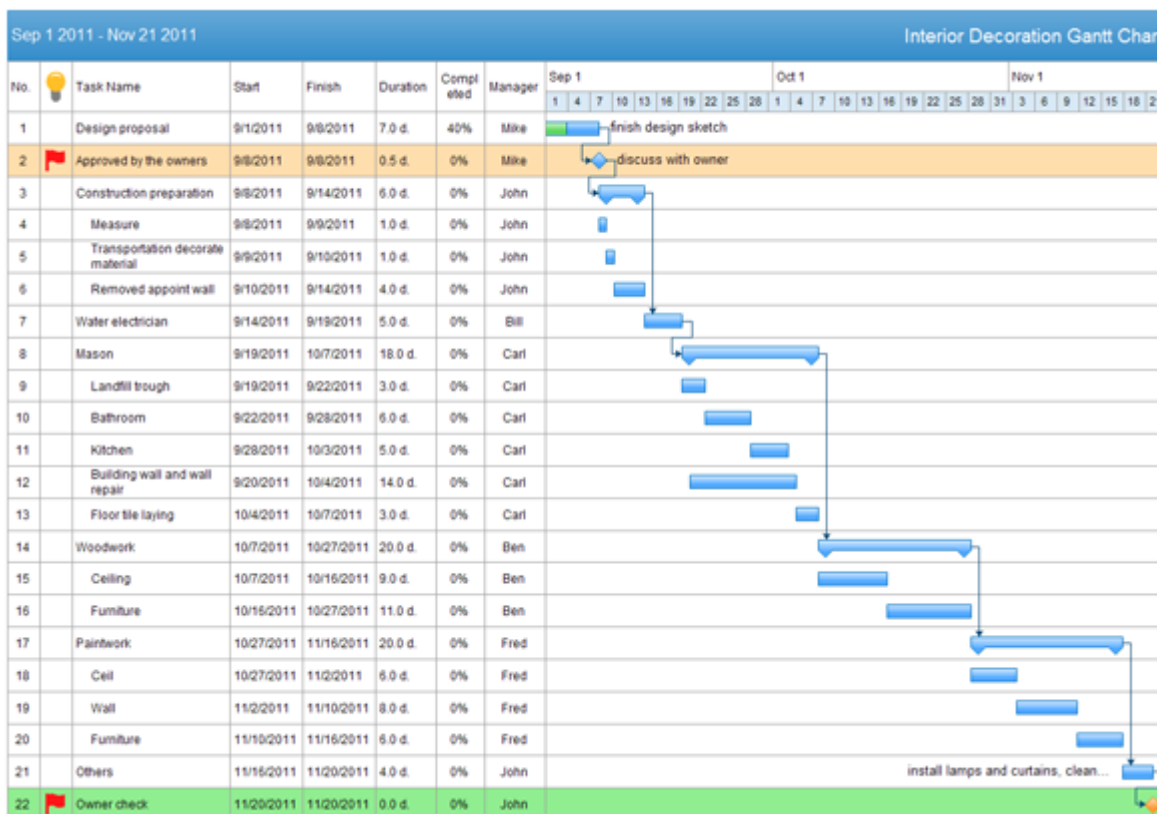
1. Seiri: Distingue entre elementos necesarios e innecesarios en el puesto de trabajo, y descarta el último.
2. Seiton: arregla todos los elementos restantes después de seiri de una manera ordenada.
3. Seiso: Mantenga limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.
4. Seiketsu: Extender el concepto de limpieza a uno mismo, y practicar continuamente lo precedente tres pasos.
5. Shitsuke: construya autodisciplina y haga un hábito de involucrarse en 5S estableciendo estándares.

Diagrama de Gantt

Es una herramienta gráfica que tiene un gran uso en el campo de la gestión de proyectos, desde pequeños proyectos hasta carteras de proyectos a gran escala. Se usa para secuenciar las actividades de acuerdo con el eje del tiempo y es útil para preparar y revisar el plan del proyecto (whatissixsigma.net, 2014).

Para el presente proyecto se usa la herramienta de Microsoft Project. En la Figura No 28: Ejemplo diagrama de Gantt, se muestra un ejemplo de este diagrama, el cual sirve para controlar las distintas etapas de implementación.

Figura No 28: Ejemplo diagrama de Gantt



Nota: Libro Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

En la Figura No 28: Ejemplo diagrama de Gantt, se muestra un diagrama de Gantt, el cual es un gráfico de barras con una escala de tiempo en el eje x y las actividades marcadas como barras paralelas al eje x. La longitud de las barras indica la duración de la actividad. Los puntos de inicio y fin de la barra representan las fechas de inicio y fin de la actividad. A menudo, los diagramas de Gantt tienen dos barras para una actividad: una que representa el cronograma planificado y la otra que representa la actual.

Evaluación Económica

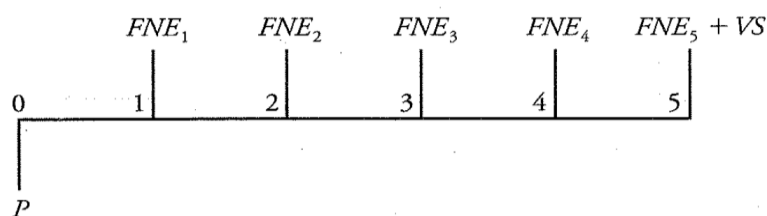
El estudio de evaluación económica es la parte final del análisis para la factibilidad de un proyecto, en el cual se hacen comparaciones de dinero a través del tiempo en un solo instante, usualmente en el tiempo cero o presente. Asimismo, debe tomarse en cuenta una tasa de interés, pues esta modifica el valor del dinero conforme transcurre el tiempo (Baca, 2013, pág. 208).

Para la evaluación económica se toman en cuenta algunos conceptos que se describen a continuación.

Valor presente neto (VPN).

El término VPN significa Valor Presente Neto, según Baca (2013), es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Para calcular el VPN se utiliza el costo de capital (TMAR) y los flujos netos de efectivo (FNE) (p. 208). La Figura No 29: Diagrama de flujo neto de efectivo es un diagrama que muestra el flujo del efectivo a través del tiempo.

Figura No 29: Diagrama de flujo neto de efectivo



Nota: Libro Evaluación de proyectos

De acuerdo con la Figura No 29: Diagrama de flujo neto de efectivo, se muestra el año cero o presente (P), con una línea hacia abajo representando una inversión. Posteriormente, en cada una de las escalas se numeran los años (1, 2, 3, 4 y 5) con sus flujos netos de efectivo respectivamente, con una línea hacia arriba, indicando los ingresos.

El VPN, como indica Baca (2013), se da al sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial. Si el VPN es mayor a cero indica una ganancia; indicador que podría dar un aval para aceptar un proyecto. Al aplicar la TMAR en el cálculo del VPN se puede estimar si el proyecto tiene ganancias, pérdidas o apenas mantiene el valor adquisitivo real (p. 208). La ecuación para calcular el VPN se muestra en Figura No 30: Ecuación para calcular el VPN.

Figura No 30: Ecuación para calcular el VPN

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Nota: Libro Evaluación de proyectos

En Figura No 30: Ecuación para calcular el VPN, Baca (2013) dice que el valor del VPN es inversamente proporcional al valor de la i aplicada, de modo que la i aplicada es la TMAR (p. 209). Si la VPN es mayor o igual a cero, se podría aceptar la inversión inicial, de lo contrario se rechaza.

Tasa interna de rendimiento (TIR).

Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, y se le llama así porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión (Baca, 2013, p. 209). En la Figura No 31: Ecuación para calcular la TIR se muestra la fórmula para calcularla.

Figura No 31: Ecuación para calcular la TIR

$$0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Nota: Libro Evaluación de proyectos

La TIR es la i que hace que el VPN sea igual a cero, de modo que, si se conoce P , la inversión inicial, y los FNE, se puede decir que en la ecuación de la Figura No 31: Ecuación para calcular la TIR, la única incógnita es la i , la cual se calcula a prueba y error, hasta que el lado derecho sea igual a cero (Baca, 2013, p. 210).

Periodo de recuperación.

Consiste en determinar el número de periodos, generalmente en años, requeridos para recuperar la inversión inicial emitida, por medio de flujos de efectivos futuros que generará el proyecto (Baca, 2013, p. 212). Según Baca (2013) existen dos métodos para su cálculo:

Método exhaustivo: Es el cálculo de reembolso, el cual requiere la acumulación de los beneficios y que sean restados de la inversión, hasta que el resultado sea cero. En el momento que el resultado se hace cero representa el periodo requerido para que se recupere la inversión total (Baca, 2013, p. 212).

Método promedio: Este método solo es útil si los beneficios anuales no varían sustancialmente del promedio. Consiste en tomar en cuenta el cambio del valor del dinero a través del tiempo. Por ejemplo, si se obtuviera una TIR=20.76%, esto indica que tomará cinco años en recuperar la inversión inicial. Si la TIR=50%, tomaría solo dos años en recuperar la inversión inicial (Baca, 2013, p. 213).

El plan de implantación en la etapa de mejora se complementa con una etapa de control, la cual se expone a continuación.

Etapa de Controlar (Control)

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, según indica Gutiérrez & Román de la Vara (2013), en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas y se cierra el proyecto. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones. Además, para lograr esto es necesario lo siguiente (p. 408).

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

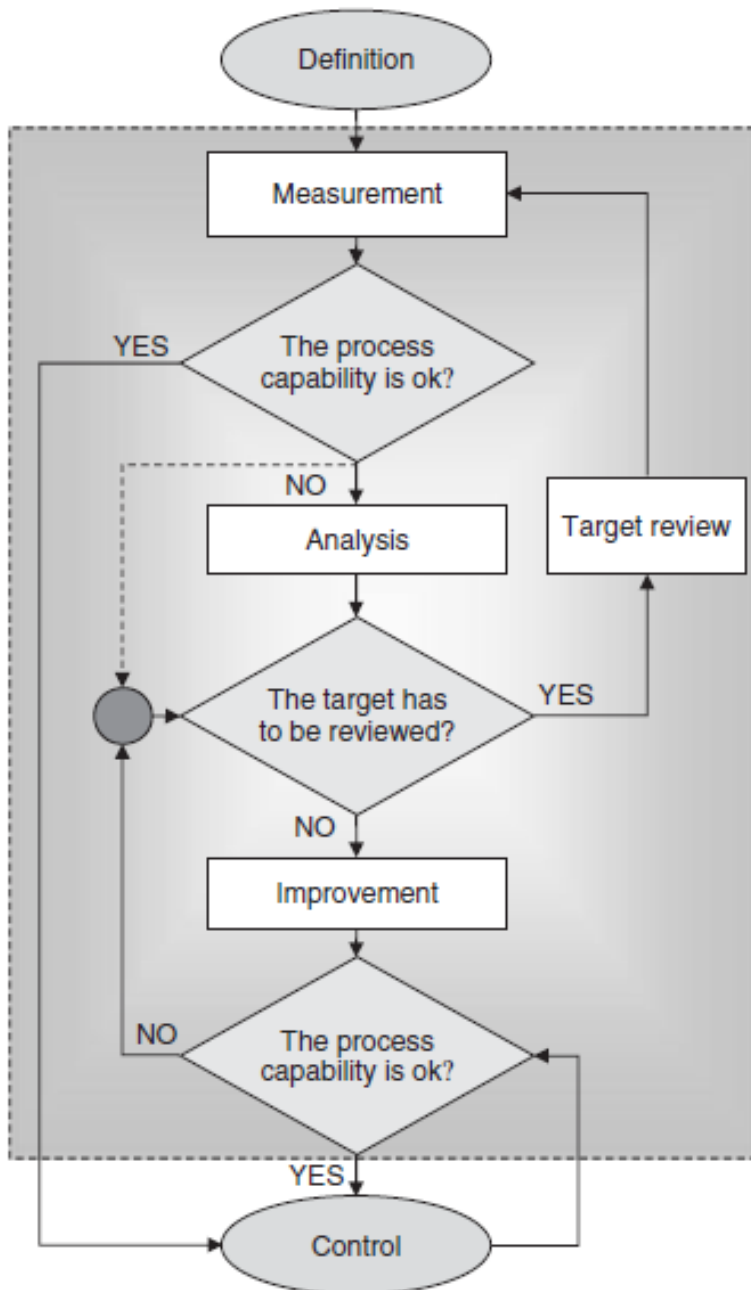
De acuerdo con Gutiérrez & Román de la Vara (2013), para mantener las mejoras es importante tomar acciones como:

1. Estandarizar el proceso: Buscar cambios permanentes en los procesos y en los métodos de operación.
2. Documentar el plan de control: La estandarización vía documentación contempla procedimientos bien escritos, videos y hojas de trabajo ilustradas. Otras alternativas para lograr la estandarización de los métodos son: la capacitación, tanto para nuevos trabajadores como para los actuales, así como los sistemas pruebas de errores.
3. Monitorear el proceso: Los controles pueden realizarse sobre entradas claves del proceso, así como sobre variables de salida crítica.

4. Cerrar y difundir el proyecto: La comunicación ayudará a elevar el nivel de compromiso de los involucrados para mantener el éxito del proyecto.

El método de control que se propone para el control se basa en la metodología DMAIC, el cual se describe en Figura No 32: Diagrama de flujo de la ruta DMAIC.

Figura No 32: Diagrama de flujo de la ruta DMAIC



Nota: Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology

El método de control propuesto en la Figura No 32: Diagrama de flujo de la ruta DMAIC, según Barone & Lo Franco (2012) se basa en utilizar herramientas estadísticas de control de procesos, en particular las tablas de control, para monitorear y proporcionar evidencia de los resultados que surgen de las nuevas condiciones del proceso. Después de un período de ajuste, la capacidad del proceso se evalúa nuevamente y, dependiendo de la evidencia que surja de este análisis, puede ser necesario revisar todo o parte de la ruta DMAIC (p. 14).

Las principales actividades para controlar el proceso según Barone & Lo Franco (2012) consisten en:

- Controlar las variaciones del proceso para cumplir los requisitos.
- Desarrollar una estrategia para monitorear y controlar los procesos mejorados.
- Implementar las mejoras de sistemas y estructuras.

Después de explicar el capítulo 2 o marco teórico, se procede con en el capítulo 3 o marco metodológico, el cual contiene el enfoque, alcance, variables, método de análisis y el cronograma general de la investigación.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El tercer capítulo de la tesis es el resultado de la aplicación, sistemática y lógica, de los conceptos y fundamentos expuestos en el marco teórico. Asimismo, el marco metodológico es la explicación de los mecanismos utilizados para el análisis de la problemática de investigación (Normas APA, 2017).

La presente investigación tiene como objetivo central cumplir las fechas de entrega de los clientes de la empresa Euromobilia S.A. Pero para lograr este objetivo se deben realizar una serie de pasos para analizar los problemas que inciden en el cumplimiento del mismo. El primer paso a seguir es definir el enfoque de la investigación, el cual se describe a continuación.

Enfoque de la Investigación

El enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de investigación. Los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas antes, durante o después de la recolección de datos y el análisis. Con frecuencia estas actividades sirven, primero para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria es dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más circular en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio, (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 7).

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatoria, por lo que se no puede eludir ninguno de sus pasos. El orden es riguroso, pero sí se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, luego se revisa la bibliografía y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables. Posteriormente se traza un plan para probarlas (diseño) y se miden las variables en un determinado contexto. Las mediciones obtenidas se analizan utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones en relación con las hipótesis (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 4).

De acuerdo con Hernández, Méndez, Mendoza, & Cuevas (2017), el enfoque de la investigación se define por el tipo de datos cuantitativos o cualitativos que contenga (p. 97).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que, utiliza una medición numérica y análisis estadístico, además, se recolecta y analizan datos para afinar la investigación. Adicionalmente, este enfoque se complementa con un alcance que se define en el siguiente punto.

Alcance o Diseño de la Investigación

Investigación exploratoria: Se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 92).

Investigación descriptiva: Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 92).

Investigación correlacional: Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 94).

Investigación explicativa: Pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014, p. 95)

Según Hernández, Méndez, Mendoza, & Cuevas (2017), los alcances de la investigación es la unión del marco teórico y la formulación de la hipótesis para el proyecto (p. 74). Aunado a esta definición, los autores definen cuatro categorías de alcance: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.

El alcance de esta investigación es descriptivo y explicativo por las siguientes razones:

- Es descriptivo, ya que se busca especificar características y detallar procesos para someterlos a un análisis. En otras palabras, se miden y recolectan datos sobre diversos conceptos (variables) para representar lo que se investiga (describirlo) (Hernández , Méndez, Mendoza, & Cuevas, 2017, p. 76).
- Es explicativo, debido a que se determinan las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. El fin principal es, explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos más variables (Hernández , Méndez, Mendoza, & Cuevas, 2017, p. 78).

Para realizar la investigación es necesario conocer la población a la cual se va a estudiar, para esto se realizan muestras, las que se detallan en el siguiente punto.

Muestra de la Investigación

Una muestra es un subgrupo de la población o universo que nos interesa, sobre el cual se recolectan datos pertinentes y deberá ser representativo de dicha población (Hernández , Méndez, Mendoza, & Cuevas, 2017, pág. 128).

La muestra de esta investigación es no probabilística o dirigida, ya que, de acuerdo con Hernández, Méndez, Mendoza & Cuevas (2017), la elección de las unidades para este tipo de muestra no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características de la investigación (p. 136). Los datos se tomarán por conveniencia, por medio de entrevistas a los gerentes y encargados de logística y producción, asimismo, los costos asociados se verán con los encargados del área financiera, producción y logística, y así, para poder evaluar la situación actual.

Variables

Una vez escogido el enfoque, alcance y muestra de la investigación, según Hernández, Méndez, Mendoza & Cuevas (2017), el siguiente paso es recolectar los datos sobre las variables de estudio, para medir la información pertinente (p. 145). Las variables se muestran en la Tabla 1: Variables de la investigación.

Tabla 1: Variables de la investigación

Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Tiempo de entrega	Es el tiempo que incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto en la fecha requerida por el cliente.	Días o semanas de atraso del último año registrado.	Registros / Muestras
Requerimientos de los clientes	Es determinar las necesidades de los clientes y determinar el grado en que los servicios de la empresa cumplen dichos requerimientos.	Porcentajes de proyectos que cumplen con los requerimientos.	CTQ Tree / QFD / Pareto

Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Clasificación de los fallos	Es una clasificación de las maneras en que el proceso puede fallar en el cumplimiento de los requerimientos del cliente.	NPR, Porcentaje de fallos, costos	Matriz AMEF / Ishikawua / 5W
Mejoras en atrasos y costos	Es la reducción de los atrasos y costos en el proceso con el fin de cumplir las necesidades o requerimientos de los clientes.	Porcentajes de reducción en los atrasos / costos	Lean Manufacturing / 5'S
Controles del proceso	Controlar las variaciones y monitorear el proceso, para mantener la conformidad en los requerimientos de los clientes.	Cantidad de proyectos atrasados durante un periodo de un mes.	Metodología DMAIC

Nota: Analista UIA, 2017

Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos son utilizados para medir las variables de estudio, los cuales recaban información tanto cualitativa como cuantitativa (Hernández , Méndez, Mendoza, & Cuevas, 2017, p. 155). Los instrumentos para la presente investigación se muestran en la tabla Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos.

Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Tiempo de entrega	Entrevistas y registros de la empresa.	Disponibilidad de las personas a cargo, acceso a la información de la empresa.	Se mide con el fin de recolectar información para el diagnóstico del proyecto

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Requerimientos de los clientes	Entrevistas, registros de la empresa y mapeo de los procesos, QFD.	Disponibilidad de las personas a cargo, acceso a la información de la empresa, sistemas informáticos.	Se realiza para validar el cumplimiento o no de las necesidades de los clientes.
Clasificación de los fallos y sus costos	Observaciones en campo, entrevistas, registros de la empresa, lluvia de ideas, técnica de los 5W, matriz AMEF.	Sistemas informáticos, disponibilidad del personal y las gerencias.	Determinar y clasificar cuales son las causas de los fallos en los requerimientos de los clientes.
Mejoras en el proceso	Excell, Minitab, Visio.	Disponibilidad del personal y las gerencias. Computador.	Estimar los beneficios esperados con el cumplimiento de los requerimientos de los clientes

Nota: Analista UIA, 2017

Proceso para la Recolección de Datos

El proceso de recolección de datos se basa al inicio en observar el área de estudio, asimismo, investigar en registros de la empresa, sobre los atrasos que se han dado en el último año y los costos relacionados. Estos datos se colocarán en una tabla de Excel con el fin de agruparlos, darles prioridades y analizar su comportamiento.

Método de Análisis

El análisis de los datos, según Hernández, Méndez, Mendoza & Cuevas (2017), depende del tipo de datos que se recolectan, cuantitativos o cualitativos. Los datos cualitativos se analizan estadísticamente partiendo de la matriz hecha en la recolección de datos (p. 184). Este análisis se hace por medio de Excel y Minitab, además se usan herramientas como la técnica de los 5 porqués (5W en ingles 5 Why's).

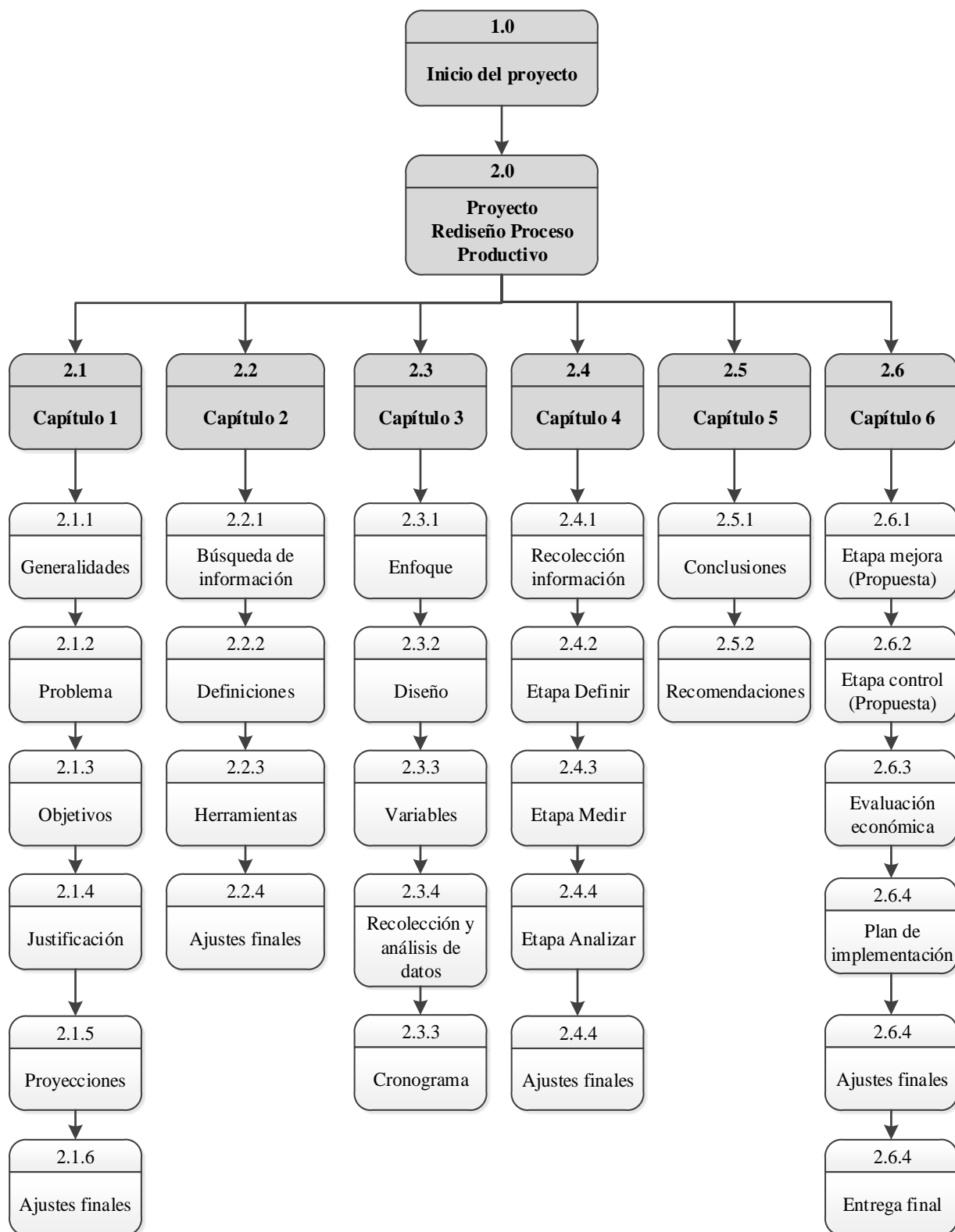
Cronograma y EDT/WBS

La EDT/WBS es una técnica de descomposición para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables. Asimismo, el nivel de detalle para los paquetes de trabajo varía en función del tamaño y la complejidad del proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2013, pág. 128). Los pasos para crear el EDT/WBS son:

- Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado.
- Estructurar y organizar la EDT/WBS.
- Descomponer los niveles superiores de la EDT/WBS en componentes detallados de nivel inferior.
- Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT/WBS.
- Verificar que el grado de descomposición de los entregables sea el adecuado.

En la Figura No 33: EDT/WBS del Proyecto, se muestra la descomposición del proyecto.

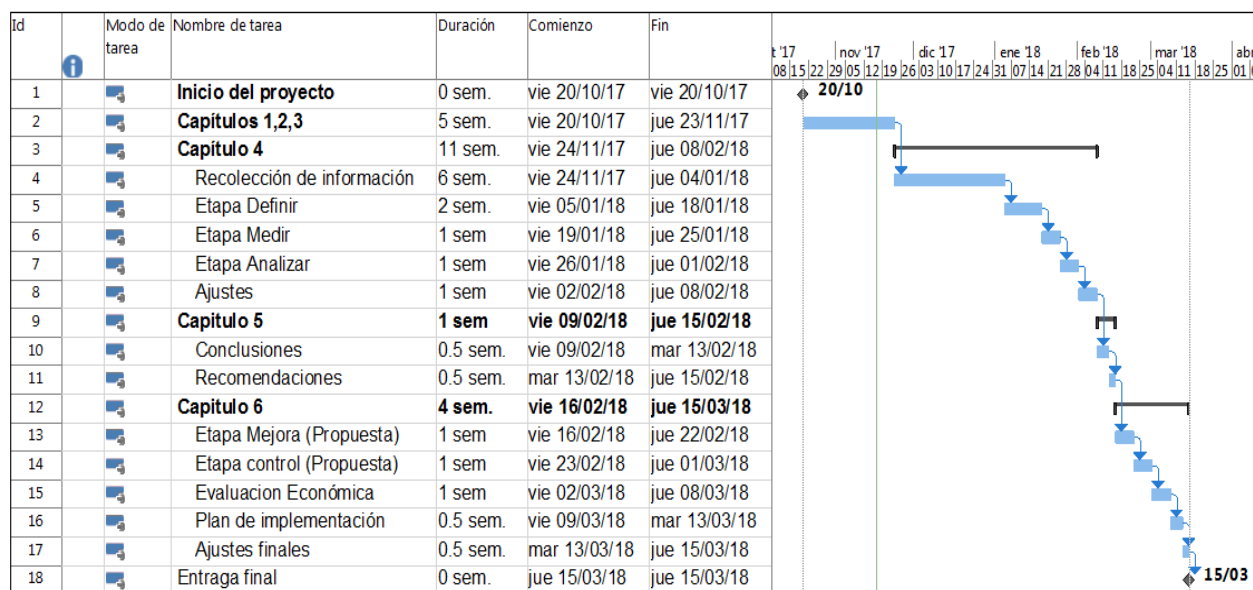
Figura No 33: EDT/WBS del Proyecto



Nota: Analista UIA 2017

El proyecto se divide en 6 capítulos según Figura No 33: EDT/WBS del Proyecto, y estos a su vez se subdividen en actividades para cumplir con los requisitos de cada uno de los capítulos. Con estas actividades se crea un cronograma de trabajo, el cual se describe en la Figura No 34: Cronograma inicial del proyecto.

Figura No 34: Cronograma inicial del proyecto



Nota: Analista UIA 2017

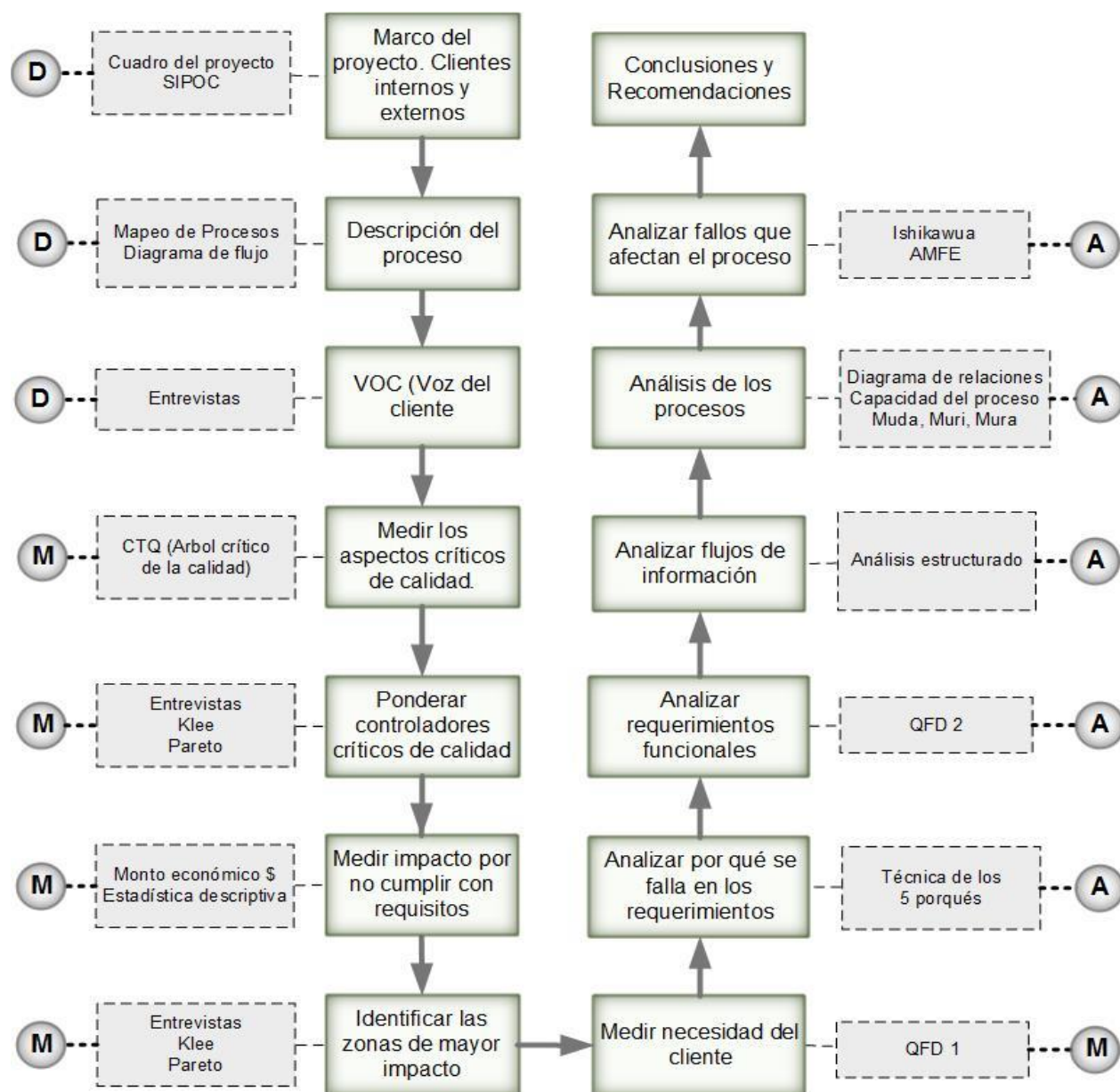
Se estima que las actividades necesarias para el proyecto inicien el 20 de octubre del 2010 y finalicen el 15 de marzo del 2018, como se muestra en la Figura No 34: Cronograma inicial del proyecto.

Posterior al capítulo 3, se inicia con el análisis de la situación actual, donde se utilizan las herramientas generales del marco teórico, incluyendo la estadística descriptiva, además, se analizan los resultados obtenidos. A continuación se describe el capítulo 4.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Capítulo IV, Análisis de Resultados, se enfoca en describir la situación actual del proceso, por medio de herramientas de ingeniería industrial y haciendo uso de los primeros pasos de la metodología DMAIC (Definir, Medir y Analizar). En la Figura No 35: Estrategia para el Análisis de Resultados, se detallan los pasos a seguir en este capítulo, con las herramientas necesarias para cumplir con cada uno de los objetivos.

Figura No 35: Estrategia para el Análisis de Resultados



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 35: Estrategia para el Análisis de Resultados, se muestran los pasos usados en el capítulo IV bajo la metodología DMAIC, junto con las herramientas de ingeniería industrial implementadas. Estos pasos se explican a continuación:

1. El primer paso es establecer el cuadro del proyecto, el cual es un resumen donde se detalla el caso concreto, el problema, objetivo general y los involucrados. Adicionalmente, se definen cuáles son los clientes internos y externos. Las herramientas usadas son el Project Chart (acrónimo en inglés que describe el cuadro del proyecto), y el diagrama SIPOC.
2. En el paso dos se describe el proceso general y cómo se relacionan los clientes internos con el proceso de producción. Las herramientas que ayudan en este punto son el mapeo del proceso y el diagrama de flujo.
3. El tercer paso es identificar la voz del cliente, su necesidad principal y sus requerimientos. Esto se realiza mediante entrevistas a los expertos de la empresa.
4. Los requerimientos críticos para el cliente se analizan en el cuarto paso, mediante el Árbol Crítico de Calidad (CTQ Tree).
5. Los principales controladores críticos de calidad se ponderan, para determinar los requisitos que producen el mayor porcentaje de fallos en el cumplimiento de las fechas de entrega. Esto se realiza por medio del algoritmo Klee y Pareto.
6. En el sexto paso se estima el impacto económico en el que está incurriendo la empresa por no cumplir con los requisitos del cliente, y se mide estadísticamente su incumplimiento. Esta información se toma de los registros del área de licitaciones, del área de finanzas y de la base de datos del sistema de producción SICAPRO.
7. El séptimo paso es identificar las áreas que están influyendo en los fallos de los controladores críticos, por medio de entrevistas, el algoritmo Klee y Pareto.
8. En el octavo paso se toman las principales necesidades de los clientes identificados en el punto seis. Estas se acomodan en una Casa Calidad (QFD) para determinar cuáles son sus requerimientos funcionales.
9. En el paso nueve se analiza el por qué no se está cumpliendo con los principales requerimientos de los clientes, por medio de la técnica de los cinco porqués.
10. En el paso diez se analizan los requerimientos funcionales del sistema por medio de una segunda casa de calidad (QFD 2).

11. Los flujos de información entre todas las partes involucradas o influyentes en el proceso de producción se analizan en el paso once, esto se hace con un análisis estructurado.
12. En el punto doce se analizan las relaciones entre los departamentos. Asimismo, por medio de herramientas estadísticas se analiza la capacidad del proceso y las principales causas de variación, desperdicios y sobrecargas de trabajo, que puedan existir.
13. En el paso trece se analizan los fallos que afectan el proceso, por medio un análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), diagrama de Ishikawua y Pareto.
14. Los últimos puntos son las conclusiones y recomendaciones, los cuales abarcan el capítulo V y VI de la presente investigación.

Después de explicar la estrategia del capítulo IV, Análisis de Resultados y de acuerdo con el marco teórico, esta investigación utiliza la metodología DMAIC, con herramientas de ingeniería industrial para lograr el objetivo principal. La primera etapa de esta metodología es la etapa de definir, la cual se describe en el siguiente punto.

Etapa de Definir (Define)

Esta es la etapa inicial de cualquier proyecto, la cual tiene tres metas importantes: iniciación del proyecto, alcance del proyecto y administración del proyecto (Staudter, et al., 2009, p. 22), lo que se resume a continuación.

Project Charter (Cuadro del Proyecto)

Según lo explicado en el marco teórico, en la etapa de definir se definen y sientan las bases del proyecto, por medio de un documento de inicio que resume el camino a seguir y las metas a conseguir. Para la presente investigación se usa el Project Charter (término en inglés que indica el Cuadro del Proyecto), el cual se detalla en la Figura No 36: Cuadro del Proyecto. En este cuadro se detalla lo siguiente:

- Nombre del proyecto
- Empresa
- Departamento y proceso analizado
- Caso Concreto del proyecto
- Declaración del problema u oportunidad de mejora

- Meta u objetivo general
- Grupos de interés del proyecto
- Otros involucrados en el proyecto
- Enfoque, limitaciones y supuestos

Figura No 36: Cuadro del Proyecto

	Cuadro del proyecto Documento central de inicio del proyecto que resume el camino a seguir y las metas a conseguir	Versión 1
1. NOMBRE DEL PROYECTO:	Rediseño del proceso en los trámites de los proyectos de la empresa Euromobilia.	
2. EMPRESA:	Euromobilia S.A	
3. AREA	Ventas, Producción y Logística	
4. PROCESO ANALIZADO:	Proceso de producción	
CASO CONCRETO DEL PROYECTO	GRUPOS DE INTERES DEL PROYECTO	
Diagnosticar la situación actual de los procesos usados para el trámite de proyectos, por medio de heraminetas de ingeniería industrial, que ayuden a determinar las causas de los atrasos en las entregas a los clientes.	Departamentos de Producción Area de Despacho Area de Instalaciones	
DECLARACION DEL PROBLEMA/OPORTUNIDAD	OTROS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO	
Atrasos en las entregas de los proyectos, que suman mas de \$290,000 en dos años y que afectan la imagen de la empresa con los clientes.	Finanzas Ventas Operaciones	
META/Objetivo General	ENFOQUE, LIMITACIONES, SUPUESTOS	
Rediseñar el proceso usado para el trámite de proyectos de la empresa Euromobilia SA, para el cumplimiento de las fechas de entrega a los clientes y reducción de los costos asociados por urgencias y atrasos.	El enfoque se da en los procesos del área de producción. No hay registros exactos de los costos y tiempos de producción, los cuales se basan en supuestos de los gerentes y el area de finanzas.	

Nota: Analista UIA 2018


En la Figura No 36: Cuadro del Proyecto, se hace un resumen del proyecto, en el cual se describe el caso, el problema y el objetivo principal, asimismo los posibles integrantes, involucrados, enfoques y limitaciones. Aunado a lo anterior, para entender el proceso general en la Figura No 37: Diagrama SIPOC, se describe el proceso productivo básico.

Diagrama SIPOC

En el Marco Teórico (capítulo II) se dice que, el diagrama SIPOC es un acrónimo en inglés para las iniciales de Suppliers–Inputs–Process–Outputs–Customers, que en español significa: Proveedores-Entradas-Proceso-Salidas-Clientes. Este ayuda en la etapa de identificación de los procesos de una organización, ya que en él se definen los elementos fundamentales.

En la Figura No 37: Diagrama SIPOC, se describe el proceso básico para los trámites de los proyectos de Euromobilia.

Figura No 37: Diagrama SIPOC

		DIAGRAMA SIPOC Resumen de alcance del proyecto que incluye: Proveedores - Entradas - Proceso Básico - Salidas - Clientes - Requerimientos			Versión 1	
1. NOMBRE DEL PROYECTO		Rediseño del proceso en los trámites de los proyectos de la empresa Euromobilia SA				
2. EMPRESA:		Euromobilia S.A				
3. DEPARTAMENTO:		Producción				
4. PROCESO ANALIZADO:		Proceso de Producción				
SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS	REQUIREMENTS	
PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO BASICO	SALIDAS	CLIENTES	REQUERIMIENTOS	
Salas de ventas	Diseños y planos para producción o requisiciones.	Diseño	Sistemas y mobiliario de oficinas o exhibición.	Despacho / Instalación	Entrega a tiempo	
		Corte y chapeteo				
		Huequeo				
		Postformado				
Supervisión / Reparaciones	Solicitudes de adicionales o reparaciones.	Ruteo/Termormado		Clientes externos	Cantidad correcta	
		Aluminio/Vidrio				
		Armado	Calidad perfecta			

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 37: Diagrama SIPOC, se describen los Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas, Clientes y principales requerimientos del proceso productivo de Euromobilia S.A. En esta figura se pueden observar dos grandes proveedores, que son:

1. *Salas de ventas*: Esta planta le da servicio a ocho salas de ventas, 4 salas ubicadas en Costa Rica y cuatro salas ubicadas en el exterior (Panamá, República Dominicana, México y Colombia).

2. *Supervisión y Reparaciones:* Cuando los proyectos están en proceso de instalación, los supervisores pueden solicitar productos para corregir errores, faltantes o terminaciones que sean necesarias para cumplir con los requerimientos de los clientes. Por otro lado, el departamento de reparaciones da servicio post-venta a clientes, ya sea por garantías, o bien reparaciones causadas por factores externos a la empresa y que no están en garantía. Ambos departamentos pertenecen al área de Logística.

Asimismo, las entradas al proceso se pueden dar de cuatro maneras:

1. *Por medio de diseños y planos para producción:* Estos son diseños definitivos de ventas concretadas por alguna sala de venta, y que se envían al departamento de diseño de la planta de producción, los cuales contienen lo siguiente:
 - Hoja de características del proyecto, la cual contiene: Nombre del cliente, contacto, dirección, números de teléfono, firmas del asesor del proyecto, gerente y contabilidad, además de alguna observación importante sobre el proyecto.
 - Listado de muebles vendidos.
 - Planos arquitectónicos con isométricos, detalles, acabados y colores escogidos por el cliente.
2. *Por medio de requisiciones:* Estas son generadas por las salas de venta de Costa Rica para ciertos productos que se mantienen en stock. Estas requisiciones generan una orden de armado y despacho.
3. *Por medio de solicitudes de adicionales:* Generalmente son pedidos de los supervisores de instalación para completar o terminar proyectos en proceso de instalación.
4. *Por medio de solicitudes de reparación:* Son solicitudes que se dan, ya sea por garantías o bien por reparaciones causadas por factores externos a la empresa y que no están en garantía.

El proceso de producción tiene varias operaciones que se resumen a manera general de la siguiente forma: Diseño, Corte, Chapeteo, Huequeo, Postformado, Ruteo, Termoformado, Vidrios, Aluminio y Armado. Cada proceso tiene subprocesos que hacen posible la fabricación de los sistemas y mobiliarios de oficinas. En la Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción, se detalla el flujo y las relaciones que existen entre cada uno de los procesos.

Continuando con la explicación del diagrama SIPOC, las salidas del proceso de producción son distintos productos para los sistemas y mobiliarios de oficinas o de exhibición. Estas salidas abarcan 3 grandes áreas de productos que son:

1. Sistemas de oficinas: Son paneles o paredes divisorias para oficinas, las cuales pueden estar fabricadas con distintos materiales (aluminio, metal, melamina, vidrio o mixtos).
2. Mobiliarios de oficinas: Son muebles, como escritorios, almacenamientos, mesas de reuniones, accesorios, entre otros.
3. Mobiliario para exhibición: Son todos aquellos productos que se usan para exhibir mercadería, como urnas, exhibidores de melaminas o MDF.

Los clientes directos del proceso de producción son internos, despacho e instalación, ya que a estos se les entregan los diferentes productos para limpieza, empaque e instalación. Sin embargo, el cliente final que le ha comprado a la empresa se convierte en su principal cliente, ya que este determina los requerimientos necesarios para aceptar o rechazar el proyecto.

Por último, en el diagrama SIPOC están los requerimientos de los clientes, que se resumen en tres puntos:

1. Entrega a tiempo
2. Cantidad correcta
3. Calidad perfecta

Estos tres puntos, aunado a un buen servicio, determinan si el precio pagado por el cliente final está acorde a la eficiencia, calidad y el servicio.

Con el fin de complementar el estudio del proceso, se elabora un mapa de procesos, el cual se explica en la siguiente parte.

Mapa de Procesos del Área de Producción

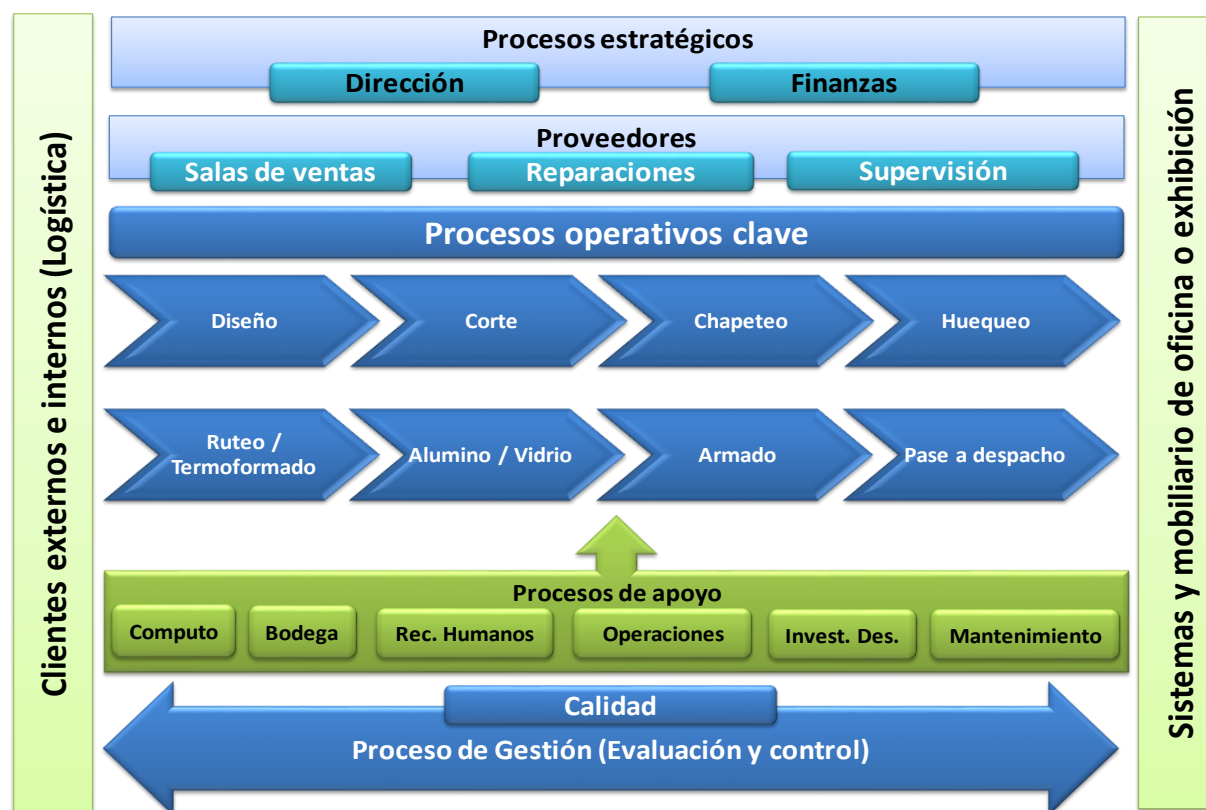
Como se detalla en el marco teórico, el mapa de procesos recoge la interrelación de todos los procesos que intervienen directa o indirectamente, en el cumplimiento de los requerimientos de los clientes. Para la presente investigación, el mapa de procesos se divide en cinco importantes áreas:

1. Procesos Estratégicos
2. Proveedores

3. Procesos operativos
4. Procesos de apoyo
5. Proceso de gestión (evaluación y control)

Estos procesos interactúan entre sí directa o indirectamente, con el fin de cumplir con la entrega de los proyectos que ingresan a la planta de producción de la empresa. En la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción, se muestran los cinco puntos mencionados.

Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción



Nota: Analista UIA 2018

De acuerdo con la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción, en la parte superior están los Procesos Estratégicos: la dirección y el área de Finanzas, los cuales determinan el rumbo a seguir, sobre planificación, estrategias y mejoras en la organización.

Luego están los tres proveedores: Ventas, supervisión y reparaciones, y los procesos operativos clave que están directamente relacionados al proceso de la planta de producción: Diseño, Corte, Chapeteo, Huequeo, Postformado, Ruteo, Termoformado, Vidrios, Aluminio y Armado.

Los procesos de apoyo, como lo dice su nombre, son los que sirven de soporte a los procesos claves, estos son:

- Cómputo o TI, los cuales dan soporte en los sistemas informáticos, redes y computadoras necesarias para realizar las labores diarias.
- Bodega, la cual suministra los accesorios necesarios para la producción, como tornillerías, chapetas, tacos de madera, bisagras, entre muchos otros.
- Recursos Humanos y planillas, que dan soporte con el personal, pagos de salarios y vacaciones.
- El Departamento de Operaciones se encarga de suministrar la materia prima necesaria para la producción como melaminas, MDF, telas, aluminios, vidrios, entre otros. Además, se encarga de las compras internacionales para los productos que necesite la bodega y producción.
- Mantenimiento, el cual se encarga de mantener en óptimas condiciones las instalaciones y las máquinas para la producción como cortadoras, tales como, ruters y huequeadoras, entre otras.
- Investigación y Desarrollo, que se encarga de que los productos sean óptimos y funcionales, tanto para producción como para instalación. De este departamento salen las especificaciones técnicas necesarias para que el departamento de diseño pueda realizar las órdenes de producción.

El Departamento de Calidad es el proceso de gestión (evaluación y control), que mantiene las normas ISO 9000 y de ambiente al día.

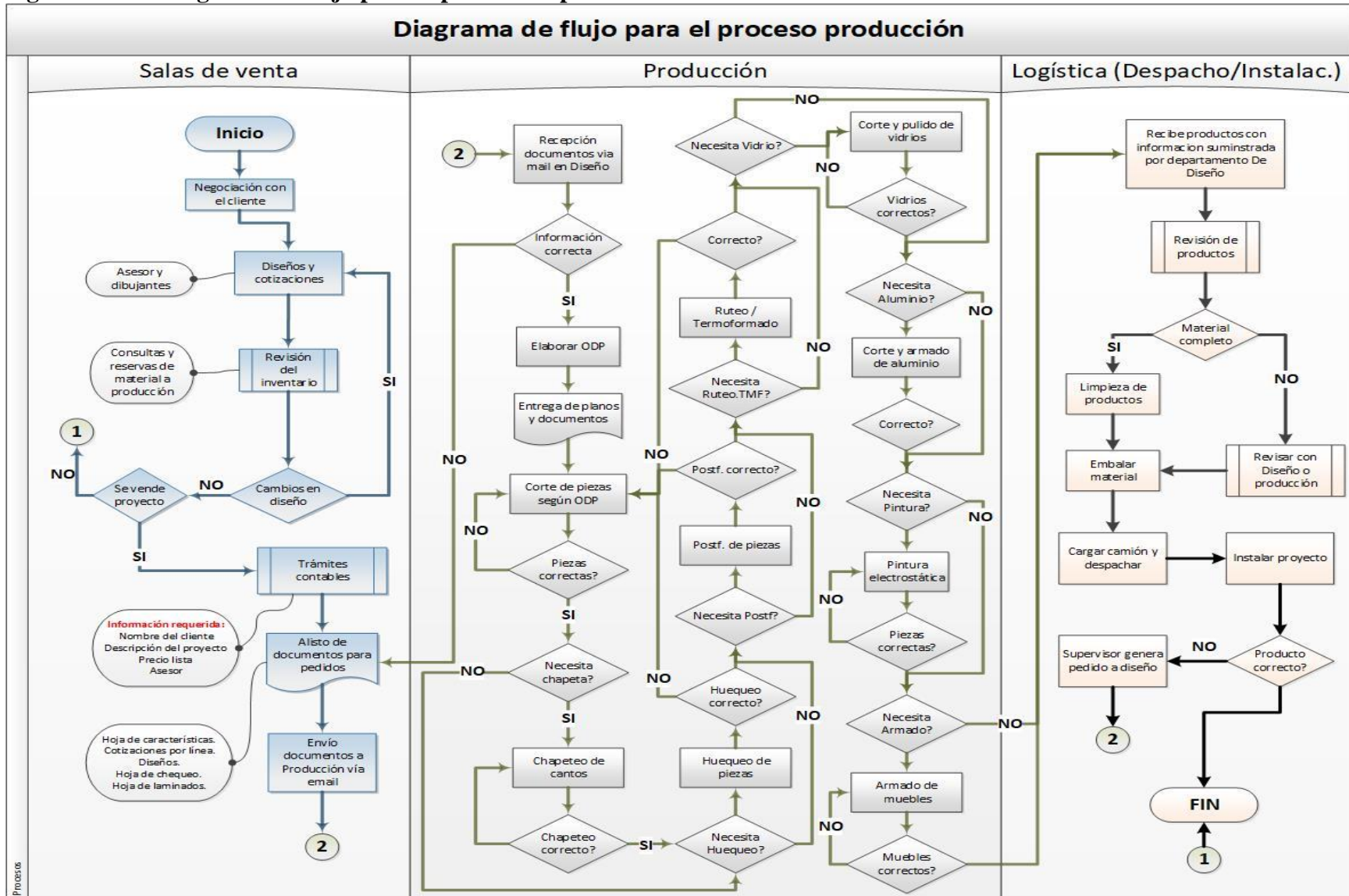
Por último, al lado izquierdo del mapa de proceso se ven los clientes externos y el cliente interno Logística, el cual incluye los departamentos de Instalación y Despacho. Al lado derecho se observa la salida del proceso, los sistemas y mobiliario de oficina o exhibición.

En el siguiente punto se describe el proceso por medio de un diagrama de flujo en la descripción del proceso productivo.

Descripción del proceso productivo

De acuerdo con el marco teórico de la presente investigación, por medio del diagrama de flujo se representa gráficamente la secuencia de pasos o actividades que se dan en la planta de producción, como se explica en la Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción.

Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción



Nota: Analista UIA 2018

El proceso descrito en la Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción, se divide en 3 grandes áreas (ventas, producción y logística). El inicio se da en el área de ventas, cuando se negocia con el cliente. Esto genera una oferta, la cual incluye un diseño por medio de un software llamado Modulo Studio, mostrado en el Apéndice G: Imágenes del programa Modulo Studio utilizado en diseño ventas, y una cotización que es valorada por el cliente, junto con el asesor de ventas. Durante la negociación el asesor y los dibujantes de ventas deben revisar el inventario y hacer la reserva del material si existe una negociación concretada, aunque en muchas ocasiones esto no se realiza.

Si el proyecto en el cual se oferta es ganado, se inician los trámites contables y administrativos. Asimismo, se debe dar la información básica del proyecto como: nombre del cliente, asesor, monto de la oferta, contrato, entre otra información importante. Una vez que el área de contabilidad da el visto bueno para procesar la venta, el área comercial de ventas procede a alistar los documentos necesarios para pasar a los responsables. Los documentos necesarios son:

- Hoja de características, en la cual se detalla la información básica del proyecto como: nombre del cliente, asesor, fecha de entrega, contacto, dirección, firmas de gerencia y crédito y cobro, además de alguna observación importante.
- Cotizaciones y listado de la oferta, que incluye las cantidades, códigos, descripciones y precios de cada uno de los productos ofertados.
- Diseños y plantas arquitectónicas, para representar gráficamente el proyecto vendido. En esta parte se describen los diferentes tipos de sistemas o mobiliarios vendidos, con colores y acabados escogidos por el cliente.
- Hoja de chequeo, la cual contiene una lista de revisión de puntos importantes, cuyo chequeo debe ser realizado por el asesor del proyecto, previo a pasar por producción. Por ejemplo: medidas, muebles especiales, información básica del proyecto, entre otros.
- Hoja de laminados, reservas y/o adelantos de producción, la cual es una copia de la reserva o adelanto que se hizo en etapas previas al paso de los proyectos a producción.

Cuando los documentos están listos, la asistente a cargo los escanea y se los pasa al dibujante de sala, el cual debe pegar en una carpeta compartida en Dropbox con el área de producción, y enviar un mail de aviso al grupo de diseño que se encuentra en la planta.

El asistente del departamento de diseño recibe el correo y se cerciora de que la información esté en la carpeta compartida, luego guarda los archivos en el servidor de la planta de producción y procede a imprimirlos.

Cuando los documentos están impresos, se analiza toda la información enviada, y de haber alguna falta o duda al respecto, se envía un correo electrónico al área comercial para que aclare o complete la información. Una vez que se tiene la información completa se registra en el sistema de informático, usado en producción SICAPRO, en la Figura No 40: Imagen de SICAPRO para registro de contratos en producción, se muestra esta parte del proceso.

Figura No 40: Imagen de SICAPRO para registro de contratos en producción

Nota: Euromobilia S.A 2018

El asistente de diseño registra en el SICAPRO toda la información requerida como: número de contrato, nombre del cliente, sala de venta, asesor, fecha de ingreso, fecha de entrega, línea, modelo del proyecto, numero de ODP, entre otra información. Cuando tiene el registro listo, se pasan los diseños al encargado de diseño, el cual le asigna el proyecto a un dibujante para que elabore la Orden de Producción (ODP).

El dibujante recibe la información y anota la fecha y hora en que se le entrega el proyecto, luego lo coloca en fila junto con otros diseños para realizar la ODP. Una vez realizada y terminada la ODP se pasa al supervisor de diseño, el cual la revisa y la pasa al asistente de diseño para que proceda a ingresarla en el sistema para el control de la producción (SICAPRO), para luego sacar copias y repartir los planos a cada uno de los departamentos de producción. En la Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción, se muestra la pantalla donde se digitan las descripciones de las órdenes de producción.

Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción

The screenshot displays the SICAPRO software interface. At the top, there is a menu bar with options: Administracion, Programacion, Produccion, Logistica, Recursos, Ayuda, and Seguridad. Below this is a sub-menu for 'Modulo de Control de Operaciones de la Orden de Producción' with options: Modificar, Guardar, Cancelar, Adicionales, Imprimir, Pantalla, and Salir.

The main interface shows the following details:

- Orden Produccion:** 35245
- Contrato #:** 17-09-31-2017
- Sala Pavas**
- Ing. Dept Diseño:** 29/09/2017
- Cliente:** INS (Oficinas Centrales)
- F Entrega Vtas:** 27/10/2017
- F. Entrega Max:** 11/11/2017
- F. Programada:** Select fprogra
- F Ing Produc:** 12/10/2017
- F. ReProgramada:** [Empty field]
- Direccion Instalacion:** OFICINAS CENTRALES EN EL PISO 7
- LINEA:** Oficina
- TIPO MUEBLE:** Especial
- MODELO:** Especial
- ACABADO:** Formica
- Fecha Fin ODP:** 06/12/2017

Below these details is a filter section: **Filtrar x** (set to 'Todo') and **Detalle de Operaciones de ODP** (Status: Instal. Terminada, Pend. Rec x Client).

X	Catg	#Proc	Depto	Operacion	Empleado	Maquina	Descrip. Trabajo	Fec Reque	Pase	Fec. Final	Proc. L
X	-	1	Programacion	Diseño	David Morales	Ninguno	Diseño de ODP	12/10/2017	Corte	11/10/2017	+
X	-	2	Armado	Armado	Rodrigo Garcia	Ninguno	apoyo con base metal	26/10/2017	Despacho	09/11/2017	+
X	-	3	Metalmecanica	Corte Lamina M	Ninguno	Ninguno	apoyo con base metal	18/10/2017	Metalmecanica	10/11/2017	+
X	-	4	Metalmecanica	Doblado Lamina	Ninguno	Ninguno	apoyo con base metal	20/10/2017	Metalmecanica	10/11/2017	+
X	-	5	Metalmecanica	Soldadura(SF)	Ninguno	Ninguno	apoyo con base metal	23/10/2017	Pintura	10/11/2017	+
X	-	6	Pintura	Pintura Pieza M	ALEXANDER ARIAS	Ninguno	apoyo con base metal	25/10/2017	Armado	10/11/2017	+
X	-	7	Metalmecanica	Water Jet	Ninguno	Ninguno	apoyo con base metal	16/10/2017	Metalmecanica	06/12/2017	+

Nota: Euromobilia S.A 2018

En esta parte del sistema, mostrado en la Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción, el asistente de diseño debe digitar todas las descripciones de las operaciones involucradas en la ODP. Esta misma pantalla sirve para el control básico de la producción. A cada operación de producción se le debe poner un símbolo “más” (+) cuando se termina el proceso, y automáticamente se refleja la fecha de terminación. Sin embargo, esto muchas veces no se hace, como se muestra en la Tabla 10: Resumen de proyectos producidos en el año 2017.

La primera operación de producción es el departamento de Corte, el cual corta cada uno de los proyectos según la ODP. En este departamento se cortan solamente piezas de madera, y existen diferentes cortadoras según el tipo de proyecto y volumen de trabajo. Si las piezas cortadas están bien se pasan a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

La siguiente operación es chapeteo, en esta, un operario coloca una cinta de PVC en los cantos de las piezas de madera que queden expuestas en los muebles. El proceso de chapeteo se hace con una máquina que coloca cinta PVC en los cantos según su espesor, sin embargo, esta máquina solo lo realiza en cantos rectos, los cantos curvos se deben hacer en el departamento de partes especiales manualmente. Si los bordes chapeteados están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

Posteriormente, se deben huequear la mayoría de los artículos. En este proceso se realizan huecos a las caras y cantos de las piezas. Estos huecos varían según el diseño del mueble y la posición en la que vayan. Ellos sirven para colocar tacos de madera, tornillos, bisagras, conectores de empotre o minifix y tiraderas, entre muchos otros accesorios. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

Si el producto lo requiere, pasa al departamento de Ruteo. En este hay varios routers automáticos que pueden realizar distintas formas a las piezas de melanina o MDF. Esto se realiza por medio de un software basado en la plataforma CAD, el cual lee el router automático y copia la forma deseada. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

Algunas piezas pueden ir al departamento de postformado. En este departamento se realizan enchapes en formica, con una opción de cantos curvos, sin embargo, también tiene otras funciones de canteo o chapeteo de piezas curvas, huecos especiales en los muebles, algunas piezas de aluminio y vidrio. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

Es importante mencionar que según los expertos de producción, las piezas que llevan enchapes en formica y termoformado, son las operaciones que requieren más tiempo, aunque no todos los proyectos tienen de este tipo de productos. El más usado de ellos es el termoformado.

La operación de termoformado es un proceso que consiste en calentar una plancha o lámina de termoplástico semielaborado, de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión vacío, lo cual se hace en unas máquinas termoformadoras. Una de las restricciones que tiene este proceso es que las piezas son en MDF y siempre el proceso que le antecede es el de ruteo. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

En el departamento de vidrios, se procesan vidrios de diferentes espesores, colores y tipos, para diferentes tipos de productos o líneas, en seis tipos de máquinas diferentes. El proceso más común es el de corte y pulido de vidrios, ya sean rectos o curvos. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

Los productos de aluminio están divididos en dos sectores, uno en Partes Especiales y otro en el departamento de Aluminio, lo cual varía según el tipo de producto. El aluminio se corta, se le hacen huecos y se ensambla según la solicitud de la ODP. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

En esta planta de producción existe un área de Pintura Electroestática, la cual consiste en la aplicación de pintura mediante polímeros en polvo que se adhieren al metal o aluminio por medio de electricidad estática. El acabado se realiza por medio de temperatura en el horno de polimerizado, donde la velocidad y la temperatura dependen del calibre del producto procesado. Al final de la operación el producto es desmontado de la cadena de transporte donde es chequeado tanto en acabado, cantidades y dimensiones contra lo establecido en la Orden de Producción. Si las piezas están bien se pasa a la siguiente operación que indica la ODP, sino, se repiten las piezas defectuosas.

El departamento de armado es usualmente el último proceso de producción para la mayoría de muebles. Aquí se ensamblan distintas partes que se producen en las diferentes operaciones que se dieron antes de llegar al departamento de armado. Hay diferentes métodos de ensamble según la persona que lo haga, ya que existen dos áreas de armado, un área para muebles estándar y otra para muebles de armado manual o especial. Cuando el mueble o artículo está armado, se debe pasar al área de despacho.

El departamento de despacho tiene, entre sus funciones principales, el deber de revisar los muebles, limpiarlos y empacarlos, ya sea para almacenarlos, a espera de la entrega, o para enviarlos al sitio directamente. Según indicaciones del personal de logística, en el 95% de los proyectos el personal de despacho debe buscar material por toda la planta, ya que los departamentos terminan el proceso pero no lo pasan a la siguiente operación. Esta situación se repite en otros departamentos de producción. Una vez revisado, si los artículos están bien se empaqueta, sino, se devuelve al departamento de armado para ver si se puede reparar o cambiar.

Una vez empacado el producto, si todo está completo se envía al sitio para proceder con la instalación, si hay algún faltante se debe revisar con los encargados de producción o diseño, de lo contrario se hace una nota de entrega, se carga un camión y se envía al sitio. El área a cargo de esto es logística, la cual utiliza el SICAPRO para llevar control de las fechas de entrega y las instalaciones, como ve en la Figura No 42: Imagen de SICAPRO para logística.

Figura No 42: Imagen de SICAPRO para logística

Menu Principal de Sistema de Produccion - - - - -euromobilia yahavargas

Administracion Programacion Produccion Logistica Recursos Ayuda Seguridad

Modulo de Logistica en Produccion - - - - -euromobilia

Nuevo Modificar Guardar Cancelar Salir

Orden Produccion: 35245 Contrato #: 17-09-31-2017

Cliente: INS (Oficinas Centrales) Celular: Telefono1: Sala Venta: Sala Pavas Asesor: Rios Ana Laura

Encargado Diseño: David Morales Fecha Ventas: 27/10/2017 Fecha Maxima: 11/11/2017 Fec. Fin ODP: 06/12/2017 Status: Instal. Terminada, Pend. Rec x Cliente

Observaciones del Contrato: ESTACIONES SATOS

LINEA	TIPO MUEBLE
Oficina	Especial
MODELO	ACABADO
Especial	Formica

euromobilia Orden Instalacion 1

Condic. Arquitect. adecuadas de Instalacion: NO Supervisor: Andres Espinoza Despacho Orden: 08/11/2017 Inicio Instalacion: 08/11/2017 Fin Instalacion: 16/02/2018

Instalador: Ninguno Boleta Aceptacion: 16/02/2018

Detalle de la Instalacion: Direccion de Instalacion: OFICINAS CENTRALES EN EL PISO 7

C x C Mat. Reservado Anulado/Detenida

Nota: Euromobilia S.A 2018

En la pantalla de la Figura No 42: Imagen de SICAPRO para logística, la persona a cargo de logística asigna un supervisor y un instalador a la ODP. Asimismo, se colocan las fechas de despacho, fin de instalación y boleta de aceptación, según se van dando las distintas etapas.

Durante la instalación, los instaladores revisan los planos, los comparan con los muebles o sistemas enviados al sitio, valoran que todo esté en orden, sino, coordinan con los supervisores de proyectos para que este sea quien les solucione el faltante o el cambio del material defectuoso.

El supervisor es el encargado de la obra en sitio. Este debe coordinar las instalaciones con los instaladores, producción, ventas y los responsables asignados por el cliente para recibir el proyecto conforme. Con cada visita él genera bitácoras, donde se van viendo los avances y/o problemas que se dan durante la instalación. Si hay algún defecto o faltante de material, el supervisor genera una solicitud adicional, la envía al departamento de diseño, donde elaboran un documento llamado “Parte Adicional”, el cual es una ODP para que producción fabrique lo necesario.

Una vez que el proyecto sea aceptado, confirmándose esto con la firma de un documento llamado “boleta de aceptación” por parte del cliente o responsable asignado, se da por terminada la obra. Esta boleta se escanea y se envía a ventas y crédito y cobro para el registro o cobro respectivo.

Uno de los puntos más críticos en esta planta es la programación y control de la producción, por tal razón, se desarrolla un punto aparte para explicar el método utilizado para programar. A continuación se describe.

Programación y control de la producción en la planta de producción

La programación de fechas para las distintas operaciones inicia en el departamento de diseño. Cuando que se termina de elaborar la ODP, uno de los asistentes de diseño acomoda las hojas según las operaciones incluidas, y les coloca fechas de terminación a cada una en el sistema de producción SICAPRO. Esto lo hace a criterio propio del asistente, tomando como referencia la fecha en que se va a pasar a fábrica y la fecha de entrega que pone ventas (usualmente de 31 días después de la firma del contrato).

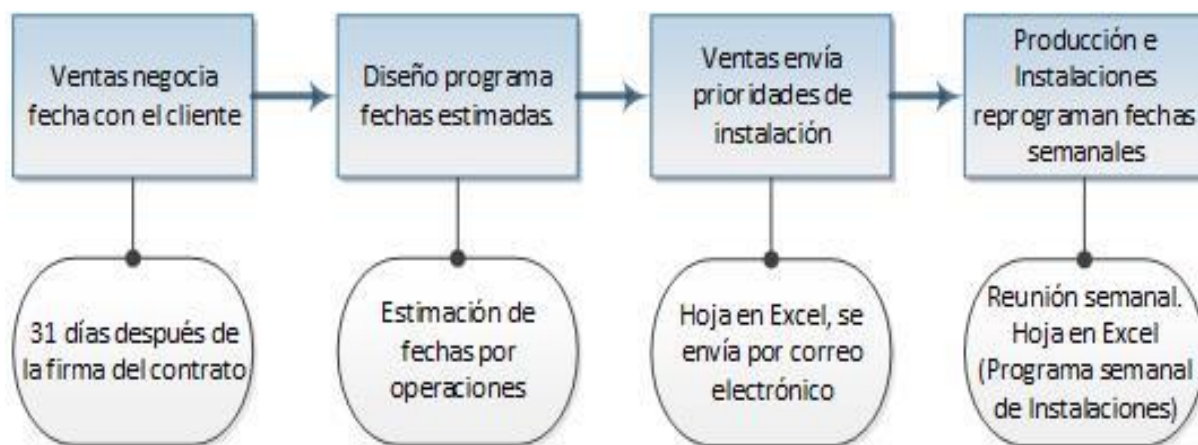
Después de que el asistente de diseño tenga un grupo de Órdenes de Producción acomodadas y programadas, procede a sacar copias físicas a todas las ODP, y para cada una de las operaciones involucradas en el proceso de producción. Luego se reparten los papeles a cada uno de los encargados de los departamentos.

Los planos que son recibidos por cada uno de los departamentos de producción son colocados en una bandeja de pendientes por cada jefatura. Se supone que el SICAPRO posee unas fechas en las que cada operación debe tener listo el material. Sin embargo, ese sistema no es usado para este fin, solo se dan unos “checks” cuando terminan la ODP, como se muestra en la Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción. Los operarios fabrican según lo que los gerentes de producción o ventas les pidan, por medio de una hoja de Excel que se pasa cada semana.

La programación de la hoja de Excel, llamada “Programa Semanal de Instalaciones” se hace por semana, después de que cada sala de ventas envía su lista de prioridades a los encargados de logística. Seguido a esto, los gerentes de producción y logística se reúnen y analizan qué proyectos pueden entregar en las fechas que ventas ha dispuesto. En el Apéndice B: Ejemplo del Programa Semanal de Instalaciones, se puede ver la hoja usada para este fin.

En la Figura No 43: Flujo de la programación de producción, se muestran los pasos generales usados para programar la producción.

Figura No 43: Flujo de la programación de producción



Nota: Analista UIA 2018

De esta manera se crea un programa semanal de producción e instalaciones, donde las prioridades son las licitaciones o los proyectos de los gerentes de ventas que más presionan. En esta programación se contempla, a manera general o básica, las capacidades de producción o instalación, aunado a la poca comunicación entre los procesos de producción. Se puede ver muchas veces al personal de producción, despacho o instalación, urgidos por terminar uno o más proyectos que se comprometieron con poco tiempo de reacción.

Para minimizar las urgencias y las entregas tardías, producción ha intentado reducirlo por medio de stocks en productos semielaborados o terminados, sin embargo, esto es una estrategia que algunas veces ha servido para completar parte de los proyectos, y otras veces, a raíz de tener tanto material en stock, se han dañado productos debido a la falta de control de estos inventarios.

El control de la producción, se hace por medio del sistema informático llamado SICAPRO, en el cual el departamento de diseño digita las operaciones asignadas por orden de producción. Cada vez que una operación termina el trabajo asignado, algún asistente de producción da un “check” de listo, como se describe en la Figura No 41: Imagen de SICAPRO para descripciones y control de producción. En este sistema se puede ver qué operaciones han terminado, más no qué productos están listos o en proceso, o cuándo se planea realizar algún proyecto.

Por otro lado, no existe un método de tarjetas tipo Kamban, sino que el principal medio para el control de producción son las copias físicas que otorga el departamento de diseño, ya que con estas cada operario fabrica lo que requiere el cliente. En estas hojas el operario tacha con un marcador lo que tiene listo. Sin embargo, este medio es lerdo y además solo el operario sabe lo que tiene listo, y esto puede ser peligroso, ya que las hojas pueden perderse sin saber que está listo o no.

Para saber si un proyecto esta listo, o cuándo se tiene pensado hacerlo, se debe llamar a los diferentes encargados o gerentes de producción. Por esta razón la información se vuelve difícil de conseguir, ya que solo unas cuantas personas conocen las fechas, o no están seguras del día exacto en que un proyecto estará listo al 100%.

Según los expertos, y como se muestra en la Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos, los métodos de trabajo representan el 5.85%.

Una vez descrito el proceso, la programación y el control de la producción, se procede a identificar la voz del cliente y sus principales requisitos.

Voz del Cliente

Determinar la voz del cliente es el principal punto de un proyecto de mejora, con el fin de lograr satisfacer sus requisitos. Como se ha visto en la Figura No 37: Diagrama SIPOC, los principales requerimientos de los clientes internos y externos son:

- Entrega a tiempo
- Cantidad correcta
- Calidad perfecta

Además de estos tres puntos, el cliente externo podría agregar dos más:

- Menor costo
- Buen servicio

En consenso con los expertos de la empresa, estos se pueden resumir en cuatro principales:

- Eficiencia
- Calidad
- Servicio
- Costo

Estos requisitos son importantes y deben medirse para determinar cómo cumplirlos, por medio del Árbol Crítico de Calidad (CTQ), el cual se detalla a continuación.

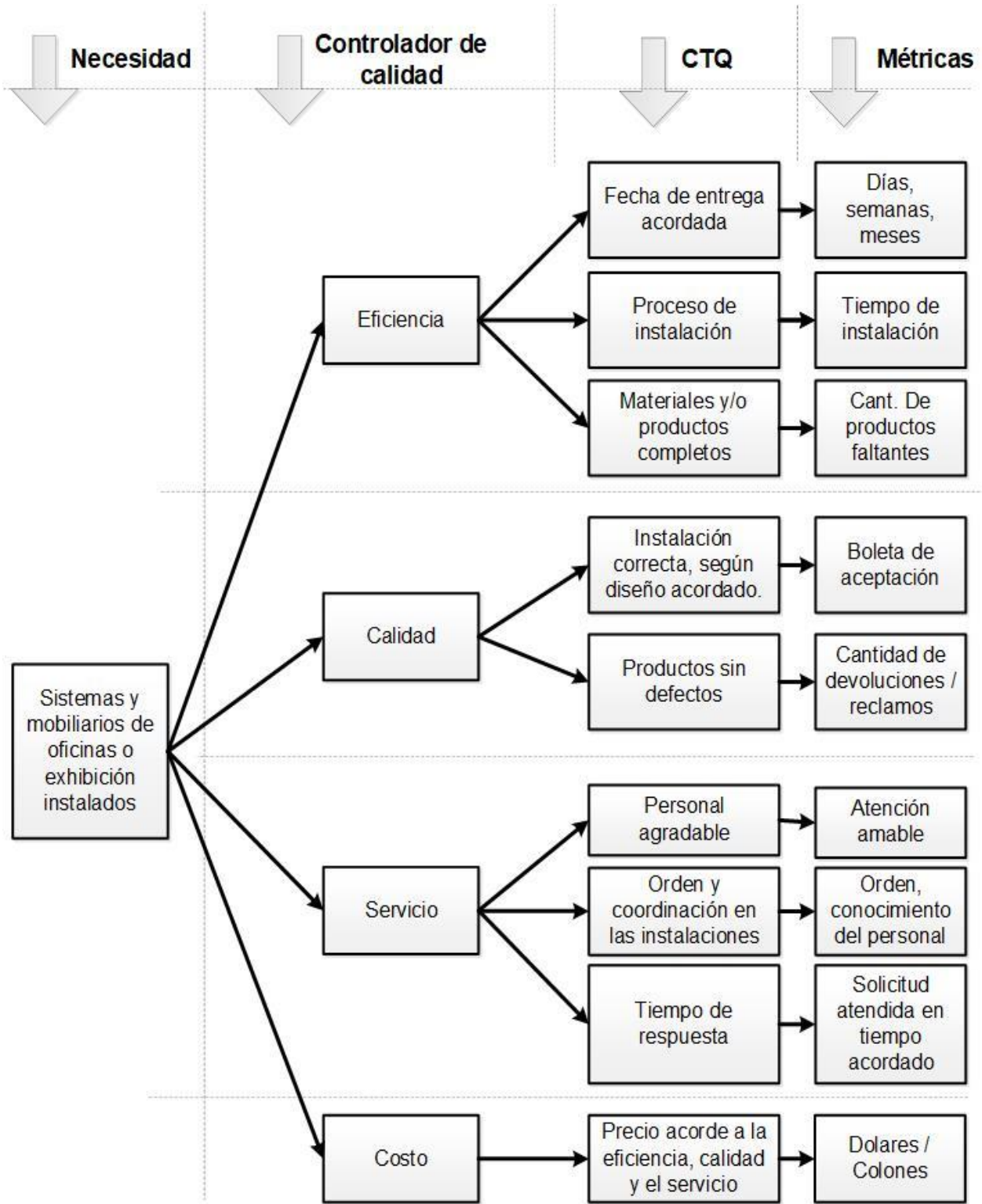
Etapa de Medir (Measure)

Esta es la segunda etapa de la metodología DMAIC, cuyo objetivo general es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto, iniciando con los requisitos del cliente.

Requisitos del Cliente (controladores críticos de calidad)

Un árbol crítico para la calidad, debe identificar la voz del cliente y convertir todas las voces de los clientes en características medibles individualmente (Narayanasamy, 2014), como se muestra en Figura No 44: CTQ (Árbol Crítico de Calidad).

Figura No 44: CTQ (Árbol Crítico de Calidad)



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 44: CTQ (Árbol Crítico de Calidad), se puede observar cuatro divisiones en el encabezado. El inicio del CTQ se da por medio de una necesidad del cliente, donde la principal necesidad por lo que los clientes se acercan a Euromobilia es porque necesitan algún sistema, mobiliario de oficina o exhibición instaladas, donde sus principales controladores de calidad son: eficiencia, calidad, servicio y costo.

Cada uno de los controladores de calidad tiene una serie de requisitos necesarios para llevarlos a cabo. Para cumplir con la eficiencia es necesario:

- Entregar los proyectos en la fecha acordada, lo cual se mide en días, semanas o meses.
- El proceso de instalación tiene que hacerse en el menor tiempo posible, y se mide en horas.
- Los materiales y productos deben ir completos para que esto no impida que la instalación se termine satisfactoriamente, y se mide por la cantidad de productos faltantes.

Para cumplir con la calidad del proyecto es necesario:

- Que la instalación se haga según lo acordado en el contrato inicial, tanto en diseño y acabados, lo cual se ve en las boletas de aceptación del cliente, y asimismo que estas no generen quejas.
- Que los productos lleguen sin defectos. Esto quiere decir que los muebles o sistemas sean funcionales, que no tengan manchas, quebraduras o ralladuras, entre otros. La idea es no tener quejas o reclamos por productos defectuosos.

Para cumplir con el servicio se necesita:

- Personal agradable y que sepa lo que hacen.
- Orden y coordinación en las instalaciones.
- Tiempo de respuesta acorde a sus necesidades, que no pase más de un día en atender las solicitudes del cliente.

Por último, se menciona el costo, el cual debe estar acorde a la eficiencia, calidad y el servicio, esta percepción determina para el cliente si lo pagado merece la pena, o bien, no vuelve a comprar.

Una vez identificadas las necesidades de los clientes, es importante ver en cuál de ellas se está fallando más, y de esta manera lograr reducir el impacto económico y aumentar la mejora de imagen para la empresa.

Requisitos de mayor impacto para la empresa

Uno de los objetivos más importantes de una empresa es satisfacer las necesidades de sus clientes, con el fin de que estos vuelvan en el futuro. Por tal razón se hizo una entrevista a los expertos de Logística, Producción y Ventas, la cual se observa en el Apéndice C: Resultados entrevista gerente de logística y Apéndice D: Resultados entrevista gerente de Ventas y Producción, con el fin de determinar los requisitos que más impactan la imagen de la empresa. Los resultados se muestran en la Tabla 3: Ponderación de los requisitos de mayor impacto para la empresa.

Tabla 3: Ponderación de los requisitos de mayor impacto para la empresa

Requisitos	Logística		Ventas		Producción		Promedio
Eficiencia	100	60.61%	100	48.78%	100	71.43%	60.27%
Calidad	50	30.30%	75	36.59%	25	17.86%	28.25%
Servicio	10	6.06%	5	2.44%	5	3.57%	4.02%
Precio	5	3.03%	25	12.20%	10	7.14%	7.46%
Total	165	100.00%	205	100.00%	140	100.00%	

Nota: Analista UIA 2018

La Tabla 3: Ponderación de los requisitos de mayor impacto para la empresa, se divide en 4 partes: la primera refleja los resultados del área de logística, la segunda el área de ventas, la tercera el área de producción y la última es el promedio de los resultados de las tres áreas entrevistadas.

Las tres áreas coinciden en que la eficiencia de la empresa afecta significativamente la imagen de la empresa. Los resultados obtenidos se grafican en la Figura No 45: Gráfico de los requisitos de mayor impacto para la empresa.

Figura No 45: Gráfico de los requisitos de mayor impacto para la empresa



Nota: Analista UIA 2018

Como se observa en la Figura No 45: Gráfico de los requisitos de mayor impacto para la empresa, la eficiencia y la calidad son los principales controladores críticos de calidad que afectan a la empresa, y es en los cuales debe ponerse mayor atención.

Según criterios de los expertos, es necesario mejorar la eficiencia, principalmente cumplir con las fechas de entrega, además, se debe de tener cuidado con ciertos aspectos de calidad del producto para no afectar la imagen de la empresa.

En la Figura No 44: CTQ (Árbol Crítico de Calidad), se explica que cada controlador crítico de calidad tiene unos requisitos importantes para poder satisfacerlo, por tal razón, se procede a ponderar los aspectos más críticos de calidad, los cuales se acomodan en una tabla y se ponderan en un algoritmo klee. Este se basa en ponderaciones y calificaciones dadas por el analista del proyecto y por los expertos de la empresa. Con este algoritmo se pretende resaltar los requerimientos de mayor criticidad para atacarlos según su importancia. Los resultados se muestran en la Tabla 4: Diagrama Klee (Controladores críticos de calidad).

Tabla 4: Diagrama Klee (Controladores críticos de calidad)

Algoritmo de Klee (Controladores críticos de calidad)									
Nota Expertos	100	50	75	50	50	25	50		
Nota Individual	100	50	100	25	75	25	25		
Especificaciones	Fecha de entrega acordada	Proceso de Instalación	Productos completos	Instalación correcta	Producto sin defectos	Servicio	Costo	Sumatoria	Peso
Fecha de entrega acordada		1	0,75	1	0,75	1	1	5,50	0,29
Proceso de Instalación	0		0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	2,00	0,10
Productos completos	0	0,75		0,75	0,75	0,75	0,75	3,75	0,19
Instalación correcta	0	0,25	0,5		0,5	0,75	0,75	2,75	0,14
Producto sin defectos	0	0,5	0,5	0,5		0,75	0,5	2,75	0,14
Servicio	0	0,25	0	0,25	0		0,5	1,00	0,05
Costo	0	0,25	0	0,25	0,5	0,5		1,50	0,08
Total	0,5	2,25	0,75	3	4,5	4,25	5	19,25	1,00

Nota: Analista UIA 2018

Los principales controladores de calidad se acomodan en una columna y estos se comparan unos con otros con el fin de darles un peso de importancia. En las filas del encabezado se colocan dos notas. La primera son los resultados del encargado de logística, indicados en el Apéndice C: Resultados entrevista gerente de logística y la nota del Analista UIA. Los resultados se observan en Tabla 5: Resultados del diagrama Klee (Controladores críticos de calidad).

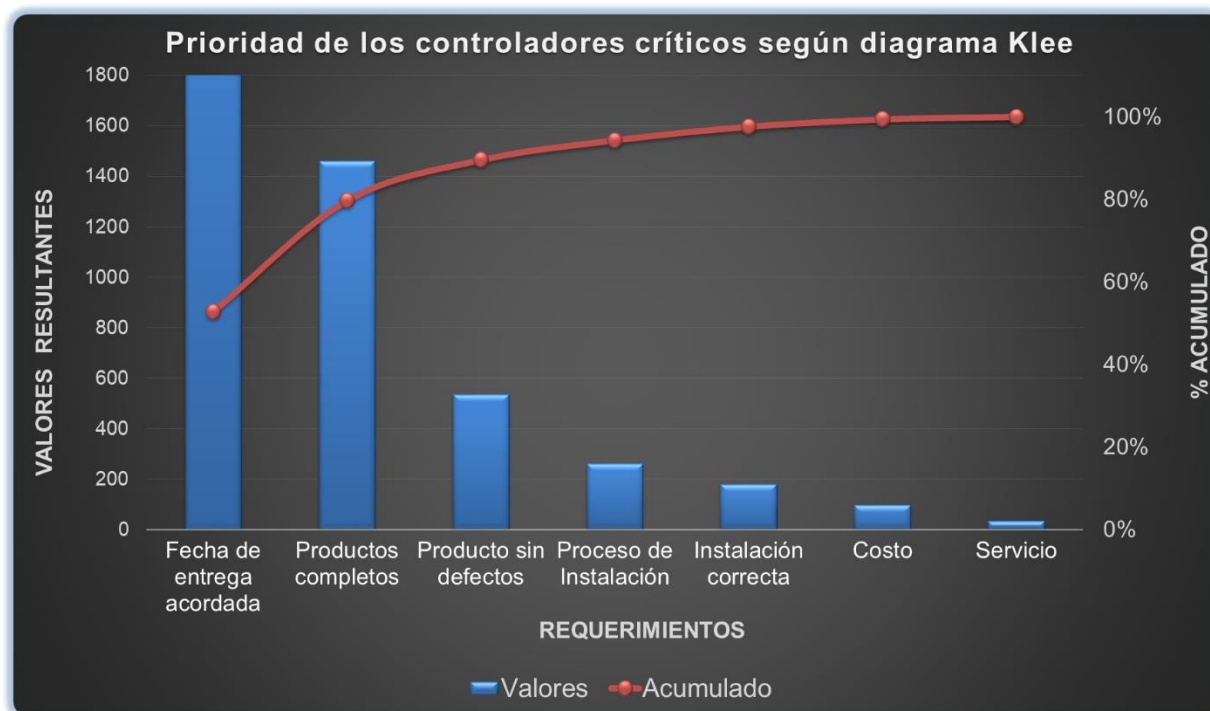
Tabla 5: Resultados del diagrama Klee (Controladores críticos de calidad)

Prioridad en los controladores críticos.				
Áreas	Resultado	% Relativo	% Acum.	Clasif.
Fecha de entrega acordada	2857,14	52,69%	52,69%	A
Productos completos	1461,04	26,95%	79,64%	A
Producto sin defectos	535,71	9,88%	89,52%	B
Proceso de Instalación	259,74	4,79%	94,31%	B
Instalación correcta	178,57	3,29%	97,60%	C
Costo	97,40	1,80%	99,40%	C
Servicio	32,47	0,60%	100,00%	C
Total	5422,08	100%		

Nota: Analista UIA 2018

Los controladores críticos de calidad se clasificaron en un ABC, para determinar cuáles de los requisitos inciden en el 80% del impacto para la empresa. Según los resultados indicados en la Tabla 5: Resultados del diagrama Klee (Controladores críticos de calidad), los principales controladores en los que se debe tener especial cuidado son: fecha de entrega acordada y productos completos. Estos resultados se grafican en la Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad.

Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad



Nota: Analista UIA 2018

En el gráfico de la Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad, se observan los principales requerimientos que afectan los costos y la imagen de la empresa. Esto demuestra que se está fallando en las fechas de entrega acordadas con los clientes, además, muchas veces no se entregan todos los productos de los proyectos, sino que se hace días después, lo que repercute en atrasos que generan multas, como se muestra en la Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016 y la Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017, cuentas por cobrar que no se pueden cobrar, inconformidad de los clientes, entre otros.

Medición de proyectos atrasados e impacto económico

Como se detalla en la Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad, los principales fallos en los controladores de calidad se dan en el cumplimiento de las fechas de entrega acordadas con los clientes. Basándose en esta información, se solicitó al área de ventas el monto aproximado por multas que la empresa ha pagado. Los resultados de lo anterior se resumen en la Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016 y en la Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017.

Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016

Institución	Días hábiles de atraso	Monto \$
Cliente 1	28 días hábiles	\$812.99
Cliente 2	Sin comentario	\$2,666.99
Cliente 2	5 días hábiles	\$99.34
Cliente 2	30 días hábiles	\$613.30
Cliente 1	49 días hábiles	\$787.47
Cliente 1	43 días hábiles	\$3,527.46
Cliente 1	36 días hábiles	\$3,527.46
Cliente 1	82 días hábiles	\$2,521.77
Cliente 3	No indica	\$155.13
Cliente 1	30 días hábiles	\$24,788.70
Cliente 1	14 días hábiles	\$4,471.14
Cliente 1	18 días hábiles	\$11,521.00
Cliente 4	No indica	\$25,000.00
Cliente 5	No indica	\$30,000.00
	Total	\$110,492.75

Nota: Euromobilia S.A

Como se observa en la Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016, las multas de mayor impacto están distribuidas entre varios clientes diferentes, el promedio de días hábiles de atraso es de 33.5 días, el mayor atraso es de 82 días y el mínimo es de 5 días. Cabe resaltar que los montos económicos cobrados van en función de la cantidad de días de atraso y es específico para cada licitación, no todas las licitaciones son iguales. La información recolectada es de los clientes de mayor impacto para la empresa. Las multas por atrasos del año 2017 se muestran en la Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017.

Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017

Institución	Días hábiles de atraso	Monto \$
Cliente 6	120 días naturales	\$2,128.47
Cliente 7	13 días naturales	\$839.85
Cliente 8	178 días	\$9,600.00
Cliente 8	20 días	\$1,300.00
Cliente 9	5 días	\$1,000.00
Cliente 4	No indica	\$15,000.00
Cliente 5	No indica	\$18,000.00
	Total	\$47,868.32

Nota: Euromobilia S.A

Las multas de la Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017, son resoluciones ya establecidas por las instituciones, sin embargo, del año 2017 aún hay en trámite multas que están en apelación, de las cuales no se obtuvo información, pero se logra observar que estas se distribuyen entre cinco clientes diferentes.

En resumen, de acuerdo con la Figura No 47: Multas por atrasos generados en el año 2016 y la Figura No 48: Multas por atrasos generados en el año 2017, el total en dólares es de **\$158,361.07**. Adicionalmente, de esta muestra de quince datos se puede inferir que, el promedio de días hábiles de atraso es de 44.73 días. El mayor atraso es de 178 días y el mínimo es de 5 días. Además, la desviación estándar es de 47.8 días, lo que da a entender que los datos obtenidos están muy dispersos con respecto a la media, en otras palabras, existe mucha variabilidad en las fechas de entrega.

Por otro lado, en el área de logística, durante año 2017 se dieron problemas en despacho y transporte, en gran parte por las urgencias generadas al tratar de entregar productos a instalación ya comprometidos. En el Apéndice E: Estadísticas del área de despacho 2017, se muestran datos proporcionados por la empresa, en los cuales se indica que el costo generado por estos rubros es de **\$42,000** en promedio, lo cual es una constante por cada año.

Unido a estos montos, están los gastos por transportes innecesarios, viajes extras para entregas parciales, pago de viáticos, horas extras, entre otros, de los cuales no se obtuvo registros, pero según expertos este monto se estima en **\$24,000** anuales.

Por último, de acuerdo a informes del área de finanzas de la empresa, durante el año 2016 y 2017, el departamento de contabilidad tuvo problemas para cobrar facturas a varios clientes; estos montos sumaron **\$231.000** aproximadamente. Esto se da debido a atrasos y faltantes de materiales, y en proyectos solo para clientes de Costa Rica, sin contar los proyectos de exportación.

Por tales motivos, para determinar la magnitud más cercana a la realidad en cuanto a los días de atraso, se toman todos los registros de la base de datos del sistema actual de producción y logística, de los años 2015, 2016 y 2017 respectivamente. Estos datos se tabulan y se acomodan en una hoja de Excel, para sacar estadísticas que den un panorama más amplio. Los resultados se resumen en la Tabla 6: Resumen de proyectos del año 2015, en la Tabla 7: Resumen de proyectos del año 2016 y en la Tabla 8: Resumen de proyectos del año 2017.

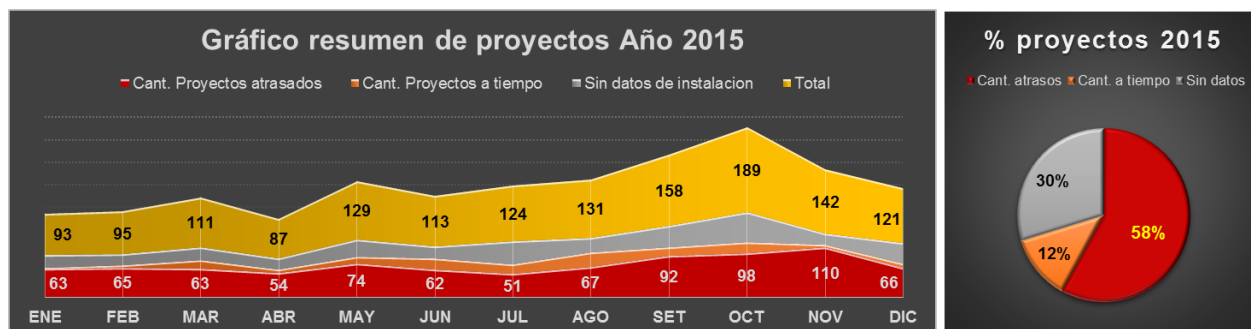
En estas tablas se detallan tres puntos principales: los proyectos atrasados, la cantidad de proyectos entregados a tiempo y proyectos que no tienen datos de instalación. Cada uno de estos detalles se mide mensualmente y se suman para determinar la cantidad de proyectos generados por mes, también, por cada mes se observa el promedio de días de atraso, con su respectivo porcentaje. A continuación se resumen los proyectos ingresados en los últimos tres años.

Tabla 6: Resumen de proyectos del año 2015

Resumen de proyectos Año 2015													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. Proyectos atrasados	63	65	63	54	74	62	51	67	92	98	110	66	865
Cant. Proyectos a tiempo	3	6	19	7	15	24	21	32	18	25	6	8	184
Sin datos de instalacion	27	24	29	26	40	27	52	32	48	66	26	47	444
Total	93	95	111	87	129	113	124	131	158	189	142	121	1493
Promedio días de atraso	23.67	33.94	32.63	14.09	32.55	38.69	26.27	18.69	30.60	33.64	36.47	21.27	28.54
Porcentaje de atrasos	67.74%	68.42%	56.76%	62.07%	57.36%	54.87%	41.13%	51.15%	58.23%	51.85%	77.46%	54.55%	57.94%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 6: Resumen de proyectos del año 2015, se observa que de los 1493 proyectos ingresados a la planta de producción, 865 no se entregaron en la fecha pactada por el área de ventas, lo que representa el 57.94% del total. Por otro lado, 184 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 444 no tienen datos de instalación, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 49: Gráfico de resumen de proyectos del año 2015, se grafican los datos descritos.

Figura No 49: Gráfico de resumen de proyectos del año 2015

Nota: Analista UIA

En la Figura No 49: Gráfico de resumen de proyectos del año 2015, se observan dos tipos de gráficos: a la derecha un gráfico de áreas, en cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos atrasados el color rojo, el naranja los proyectos entregados a tiempo y el gris los que no tienen datos de instalación. En este gráfico se nota una tendencia creciente a partir de enero y hasta octubre, mes en el que empieza a bajar.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2015, donde los proyectos atrasados tienen el mayor porcentaje, con un 58%, los proyectos entregados a tiempo un 12% y el resto el 30%.

Tabla 7: Resumen de proyectos del año 2016

Resumen de proyectos Año 2016													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. Proyectos atrasados	75	54	55	68	59	54	47	62	113	82	122	93	884
Cant. Proyectos a tiempo	5	6	7	8	8	10	4	7	9	4	0	1	69
Sin datos de instalacion	34	36	32	33	41	33	25	37	40	38	55	38	442
Total	114	96	94	109	108	97	76	106	162	124	177	132	1395
Promedio días de atraso	60.15	25.22	24.73	36.85	41.00	29.35	21.28	19.65	24.59	31.87	48.43	46.94	34.17
Porcentaje de atrasos	65.79%	56.25%	58.51%	62.39%	54.63%	55.67%	61.84%	58.49%	69.75%	66.13%	68.93%	70.45%	63.37%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 7: Resumen de proyectos del año 2016, se observa que de los 1395 proyectos ingresados a la planta de producción, 884 no se entregaron en la fecha pactada por ventas, lo que representa el 63.37% del total. Por otro lado, 69 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 442 no tienen datos de instalación, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 50: Gráfico de resumen de proyectos del año 2016 se grafican los datos.

Figura No 50: Gráfico de resumen de proyectos del año 2016

Nota: Analista UIA

En la Figura No 50: Gráfico de resumen de proyectos del año 2016, se observan dos tipos de gráficos: a la derecha un gráfico de áreas, en el cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos atrasados el color rojo, el naranja los proyectos entregados a tiempo y el gris los que no tienen datos de instalación. En este gráfico se nota una tendencia constante de enero a julio, y a partir de este mes creciente hasta diciembre.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2016, donde los proyectos atrasados tienen el mayor porcentaje con un 63%, los proyectos entregados a tiempo un 5% y el resto el 32%.

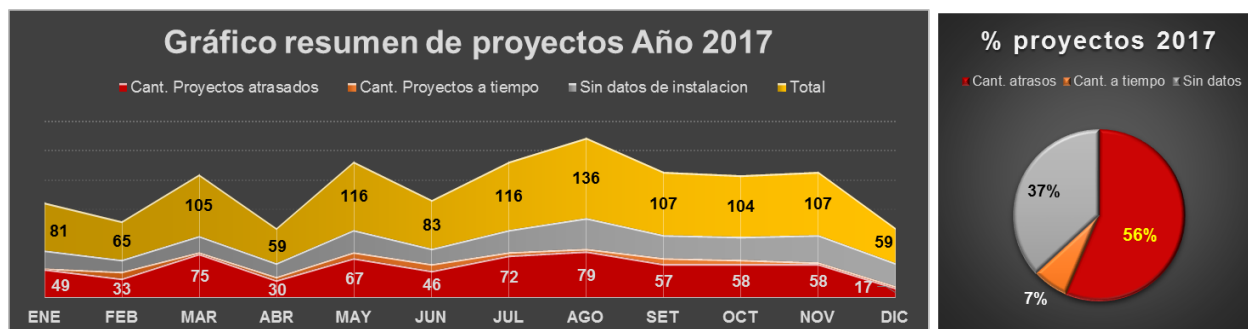
Tabla 8: Resumen de proyectos del año 2017

Resumen de proyectos Año 2017													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. Proyectos atrasados	49	33	75	30	67	46	72	79	57	58	58	17	641
Cant. Proyectos a tiempo	2	12	3	6	11	11	6	4	10	7	3	3	78
Sin datos de instalacion	30	20	27	23	38	26	38	53	40	39	46	39	419
Total	81	65	105	59	116	83	116	136	107	104	107	59	1138
Promedio días de atraso	28.57	33.30	30.48	31.27	36.31	27.02	28.50	39.09	20.26	23.67	16.47	8.41	26.95
Porcentaje de atrasos	60.49%	50.77%	71.43%	50.85%	57.76%	55.42%	62.07%	58.09%	53.27%	55.77%	54.21%	28.81%	56.33%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 8: Resumen de proyectos del año 2017, se observa que de los 1138 proyectos ingresados a la planta de producción, 641 no se entregaron en la fecha pactada por ventas, lo que representa el 56.33% del total. Por otro lado, 78 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 419 no tienen datos de instalación, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 51: Gráfico de resumen de proyectos del año 2017, se grafican los datos descritos.

Figura No 51: Gráfico de resumen de proyectos del año 2017



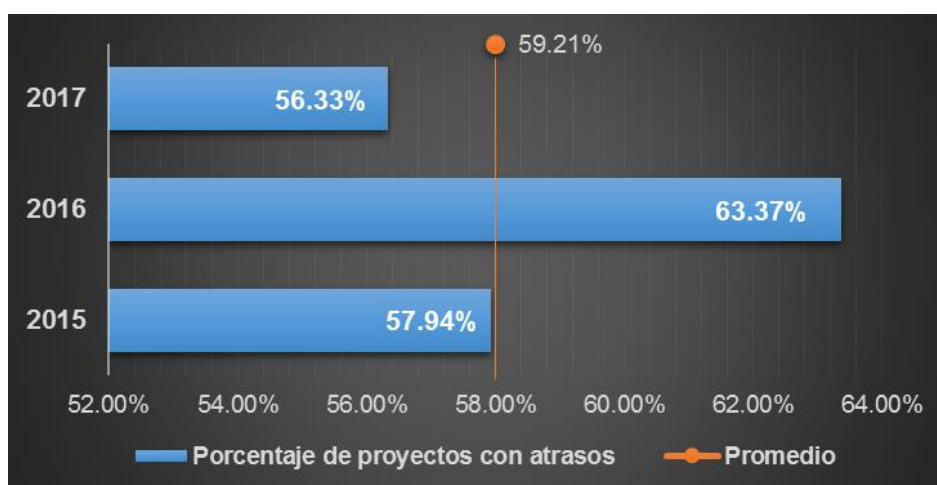
Nota: Analista UIA

En la Figura No 51: Gráfico de resumen de proyectos del año 2017, se observan dos tipos de gráficos, a la derecha un gráfico de áreas, en cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos atrasados el color rojo, el naranja los proyectos entregados a tiempo y el gris los que no tienen datos de instalación. En este gráfico se nota una tendencia levemente creciente de enero a agosto, con picos altos y bajos, luego tiende a bajar a partir de este mes.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2017, donde los proyectos atrasados tienen el mayor porcentaje, con un 56%, los proyectos entregados a tiempo un 7% y el resto el 37%.

Los porcentajes de proyectos atrasados se resumen en la Figura No 52: Gráfico porcentajes de proyectos atrasados (años 2015, 2016 y 2017).

Figura No 52: Gráfico porcentajes de proyectos atrasados (años 2015, 2016 y 2017)



Nota: Analista UIA

El porcentaje promedio de proyectos atrasados es de un 59.21%, que de acuerdo a la Figura No 52: Gráfico porcentajes de proyectos atrasados (años 2015, 2016 y 2017), el 2016 es el más alto (63.37%) y el 2017 el más bajo (56.33%); sin embargo, también la cantidad de proyectos que ingresan a la planta ha bajado, ya que, en el 2015 ingresaron 1493, en el 2016 entraron 1395 y en el 2017 baja a 1138 proyectos, como se indica en la Tabla 6: Resumen de proyectos del año 2015, Tabla 7: Resumen de proyectos del año 2016 y Tabla 8: Resumen de proyectos del año 2017.

Otro punto importante a mencionar, es que logística no está llevando un control rígido de las instalaciones, al no completar los datos en el sistema de información SICAPRO.

Con esta información se demuestra que la empresa tiene problemas con las entregas a los clientes, ya que no se cumplen las fechas acordadas, ni con la entrega de los productos completos. Por tal razón, la presente investigación se enfoca en analizar y encontrar la forma de cumplir con esas fechas de entrega de forma completa. Mediante la metodología DMAIC se inicia con los dos principales requisitos de calidad que impactan en el 79.64% y cuando estos estén resueltos, se prosigue con el restante 20.36%.

Consecuentemente, es necesario identificar las zonas que más impactan en los atrasos, o que inciden significativamente en el no cumplimiento de los principales requerimientos de los clientes, por esto en el siguiente punto se analizan las áreas de mayor impacto en los atrasos.

Áreas de mayor impacto en los atrasos

El diagrama de flujo de la Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción, se divide en tres áreas: ventas, producción y logística. Estas inciden directamente en las fechas de entrega a los clientes, de la siguiente forma:

- Las salas de ventas son el proveedor directo de la planta de producción. Estas se comprometen con fechas de entrega muy cortas en aproximadamente un 37.38% de los proyectos, como se muestra en la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, sin comprobar si es posible o no salir en la fecha pactada.

- La planta de producción, incluyendo los procesos operativos clave y los procesos de apoyo, según la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción, recibe proyectos de ventas o de logística. El compromiso de los gerentes de producción ha sido que pueden entregar los proyectos en aproximadamente 31 días, sin embargo esto no se está cumpliendo, ya que el 87.93% de los proyectos tardan más.
- El área de logística es el último paso del diagrama de flujo, y la mayoría de los problemas que se dan en esta parte son consecuencia de las urgencias diarias por tratar de terminar los despachos y las instalaciones pactadas, por lo que muchas veces se dañan productos y se dan excesos de viajes para entregar material, entre otros factores, debido a que no se entregan a tiempo los proyectos, De acuerdo con los expertos de la empresa, esta podría incidir en un 10% sobre las fechas de entrega.

Para respaldar esta información se tabularon todos los registros de la base de datos del sistema actual de producción y logística de los años 2016 y 2017, con la finalidad de extraer estadísticas que den un panorama más amplio de los atrasos que se dan en producción. Los resultados se resumen en la Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016 y la Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016.

En estas tablas se detallan tres puntos principales: los proyectos que duraron más de 31 días en producción, la cantidad de proyectos entregados en menos de 31 días y proyectos que no tienen datos de final de producción. Cada uno de estos detalles se mide mensualmente y se suman para determinar la cantidad de proyectos generados por mes. Asimismo, por cada mes se observa el promedio de días que pasaron después de los 31 días teóricos de final de producción, con su respectivo porcentaje. A continuación se resumen los proyectos ingresados en los últimos dos años.

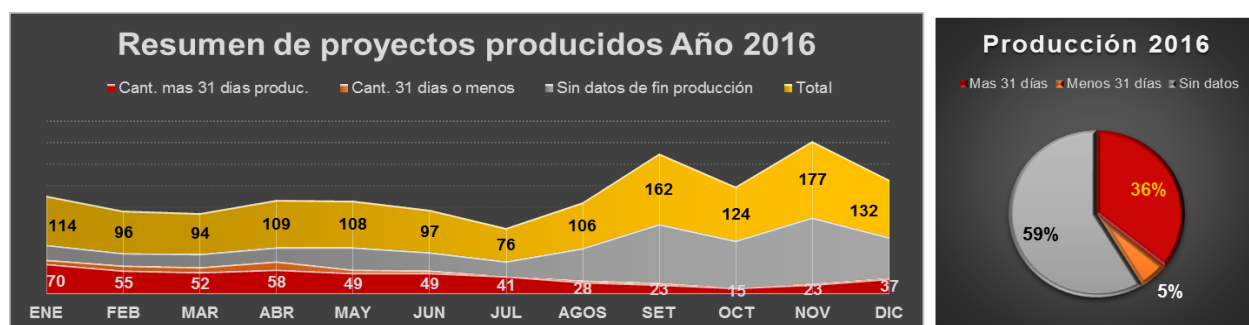
Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016

Resumen de proyectos producidos en el año 2016													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. mas 31 dias produc.	70	55	52	58	49	49	41	28	23	15	23	37	500
Cant. 31 dias o menos	10	12	10	19	8	6	1	5	3	0	1	1	76
Sin datos de fin producción	34	29	32	32	51	42	34	73	136	109	153	94	819
Total	114	96	94	109	108	97	76	106	162	124	177	132	1395
Promedio mas 31 días	33.46	26.96	21.56	28.41	31.53	27.31	23.32	26.82	36.26	43.60	54.61	61.11	34.58
Porcentaje mas 31 días	61.40%	57.29%	55.32%	53.21%	45.37%	50.52%	53.95%	26.42%	14.20%	12.10%	12.99%	28.03%	35.84%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016, se observa que de los 1395 proyectos ingresados a la planta de producción, 500 tardaron más de 31 días en fabricarse, lo que representa el 35.84% del total. Por otro lado, 76 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega y 819 no tienen datos de fin de producción, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 53: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2016 se grafican los datos.

Figura No 53: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2016



Nota: Analista UIA

En la Figura No 53: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2016, se observan dos tipos de gráficos. A la derecha un gráfico de áreas, en el cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos con más de 31 días de fabricación el color rojo, el naranja los proyectos que cumplen con los días teóricos de fabricación y el gris los que no tienen datos de fin de producción.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2016, donde los proyectos con más de 31 días de fabricación poseen un porcentaje del 36%, los proyectos entregados en menos de 31 días un 5% y el resto el 59%.

Tabla 10: Resumen de proyectos producidos en el año 2017

Resumen de proyectos Año 2017													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. mas 31 dias produc.	32	30	63	38	65	46	56	75	58	50	67	22	602
Cant. 31 dias o menos	3	1	7	4	4	7	9	3	13	12	8	3	74
Sin datos de fin producción	46	34	35	17	47	30	51	58	36	42	32	34	462
Total	81	65	105	59	116	83	116	136	107	104	107	59	1138
Promedio mas 31 días	39.19	39.43	41.40	24.87	38.26	19.59	19.39	35.93	26.36	28.84	21.25	17.59	29.34
Porcentaje mas 31 días	39.51%	46.15%	60.00%	64.41%	56.03%	55.42%	48.28%	55.15%	54.21%	48.08%	62.62%	37.29%	52.90%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 10: Resumen de proyectos producidos en el año 2017, se observa que de los 1138 proyectos ingresados a la planta de producción, 602 tardaron más de 31 días en fabricarse, lo que representa el 52.9% del total. Por otro lado, 74 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 462 no tienen datos de fin de producción, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 54: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2017 se grafican los datos.

Figura No 54: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2017



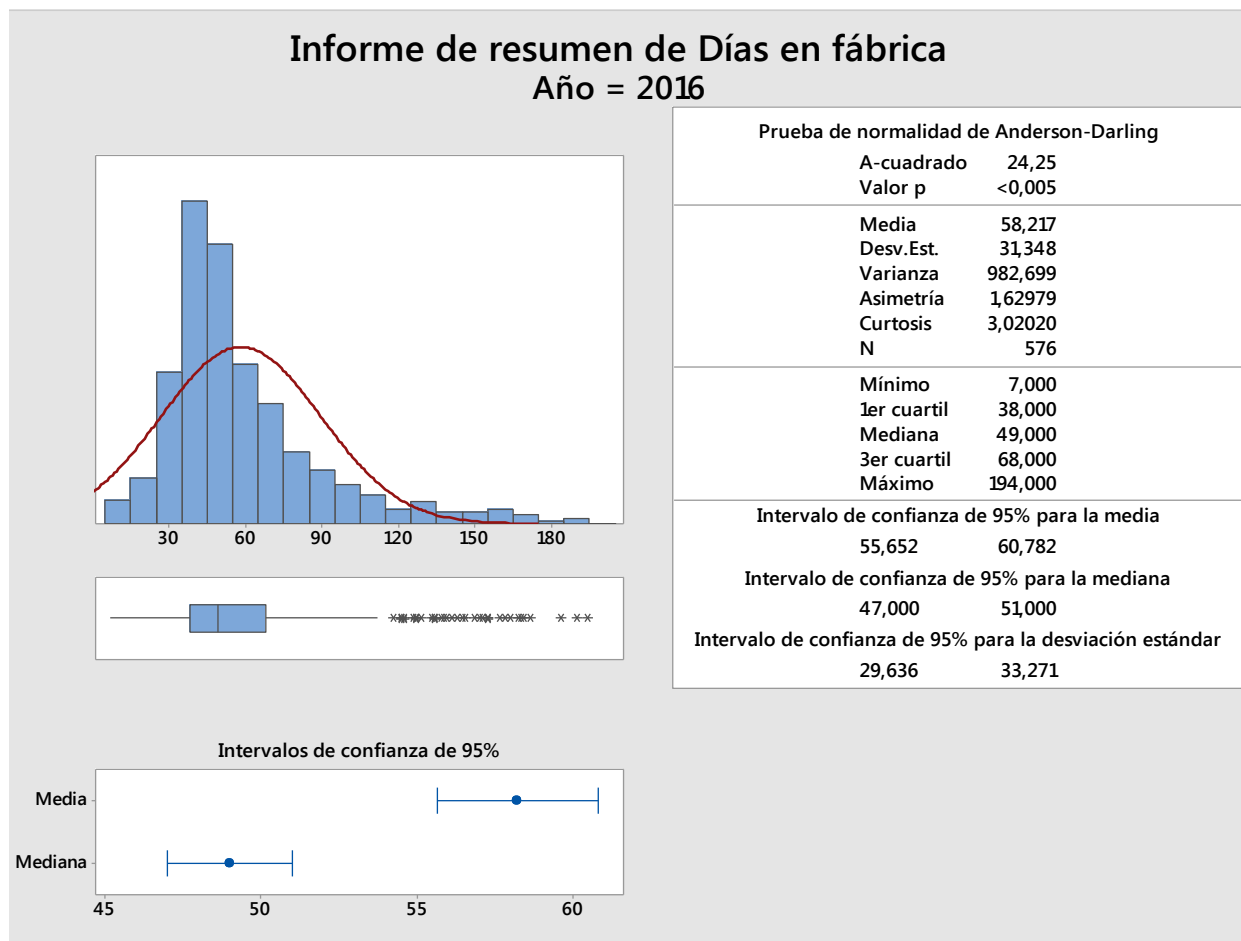
Nota: Analista UIA

En la Figura No 54: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2017, se observan dos tipos de gráficos: a la derecha un gráfico de áreas en el cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos con más de 31 días de fabricación el color rojo, el naranja los proyectos que cumplen con los días teóricos de fabricación, y el gris los que no tienen datos de fin de producción.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2017, donde los proyectos con más de 31 días de fabricación poseen un porcentaje del 53%, los proyectos entregados en menos de 31 días un 6% y el resto el 41%.

Como se observa en la Figura No 53: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2016 y en la Figura No 54: Gráfico de resumen de proyectos producidos en el año 2017, hay un porcentaje de proyectos que no tienen información de terminación en fábrica, por lo que se procede a eliminar estos datos para medirlos con herramientas estadísticas. En la Figura No 55: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2016 se detallan los resultados obtenidos.

Figura No 55: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2016



Nota: Analista UIA

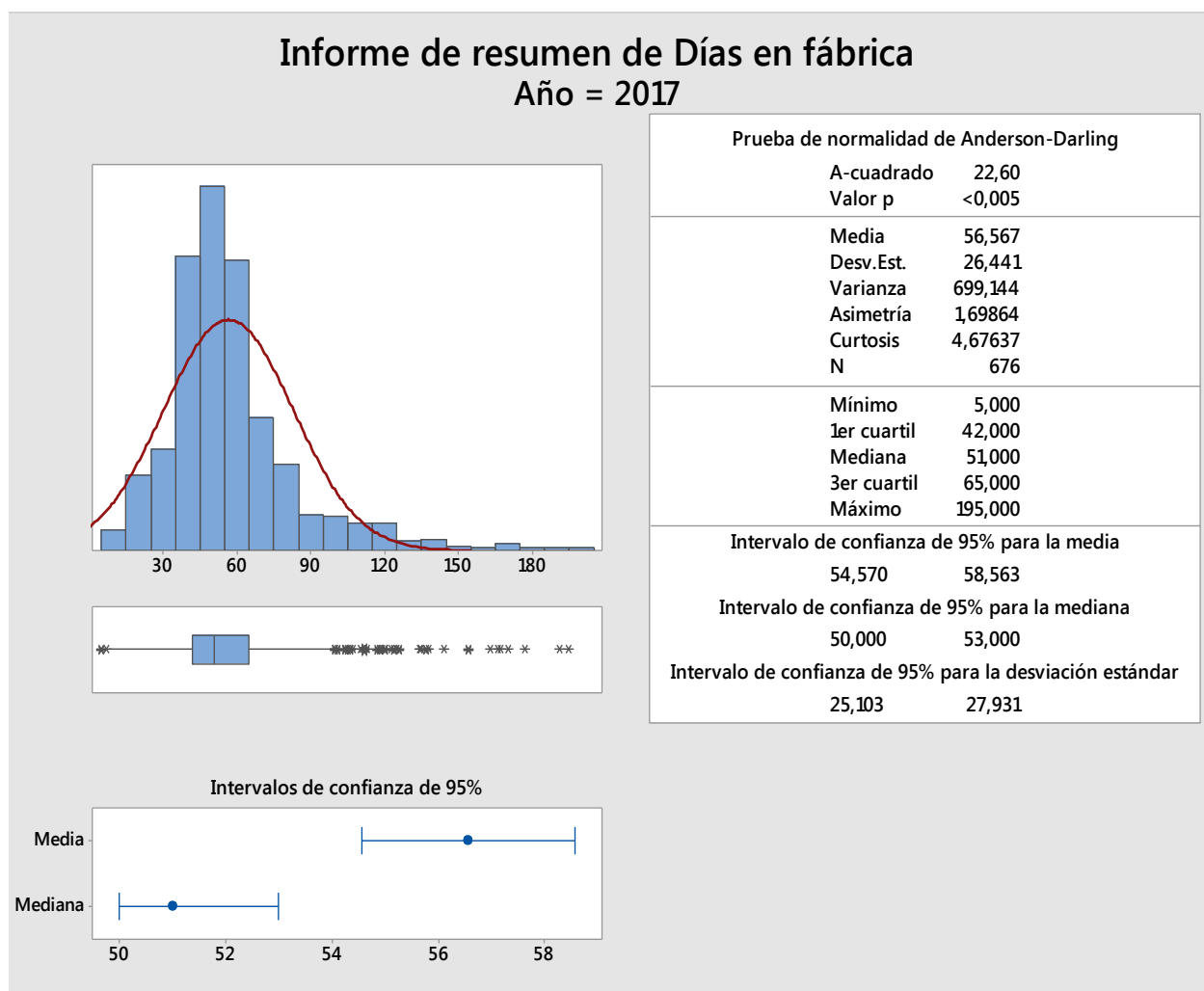
De acuerdo con la Figura No 55: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2016, la media de los días en fábrica para los 576 proyectos contados es 58.21 (95% intervalos de confianza de 55.65 y 60.78). La desviación estándar es 31.348 días (intervalos de confianza de 95% de 29.636 y 33.271), lo cual indica que en los registros del año 2016 existe un alto índice de variabilidad en los días de entrega.

La distribución observada en el gráfico “Campana de Gauss” es asimétrica, lo cual se puede comprobar con un valor de asimetría de 1.63, ya que a medida que los datos son más simétricos, el valor de su asimetría se acerca a cero, lo cual no es el caso. Asimismo, con un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A-cuadrado = 24.25, valor $p < 0.005$) indica que los datos no siguen una distribución normal.

Por último, de acuerdo con en este análisis, el menor día de fabricación es de 7 días y el mayor de 194 días. Adicionalmente, de acuerdo con lo que indica el primer cuartil, solamente el 25% de los proyectos tienen 38 días o menos, la mediana es de 49 días y se encuentra entre el primer y tercer cuartil de 68 días de fabricación; en otras palabras, el 50% de los proyectos están entre 38 y 68 días de fabricación.

El mismo estudio estadístico se realiza para el año 2017, el cual se muestra en la Figura No 56: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2017, donde se eliminan los datos que no tienen fecha de finalización de producción.

Figura No 56: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2017



Nota: Analista UIA

De acuerdo con la Figura No 56: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2017, la media de los días en fábrica para los 676 proyectos contados es 56.567 (95% intervalos de confianza de 54.57 y 58.563). La desviación estándar es 26.441 días (intervalos de confianza de 95% de 25.103 y 27.931), lo cual indica que en los registros del año 2017 existe un alto índice de variabilidad en los días de entrega, al igual que en el 2016.

La distribución observada en el gráfico “Campana de Gauss” es asimétrica, lo cual se puede comprobar, con un valor de asimetría de 1.69, ya que, a medida que los datos son más simétricos, el valor de su asimetría se acerca a cero, lo cual no es el caso. Asimismo, cuando con un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 22.60, valor $p < 0.005$) indica que los datos no siguen una distribución normal.

Por último, en este análisis, el menor día de fabricación es de cinco días y el mayor de 195 días. Adicionalmente, de acuerdo con lo que indica el primer cuartil, solamente el 25% de los proyectos tienen 42 días o menos, la mediana es de 51 días y se encuentra entre el primer y tercer cuartil de 65 días de fabricación. En otras palabras, el 50% de los proyectos están entre 42 y 65 días de fabricación.

Otro de los puntos que se mencionan en este análisis de resultados son las cortas fechas de entrega que ofrece ventas en sus proyectos. Por tal razón, al igual que se hace con el estudio de los proyectos atrasados y los días en fábrica, se procede a realizar un análisis de los proyectos por fechas de entrega para los años 2016 y 2017.

En la Tabla 11: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016), se detallan los proyectos del año 2016.

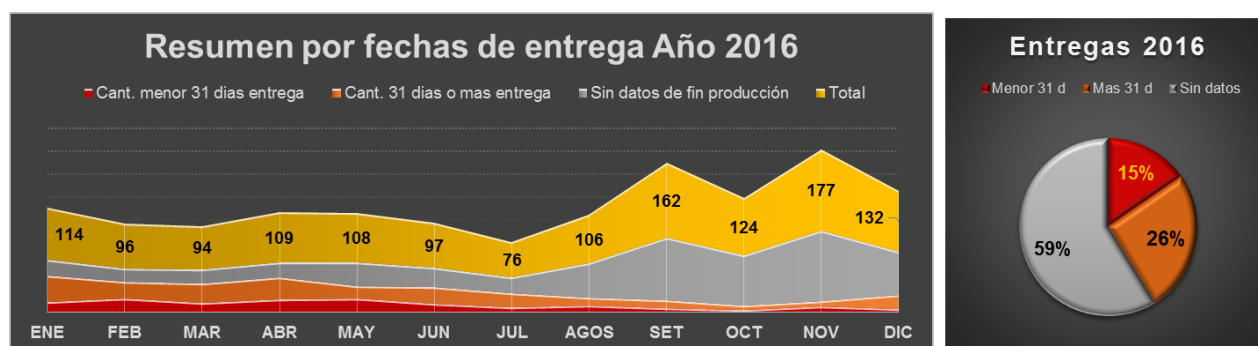
Tabla 11: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016)

Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016)													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. menor 31 dias entrega	23	30	20	29	31	19	11	16	9	6	13	8	215
Cant. 31 dias o mas entrega	57	37	42	48	26	36	31	17	17	9	11	30	361
Sin datos de fin producción	34	29	32	32	51	42	34	73	136	109	153	94	819
Total	114	96	94	109	108	97	76	106	162	124	177	132	1395
Promedio menor 31 días	8.43	7.10	10.90	8.10	10.58	7.11	6.73	10.75	8.89	10.50	9.62	6.25	8.75
Porcentaje menor 31 días	20.18%	38.54%	44.68%	44.04%	24.07%	37.11%	40.79%	16.04%	10.49%	7.26%	6.21%	22.73%	15.41%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 11: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016), se observa que de los 1395 proyectos ingresados a la planta de producción, 215 se ofrecieron con 31 días de entrega o menos, lo que representa el 15.41% del total. Por otro lado, 361 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 819 no tienen datos de fin de producción, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 57: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016) se grafican los datos.

Figura No 57: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016)



Nota: Analista UIA

En la Figura No 57: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016), se observan dos tipos de gráficos: a la derecha un gráfico de áreas en el cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos con menos de 31 días de entrega el color rojo, el naranja los proyectos que tienen más de 31 días de entrega y el gris los que no tienen datos de fin de producción.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2016, donde los proyectos con menos de 31 días de entrega poseen un porcentaje del 15%, los proyectos ofrecidos a más de 31 días un 26% y el resto el 59%.

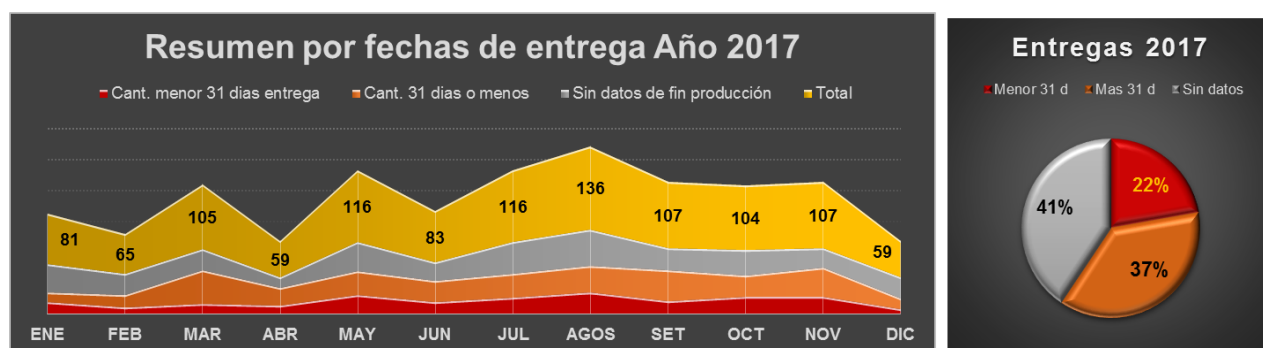
Tabla 12: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017)

Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017)													
Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Cant. menor 31 dias entrega	19	11	16	13	31	19	26	35	21	27	28	7	253
Cant. 31 dias o menos	16	20	54	29	38	34	39	43	50	35	47	18	423
Sin datos de fin producción	46	34	35	17	47	30	51	58	36	42	32	34	462
Total	81	65	105	59	116	83	116	136	107	104	107	59	1138
Promedio menor 31 días	6.05	13.18	9.31	6.85	9.06	10.11	12.19	8.29	10.24	6.85	8.61	8.57	9.11
Porcentaje menor 31 días	23.46%	16.92%	15.24%	22.03%	26.72%	22.89%	22.41%	25.74%	19.63%	25.96%	26.17%	11.86%	22.23%

Nota: Analista UIA

En la Tabla 12: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017), se observa que de los 1138 proyectos ingresados a la planta de producción, 253 se ofrecieron con 31 días de entrega o menos, lo que representa el 22.23% del total. Por otro lado, 423 proyectos sí cumplen con la especificación de entrega, y 462 no tienen datos de fin de producción, por lo que no es posible contar con estos proyectos. En la Figura No 58: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017), se grafican los datos.

Figura No 58: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017)



Nota: Analista UIA

En la Figura No 58: Gráfico de resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017), se observan dos tipos de gráficos, a la derecha un gráfico de áreas en cual el total de proyectos es el color amarillo, los proyectos con menos de 31 días de entrega el color rojo, el naranja los proyectos que tienen más de 31 días de entrega y el gris los que no tienen datos de fin de producción.

En el gráfico de la derecha se muestra otro tipo pastel, en el cual se describe porcentualmente lo ocurrido en el año 2017, donde los proyectos con menos de 31 días de entrega poseen un porcentaje del 22%, los proyectos ofrecidos a más de 31 días un 37% y el resto el 41%.

Para concluir con el análisis de las fechas de entrega, cabe mencionar que, en el departamento de diseño los proyectos se dividen por tamaño (pequeños, medianos, grandes y especiales), como se muestra en el Apéndice F: Estadísticas del departamento de diseño de producción; cada uno de estos se separan por fechas de entrega. En resumen se puede detallar lo siguiente:

- Para el año 2016, del 100% de las órdenes de producción ingresadas a fábrica:
 - El 23.3% de los proyectos son pequeños y con menos de 30 días de entrega.
 - El 7.4% de los proyectos son medianos y con menos de 30 días de entrega.

- El 0.9% de los proyectos son grandes y con menos de 30 días de entrega.
- El 6.0% de los proyectos son especiales y con menos de 30 días de entrega.
- Para el año 2017, del 100% de las órdenes de producción ingresadas a fábrica:
 - El 22.8% de los proyectos son pequeños y con menos de 30 días de entrega.
 - El 8.6% de los proyectos son medianos y con menos de 30 días de entrega.
 - El 0.4% de los proyectos son grandes y con menos de 30 días de entrega.
 - El 6.4% de los proyectos son especiales y con menos de 30 días de entrega.

Con esta información se logra ver que no todos los proyectos son iguales, sino que se diferencian por su tamaño y grado de complejidad, por lo que no todos pueden tener el mismo tiempo de producción, lo cual es un factor muy importante en la toma de decisiones y atrasos en las entregas, ya que todos los productos se manufacturan en la misma fábrica y en los mismos procesos productivos.

Con la información obtenida y medida estadísticamente, se elabora un cuadro resumen de las áreas que más impactan en los atrasos, lo cual se observa en Tabla 13: Porcentaje de áreas que más impactan en los principales requerimientos.

Tabla 13: Porcentaje de áreas que más impactan en los principales requerimientos

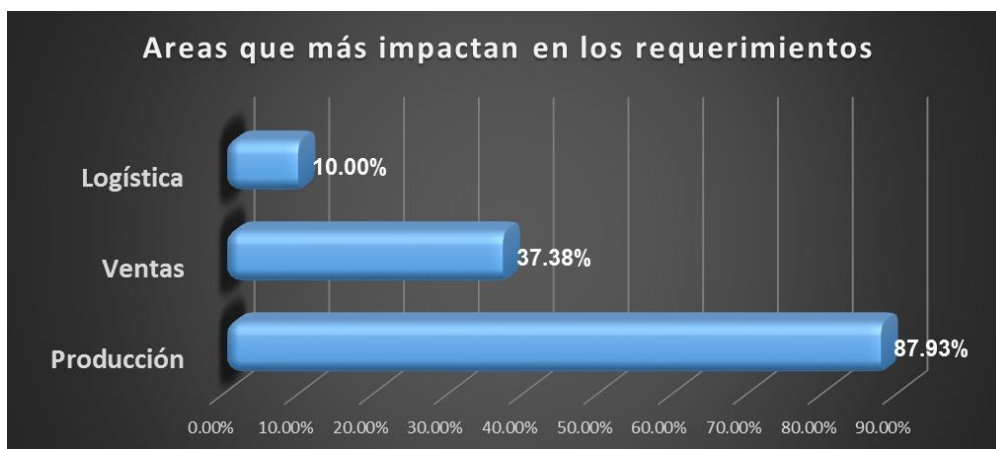
Áreas que más impactan en los principales requerimientos			
Detalle	Impacto 2016	Impacto 2017	Promedio general
Producción	86.81%	89.05%	87.93%
Ventas	37.33%	37.43%	37.38%
Logística	10.00%	10.00%	10.00%
Datos 2016	576		
Datos 2017	676		
Total de datos	1252		

Nota: Analista UIA 2018

La información obtenida en la Tabla 13: Porcentaje de áreas que más impactan en los principales requerimientos, es un extracto de la Tabla 9: Resumen de proyectos producidos en el año 2016, de la Tabla 10: Resumen de proyectos producidos en el año 2017, de la Tabla 11: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2016) y de la Tabla 12: Resumen de proyectos por fechas de entrega (año 2017). A estas tablas se les eliminó los proyectos que no tienen datos, y se dejaron solamente 1252 que sí se pueden medirse.

En promedio, el mayor porcentaje lo tiene el área de producción, con un 87.93%, seguido el de ventas, con un 37.38% y por último logística, con un 10%. En la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, se grafican los porcentajes promedios.

Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, se observa gráficamente la diferencia porcentual que existe entre las distintas áreas; además, se demuestra estadísticamente que es importante mejorar el área de producción para cumplir con las entregas y fechas acordadas. Por otro lado, se evidencia que es necesario mejorar la comunicación entre ventas y producción, para no comprometer proyectos que no se van a poder cumplir con la fecha de entrega y de esta manera cumplir con los requisitos de los clientes.

En este punto es sabido que existen problemas en las entregas de productos y fechas de entrega acordadas con los clientes, los cuales impactan económicamente las finanzas y la imagen de la empresa. Estos problemas deben resolverse, por lo que primeramente es necesario conocer cómo cumplir a cabalidad con estos dos requisitos. Para esto, en el siguiente punto se miden los requerimientos del cliente en función a los requerimientos funcionales.

Medición de los principales requerimientos del cliente

Para solucionar los problemas en las entregas y atrasos de los proyectos, primeramente es necesario conocer cómo se puede cumplir con estos requisitos. Por tal motivo, se elabora una casa de Calidad (QFD), para integrar las necesidades del cliente en el proceso productivo. Esta se describe en el siguiente punto.

QFD 1 (Casa calidad 1 para principales requerimientos de los clientes)

La Casa calidad 1 se usa primeramente para identificar cómo cumplir con los requerimientos de los clientes. Primeramente se acomodan los dos principales requerimientos identificados en el presente análisis, los cuales son: fecha de entrega acordada y productos completos. Para cada uno de estos, se analizan los requerimientos funcionales; estos son:

- Estandarización de procesos
- Medios de información confiables
- Buena programación de las órdenes de producción
- Previsión de recursos materiales y máquinas
- Previsión de recursos humanos

Posteriormente, se relacionan los requerimientos funcionales con los de los clientes, para determinar la fortaleza existente entre ellos, como se muestra en Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente).

Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente)

Simbología

- Relación negativa
- + Relación positiva
- 1 Relación Débil
- 3 Relación Media
- 9 Relación Fuerte

		Requerimientos funcionales (como's)					Total	Porcentaje	Competencia	
		Importancia según la empresa	Estandarización de procesos	Medios de información confiables	Buena programación de ODP's	Previsión de recursos materiales y maquinas				Previsión de recursos humanos
Requerimientos del cliente (Que) "s"	Fecha de entrega acordada	5	9	9	9	3	3	33	42,3%	5
	Productos completos	5	9	9	9	9	9	45	57,7%	5
Import.	Total	78	18	18	18	12	12	78	100%	
	Prioridad %	100%	23,1%	23,1%	23,1%	15,4%	15,4%			
Objetivos			Fluidez en operaciones	Información oportuna, confiable y de fácil acceso	Cumplir con fechas de entrega	No atrasar procesos	No atrasar procesos			
Dificultad para alcanzar objetivos (0=Facil / 10=Muy difícil)			7	5	8	7	4			

Nota: Analista UIA 2018

Los principales requerimientos funcionales de la Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente) y según la relación que poseen con los requerimientos de los clientes, con un 23.1% son:

- Estandarización de procesos para mejorar la fluidez en las operaciones y entrega de productos.
- Sistemas informáticos con la información oportuna, confiable y de fácil acceso.
- Buena programación de las ODP para cumplir con las fechas y entrega de productos.

No menos importantes con un 15.4% están:

- Previsión de recursos materiales y máquinas para no atrasar procesos.
- Previsión de recursos humanos para no atrasar procesos.

Con el fin de complementar los resultados obtenidos en la casa de calidad (QFD1), se realiza un análisis de las causas de los fallos en la etapa de análisis.

Etapa de Analizar (Analyze)

Esta es la tercera etapa de la metodología DMAIC, cuya meta es identificar la(s) causa(s) raíz del problema, o sea, entender cómo es que éstas generan el problema, y confirmar las causas con datos. En otras palabras, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 406). Este análisis se inicia con la técnica de los 5 porqués.

Técnica de los 5 por qué

Esta es una técnica que a primera vista parece básica y hasta trivial, pero que tiene un gran desempeño en el análisis y resolución de problemas. Consiste en realizar 5 preguntas de manera consecutiva, comenzando por los atrasos en los proyectos y planteando las preguntas en forma concatenada, hasta llegar a una quinta pregunta. Estas se realizan de la siguiente forma:

1. ¿Por qué no se cumple con la fecha de entrega en los proyectos?: Porque instalación llega después de la fecha pactada.
2. ¿Por qué Instalación llega después de la fecha pactada?: Porque despacho se atrasó buscando, limpiando y empacando los productos.
3. ¿Por qué despacho se atrasó?: Porque producción no entrega tiempo.

4. ¿Por qué producción no entrega tiempo?: Porque están atrasados en la producción.
5. ¿Porque están atrasados en la producción?: Porque no se programaron con tiempo, ni se previeron los recursos necesarios con antelación.

La quinta respuesta respalda los problemas que existen en la programación y control de la producción, debido a que se realiza manualmente. Esta técnica se usa también para el segundo requerimiento, el cual es la entrega de productos completos de la siguiente forma:

1. ¿Por qué no se entregan los productos completos?: Porque despacho tiene pendientes por entregar.
2. ¿Por qué despacho tiene pendientes por entregar?: Porque producción aún no le ha entregado todos los productos.
3. ¿Por qué producción aún no le ha entregado todos los productos?: Porque hay operaciones que no han terminado o no pasan el material a despacho.
4. ¿Por qué hay operaciones que no han terminado o no pasan el material a despacho?: Porque no hay comunicación entre las distintas áreas.
5. ¿Por qué no hay comunicación entre las distintas áreas? Porque los flujos de trabajo y medios de información no son los adecuados o no están claros.

La quinta respuesta respalda los problemas que existen en los flujos de trabajo y la comunicación entre las distintas áreas de la empresa, por lo que se deben tomar acciones al respecto. En la imagen Figura No 73: Matriz AMEF para el proceso de producción, se hace un estudio de causalidad para los atrasos y los faltantes en los proyectos.

Con el fin de cumplir con los requisitos de los clientes, estos se analizan en una nueva casa de calidad 2, para determinar los requerimientos del sistema de producción y de esta manera cumplir con los principales requisitos de los clientes.

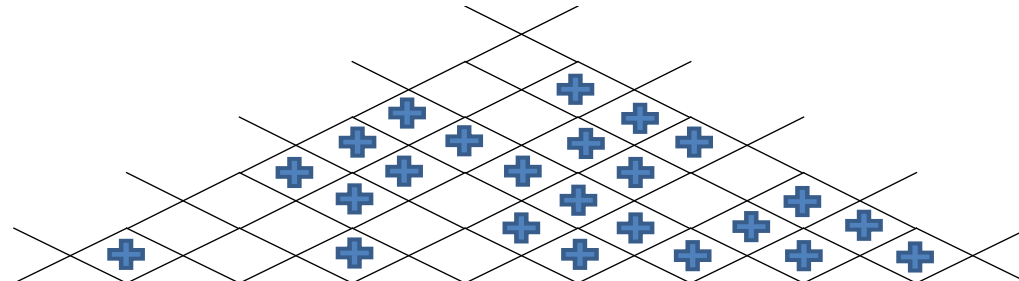
QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales)

En la Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente), se comparan los requerimientos de los clientes con los requerimientos funcionales, para cumplir con los principales requisitos de los clientes, los cuales, pasan a ser requerimientos principales, con el fin de analizar cómo cumplirlos. Esto se muestra en la Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales).

Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales)

Simbología

-  Relación negativa
-  Relación positiva
-  Relación Débil
-  Relación Media
-  Relación Fuerte

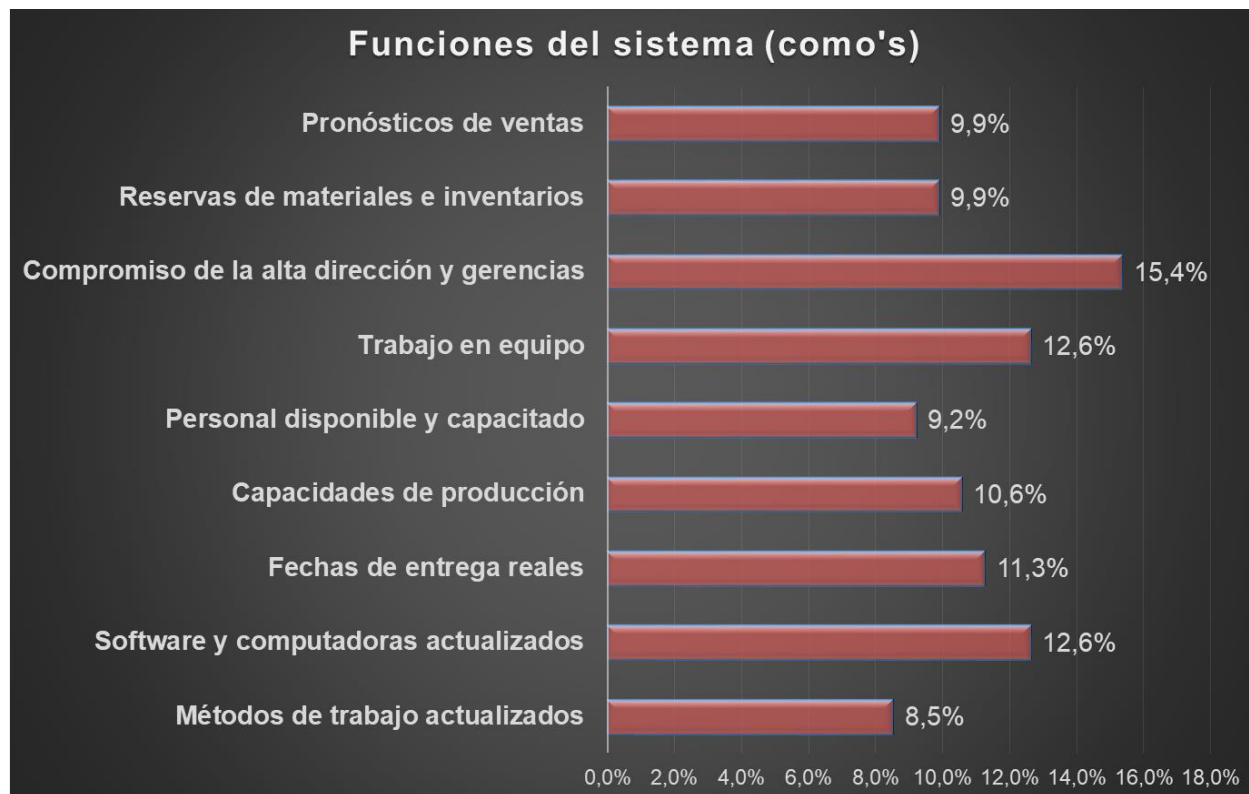


		Funciones del sistema (como's)											
		Importancia según la empresa	Métodos de trabajo actualizados	Software y computadoras actualizados	Fechas de entrega reales	Capacidades de producción	Personal disponible y capacitado	Trabajo en equipo	Compromiso de la alta dirección y gerencias	Reservas de materiales e inventarios	Pronósticos de ventas	Total	Porcentaje
Requerimientos funcionales (Que) "s"	Estandarización de procesos	5	9	9	3	3	3	9	9	1	1	47	16,0%
	Medios de información confiables	5	1	9	3	9	3	9	9	9	9	61	20,8%
	Buena programación de ODP's	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81	27,6%
	Previsión de recursos materiales y maquinaria	4	3	9	9	1	3	1	9	9	9	53	18,1%
	Previsión de recursos humanos	3	3	1	9	9	9	9	9	1	1	51	17,4%
Import.	Total	293	25	37	33	31	27	37	45	29	29	293	100%
	Prioridad %	100%	8,5%	12,6%	11,3%	10,6%	9,2%	12,6%	15,4%	9,9%	9,9%		
Dificultad para alcanzar objetivos (0=Facil / 10=Muy difícil)			8	5	1	7	4	8	0	10	7		

Nota> Analista UIA 2018

En la Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales) se toman los requerimientos funcionales de la Figura No 60: QFD 1 (Casa calidad 1 para requerimientos del cliente), los cuales se convierten en requerimientos principales, para así poder determinar cuáles son las funciones principales del sistema para que estas se lleven a cabo. Las funciones del sistema se detallan en la Figura No 62: Gráfico de principales funciones del sistema

Figura No 62: Gráfico de principales funciones del sistema



Nota: Analista UIA 2018

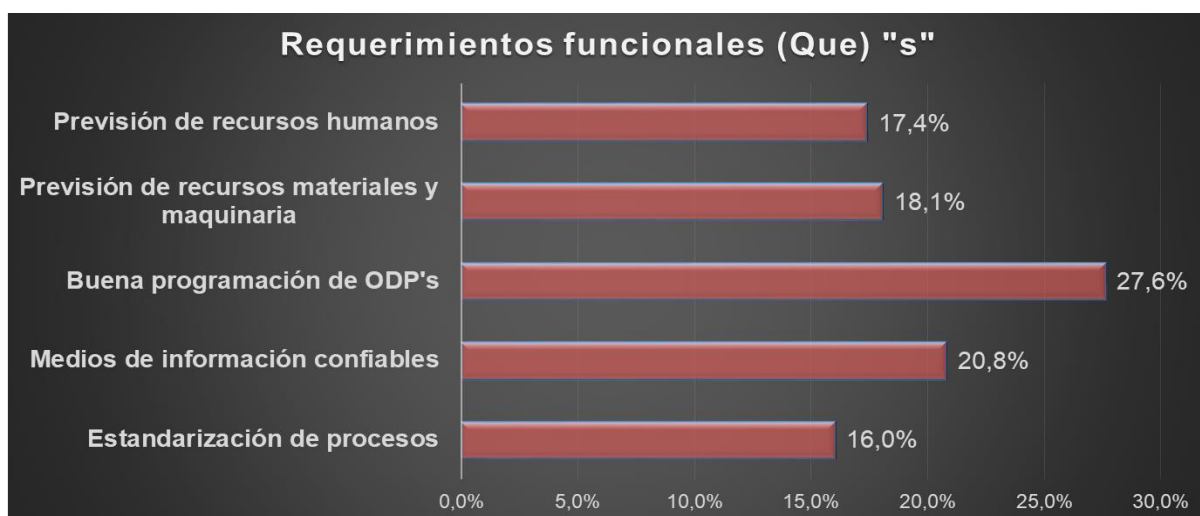
Las principales funciones del sistema, en función de la relación que poseen con los requerimientos funcionales se detallan porcentualmente en la Figura No 62: Gráfico de principales funciones del sistema. Estos porcentajes dan a entender lo siguiente:

1. Debe de existir un compromiso real de la alta dirección y las gerencias a cargo de los procesos, para corregir el sistema de producción y poder cumplir con los requisitos de los clientes.
2. Es necesario actualizar el software utilizado en la empresa, con el fin de programar y controlar mejor la producción.

3. El recurso humano es un factor importante en el sistema, el cual tiene que estar motivado y capacitado para poder trabajar en equipo y cumplir con los objetivos del sistema.
4. Ventas debe dar fechas de entrega reales de los proyectos, y acordes a las capacidades de la fábrica.
5. El manejo de las capacidades de producción debe de estar entendido por todas las partes de la empresa, tanto para salas de ventas, como para producción y logística, con el fin de no comprometerse en fechas que no se van a cumplir,
6. Como punto importante y necesario en este proyecto son los pronósticos en los que debe de trabajar ventas, de los productos que estima vender para que producción tenga los recursos materiales necesarios.
7. No menos importante es la actualización y formalización de los métodos de trabajo que se utilizan en la planta de producción, para que el personal realice las actividades de manera idéntica todas las veces que se requiera.

Estos son puntos necesarios para que la planta de producción resuelva el 87.93% de sus problemas que enfrenta con los requerimientos de los clientes, como se aprecia en la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos. En la Figura No 63: Gráfico de principales requerimientos funcionales del proceso, se describe porcentualmente, los requerimientos funcionales en función de la relación que tienen con el funcionamiento del sistema.

Figura No 63: Gráfico de principales requerimientos funcionales del proceso



Nota: Analista UIA 2018

Las funciones del sistema que se detallan en la Figura No 62: Gráfico de principales funciones del sistema, muestran el porcentaje de relación que existe con las funciones del sistema, en el cual se ve que la programación de las órdenes de producción es el que más se relaciona con los distintos puntos de dicho sistema.

Ahora bien, estos requerimientos y funciones no pueden mejorarse sin una buena comunicación, donde todas las partes involucradas estén enteradas de sus funciones en el momento indicado. Para esto, se realiza un análisis de los flujos de información, el cual se describe en el siguiente punto.

Análisis de los flujos de información

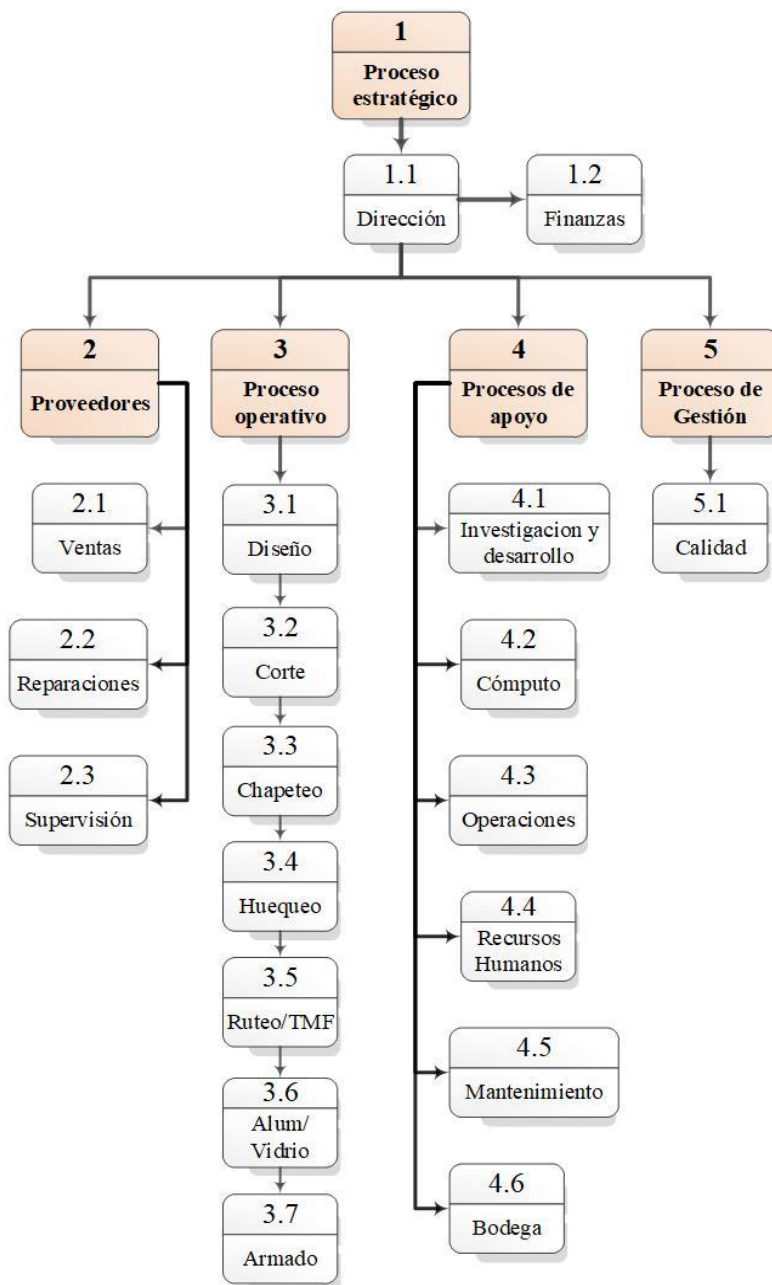
Según el presente análisis se logra observar que los flujos de información actuales no son los adecuados, ya que se están dando atrasos y falta de material en los proyectos que se instalan, como se ve en la Figura No 51: Gráfico de resumen de proyectos del año 2017, donde los proyectos atrasados tienen el mayor porcentaje, con un 56%. Debido a esto, se realiza un análisis de los flujos de información actuales.

Como se muestra en la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción, existen varios procesos que interactúan entre ellos, los cuales son:

1. Procesos Estratégicos
2. Proveedores
3. Procesos operativos
4. Procesos de apoyo
5. Proceso de gestión (evaluación y control)

Estos procesos se acomodan en un diagrama de jerarquía u orden organizacional, que ayuda a entender las relaciones que existen entre los diferentes procesos del mapa de procesos. Este diagrama se muestra en Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto.

Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto









Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto, se observa a la Junta Directiva como cabeza estratégica de la empresa Euormobilia, junto con el área de finanzas, lo cual es sumamente importante, ya que son los que fijan los objetivos y piden los resultados. Después de esta se encuentran los procesos de apoyo, operativos, de gestión y proveedores.

Con respecto a este último, es importante destacar que en algunos casos las áreas de instalación y despacho (clientes internos), cumplen la función de proveedores, ya que en ocasiones se solicitan materiales que deben fabricarse como parte adicional. Por ejemplo, en piezas dañadas en despacho o instalación que deben repetirse.

En adición a lo anterior, con base en la Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto, se realiza un análisis estructurado del proceso, el cual es un método que se utiliza ampliamente para definir las entradas, procesos y salidas, así como para dividir los sistemas en subsistemas (Laudon & Laudon, 2012, p. 503). Con este análisis estructurado se comprende mejor la relación que existe entre los diferentes procesos, y además el flujo de la información actual. En la Figura No 65: Simbología utilizada para el análisis estructurado se muestra primeramente la simbología a usar.

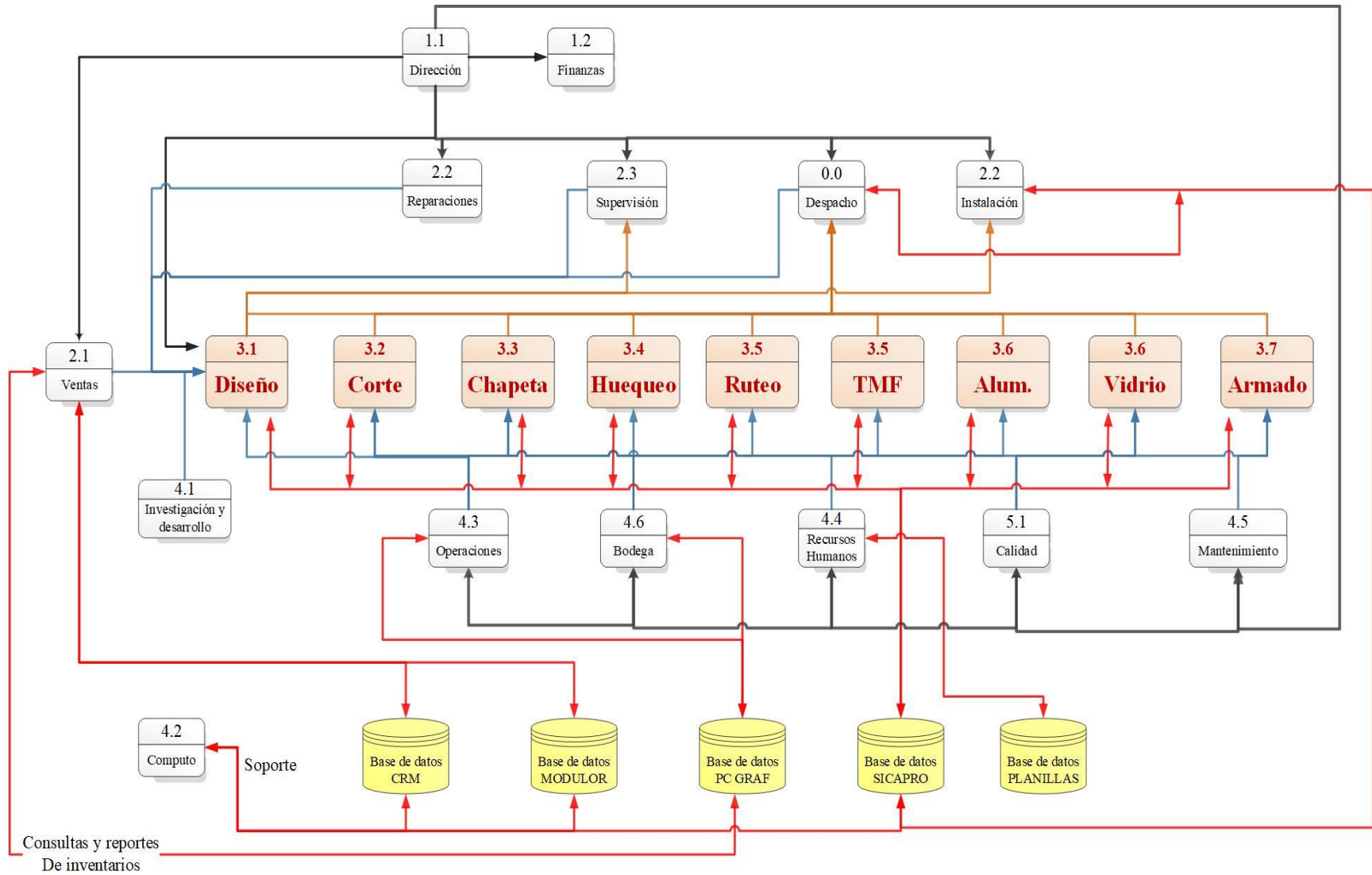
Figura No 65: Simbología utilizada para el análisis estructurado

Simbología utilizada para el analisis estructurado del proyecto	
Simbología	Descripción
 Base de datos	Se utiliza para representar las distintas base de datos
	Flujo bidireccional de la informacion de las bases de datos
	Flujo unidireccional que indica las salidas de los procesos operativos
	Flujo unidireccional que indica las entradas a los procesos operativos
	Flujo unidireccional que indica las directrices de la direccion.
	Símbolo para indicar el proceso y el nivel específico, para el presente proyecto el nivel es cero.

Nota: Analista UIA 2018

Esta simbología se usa en la Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo, donde se visualizan los flujos de información entre los distintos procesos.

Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo, se describen los flujos de información entre los sistemas o base de datos y los procesos operativos, de apoyo y estratégicos, según la simbología mostrada en la Figura No 65: Simbología utilizada para el análisis estructurado.

Se hace énfasis en que actualmente existen diferentes bases de datos, con sistemas para áreas distintas, los cuales no están integrados entre sí. Cada sistema es independiente y controla ciertas necesidades del área que lo utiliza, pero si algún otro departamento requiere información, debe llamar o enviar un email a algún colaborador para obtener la información requerida. En otras palabras, hay poca o nula integración en los procesos.

La falta de integración entre los procesos inicia en ventas. Esta área tiene un CRM que controla sus ofertas y ventas, asimismo, tiene un sistema que utilizan para diseñar y cotizar proyectos. Estos sistemas no están integrados entre ellos y tampoco con el sistema que se usa en producción. No manejan históricos de productos vendidos, solamente montos, y tampoco tienen pronósticos que ayuden a las distintas partes.

En producción la situación no es muy distinta. Aquí se manejan diferentes sistemas entre sus procesos, existe un sistema llamado PCGRAF, el cual controla los inventarios y gran parte de la contabilidad y finanzas de la empresa. Es un sistema independiente al cual solo tienen acceso algunas partes de ventas (para consultar productos importados), y bodega, para llevar control de los inventarios, sin embargo, producción tiene un acceso limitado, solo para ciertas personas, y no está ligado al SICAPRO.

El área de recursos humanos tiene un sistema aparte para el control de las planillas, pero, al igual que los otros, solo funciona para esta parte en específico. Algunos gerentes de producción llevan control de su personal en otros sistemas básicos como Excel.

En Producción el sistema usado para el control y programación es el SICAPRO, el cual tiene más de 10 años de antigüedad y no ha tenido actualizaciones ni mejoras, solo sirve para ciertas operaciones al dar “check” de terminado, Además, los indicadores que tiene no funcionan o no son confiables. La mayor parte de los jefes o supervisores de producción utilizan hojas de Excel para controlar sus tareas, otros solo usan este sistema.

El departamento de operaciones tiene a cargo el control de la materia prima y las bodegas de producción. El principal sistema de trabajo es el PCGRAF, el cual controla cierta parte de los inventarios, sin embargo, las actualizaciones no son reales para la materia prima, como melaminas, MDF, aluminio, vidrio, formicas, plywood, entre otros, ya que estos materiales son consumidos por producción y el reporte se da muchas veces semanal o quincenalmente.

Al igual que otras zonas, el departamento de operaciones debe recurrir a Excel para llevar control de reservas y estadísticas de consumos, práctica que ha tenido graves problemas en el pasado, ya que producción consume exceso de material no contemplado en las reservas, porque no fue comunicado a este departamento, lo que conlleva a entregar tarde al cliente su pedido o bien, tener que renegociar un proyecto, porque los acabados escogidos no existen o se agotaron.

Como se ha explicado en la descripción del proceso productivo de la etapa de Definir, el área de logística y producción hacen sus programaciones de entregas en una hoja de Excel, como la que se muestra en el Apéndice B: Ejemplo del Programa Semanal de Instalaciones, esto solo se hace una vez a la semana y no contempla los recursos necesarios para producir.

Uno de los principios del Lean Manufacturing es la minimización del desperdicio (Hernández & Vizán, 2013), por lo tanto, si se pudieran integrar los sistemas y obtener la información en tiempo real con el menor proceso posible, se ganaría en confianza, tiempo y costo.

Consecuentemente también se observa que las directrices están dirigidas a los departamentos externos, muchas veces, por la falta de comunicación, ya que estas directrices no llegan al departamento necesario. Aunado a la falta de comunicación se puede notar que existen problemas de estandarización e integración de procesos y un mal uso de los medios que se emplean.

Después de analizar los flujos de información y las relaciones que existen entre las distintas áreas de la empresa, se realiza un análisis del proceso productivo y la relación que hay entre sus operaciones, el cual se describe a continuación.

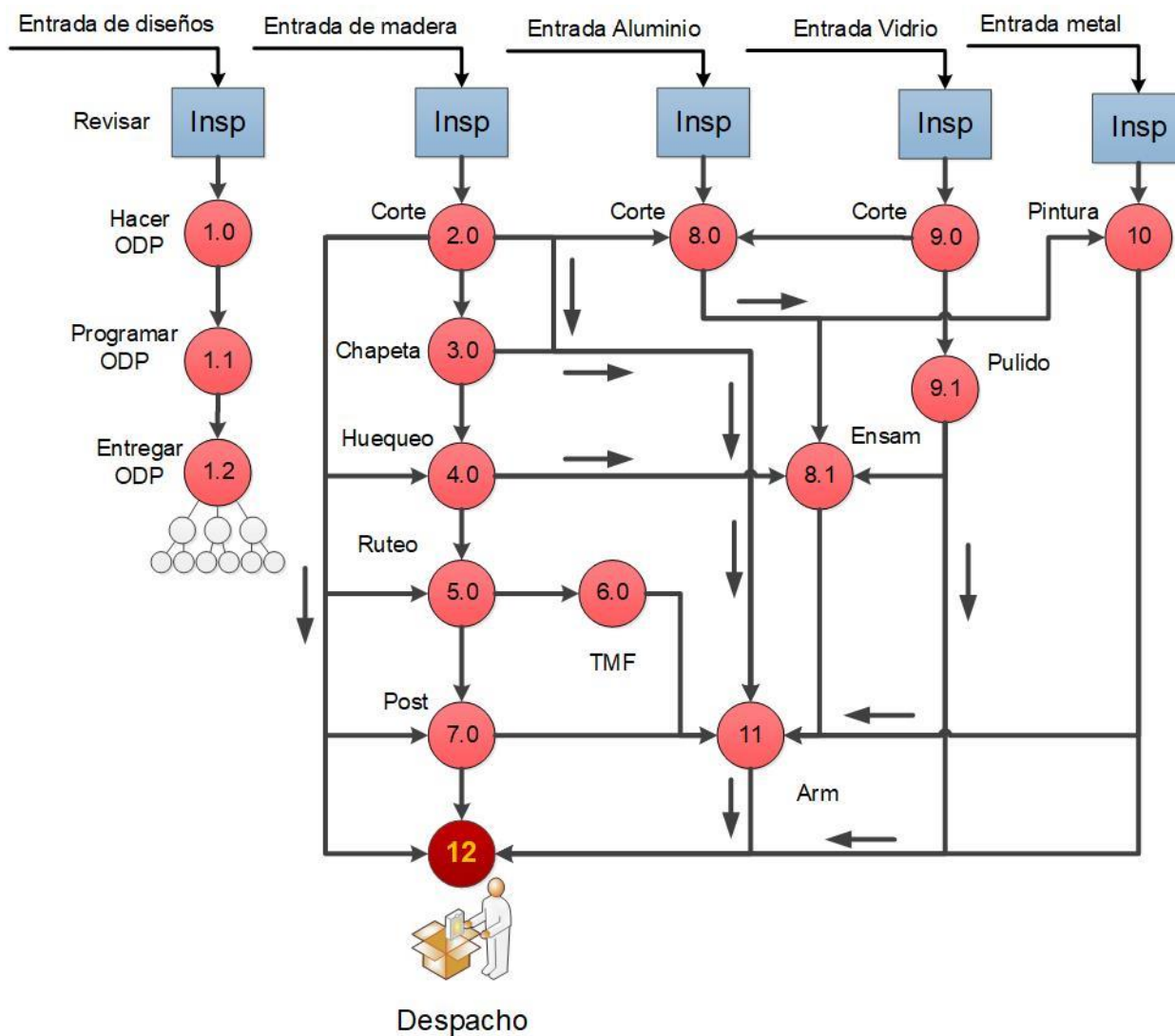
Análisis del proceso productivo

En la descripción del proceso productivo de la Figura No 39: Diagrama de flujo para el proceso de producción, se explican las diferentes operaciones de producción. Algunas de estas se muestran en el Apéndice A: Fotos de procesos de producción, pero los flujos y relaciones existentes se describen en el siguiente punto.

Relaciones entre departamentos de producción.

La comunicación que debe existir entre los distintos departamentos involucrados en producción debe ser la mejor para lograr los objetivos necesarios, por lo que en la Figura No 67: Diagrama de relaciones entre departamentos de producción se detallan estas relaciones.

Figura No 67: Diagrama de relaciones entre departamentos de producción



Nota: Analista UIA 2018

De acuerdo con la Figura No 67: Diagrama de relaciones entre departamentos de producción, existen varias entradas de materia prima, como maderas (melaminas, MDF, entre otros), también aluminio, vidrio y metal. Generalmente, la materia prima es revisada antes de ingresar al proceso productivo y luego se procede a transformarla, según las especificaciones de las ODP.

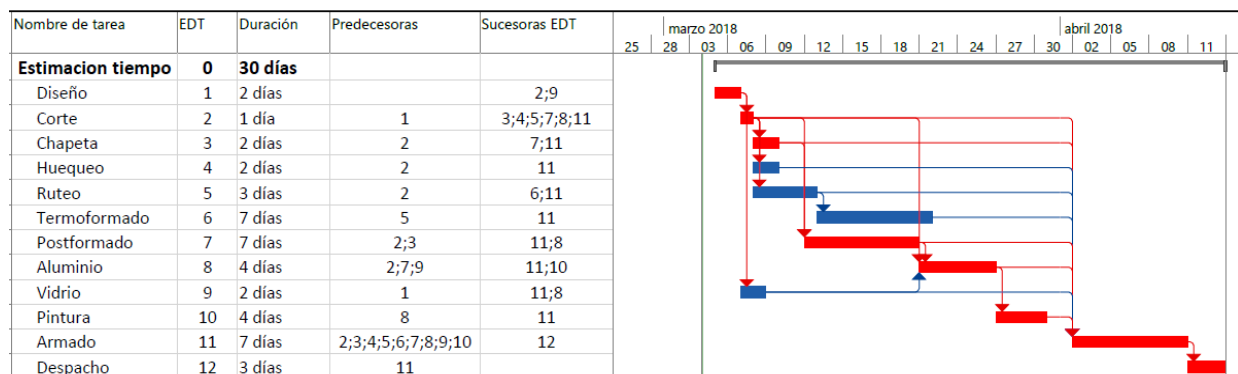
El diagrama muestra doce diferentes operaciones, iniciando con Diseño, el cual recibe los pedidos de los clientes internos (salas de ventas, reparaciones o supervisión). Aquí se elaboran las órdenes de producción, las cuales son distribuidas a los distintos encargados de las operaciones, luego estos programan sus pendientes según las necesidades, urgencias o nivel de trabajo que puedan tener.

Todo el proceso inicia generalmente con la operación de corte de maderas, pero hay otras operaciones paralelas, como aluminio, vidrio y en algunos casos pintura, las que no dependen de maderas para empezar a trabajar.

La mayoría de los productos convergen en el departamento de armado, el cual está dividido en dos partes (armado manual y especial y armado de línea o estándar). Estos cuando terminan el producto deben pasar el material a despacho para que lo limpien y empaquen. En este último es donde se recibe el 100% de los productos, y se estima que el departamento de Despacho gasta un 10% del tiempo buscando productos que no les entregan, limpiando y empacando.

No existen tiempos establecidos para cada operación, por lo que se hizo una estimación con los encargados de producción, tomando como referencia un proyecto mediano que requiera de todos los procesos, y de esta manera, con la ayuda del programa Project, se estiman las rutas críticas de la Figura No 68: Diagrama de rutas críticas en el área de producción.

Figura No 68: Diagrama de rutas críticas en el área de producción



Nota: Analista UIA 2018

A cada proceso de la Figura No 68: Diagrama de rutas críticas en el área de producción, se le asigna el mismo número de la Figura No 67: Diagrama de relaciones entre departamentos de producción. Luego, se estiman los días necesarios para cada uno y las actividades predecesoras. Esto genera una ruta crítica que se observa en color rojo.

La ruta crítica del proceso de producción es: diseño, corte, chapeta, postformado, aluminio, pintura, armado y despacho. Sin embargo, como se explica en el estudio por fechas de entrega, no todos los proyectos son iguales, y no todos tienen los mismos procesos, por esto es importante la planeación y programación de las ordenes de producción, ya que los operarios pocas veces saben cuál es la prioridad en sus tareas, algunas veces producen proyectos que no urgen y dejan de lado otros que están atrasados, o bien que tienen fechas de entrega más cortas.

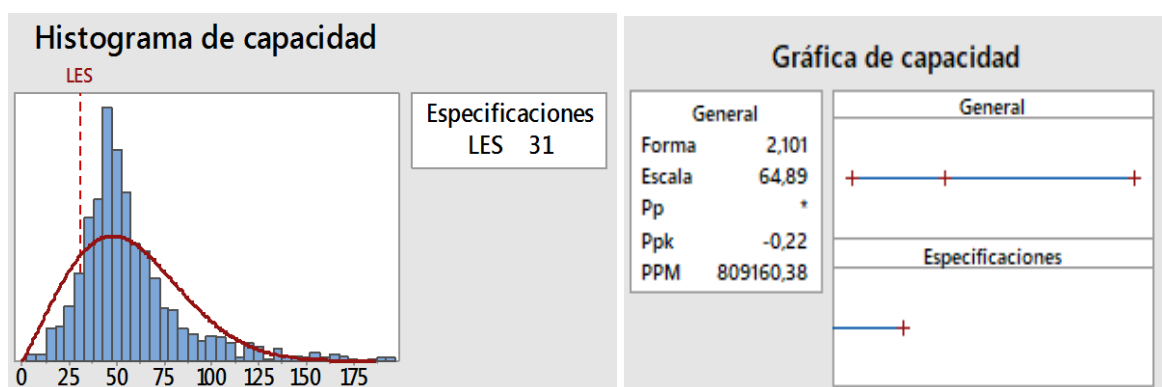
La falta de planeación y programación de los procesos puede significar un 19.89% de las causas de los atrasos, como se muestra en la Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos.

De acuerdo con la Figura No 56: Estadística descriptiva de proyectos producidos en el año 2017, en la mayor parte de los meses producción no cumple con la especificación de los días de entrega, por tal razón se hace un análisis estadístico de la capacidad de esta planta para cumplir con los días de entrega.

Capacidad de la planta de producción

Según Gutiérrez & Román de la Vara este concepto se refiere a conocer la amplitud de la variación natural del proceso en relación con sus especificaciones, para una característica de calidad dada, y así saber en qué medida cumple los requerimientos (p. 98). Para este análisis, con la ayuda del software Minitab se evaluó la estabilidad del proceso, que sigue una distribución no normal, datos que se detallan en el Apéndice H: Resultado del análisis de capacidad de procesos. El resumen se describe en la Figura No 69: Resumen capacidad del proceso productivo.

Figura No 69: Resumen capacidad del proceso productivo



Nota: Analista UIA 2018

En el gráfico de la izquierda de la Figura No 69: Resumen capacidad del proceso productivo, se detalla el histograma de capacidad, en el cual se ve con una línea punteada la especificación de los 31 días de entrega, y además se denota cómo están dispersos los datos, los cuales se alejan de esta especificación.

Un valor mínimo generalmente aceptado para los índices es 1.33. Ppk, sin embargo el -0.22 se sitúa por un gran margen de diferencia de la referencia de 1.33, por lo que el proceso no parece ser capaz de cumplir con los 31 días.

Dentro de la ruta crítica, Figura No 68: Diagrama de rutas críticas en el área de producción, los departamentos que generalmente impactan en las entregas de producción son los que generan los acabados finales como: frentes de muebles, puertas, enchapes de fórmica, colocación de polivinilo. Esto se produce debido a la falta de planeación y control de las ODP. Pero los procesos de armado son los que necesitan más tiempo para ensamblar los distintos productos y por estos pasan el 70% de los productos que llegan a despacho.

Se puede decir que el cuello de botella se genera en armado, ya que es donde se acumula la mayor cantidad de pendientes y la operación que requiere más tiempo por mueble, por esta razón se hizo una estimación del tiempo teórico y una estimación de la cantidad de muebles por tamaño y tipo de proyecto. Esto se resume en Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado.

Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado

Capacidad teórica		Promedio cantidad de muebles por tipo de proyecto		
10	min / mueble	Tamaño	Cant./ODP	Prom. Hrs
0,17	hrs / mueble	Pequeño	3,00	0,50
42	Horas semanales	Mediano	15,00	2,50
181,86	horas mensuales	Grande	60,00	10,00
252	muebles x semana	Especiales	20,00	3,33
1091,16	muebles x mes			

Nota: Analista UIA 2018

En esta planta de producción no existen datos históricos de tiempos o estadísticas, pero según el encargado del área, por mueble se puede durar en promedio unos 10 minutos, adicionalmente, según el horario laboral se trabajan 42 horas semanales, descontando tiempo de almuerzo y café. Con estos datos se estima que por mes se pueden armar 1091 muebles; además, se estima el promedio de la cantidad de muebles por cada tipo de ODP, con sus respectivas horas.

Con los datos obtenidos en la Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado y según registro del departamento de diseño, indicados en el Apéndice F: Estadísticas del departamento de diseño de producción, se calculan las capacidades necesarias, reales y teóricas, las cuales se describen en la Tabla 14: Cálculo de capacidades según órdenes realizadas por mes (2017).

Tabla 14: Cálculo de capacidades según órdenes realizadas por mes (2017)

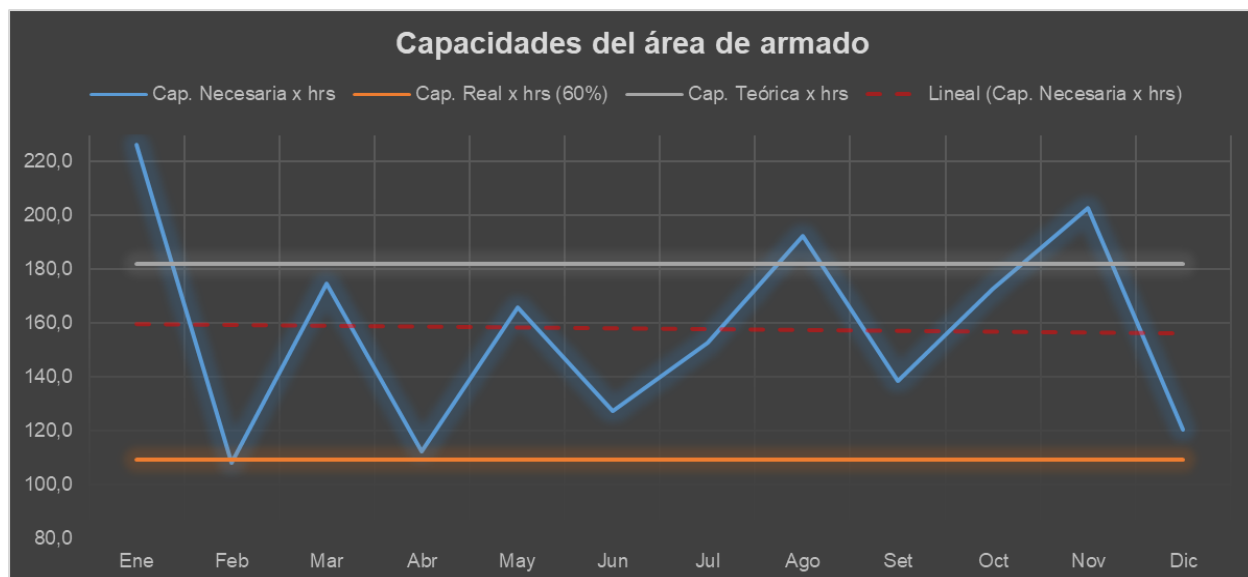
d

Cálculo de capacidades según órdenes realizadas por mes (2017)													
Tipo ODP	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Cant. Pequeñas	69	75	77	59	76	92	65	71	93	73	69	32	70,92
Cant. Mediana	37	16	27	19	31	16	39	44	19	14	37	19	26,50
Cant. Grandes	11	2	2	2	2	3	1	2	1	8	4	5	3,58
Cant. Especiales	20	11	34	14	23	14	10	21	23	32	31	16	20,75
Total	137	104	140	94	132	125	115	138	136	127	141	72	121,75
Cap. Necesaria x hrs	226,3	107,8	174,7	112,3	165,8	127,3	152,7	192,5	138,3	172,8	202,7	120,2	157,8
Cap. Real x hrs (60%)	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1	109,1
Cap. Teórica x hrs	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9	181,9

Nota: Analista UIA 2018

El análisis de las capacidades de la Tabla 14: Cálculo de capacidades según órdenes realizadas por mes (2017), se realiza por cantidad de horas necesarias y teóricas según los datos obtenidos de la Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado y los registros del departamento de diseño. Asimismo, se estima un porcentaje de utilización de la planta de producción en un **60%**, lo que indica que hay muchos tiempos muertos y máquinas sub utilizadas, a raíz de diversas causas que se describen en la Figura No 75: Pareto de las principales causas en los atrasos.

El cálculo del tiempo para proyectos grandes y especiales se estima en seis semanas de entrega, que es el que generalmente ofrecen para estos. Los datos obtenidos se describen en la Figura No 71: Gráfico de capacidades del área de armado.

Figura No 71: Gráfico de capacidades del área de armado

Nota: Analista UIA 2018

De acuerdo a la Figura No 71: Gráfico de capacidades del área de armado, se ve una diferencia marcada en las horas de la capacidad teórica (línea color blanca) y la real (líneas color naranja). Además, se observa que en ciertos meses la capacidad necesaria (líneas color celestes), excede la capacidad teórica y en la mayor parte de los meses excede la capacidad real, con una diferencia de un 30.85% en promedio anual. Esta situación producción lo arregla Producción con horas extras, con entregas parciales, o agendando fechas posteriores a las pactadas, entre otros. La línea punteada en color rojo muestra la tendencia de la capacidad necesaria.

De los diferentes gerentes mostrados en la Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba, el de Producción es el que trata de estar presionando a las diferentes operaciones para que entreguen los materiales, aunque no están a cargo de él. Con cada urgencia, esta persona revisa o recibe información de los faltantes que pueda tener Despacho, Instalación o algún otro departamento. Asimismo, alerta a los gerentes de ventas de los proyectos que están atrasados para que coordinen o negocien con los clientes.

Otro de los aspectos que interfiere en el proceso y las capacidades de producción son las actividades que no generan valor al proceso, por esto se analizan tres conceptos de la filosofía Lean Manufacturing, que afectan no solo al área de armado por donde pasa el 70% de los productos, sino al otro 30%. Estos conceptos son: Muda, Mura Muri.

Muda (desperdicio)

La muda es una palabra japonesa que según (Hernández & Vizán, 2013), se refiere a utilizar recursos superiores a los mínimos requeridos, como: tiempo, materiales, mano de obra, entre otros. Existen siete, categorías las cuales se describen a continuación.

- Muda de sobreproducción

Al estar siempre atrasados en las entregas, una de las estrategias de los gerentes de Producción ha sido producir más de lo necesario, con el fin de tener previsto material para un futuro. Sin embargo, esto se hace a criterio del gerente o supervisor, y no hay una planeación o trabajo en equipo con el área de ventas.

- Muda de inventario

Uno de los problemas de esta planta es el poco espacio para almacenar productos semielaborados y terminados. A raíz de la sobreproducción existen muchas veces excesos de stock de producto semielaborado, que aumentan el costo de las operaciones al ocupar espacio y que requieren equipos e instalaciones adicionales. Además, no existen espacios fijos para almacenar productos cada vez que se termina una operación, sino que el material se deja donde haya lugar, lo que genera pérdidas y reprocesos, en muchas ocasiones.

Estos inventarios podrían funcionar si existiera una planeación coordinada entre ventas, producción y logística, además de crear un espacio específico fuera de la planta de producción que no ocupe espacio valioso para producir.

- Muda de defectos

El control de la calidad es difícil entre operarios, ya que muchos de ellos generan fallos y no los comunican, por varias razones, una de ellas es la urgencia de entregar proyectos a tiempo, o bien, que por pereza de repetir la pieza se lo dejan a otra operación, o también por falta de supervisión.

- Muda de movimiento

Al no existir una planeación real y control de la producción, los operarios y materiales pasan de un lado a otro, lo cual genera cansancio y pérdidas de tiempo. Por ejemplo, el personal de despacho y operarios deben andar buscando material por toda la planta, ya que no existe un lugar o cultura para esto.

- Muda de sobre procesamiento

Se genera muchas veces por piezas que se pierden o salen defectuosas del proceso, las cuales se intentan reparar para entregar un producto.

- Muda de esperar

Se da en operaciones que deben esperar partes de otros procesos. Algunas ocasiones pasan días y el material no llega, para poder terminar un proyecto en específico, debido a la programación y control, o bien, se puede dar por la falta de comunicación, ya que en algunas ocasiones los productos han estado listos pero nadie comunica que lo están.

- Muda de transporte

Esta va ligada al orden lógico de los procesos y sus movimientos. Entre operaciones se generan traslados innecesarios que producen pérdida de tiempo, e incluso llegan a dañar las partes, con lo que se genera pérdida de material.

Mura

La palabra Mura es una palabra japonesa que significa variación. Son irregularidades, tiempos muertos, imprevistos, entre otros. El proceso de producción posee una gran variación en cuanto al tiempo de entrega, ya sea para sus clientes internos o externos.

Muri

Es una palabra japonesa que significa “sobrecargas, exceso o cuellos de botella”, a raíz de una deficiente planificación y control de la producción.

Todo lo anterior afecta los diferentes procesos y estos a su vez producen atrasos o falta de productos en las entregas, los cuales son los principales requerimientos donde la empresa está fallando, por esta razón se analizan las causas de los fallos en el siguiente punto.

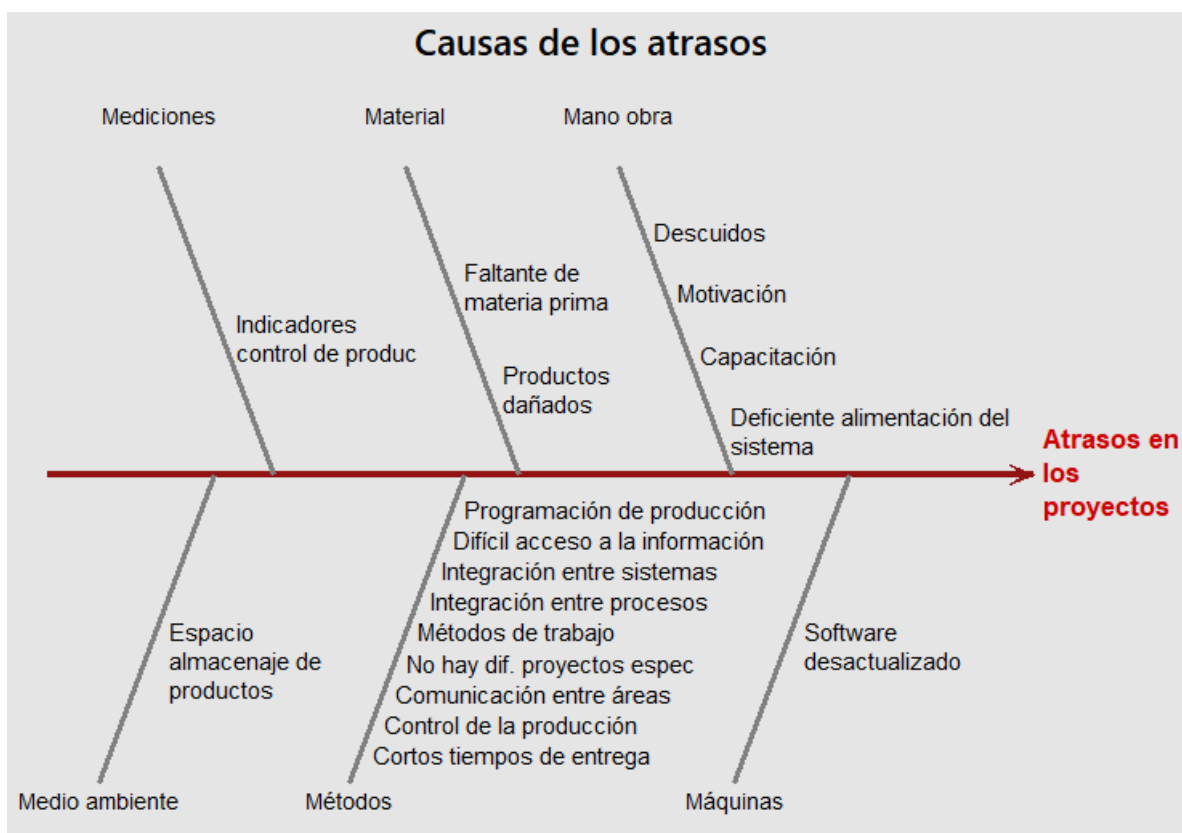
Análisis de los Fallos que Afectan el Proceso

Este análisis se realiza con el fin de identificar las fallas potenciales del proceso y que afectan los tiempos de entrega, por medio de la herramienta AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos).

Esta herramienta se basa en la probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan las fallas. Estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que debilitan la confiabilidad del proceso, será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, p. 382).

El primer paso para el análisis de fallos es encontrar las causas de los atrasos, muchos de los cuales ya se han explicado en puntos anteriores. Esto se realiza con la ayuda del diagrama de Ishikawa de la Figura No 72: Diagrama de Ishikawa para la causas en los atrasos de proyectos.


Figura No 72: Diagrama de Ishikawa para la causas en los atrasos de proyectos



Nota: Analista UIA 2018

En el diagrama de la Figura No 72: Diagrama de Ishikawa para la causas en los atrasos de proyectos, se anotan las causas de los atrasos en los proyectos, divididos en cinco áreas: mediciones, material, mano de obra, medio ambiente, métodos y máquinas. Estas causas se analizan en la Figura No 74: Gráfico comparativo del NPR según AMEF y Figura No 73: Matriz AMEF para el proceso de producción, en la cual se les da un peso NPR (número de prioridad de riesgo).

Figura No 73: Matriz AMEF para el proceso de producción

		Análisis de modo, fallas y efectos (AMEF) para el proceso de producción.								
Artículo	Proceso de producción	Preparado por: <u>Analista UIA 2018</u>			Fecha AMEF: Abril 2018			AMEF 0.1		
Descripción del proceso	Modo potencial de falla	Efectos de la falla potencial	(S)	Causas de la falla potencial	(F)	Controles actuales	(D)	NPR	Acciones recomendadas	Area responsable
Proceso de producción	Atrasos en las entregas	Multas en licitaciones	8	Descuidos	4	Revision parcial	4	128	Control del personal	Producción y Logística
			8	Motivación	3	No hay	5	120	Control del personal	Producción, Logística y RH
			8	Capacitación	4	Capacitaciones esporádicas	5	160	Mas entrenamiento	Producción
			8	Deficiente alimentación del sistema	8	No hay control	7	448	Control del personal, capacitaciones	Producción y Logística
			8	Cortos tiempos de entrega	5	No hay control	5	200	Negociación con ventas	Producción, Logística y ventas
	Faltante de material	Mala imagen para la empresa	8	Control de la producción / indicadores	8	Revision parcial	8	512	Cambio del sistema y trabajo en equipo, JIT	Producción
			8	Comunicación entre áreas	8	No hay control	8	512	Trabajo en equipo, motivacion, cambio del sistema información	Producción, Logística y ventas
			8	No hay diferencia para proyectos especiales	4	No hay control	5	160	Negociación con ventas, líneas de produccion apartes	Producción, Logística y ventas
			8	Métodos de trabajo	5	Revision parcial	8	320	Actualizar procesos, capacitar, informar	Producción
			8	Integración entre procesos y sistemas	9	Control parcial	8	576	Actualizar software y procesos	Producción, Logística y ventas
		Pérdida en ventas	8	Difícil acceso a la información	6	No hay control	9	432	Cambiar sistema información	Producción, Logística y cómputo
			8	Programación de la producción	9	Revision parcial	8	576	Cambio del sistema y mejora en comunicación	Producción
			8	Software desactualizado	8	No hay control	9	576	Cambiar sistema	Producción, Logística y cómputo
			8	Faltante de materia prima	5	Revision parcial	5	200	Control de reservas y mejora comunicación	Operaciones y producción
			8	Productos dañados	5	Revision parcial	4	160	Calidad en la fuente	Producción, Logística y calidad
	Costos extras	8	Espacio almacenaje de productos	7	Poco espacio	7	392	Justo a tiempo (JIT), 5s	Producción y Logística	

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 73: Matriz AMEF para el proceso de producción, se resaltan en rojo las causas con mayor severidad, que son los efectos de los atrasos y/o faltantes de materiales, y el NPR. Este último ha sido usado para ayudar a priorizar las acciones, debido a que su resultado es generado al multiplicar la severidad del efecto de la falla, por la posibilidad de ocurrencia y por la posibilidad de que los controles detecten cada causa (Gutiérrez & Román de la Vara , 2013, pág. 389). En la Figura No 74: Gráfico comparativo del NPR según AMEF, se comparan las causas encontradas.

Figura No 74: Gráfico comparativo del NPR según AMEF



Nota: Analista UIA 2018

Como se observa en el gráfico de la Figura No 74: Gráfico comparativo del NPR según AMEF, las tres causas con mayor NRP y severidad, son: el software desactualizado, programación de la producción y la integración entre procesos y sistemas, además, el control de la producción y sus indicadores y la comunicación, entre otras, son causas que deben ser intervenidas para mejorar la imagen de la empresa, reducir costos y eliminar gastos por multas en licitaciones. En consecuencia, se hace un ABC para ver cuáles de esas causas generan el 80% de los atrasos, resultados que se ven en Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos.

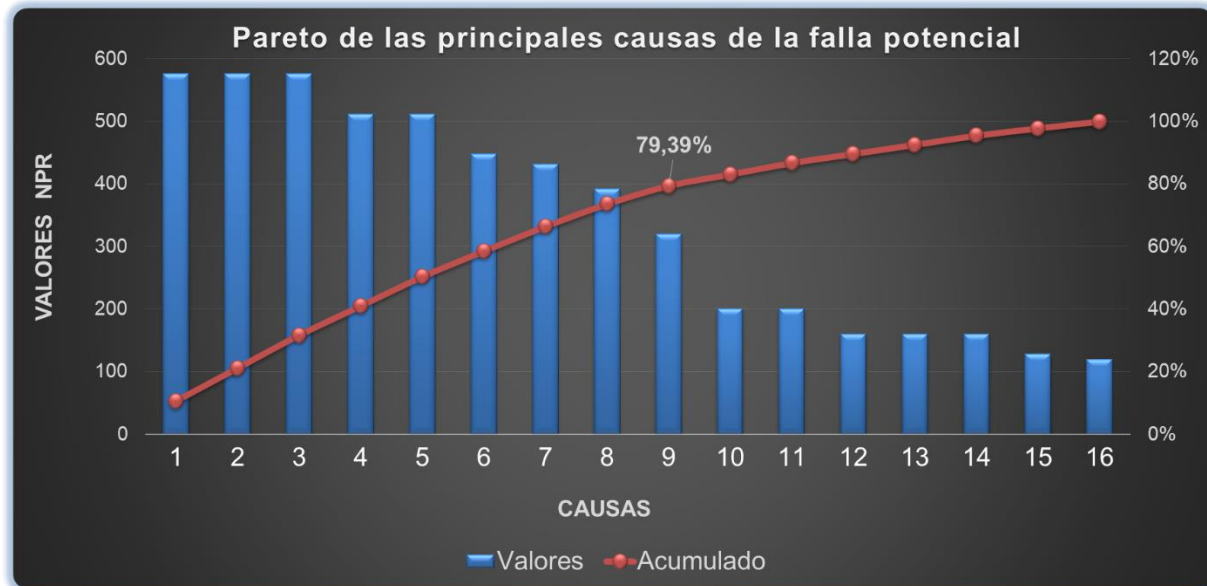
Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos

Principales causas de la falla potencial					
Num.	Causas	NPR	%	% Acum	Clasif.
1	Integración entre procesos y sistemas	576	10,53%	10,53%	A
2	Programación de la producción	576	10,53%	21,05%	A
3	Software desactualizado	576	10,53%	31,58%	A
4	Control de la producción / indicadores	512	9,36%	40,94%	A
5	Comunicación entre áreas	512	9,36%	50,29%	A
6	Deficiente alimentación del sistema	448	8,19%	58,48%	A
7	Difícil acceso a la información	432	7,89%	66,37%	A
8	Etapacio almacenaje de productos	392	7,16%	73,54%	A
9	Métodos de trabajo	320	5,85%	79,39%	A
10	Cortos tiempos de entrega	200	3,65%	83,04%	B
11	Faltante de materia prima	200	3,65%	86,70%	B
12	Capacitación	160	2,92%	89,62%	B
13	Diferencia para proyectos especiales	160	2,92%	92,54%	C
14	Productos dañados	160	2,92%	95,47%	C
15	Descuidos	128	2,34%	97,81%	C
16	Motivación	120	2,19%	100,00%	C
	Total	5472	100,00%		

Nota: Analista UIA 2018

Según la matriz AMEF, existen 9 causas que generan el 79.39% de los atrasos, los cuales se reflejan en la Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos y se grafican en la Figura No 75: Pareto de las principales causas en los atrasos.

Figura No 75: Pareto de las principales causas en los atrasos



Nota: Analista UIA 2018

Las nueve primeras causas de la Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos, se detallan en la Figura No 75: Pareto de las principales causas en los atrasos. En esta figura se ve el porcentaje acumulado, el cual llega al 79.39% de las principales causas que generan el 80% de los atrasos.

Estas causas tienen un impacto importante en la empresa, y se pueden clasificar en los planos administrativo, mental y tecnológico. La parte administrativa, es la base del éxito para alcanzar los objetivos, satisfacer necesidades y obligaciones de la organización. El mental se basa en el personal, el cual favorece y ayuda a concretar los objetivos más importantes. Por último, el plano tecnológico es importante para el control y programación de la producción.

Las causas asignables son todas aquellas a las que son posibles de identificarles la raíz u origen, y asignarlas a determinada área. Por otro lado, las causas controlables son aquellas en las que se conoce su origen y además pueden ser modificadas o controladas.

Con esta información, las causas que generan los atrasos en la entrega de proyectos de la empresa Euromobilia S.A, se clasifican en los planos administrativo, mental y tecnológico, además de asignables y controlables, con la finalidad de tratarlos según su área. Esto se muestra en la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos.

Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos

Check list (Clasificación y ubicación de las causas según AMEF)					
Causas	Clasificación de las causas			Clasificación	
	Administ.	Mental	Tecnolog.	Asignable	Controlable
Integración entre procesos y sistemas	✓		✓	✓	
Programación de la producción	✓	✓	✓	✓	✓
Software desactualizado			✓	✓	✓
Control de la producción / indicadores	✓	✓	✓	✓	✓
Comunicación entre áreas	✓		✓	✓	✓
Deficiente alimentación del sistema	✓	✓	✓	✓	✓
Difícil acceso a la información	✓		✓	✓	✓
Espacio almacenaje de productos	✓			✓	✓
Métodos de trabajo	✓			✓	✓
Cortos tiempos de entrega	✓			✓	
Faltante de materia prima	✓			✓	
Capacitación	✓	✓		✓	✓
Diferencia para proyectos especiales	✓			✓	✓
Productos dañados	✓	✓		✓	✓
Descuidos		✓		✓	✓
Motivación		✓		✓	✓

Nota: Analista UIA 2018

Las causas de la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos, se describen de la siguiente forma:

- El 75% de las causas se ubican en el plano administrativo.
- El 43.75% de las causas se ubican en el plano mental.
- El 37.5% de las causas se ubican en el plano tecnológico.
- El 100% de las causas son asignables.
- El 81.25% de las causas son controlables.

Con esto se observa que la administración es la que más impacta en las causas de los atrasos, los cuales son asignables y la gran mayoría se puede controlar, sin embargo, no se pueden dejar de lado los planos mentales y tecnológicos para mejorar la producción y evitar atrasos en las entregas de los proyectos.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de realizar un análisis del proceso productivo de la planta de producción de la empresa Euromobilia S.A, a continuación se describen las conclusiones y recomendaciones para rediseñar el proceso en los trámites de los proyectos.

Conclusiones

1. El principal requerimiento que se incumple es la eficiencia, y dentro de este, los que se incumplen son: la fecha de entrega acordada y la entrega de productos completos, que suman el 80% de los fallos, como se observa en la Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad.
2. El monto pagado en multas por atrasos durante los años 2016 y 2017, es de \$158,361.07 en total.
3. Se generan costos extras en el área de logística de \$66,000 anuales por motivos de las urgencias y atrasos en los proyectos.
4. La empresa deja de cobrar aproximadamente \$231.000 en dos años por atrasos en los proyectos.
5. Los porcentajes de proyectos atrasados son de un 57.94% en el año 2015, un 63.37% en el año 2016 y un 56.33% en el año 2017.
6. El ingreso de datos en sistema actual de producción no se hace correctamente, ya que del 100% de datos obtenidos, al 33% de proyectos les falta información.
7. Las áreas que más impactan en los atrasos son: producción hasta un 87.93%, ventas hasta un 37.38% y logística hasta un 10%, porcentajes acumulados según la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos.
8. No todos los proyectos son iguales, existen pequeños, medianos, grandes y especiales.
9. Existe un alto grado de variabilidad en los días de fabricación. El 50% de los proyectos están entre los 38 y 68 días de fabricación, con una desviación estándar es 26.441 días.
10. El método para la programación y control de la producción se realiza manualmente, además, no se toman en cuenta las fechas que se programan en el inicio del proceso en fábrica.

11. El sistema informático usado no sirve para la programación de la producción, además, la información incluida es muy básica para controlar las tareas de cada uno de los procesos productivos.
12. El método para que los operarios comuniquen o trasladen productos en la planta no es el adecuado. No existe un método de tarjetas tipo Kamban.
13. Existen diferentes áreas y operaciones que interactúan entre sí, las cuales tienen problemas de comunicación, que inciden en las entregas de los proyectos.
14. El organigrama de la fábrica está segmentado. Los departamentos productivos tienen diferentes jefaturas y gerencias, los cuales dan prioridades a sus colaboradores, lo cual difiere de las otras áreas.
15. No existe un método para los pedidos y controles de stock, pues algunas operaciones lo hacen y otras no. Además, cuando se almacenan, muchos de los productos se dañan, y cuando se quieren usar se deben reprocesar urgentemente.
16. Existen problemas de espacio físico para almacenar el producto semielaborado o terminado, pues los lugares para este fin muchas veces no son aptos, lo que produce pérdidas, daños o reprocesos de productos, que afectan las fechas y entregas de proyectos.
17. El proceso de producción no es capaz de cumplir con los 31 días teóricos de entrega en todos sus proyectos. Además, el porcentaje de utilización de la planta es de un 60%, lo que indica que hay muchos tiempos muertos.
18. El cuello de botella se genera en armado, por donde pasa el 70% de los productos, sin embargo, los procesos de aluminio, termoformado y postformado también impactan en las entregas de producción.
19. Las mayores causas de los atrasos son: la poca integración y comunicación entre los procesos y sistemas informáticos, la programación y control de la producción, el difícil acceso a la información, espacios de almacenaje, métodos de trabajo y cortos tiempos de entrega. Todo esto genera el 79.39% de los atrasos.
20. El 75% de las causas se ubican en el plano administrativo, el 43.75% se ubican en el plano mental y el 37.5% en el plano tecnológico.
21. El 100% de las causas son asignables y el 81.25% son controlables. Esto se demuestra en la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos.

Recomendaciones

1. Proponer mejoras para corregir a las causas en los atrasos, mostradas en la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos.
2. Presentar los requerimientos de la Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales), con el fin de mejorar las entregas en los proyectos.
3. Inculcar la filosofía Lean Manufacturing en el personal involucrado en los procesos.
4. Exponer un plan para integrar los procesos y así mejorar la comunicación.
5. Realizar mejoras al proceso de producción, ya que es el área que impacta en el 87 % de las causas en los atrasos y faltantes de material.
6. Formar un departamento para planeación de proyectos, con un gestor que ayude a controlar las entregas de los proyectos.
7. Proponer el sistema pull y Kanban de la filosofía Lean para producción.
8. Diferenciar los proyectos por tipo: pequeños, medianos, grandes y especiales, y a cada tipo establecerle una fecha de entrega real.
9. Generar proyecciones de ventas para que producción y logística prevean los recursos necesarios en las entregas de los proyectos.
10. Establecer funciones y responsabilidades de las personas y grupos involucrados en los procesos.
11. Motivar al personal para cumplir con los objetivos planteados por la dirección y los grupos de mejora.
12. Capacitar y monitorear al personal que ingresa datos en el sistema de información.
13. Proponer la incorporación de la metodología 5s en Producción.
14. Reorganizar el organigrama de la planta de producción, para unir procesos que fabriquen productos similares.
15. Colocar pantallas de visualización para los avances y control de proyectos.
16. Definir espacios físicos para que cada operación entregue sus productos terminados al siguiente proceso.
17. Crear un módulo informático para la programación y control de la producción, con indicadores por áreas (ventas, producción y logística), que ayuden en el monitoreo y control de los proyectos.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

Después de describir y analizar el proceso para los trámites de los proyectos, se ha podido demostrar que se incumple con uno de los principales requerimientos de los clientes, el cual, según la Figura No 45: Gráfico de los requisitos de mayor impacto para la empresa, es la eficiencia, con un 60.7%. Dentro de este, los principales controladores de calidad que afectan la imagen de la empresa son: la fecha de entrega acordada y la entrega de productos completos, como se describe en la Figura No 46: Pareto de los principales aspectos críticos de calidad.

Por esta razón, se realiza una propuesta que permita reducir el porcentaje de atrasos de un 59.21% en promedio, según Figura No 52: Gráfico porcentajes de proyectos atrasados (años 2015, 2016 y 2017), a un 7.15% en promedio, eliminando las causas que generan los atrasos, mostradas en la Tabla 15: ABC de las principales causas en los atrasos.

Estos atrasos generan grandes pérdidas económicas para la empresa, las cuales se contabilizan en \$158,361.07 en multas por licitaciones, durante los años 2016 y 2017. Aunado a este monto, se generan costos extras en el área de logística por \$66,000 anuales a causa de las urgencias y atrasos en los proyectos. Por otro lado, la empresa deja de cobrar aproximadamente \$231.000 en dos años por atrasos en los proyectos.

Las mayores causas de los atrasos, de acuerdo con la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, se generan en Producción, con un 87.93%, y en ventas, con un 37.38%, donde la mayor deficiencia está en los procesos internos de la empresa. Por esta razón, el objetivo principal de la propuesta se basa en mejorar los procesos para los trámites de los proyectos.

De acuerdo con la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos del capítulo IV, se identificaron dieciséis causas que generan los atrasos y faltantes en las entregas. Cada una de estas se clasifica en tres partes: administrativo, mental y tecnológico, además en asignables y controlables.

Para integrar el análisis y la propuesta del proyecto, se agrega una columna extra a la Figura No 76: Clasificación de las causas de los atrasos, la cual es la estrategia para mitigar cada una de las causas de acuerdo con la clasificación. Esta se puede observar en la Figura No 77: Clasificación y estrategia para mitigar las causas según AMEF.

Figura No 77: Clasificación y estrategia para mitigar las causas según AMEF

Clasificación y estrategia para mitigar las causas según AMEF						
Causas	Clasificación de las causas			Clasificación		Estrategia para la propuesta
	Administ.	Mental	Tecnolog.	Asignable	Controlable	
Integración entre procesos y sistemas	✓		✓	✓		Integrar procesos, Diagramas de flujo
Programación de la producción	✓	✓	✓	✓	✓	Sistema para programar, planeación de proyectos
Software desactualizado			✓	✓	✓	Complementar módulos p/ programación
Control de producción / indicadores	✓	✓	✓	✓	✓	Indicadores para control, Kanban, planeacion de proyectos
Comunicación entre áreas	✓		✓	✓	✓	Mejora en comunicación, integrar procesos, planeación
Deficiente alimentación del sistema	✓	✓	✓	✓	✓	Capacitación y monitoreo
Difícil acceso a la información	✓		✓	✓	✓	Integracion de sistemas, Planeación de proyectos
Espacio almacenaje de productos	✓			✓	✓	Identificadores de espacio para almacenaje de materiales
Métodos de trabajo	✓			✓	✓	Kanban, Diagramas de flujo, modificacion del organigrama
Cortos tiempos de entrega	✓			✓		Negociacion, planeacion de proyectos
Faltante de materia prima	✓			✓		Mejora en comunicación, planacion de proyectos
Capacitación	✓	✓		✓	✓	Capacitacion
Diferencia para proyectos especiales	✓			✓	✓	División de proyectos por tamaños, planeación
Productos dañados	✓	✓		✓	✓	Calidad en la fuente
Descuidos		✓		✓	✓	Calidad en la fuente, capacitación y monitoreo
Motivación		✓		✓	✓	Motivación

Nota: Analista UIA 2018

Según la información de la Figura No 77: Clasificación y estrategia para mitigar las causas según AMEF, todas las causas son asignables y solo tres no controlables. Para estas últimas, la estrategia se basa en mejorar la comunicación, integrar los procesos y una buena planeación.

Adicionalmente, como se observa en la Figura No 61: QFD 2 (Casa calidad 2 para requerimientos funcionales), del capítulo IV “Análisis de resultados”, se determinan cinco requerimientos funcionales que necesita el sistema. En otras palabras, se muestra cómo cumplir con los requerimientos principales del cliente. A estos se les asocia nueve funciones del sistema, los cuales son:

1. Métodos de trabajo actualizados
2. Software y computadoras actualizados
3. Fechas de entrega reales
4. Capacidades de producción
5. Personal disponible y capacitado
6. Trabajo en equipo
7. Compromiso de la alta dirección y gerencias
8. Reservas de materiales e inventarios
9. Pronósticos de ventas

Por lo tanto, en la propuesta se contemplan mejoras para que estas funciones se lleven a cabo, y así podrían eliminarse en un 87.93% los atrasos que generan las áreas de producción y ventas, según la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos. Por esta razón, la estrategia de la Figura No 78: Estrategia para la propuesta, se enfoca en cumplir con estos puntos en los ámbitos de:

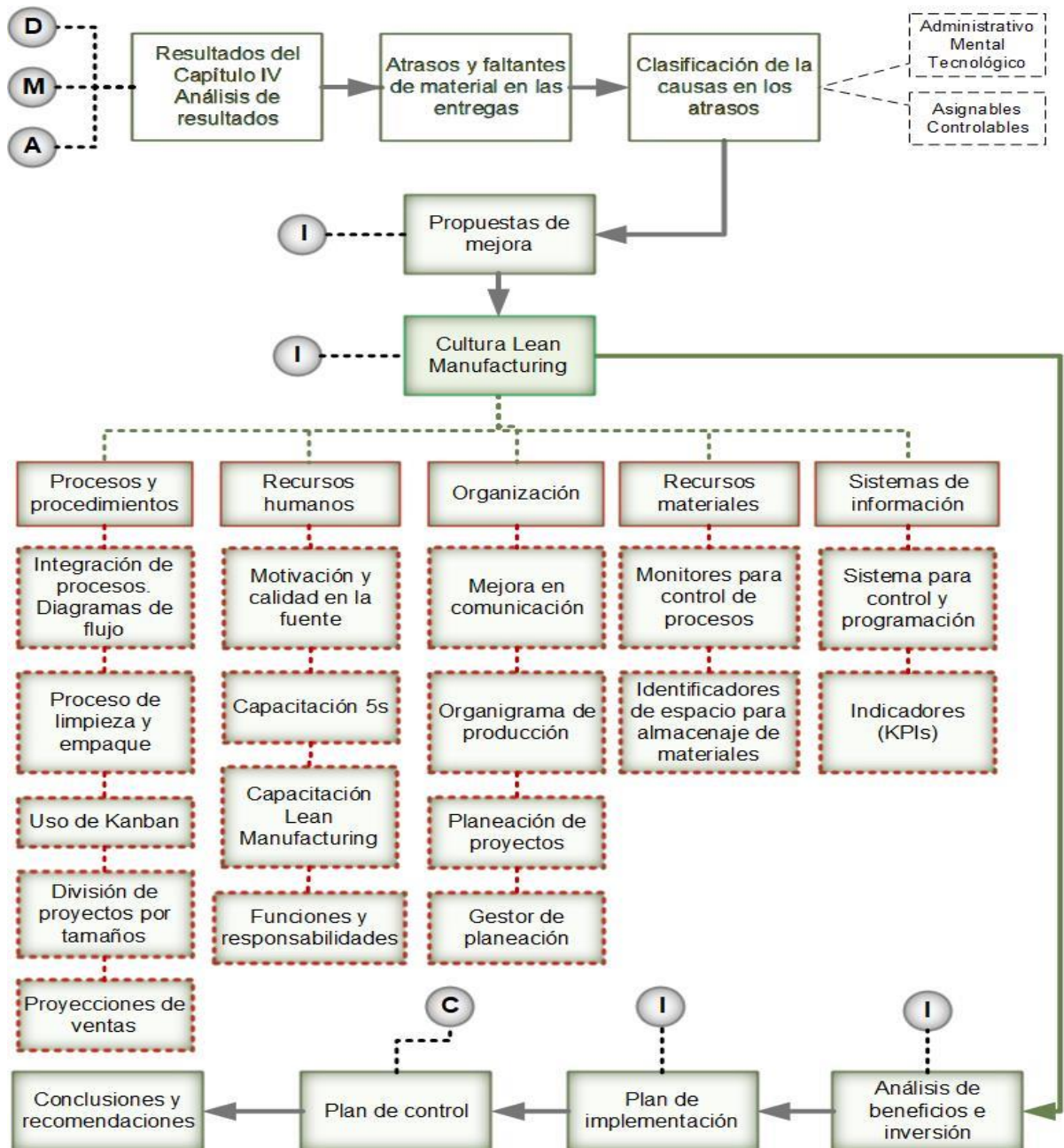
1. La organización
2. Procesos y procedimientos
3. Recursos materiales
4. Recursos humanos
5. Sistemas de Información

Todos los anteriores están basados en la filosofía Lean Manufacturing, la cual ayuda a crear procesos estables y estandarizados, con herramientas de clase mundial indicadas en la Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa, como el sistema pull, kanban, 5s, KPIs y calidad en la fuente, con el único fin de lograr una excelencia en las entregas de los proyectos, y a un menor costo para la empresa.

Por lo tanto, para llevar a cabo las mejoras se elabora una estrategia que se observa en la Figura No 78: Estrategia para la propuesta, que permita solucionar el problema de los atrasos y la falta de materiales en las entregas de los proyectos y así reducir los costos asociados a estos.

A continuación se muestra la estrategia.

Figura No 78: Estrategia para la propuesta



Nota: Analista UIA 2018

Con los resultados obtenidos en el capítulo IV, Análisis de Resultados, se proponen mejoras que ayuden en la solución de las fallas potenciales. La Figura No 78: Estrategia para la propuesta, señala los pasos a seguir para el desarrollo de los cambios de la situación actual. Estos se dividen en cinco áreas: organización, procesos y procedimientos, recursos materiales, recursos humanos y sistemas de información, bajo un enfoque Lean manufacturing.

La primera parte de la propuesta, es un cambio en la filosofía en los procesos involucrados, para esto se propone implementar la cultura Lean Manufacturing.

Enfoque hacia la cultura Lean Manufacturing

Lo primero que se debe plantear en la empresa, principalmente en Producción, es una filosofía de trabajo que todo el personal entienda y la aplique en su vida laboral. La filosofía Lean permite cumplir las expectativas del cliente en términos de calidad, coste y entrega a tiempo, usando los mínimos recursos y obteniendo el máximo beneficio (Guía LEAN MANUFACTURING, 2012).

Lean exige una mentalidad abierta, además, una manera de pensar y hacer acorde con la filosofía, para esto es necesario que los altos mandos y medios, así como la directiva de la empresa, la entiendan y la adopten, a fin de que la implantación sea lo más eficaz posible. Según (Baena, Entrambasaguas, Trujillo, Guilloto, & Gutiérrez, 2012) el orden de implantación es el siguiente:

1. Implicación de la Dirección.

Uno de los aspectos más importante para lograr buenos resultados tras la implantación de la filosofía Lean, es un fuerte liderazgo por parte de la dirección de la empresa.

2. Definición de objetivos.

Como en cualquier proceso de mejora continua, es necesario partir de unos objetivos bien definidos, unos resultados previsibles y unos indicadores que puedan ser fácilmente medibles.

3. Implicación del personal de la planta.

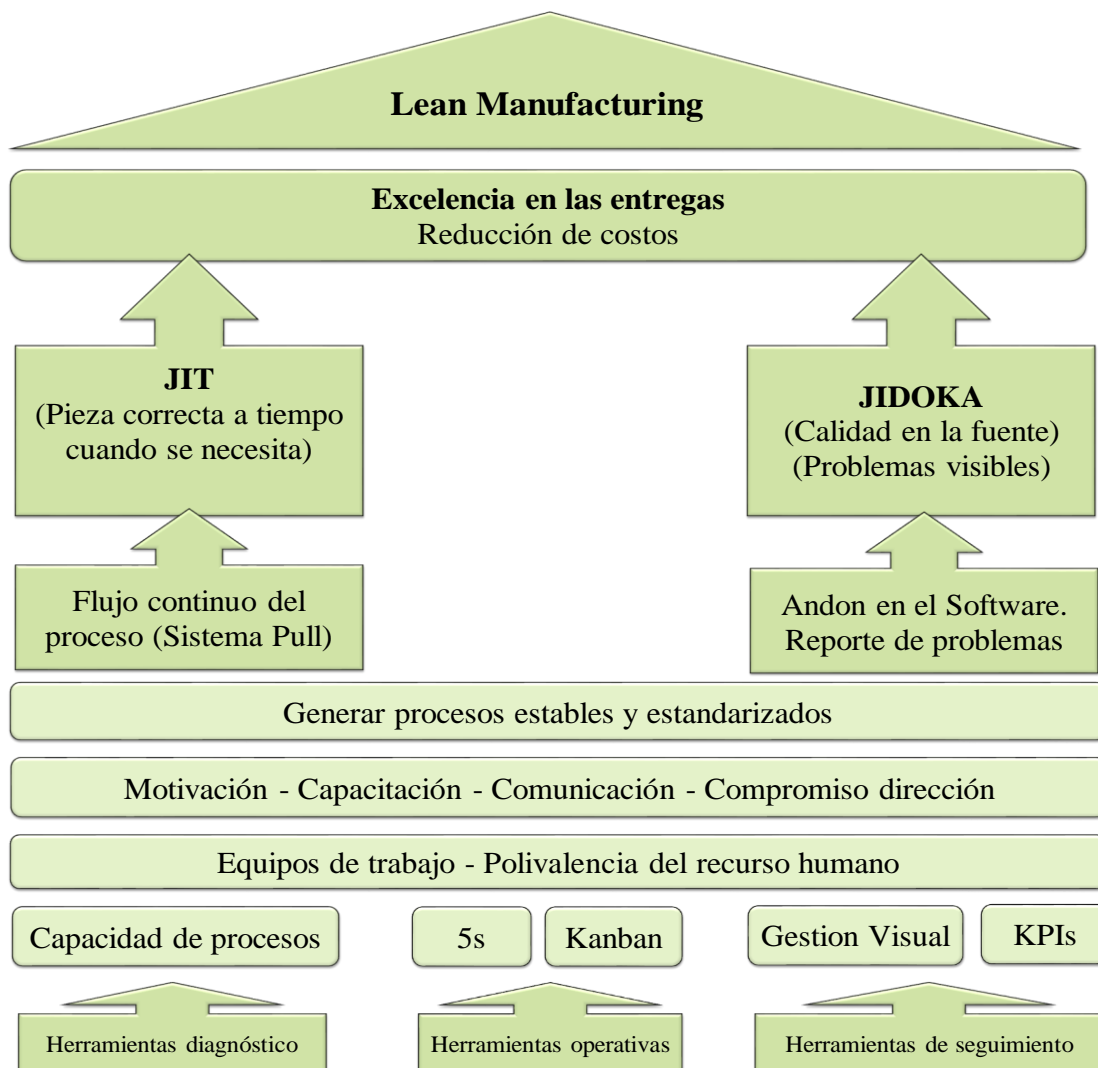
Es necesario constituir un equipo de trabajo en la empresa con aquellas personas que conocen y que están directamente relacionadas con los procesos en los que se va a implantar la metodología.

4. Definición del proceso.

Para aplicar la metodología Lean a un proceso, este debe estar definido y sistematizado, identificando quién opera en el mismo y sus entradas y salidas.

En la Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa, se muestra la propuesta para su adaptación.

Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa



Nota: Analista UIA 2018

La adaptación de la Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa, se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte, siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema (Hernández & Vizán, 2013).

En el techo de la casa está el objetivo principal de la propuesta: Excelencia en las entregas y reducción de costos. Asimismo, los dos pilares fundamentales: el sistema: JIT y Jidoka, para producir el artículo indicado en el momento requerido, además de dar a las máquinas y operadores la habilidad para avisar de un problema en el proceso y así poder eliminar la raíz de los defectos para que no pasen a la operación siguiente.

En la base de la casa Lean se encuentra la motivación, capacitaciones, comunicación y el compromiso de la directiva; aunado a esto, un buen equipo de trabajo polivalente. En otras palabras, que el personal pueda cumplir diferentes funciones y que se adapte a las diferentes partes del proceso. La idea principal con estas definiciones es lograr procesos estables y estandarizados.

Las herramientas propuestas se dividen en tres áreas: capacidad de procesos para monitorear y controlar las entregas; las herramientas operativas como la 5s y el kanban; las herramientas de seguimiento como el control visual y los KPIs, para monitorear los procesos.

De acuerdo a lo descrito, la filosofía Lean se antepone al sistema de trabajo que se maneja actualmente en la empresa y acoge uno nuevo; basado en la eliminación de pérdidas y centrado en los procesos estandarizados, con un mínimo de inventario; además, cada proceso solicita al anterior lo que precisa para su producción inmediata y éste debe ajustar su producción a esta solicitud, (sistema pull), con orden y con la limpieza que ayude a identificar las pérdidas, a cargo del grupo de mejora Lean.

Paralelamente a la integración de esta filosofía, se procede a las propuestas de mejora para cada uno de los ámbitos mencionados en la Figura No 78: Estrategia para la propuesta, (organización, procesos y procedimientos, recursos materiales, recursos humanos y sistemas de información).

Mejoras en el Ámbito de Procesos y Procedimientos

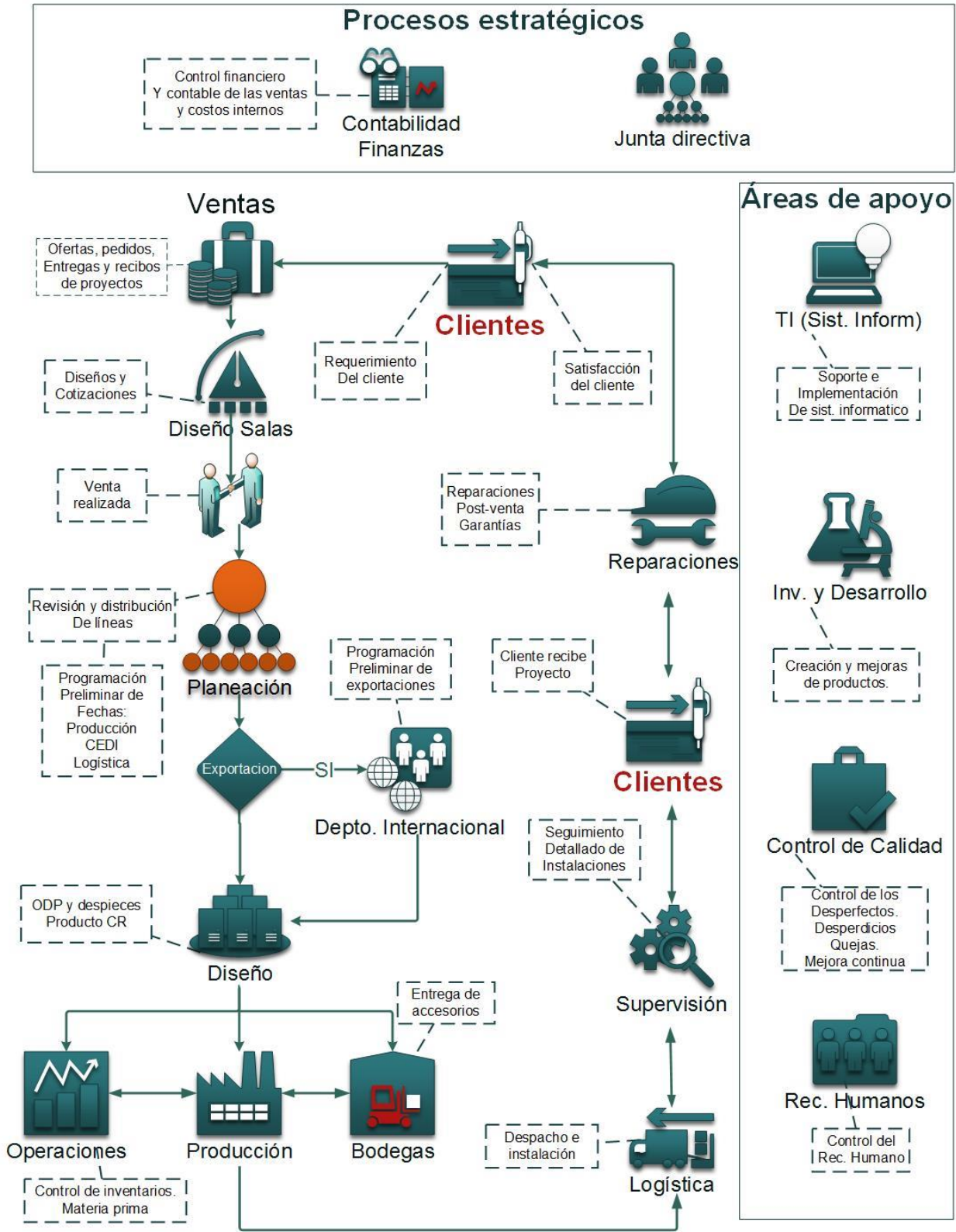
Los procesos y procedimientos deben de estar bien definidos para todo el personal, de esta manera se reducen tiempos muertos y el flujo de trabajo será continuo. La propuesta contempla usar un enfoque “pull” de la filosofía Lean Manufacturing, que se asocia con los sistemas JIT (Just in Time) y es considerado como un sistema flexible, en el cual la voz del cliente indica el ritmo del trabajo según la demanda (Imai, 2012, p. 134).

En las mejoras de procesos y procedimientos se propone una integración de procesos, un cambio en el proceso de limpieza y empaque, el uso del kanban y la metodología “Pull”, la división por tipos de proyectos y las proyecciones de venta. Para iniciar, a continuación se expone el plan general para integrar las áreas que afectan las entregas de los proyectos.

Plan de integración de procesos

En este punto se realiza el plan para integrar los procesos, para hacer más fluida la comunicación, como se muestra en la Figura No 80: Plan de integración de procesos a nivel macro.

Figura No 80: Plan de integración de procesos a nivel macro



Nota: Analista UIA 2018

La propuesta de integración de procesos de la Figura No 80: Plan de integración de procesos a nivel macro, inicia con los requerimientos o necesidades de los clientes, que puede ser una solicitud de cotización para rediseñar o amueblar algún área. Ventas genera ofertas, diseños, cotizaciones y pedidos, y una vez que se concreta una venta se realiza un pedido a producción.

Los diseños ingresan al nuevo departamento de planeación de proyectos, (marcado en color naranja), y su descripción se detalla en la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos. Este realiza una programación de las fechas de entrega y fabricación, de acuerdo con la demanda existente en producción. Si el proyecto es de exportación, se deben coordinar las fechas de entrega con el departamento internacional.

Una vez revisado y definidos los detalles de los proyectos se pasan al departamento de diseño, el cual elabora la orden de producción y distribuye los planos a las distintas zonas de producción, operaciones y bodega.

En fábrica la relación entre producción, operaciones y las bodegas debe ser fluida, para que no existan atrasos. Una vez que el producto está listo, logística, supervisión y reparaciones, realiza las funciones explicadas en la Figura No 37: Diagrama SIPOC. El ciclo termina donde inicia, con la satisfacción del cliente.

Los procesos estratégicos ayudan en las direcciones y ajustes necesarios, y los de apoyo cumplen la función necesaria, para que la parte operativa se lleve a cabo, como se explica en la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción.

Para que el plan de integración funcione, se debe mejorar la comunicación, para esto se realizan cambios en el organigrama de Producción como se muestra en la Figura No 89: Organigrama propuesto para producción; mejoras en los sistemas de información, como se observa en la Figura No 92: Análisis estructurado del proceso propuesto, en el cual todos los involucrados en los proyectos deben ingresar la información real durante sus labores diarias, de esta forma se ven datos reales en el momento en que se requieran.

Por otro lado, cada uno de los involucrados debe estar 100% comprometido en el proyecto, realizando lo que le corresponde de acuerdo con la Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas. Asimismo, cada uno de los superiores debe de velar porque esto se cumpla de la mejor manera.

Con la integración del departamento de planeación se forma un punto de conexión entre los procesos de ventas, producción, logística y operaciones, que permite la fluidez de los proyectos para cada una de las áreas. El modo de operar de este se explica en la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos

El área de producción es la zona que más impacta en los principales requerimientos de los clientes con un 87.93%, según la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, por lo que se proponen cambios internos y así cumplir con las fechas de entrega, estos cambios son:

- Restructuración en los departamentos de la planta de producción, indicado en la Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción.
- Cambios en los procesos de limpieza y empaque.
- Propuesta de la metodología Pull y herramienta Kanban, indicada en la Figura No 86: Proceso para el uso de las tarjetas kanban.
- División de proyectos por tamaños.

En el siguiente punto se describe el diagrama de flujo propuesto para producción.

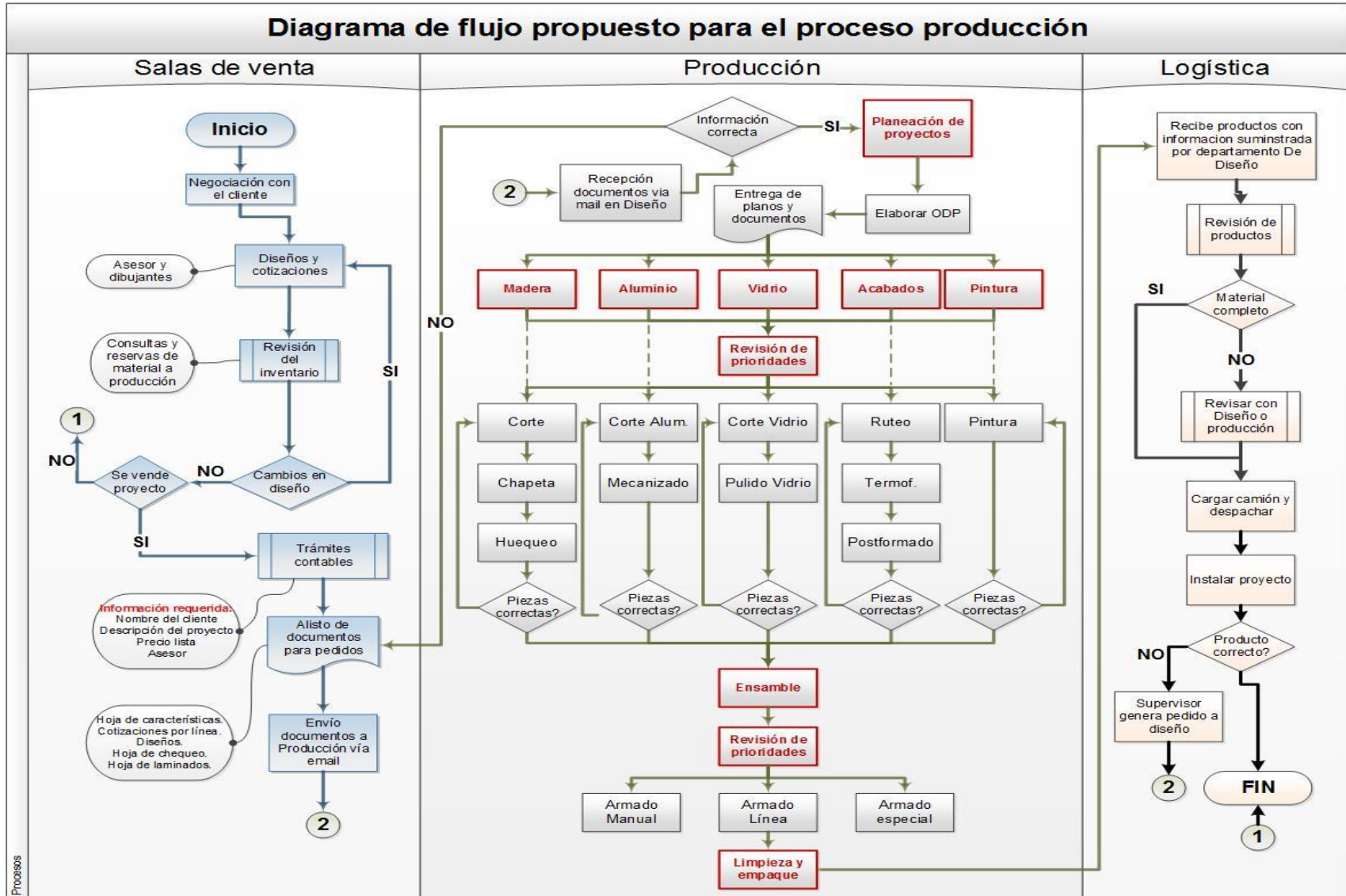
Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción

Una parte integral de la mejora son los procesos y comunicación del área de producción, y como complemento al cambio en los responsables de la Figura No 89: Organigrama propuesto para producción, se propone lo siguiente:

1. La integración del proceso de planeación y seguimiento de proyectos, al flujo de la planta de producción.
2. Subdividir los procesos similares y por tipo de materiales.
3. Agrupar los procesos de ensamble en una sola administración, para controlar mejor el cuello de botella.
4. Producción debe asumir la revisión de calidad, limpieza y empaque, y entregar a despacho los productos terminados, en la fecha programada.

En la Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción, se muestra la propuesta.

Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción



Nota: Analista UIA 2018

Según lo visto en el capítulo IV (Análisis de resultados), el área de producción es la zona que más impacta en los principales requerimientos de los clientes, con un 87.93%, según la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, por esta razón, se proponen mejoras al flujo de trabajo e integración de operaciones.

Como se ve en la Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción, las zonas marcadas en rojo son las principales modificaciones. Se integra la planeación de proyectos, se agrupan los procesos similares, y los departamentos de armado se unen en una sola administración, esto aporta en las cargas de trabajo, para que los operarios se ayuden entre ellos, además, se gestiona mejor el cuello de botella.

Se da énfasis al control y seguimiento de las prioridades o atrasos, para lograr las metas en el cumplimiento de las entregas. Los supervisores a cargo deben cumplir con las fechas de cada operación y si no deben avisar inmediatamente para reajustar el calendario de entrega (si es posible), de lo contrario, los gerentes de producción y ventas deben reunirse con el encargado de planeación para reajustar las prioridades.

Cambio en el proceso de limpieza y empaque

Por otro lado, el área de ensamble asume la función de empaquetado, así, producción debe entregar los productos completos a despacho, así el personal de despacho no debe andar buscando material por toda la planta, lo cual es una de las “mudas” generadas en la actualidad.

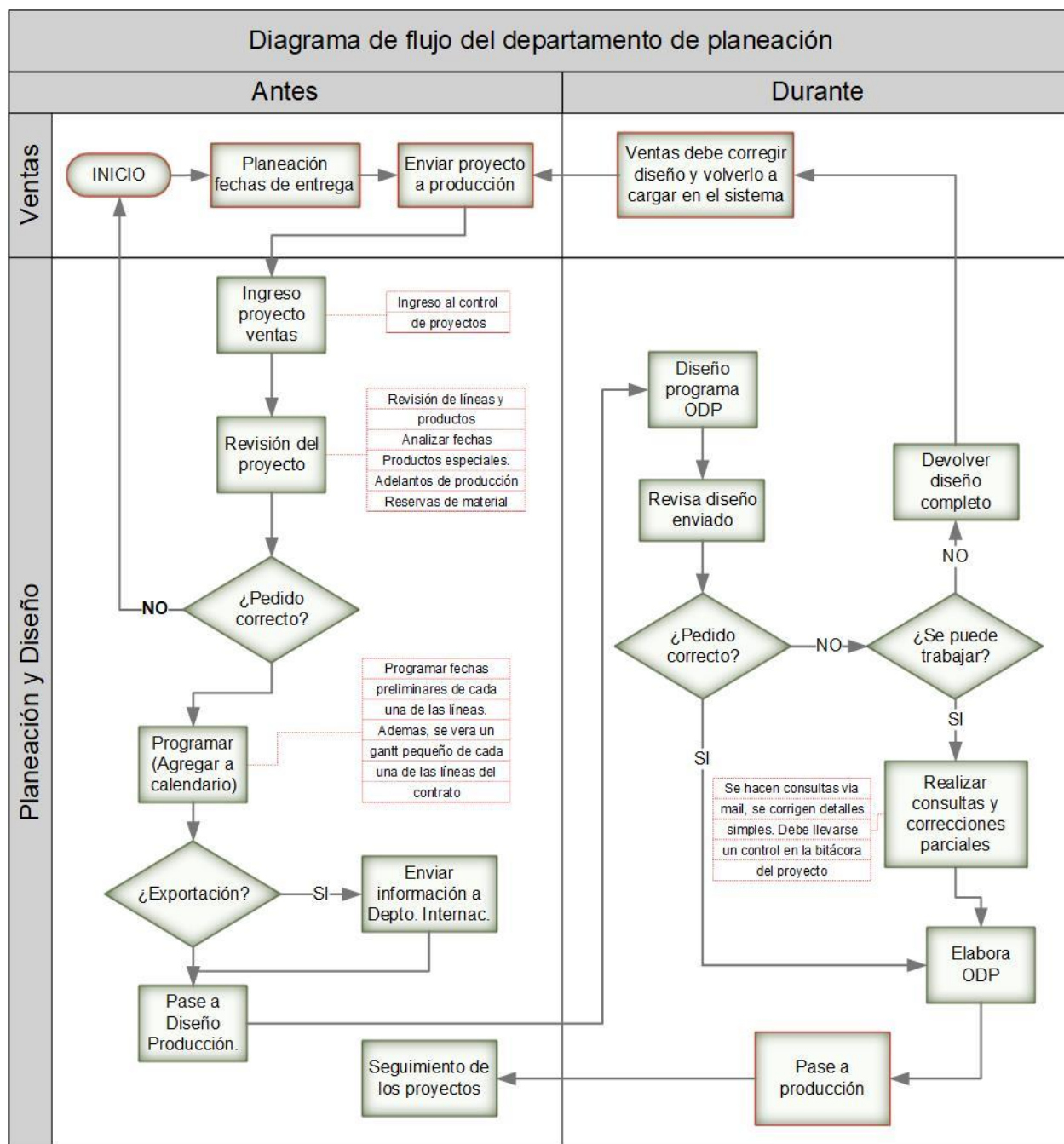
Según el sistema “pull” de la filosofía Lean, Ensamble solo debe entregar los productos que realmente va a necesitar el área de logística para sus instalaciones, para de esta manera, no crear exceso de inventario que ocupe espacio necesario para otros proyectos que lo requieren, y asimismo, evitar dañar o extraviar productos importantes en las entregas.

Lo anterior debe estar integrado a una buena planeación de los proyectos, por esta razón se hace énfasis al respecto en el siguiente apartado.

Diagrama de flujo para planeación de proyectos

Este es el proceso propuesto para llevar control de las entregas. Como se detalla en el punto “Planeación de proyectos”, en conjunto con los gerentes de producción y ventas se establecen las prioridades, las cuales se organizan en un sistema de control y programación de proyectos. Esto se explica en la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos.

Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos



Nota: Analista UIA 2018

La Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos se divide en cuatro cuadrantes, dos columnas que indican el antes y durante del proceso de producción, además dos filas que muestran las funciones de ventas, y en otra las de planeación y diseño.

El inicio del proceso de planeación se da en ventas, cuando se concreta una venta, en este momento se debe consultar al departamento de planeación por una fecha de entrega, la cual se establece en un rango de tres a diez semanas de entrega, según el tipo de proyecto (pequeño, mediano, grande o especial). Además, se da la opción de dividir un proyecto por etapas de entrega, para poder hacer entregas parciales, según la necesidad.

En Ventas se preparan los documentos importantes y necesarios para todas las partes involucradas. Cuando están listos se envían al departamento de planeación de proyectos, este lo recibe y lo ingresa al sistema de control, además, revisa que toda la información esté clara y completa. Si todo está bien, procede a agendar el proyecto en el calendario de proyectos, de lo contrario, lo devuelve al área de ventas.

Si el proyecto ingresado es de exportación, se procede a planear las fechas de exportación con el departamento internacional, posteriormente se pasa al departamento de diseño para que proceda a elaborar la orden de producción.

El departamento de Diseño programa la realización de la ODP, revisa que toda la parte técnica esté en orden, y si hay dudas o errores en el diseño, analiza si se puede adelantar parte de la ODP para no atrasar el proyecto, mientras se resuelven las dudas técnicas; de no ser así, se devuelve el diseño a ventas para que se corrija urgentemente y volverlo a cargar en el sistema. Todo esto debe quedar registrado por medio de bitácoras que permitan dar trazabilidad al diseño y que sirvan de análisis para futuras oportunidades de mejora.

En el instante en que el proyecto esté completamente claro se termina la orden de producción, y se procede a pasar a fábrica. Sin embargo, el proceso no termina ahí, pues la persona a cargo de la planeación debe dar seguimiento a los proyectos, para que las fechas previstas se cumplan, o bien, reajustar fechas según sea necesario.

Complementando a la planeación de proyectos, en el siguiente punto se propone el uso de tarjetas Kanban y sistema pull para el control de la producción.

Uso de la metodología Kanban y sistema Pull

Según Hernández & Vizán 2013, Kanban es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban). Se basa en el sistema “pull” de la filosofía Justo a tiempo (JIT), mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños (p. 75).

En este punto se propone diferenciar los departamentos de producción entre clientes internos y proveedores de la siguiente forma:

- El principal cliente de producción es el departamento de ensamble, ya que en este es donde convergen todas las órdenes de producción, ya sea que pase a la línea de armado manual, de línea o especial, o bien, que solamente se empaque y se entregue a Despacho.
- Los proveedores que suministran o proveen artículos al área de ensamble son las áreas de: maderas, aluminio, vidrio, acabados, pintura.

Con esta diferenciación y de acuerdo con la metodología “pull”, cada proceso retira las piezas que necesita, de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente lo necesario, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de las líneas de ensamble (cliente interno).

Se proponen dos tipos de tarjetas, uno para ensamble y otro para el pedido de materiales a los proveedores o entre proveedores. Esto se muestra en la Figura No 83: Kanban para solicitudes de ensamble y en la Figura No 84: Kanban para pedidos de materiales se muestran las propuestas.

Figura No 83: Kanban para solicitudes de ensamble

TK/55600-1 AL	euromobilia LO MÁXIMO EN MUEBLES		Tarjeta Kanban			
			Solicitud de ensamble ODP 55600			
	Fecha solicitud: <u>Enero 2018</u>		Fecha req.: _____			
	Area: <u>Maderas</u>		Operación: <u>Corte</u>		Encargado: _____	
	Código	Cant.	Descripción	Código	Cant.	Descripción

Nota: Analista UIA 2018

En esta tarjeta los supervisores solicitan productos para proyectos, los cuales, las líneas de ensamble deben armar en determinados días, con el fin de ordenar las prioridades de los proyectos.

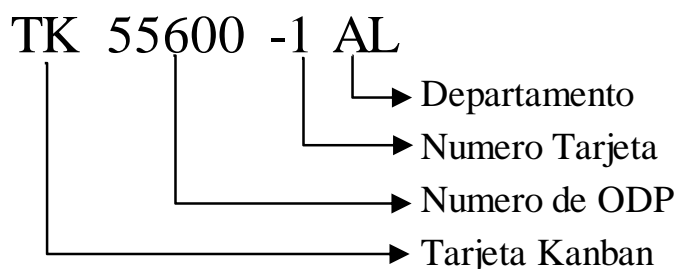
Figura No 84: Kanban para pedidos de materiales

TK/55600-1 MC	euromobilia LO MÁXIMO EN MUEBLES		Tarjeta Kanban			
			Pedido de materiales ODP 55600			
	Fecha solíc.: Enero 2018		Fecha req.: _____			
	Area: Maderas	Operación: Corte	Encargado _____			
L	Código	Descripción de artículo	Cant	Pred.	Ent.	Pend.
1						
2						
3						
4						
Nota:						
L=Línea, Cant=Cantidad, Pred=Predecesor, Ent=Entregar a, Pend= Cant. Pendiente						

Nota: Analista UIA 2018

En esta tarjeta se solicitan los diferentes artículos que los diversos proveedores deben fabricar para determinados días, con el fin de ordenar las prioridades de los proyectos y que entreguen solamente lo necesario. La codificación de las tarjetas se muestra en la Figura No 85: Codificación de tarjetas Kanban.

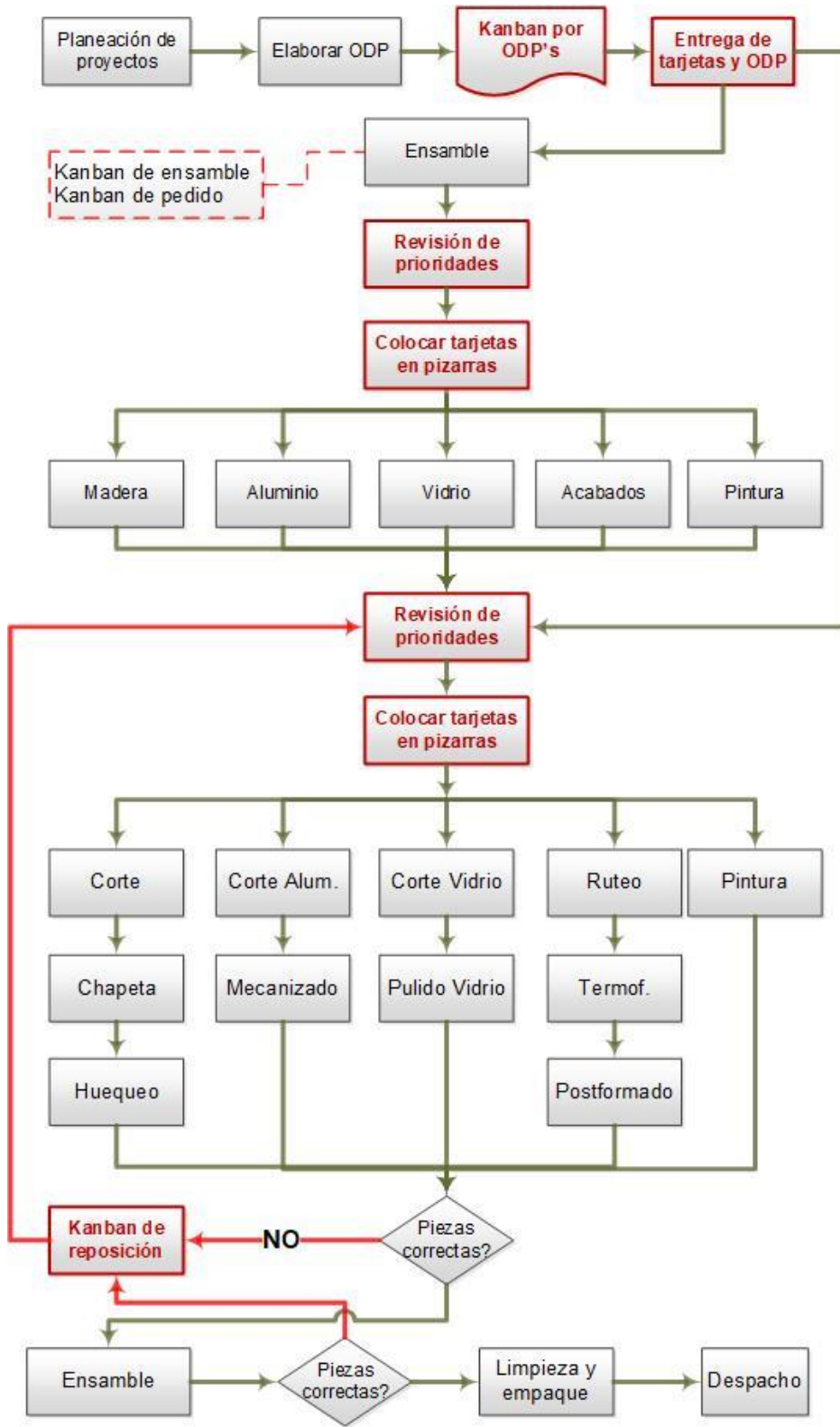
Figura No 85: Codificación de tarjetas Kanban



Nota: Analista UIA 2018

La idea principal de la codificación de tarjetas, es poder distinguir las fácilmente en los organizadores que se proponen en el Apéndice K: Propuesta de pizarras para el uso de las tarjetas Kanban, así cada organizador tendrá su tarjeta y la cantidad necesaria de artículos a producir. En la Figura No 86: Proceso para el uso de las tarjetas kanban, se muestra el proceso propuesto.

Figura No 86: Proceso para el uso de las tarjetas kanban



Nota: Analista UIA 2018

El inicio de la Figura No 86: Proceso para el uso de las tarjetas kanban, se da con la entrega de tarjetas a los distintos encargados y supervisores de producción, después de que se realiza la ODP. Estas personas administran las tarjetas según su necesidad, y de acuerdo con la planeación establecida para cada uno de los proyectos, según el calendario de entregas.

En el sistema “pull”, el movimiento de materiales y productos se ajusta en todo momento a la demanda, nada se produce hasta que realmente se requiera. En general, los proveedores no producirán nada, a menos que exista una demanda del área de ensamble, por medio de tarjetas kanban. Si algún producto sale defectuoso, se usan tarjetas autorizadas por el supervisor a cargo, para reponer el material y así no atrasar la entrega de los proyectos.

Para mejorar las entregas de materiales se deben dividir los proyectos y cada uno tratarlo según su grado de complejidad, lo cual se explica en el siguiente punto.

División de proyectos por tamaño

Como se explica en la Figura No 70: Cálculo de la capacidad teórica del área de armado, no todos los proyectos que se envían a la planta de producción son iguales, existen proyectos pequeños, medianos, grandes y especiales. Cada uno de estos consume un tiempo determinado, el cual es difícil de calcular para los proyectos especiales.

A la hora de programar las entregas, el gestor de planeación de proyectos debe tomar en cuenta los tamaños de los proyectos; junto con los gerentes de producción, se toman las decisiones necesarias, partiendo del hecho de que el área de ensamble, como cliente interno, es el que requiere principalmente, el material necesario del resto de procesos para cumplir con las entregas.

Es importante analizar, en estas planeaciones, las capacidades de la Figura No 71: Gráfico de capacidades del área de armado, de acuerdo con la cantidad de proyectos que ingresen. Se estiman las horas necesarias y una posible entrega de los proyectos. Adicionalmente, los gerentes de producción deberán revisar si es necesario hacer horas extras, adelantos de producción, entre otras opciones, para cumplir con las fechas pactadas.

Dentro de la planeación se debe identificar si algún proyecto es licitación con multas, para tramitarlo con cuidado especial. Estos proyectos deben diferenciarse en el cronograma y en las tarjetas Kanban, de esta manera, todos los procesos sabrán que la fecha de entrega de esos proyectos es inamovible.

En esta parte, la propuesta es usar la técnica Heijunka o nivelación de la producción, para adaptar el flujo de producción al comportamiento de la demanda, el cual es aplicable a procesos con referencias variadas, es decir, que exista flexibilidad de unidades, que junto con el sistema pull y kanban hacen que la producción sea más fluida (Salazar, 2006).

Proyecciones de ventas

La idea principal de este punto es que el área de ventas organice planes de ventas y una estimación de los tipos de productos y colores que venderán durante los próximos meses, de esta manera, Producción debe comprometerse a tener los recursos materiales necesarios para cumplir con la demanda estimada, al menor tiempo posible.

Esto no quiere decir que Ventas no podrá vender otros productos o colores, sino que, los productos que vendan fuera de esta proyección, llevarán un tiempo mayor de fabricación, lo cual deberá negociarse con los clientes, partiendo de las capacidades de producción.

Los sistemas pull se caracterizan porque los almacenes o diferentes puntos de venta determinan individualmente las necesidades específicas, calculando la cantidad requerida, la cual piden directamente a su almacén suministrador. Una mayor incertidumbre en la demanda favorece al enfoque pull, el cual minimiza el riesgo de pérdidas o daños del inventario.

Por último, en el ámbito de los procesos y procedimientos, los cambios propuestos afectan el mapa de procesos, indicado en la Figura No 38: Mapa de procesos del área de producción del capítulo IV (análisis de resultados), al incorporar el departamento de planeación de proyectos.

Este nuevo departamento se incorpora dentro de los procesos operativos clave, en el cual inicia el flujo de la Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción, además, se incorporan dos grupos de apoyo:

- El grupo de la filosofía Lean Manufacturing
- El grupo de la metodología 5s

Estos cambios se muestran en la Figura No 87: Mapa de procesos del área de producción modificado.

Figura No 87: Mapa de procesos del área de producción modificado



Nota: Analista UIA 2018

Los campos marcados en color rojo de la Figura No 87: Mapa de procesos del área de producción modificado, muestran los tres cambios propuestos: el departamento de planeación de proyectos, el grupo de la filosofía Lean Manufacturing y el grupo de la metodología 5s. Aunado a estas propuestas, se recomiendan algunas mejoras en el ámbito de los recursos materiales, las cuales se describen a continuación.

Mejoras en el Ámbito de Recursos Humanos

El recurso humano es muy importante para alcanzar los objetivos de la empresa. Tomando en cuenta la gente adecuada, con la combinación correcta de conocimientos y habilidades, es posible reducir los atrasos en los proyectos. Por esta razón, se proponen tres puntos que son:

1. funciones y responsabilidades.
2. motivar al personal,
3. capacitaciones en la metodología 5s y Lean Manufacturing

Para alcanzar las metas propuestas se inicia con las funciones y responsabilidades.

Funciones y responsabilidades

Para que se cumplan los objetivos y la ejecución correcta de todas las actividades dictadas por la dirección y los grupos de mejora, se deben definir claramente las funciones y responsabilidades. Por lo tanto, se realiza el cuadro mostrado en la Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas.

Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas

Cuadro de funciones y responsabilidades las personas y grupos involucrados		
Proceso / Miembro	Funciones	Responsabilidades
Junta directiva	Establecer las estrategias, objetivos y políticas de la organización.	Evaluar el progreso en el logro de los resultados planificados.
Gerente de producción	Dirigir, planificar, organizar y controlar los procesos y procedimientos propuestos para el cumplimiento de las fechas de entrega.	Programar, dirigir, monitorear, supervisar y evaluar las mejoras. Asesorar y orientar sobre métodos, normas y otros dispositivos propios de producción.
Grupo Lean y 5s	Trabajar en conjunto con el gestor de planeación y las distintas gerencias para el respectivo desarrollo, análisis e investigación de propuestas de mejora, además son los encargados de velar por el cumplimiento de la implementación de la filosofía Lean y 5s en la empresa.	Plantear mejoras en los procesos. Buscar soluciones a los fallos encontrados. Comunicar los avances y mejoras al personal involucrado en su área. Asistir a reuniones estipuladas, con el fin de identificar problemas o necesidades de mejora y buscarles solución. Capacitación al personal en cuanto al uso de las herramientas Lean y 5s.
Gestor de planeación	Controlar y dar seguimiento a los distintos proyectos para cumplir con las fechas de entrega de los proyectos. Planear con los distintos gerentes las fechas de entrega de los proyectos. Monitorear constantemente el sistema de información para la planeación.	Apoyar en la toma de acciones para la correcta implantación y el cumplimiento de las fechas de entrega de los proyectos. Apoyar al grupo Lean y 5s a definir, difundir y mantener las mejoras en los procesos. Asegurar el correcto procesamiento y uso de la información referente al Sistema de planeación de proyectos. Anticiparse a cualquier fallo potencial que pueda surgir de las diferentes necesidades y partes del proceso.
Supervisores de producción	Controlar los procesos de producción.	Capacitar a los operarios en las nuevas técnicas y procesos establecidos.
Cómputo y TI	Dar soporte a computadoras y sistema informático.	Tener los software y equipos de computo actualizado, además resguardar las base de datos.

Proceso / Miembro	Funciones	Responsabilidades
Gerencia de ventas	Dirigir, planificar, organizar y controlar los procesos y procedimientos propuestos para el cumplimiento de las fechas de entrega.	Ofrecer las fechas de entrega acordadas con el gestor de planeación de proyecto.
Operaciones	Controlar y actualizar diariamente los inventarios de materia prima, además realizar reservas de material de los distintos proyectos.	Velar porque los inventarios lleguen a los distintos procesos, además de capacitar al personal en la lectura de los mismos.
Logística	Despachar e instalar productos	Respetar las fechas acordadas, avisar sobre cualquier problema en el sistema o proceso.

Nota: Analista UIA

Las personas deben tener claras las funciones y responsabilidades citadas en la Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas en los procesos, además, saber cómo se vinculan dentro de la organización para mejorar la comprensión de las funciones y lograr los objetivos comunes, y de esta forma reducir los obstáculos

Además, las funciones y responsabilidades se logran a través de capacitaciones, por esta razón, se planean algunas capacitaciones para el personal con el fin de mejorar los procesos. Estas son:

- La motivación y calidad en la fuente.
- Filosofía Lean Manufacturing
- Metodología 5s.

Motivación y calidad en la fuente

Una de las causas que genera atrasos es la motivación del personal, y además interviene en las distintas operaciones. Muchas veces por la misma falta de comunicación con sus superiores, los colaboradores sienten que su trabajo no es reconocido. Por este motivo es necesario trabajar en la satisfacción personal de los integrantes de la empresa.

La motivación laboral es aquella que satisface y compromete al personal con el trabajo, para cumplir las diferentes responsabilidades que este requiere, así como con las tareas que lo conforman y los objetivos que se plantean, y de esta manera, satisfacer necesidades como ser fisiológicas, de seguridad, estima y autorrealización tal como refleja Maslow en su pirámide motivacional (Bellomo, 2013).

En este punto se propone que cada uno de los supervisores se integre a fondo con sus subordinados. Asimismo, la elaboración de un plan de incentivos por el cumplimiento de los proyectos en el tiempo requerido. Este plan puede variar según el área, y puede ser, ya sea un monto económico por cumplimiento, o bien, un reconocimiento mensual delante de toda la planta, para la operación que cumplió con todas las fechas de entrega.

Por otro lado, cada supervisor debe inculcar en los operarios el sistema de calidad en la fuente, así que, ninguna persona debe recibir, generar o pasar algún producto defectuoso al siguiente proceso. Esto debe contar entre las metas y objetivos mensuales de cada área. Así, cada operario será más riguroso y dedicado en su trabajo.

Capacitación 5s

Otro de los factores que afecta el cumplimiento de las entregas es la falta de organización y orden en los procesos, por tal razón, se propone implementar la metodología de las 5s, por medio de capacitaciones y seguimiento del cumplimiento. Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales, según (Salazar, 2006):

1. Clasificación u Organización: Seiri
2. Orden: Seiton
3. Limpieza: Seiso
4. Estandarización: Seiketsu
5. Disciplina: Shitsuke

Clasificación u Organización (Seiri)

Clasificar consiste en identificar la naturaleza de cada elemento, separar lo que realmente sirve de lo que no; sean herramientas, equipos, útiles o información. Para esto cada zona debe realizar reuniones, con el fin de separar lo que no sea necesario, con esto se logran espacios adicionales que no existían anteriormente para el material en proceso.

Orden (Seiton)

Consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario, además, en disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. En este punto se logra realizar una disposición que disminuya los movimientos innecesarios.

Limpieza (Seiso)

Consiste en integrar la limpieza como parte del trabajo, una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario. Esto crea un entorno más afable y amigable con los operarios, lo cual sirve de motivación.

Estandarización (Seiketsu)

Consiste en mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, procedimientos y apoyo de los mandos medios y altos. Para este fin, los colaboradores deben entender y cumplir con las normas que se establecen, y que junto con la demarcación de áreas, se conserve el orden en los procesos.

Disciplina (Shitsuke)

Consiste en establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza, lo cual es parte de la filosofía Lean Manufacturing. En este punto se deben de reconocer los logros obtenidos e incentivar la disciplina.

Para introducir la metodología de las 5s es necesario un grupo que implemente y controle cada uno de los pasos establecidos. Este debe iniciar con la capacitación externa pagada por la empresa, y luego, este mismo grupo dará la preparación mental a los empleados, para aceptar las 5s antes de que comience la campaña, y que no exista resistencia al cambio. De esta manera se empiezan a atacar las 3 “m” vistas en el capítulo IV (muda, muri y mura).

Las funciones y responsabilidades de este grupo se describen en la Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas, y los costos asociados se describen en la Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año y en la Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica. Asimismo, estará formado por colaboradores de distintas áreas, que quieran aprender y mejorar el entorno de la empresa. En este existirá un líder, el cual velará porque los objetivos que se propongan se cumplan.

Capacitación Lean Manufacturing

Dentro de la propuesta de mejora está la integración del grupo Lean, el cual estará formado por colaboradores de distintas áreas, que quieran aprender y mejorar el entorno de la empresa. En este existirá un líder, el cual velará porque los objetivos que se propongan se cumplan.

La empresa dará capacitaciones externas sobre la metodología Lean, que se complementen con el plan desarrollado en la Figura No 79: Adaptación de la filosofía Lean en la empresa. Las funciones y responsabilidades de este grupo se describen en la Figura No 88: Funciones y responsabilidades de las personas involucradas, y los costos asociados en la Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año y la Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica.

Todas las personas y grupos involucrados en los distintos procesos tienen funciones y responsabilidades, las cuales se describen a continuación.

Complementando a las mejoras en los recursos humanos, se plantean cambios importantes en el ámbito de la organización.

Mejoras en el Ámbito de la Organización

Las mejoras en el ámbito de la organización hacen referencia al contexto interno que tiene que ver con el funcionamiento de la organización, la estructura organizacional, la cultura y el cómo se manejan los canales de comunicación internos; iniciando con este último punto.

Mejora en la comunicación

Uno de los puntos que afecta los atrasos en las entregas de proyectos es la comunicación entre sus áreas, por lo que este es el primer punto que se debe mejorar si se quiere cumplir con los principales requerimientos de los clientes.

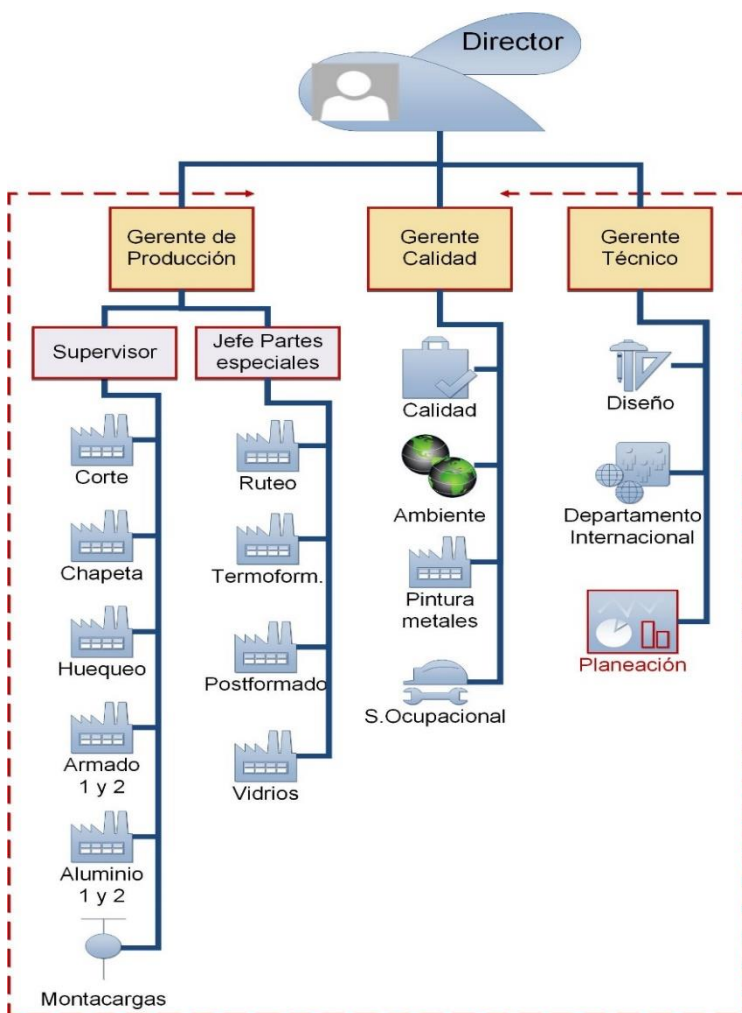
La clave del modelo está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras, tanto a nivel de puesto de trabajo como de línea de fabricación, y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios (Hernández & Vizán, 2013, p. 6).

Como se explica en la Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo, se observa que las directrices están dirigidas a los departamentos externos. Muchas veces por la falta de comunicación, estas directrices no llegan al departamento necesario, por tal razón es necesario que la comunicación fluya por todos los departamentos de producción, ventas y logística. Para lograr esta meta se deben realizar ajustes en la estructura organizacional de la planta de producción, los cuales se describen en el siguiente punto.

Cambios en la estructura del organigrama

En la Figura No 4: Organigrama de la planta de producción ubicada en Barrio Cuba, se detalla la estructura actual, a esta se le proponen mejoras que se ven en la Figura No 89: Organigrama propuesto para producción.

Figura No 89: Organigrama propuesto para producción



Nota: Analista UIA 2018

Los cambios que se proponen en la Figura No 89: Organigrama propuesto para producción, se basan en mejorar la comunicación y la relación entre las distintas operaciones de producción. Actualmente, la planta de producción, posee muchas divisiones internas con zonas donde se fabrican productos similares, diluidos entre diferentes gerentes y jefaturas, las cuales tienen dificultades para comunicarse.

El planteamiento de cambio consiste en unir procesos de productos y materiales similares, como se muestra en la Figura No 81: Diagrama de flujo propuesto para el proceso de producción, además, delegar la función en el gerente que está dándole seguimiento a las operaciones, por otro lado, el supervisor que ya existe se encargaría de una parte de las operaciones, y el jefe de partes especiales de los acabados, ambos bajo el mando del gerente de producción.

Dentro de las funciones del gerente de producción, estaría llevar un mejor control de la programación, con gente bajo su cargo, controlando las tareas diarias y la comunicación del personal en los procesos.

Por último, se propone crear un departamento de planeación de proyectos, el cual se describe a continuación.

Planeación de proyectos

Es importante una buena planeación de proyectos para la organización, ya que si se planean y se da seguimiento a todos los proyectos, esto ayudaría a disminuir los atrasos y multas actuales. Las siguientes serían sus funciones:

1. Programación de fechas de entrega para los proyectos vendidos, según las capacidades de producción.
2. Negociar con ventas, reajustar fechas de entrega si las capacidades de producción no dan abasto.
3. Validar con el departamento de operaciones los materiales para los proyectos enviados por ventas.
4. Coordinar adelantos de producción entre ventas y la planta de producción.
5. Presionar a ventas para que entregue sus proyecciones mensuales.
6. Presionar a producción para que cumpla las fechas establecidas.
7. Llevar calendario de entregas digital, ligado con producción y ventas.
8. Proponer mejoras en el proceso y planeación de los proyectos.
9. Trabajar en conjunto con los grupos Lean y 5s.
10. Monitorear constantemente los indicadores y el sistema de información.
11. Comunicar constantemente los estados de los proyectos a las distintas partes involucradas.

La idea principal con este departamento es disminuir y evitar al máximo los atrasos en las entregas de los proyectos, con un seguimiento de todos los contratos que ingresen a la planta de producción y que contemplen todos los detalles necesarios para una buena comunicación entre producción y logística. En la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos, se detalla el procedimiento y relaciones con otras áreas.

Gestor de planeación de proyectos

El departamento de planeación de proyectos requiere de un gestor, que ayude en el control y seguimiento de los proyectos, y que pueda llevar a cabo las funciones propuestas en el punto anterior. Este se convierte en el nexo de unión entre la estrategia y el equipo de la planta de producción, que requiere habilidades como: liderazgo, trabajo en equipo, motivación, comunicación, influencia, toma de decisiones, negociación y proporcionar orientación.

Las mejoras en el ámbito de la organización requieren de procesos y procedimientos que se ajusten a los objetivos propuestos, para esto se hace un apartado específico que se describe a continuación.

Mejoras en el Ámbito de Recursos Materiales

En el ámbito de los recursos materiales se busca mejorar las actividades clave de la organización. En este punto se propone mejorar en dos puntos, ya que la empresa tiene maquinaria y recursos importantes para hacer frente a la demanda.

Monitores para el control de procesos

Se propone colocar monitores visibles en cada proceso, que ayuden a identificar las prioridades y las tareas diarias de los proyectos, adicionalmente a las tarjetas kanban. Estos monitores dan información para los supervisores de planta y operarios, proveniente de la planeación de proyectos, los cuales mostrarán la información de la Figura No 93: Indicadores propuestos para medir resultados en las entregas, diferenciados según la Figura No 94: Diferenciación de colores para los indicadores propuestos.

En estos monitores se visualizan diariamente los proyectos en proceso y pronto a vencer, que alimenta el gestor de planeación. Por último, cada supervisor debe dar por terminados los trabajos diarios, de esta manera se ven en tiempo real los avances de los proyectos.

Identificación de espacios para almacenaje de materiales

Uno de los problemas que existe actualmente es el espacio para almacenar materiales, como se describe en el capítulo IV (Análisis de resultados). Una de las mudas está en el manejo del inventario, por esta razón se propone delimitar áreas específicas para el producto en tránsito.

Cada operación cuando termina su trabajo debe entregar el material al responsable del siguiente proceso, el cual debe recibir los productos y colocarlos en un espacio específicamente identificado, así, no se tendrá material esparcido por toda la planta y se evitan movimientos incensarios, tiempos muertos y pérdida de productos.

Por último, parte de la filosofía Lean es la metodología de las 5s, la cual, según (Salazar, 2006) tiene varios objetivos:

- Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.
- Eliminar los despilfarros o desperdicios de la organización.
- Mejorar la calidad de la organización.

Esto se explica en el ámbito de los recursos humanos a continuación.

Mejoras en el Ámbito de los Sistemas de Información

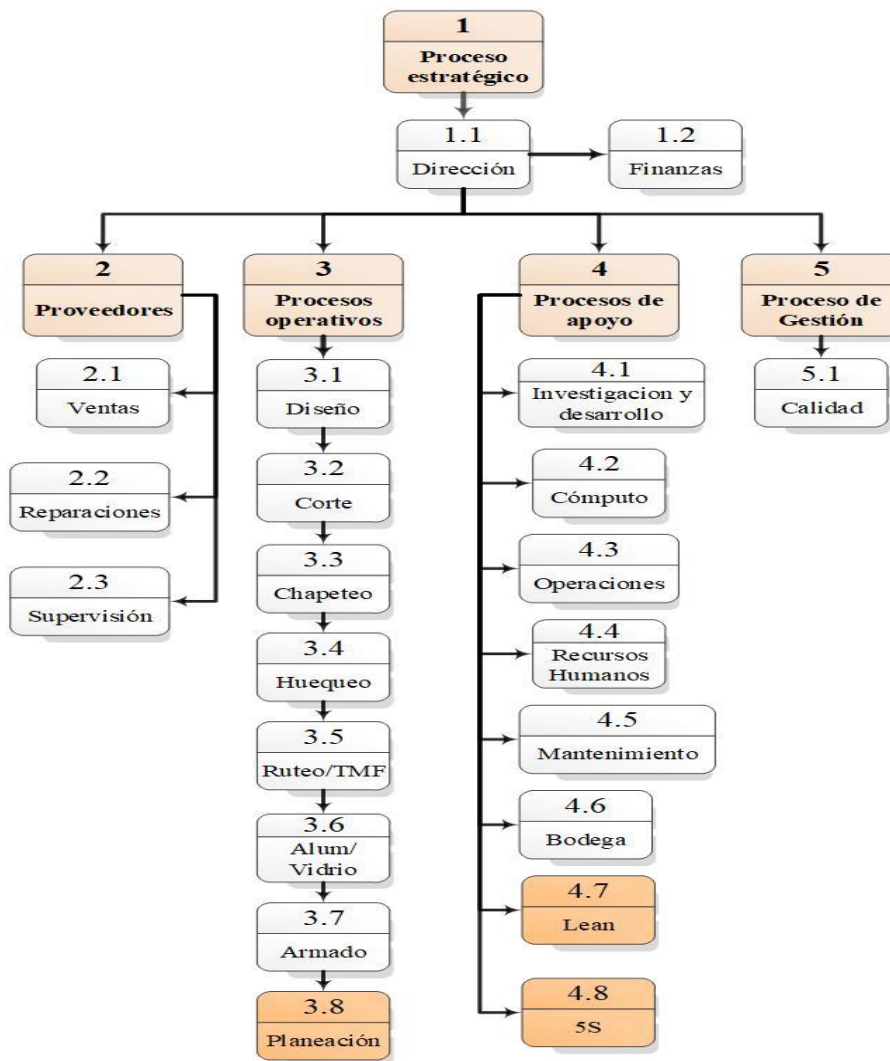
Hoy día la tecnología es importante para las organizaciones o empresas, ya que ayudan a mejorar la productividad y comunicación. Por esta razón, la primera propuesta en este ámbito es la creación de un módulo para la programación y control de la producción.

Módulo para la programación y control de la producción

En este punto se propone crear un módulo informático para la programación de la producción, que ayude al departamento de planeación, ya que el sistema actual no lo tiene. Asimismo, integrar el nuevo departamento de planeación de proyectos y los grupos de mejora Lean y 5s. El usuario principal de este módulo será el gestor de planeación y el proceso se describe en la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos.

Al integrar el departamento de planeación y los grupos de mejora en las funciones de la empresa, se modifica la Figura No 64: Diagrama de jerarquía según mapa de procesos del proyecto, según la Figura No 90: Diagrama de jerarquía propuesto.

Figura No 90: Diagrama de jerarquía propuesto



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 90: Diagrama de jerarquía propuesto, se muestran en un color naranja tres zonas importantes en las mejoras: el departamento de planeación y los grupos de apoyo Lean y 5s. Estas se integran con el resto de procesos de la empresa con el fin de entregar a tiempo los proyectos. El principal objetivo es reemplazar la hoja de Excel que se usa actualmente para la programación, por una herramienta dinámica y que sea visible para todos, integrando todos los procesos involucrados.

En la Figura No 82: Diagrama de flujo propuesto del proceso de planeación de proyectos, se muestra el funcionamiento de este departamento iniciando con una consulta sobre las posibles fechas de entrega en una venta. Al ingresar a este módulo informático se podrá ver un menú gestor con los siguientes accesos:

1. Control de contratos o de proyectos
2. Calendarios
3. Gantt de proyectos
4. Exportaciones
5. Adelantos de producción
6. Reservas de materiales
7. Proyecciones de ventas
8. Adicionales al proyecto
9. Diseño
10. Indicadores (KPIs)

En cada uno de estos sub módulos se observa la información necesaria para controlar los proyectos, y de esta manera cumplir con las fechas de entrega y medir los costos por atrasos. A continuación se explica cada uno de estos.

Control de contratos o de proyectos.

En este sub módulo se observa la lista de proyectos que se han ingresado al sistema, se ingresan nuevos proyectos cuando se genera una venta, se busca por sala de venta y se muestran los estados de cada uno de los proyectos de la siguiente forma:

Figura No 91: Posibles estados de los proyectos en el sistema informático

Estado	Descripción
1 Anulado	Contrato anulado
2 Enviado	Contrato enviado por ventas, pendiente de revisión
3 Devuelto	Contrato revisado y devuelto a ventas para corregir
4 Pendiente de envío	Ventas aun no envía contrato a planeación de proyectos
5 Procesado	Contrato revisado y con pase a producción
6 Entrega Parcial	Se ha entregado una parte de una línea o algunas líneas al cliente
7 Atrasado	Proyecto atrasado sin entregar al cliente
8 Entregado	Proyecto terminado por completo

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 91: Posibles estados de los proyectos en el sistema informático, se detallan ocho diferentes tipos de estados que puede tener un proyecto, diferenciados por color para una mejor diferenciación. En este punto se integra una de las herramientas del Lean, la cual es el “Andón”, que es un dispositivo de control visual que indica el estado de un proyecto, para así poder darle su trámite respectivo.

Calendarios

En esta parte se muestran los contratos por medio de un calendario, cada uno con su fecha de entrega respectiva, programada por el gestor de planeación de proyectos, junto con los gerentes de producción, ventas y logística.

Este módulo debe ayudar al gestor en el análisis de restricciones para no colocar fechas en días cercanos; como por ejemplo, que la fecha de entrega de producción e instalación esté acorde al tamaño del proyecto; en otras palabras, que la fecha pactada sea lógica y posible de cumplir.

Otro punto importante es la reprogramación de fechas; por ejemplo, si se cambia la fecha de producción o logística, el sistema debe variar las otras fechas ligadas, arrojar alertas a todos los involucrados y cambiar el color de los estados.

Gantt de proyectos

En esta pantalla se pueden ver las subdivisiones de un proyecto o varios proyectos en una vista tipo Gantt, para comprender mejor las fechas de los proyectos; en el módulo de calendario se filtran los proyectos y la visualización tipo Gantt.

Exportaciones

Esta parte es una integración con el sistema internacional que existe actualmente en la empresa, para observar las fechas de exportación y poder ligarlas con las fechas del resto de proyectos.

Adelantos de producción

En esta parte se ingresan y se controlan los adelantos a producción que se generan en el área de ventas. Estos adelantos son decisiones exclusivas de los gerentes comerciales, para poder ganar tiempo en aquellos proyectos importantes o licitaciones que generen grandes multas.

Reservas de materiales

Por medio de este sub módulo se ingresan y se controlan las reservas de materiales en proyectos que están en trámite en el área de ventas. Esto está ligado al departamento de operaciones, el cual debe velar porque los materiales requeridos estén en el tiempo que se necesitan.

Proyecciones de ventas

Cada mes, los gerentes de ventas deben analizar las proyecciones en las ventas. En este módulo se ingresan los diferentes tipos de productos, en los cuales Ventas necesita que se les dé atención y que no podrán faltar durante los próximos meses. Está ligado directamente con el departamento de operaciones para el control de los inventarios, además, Producción podrá analizar los recursos necesarios.

Adicionales al proyecto

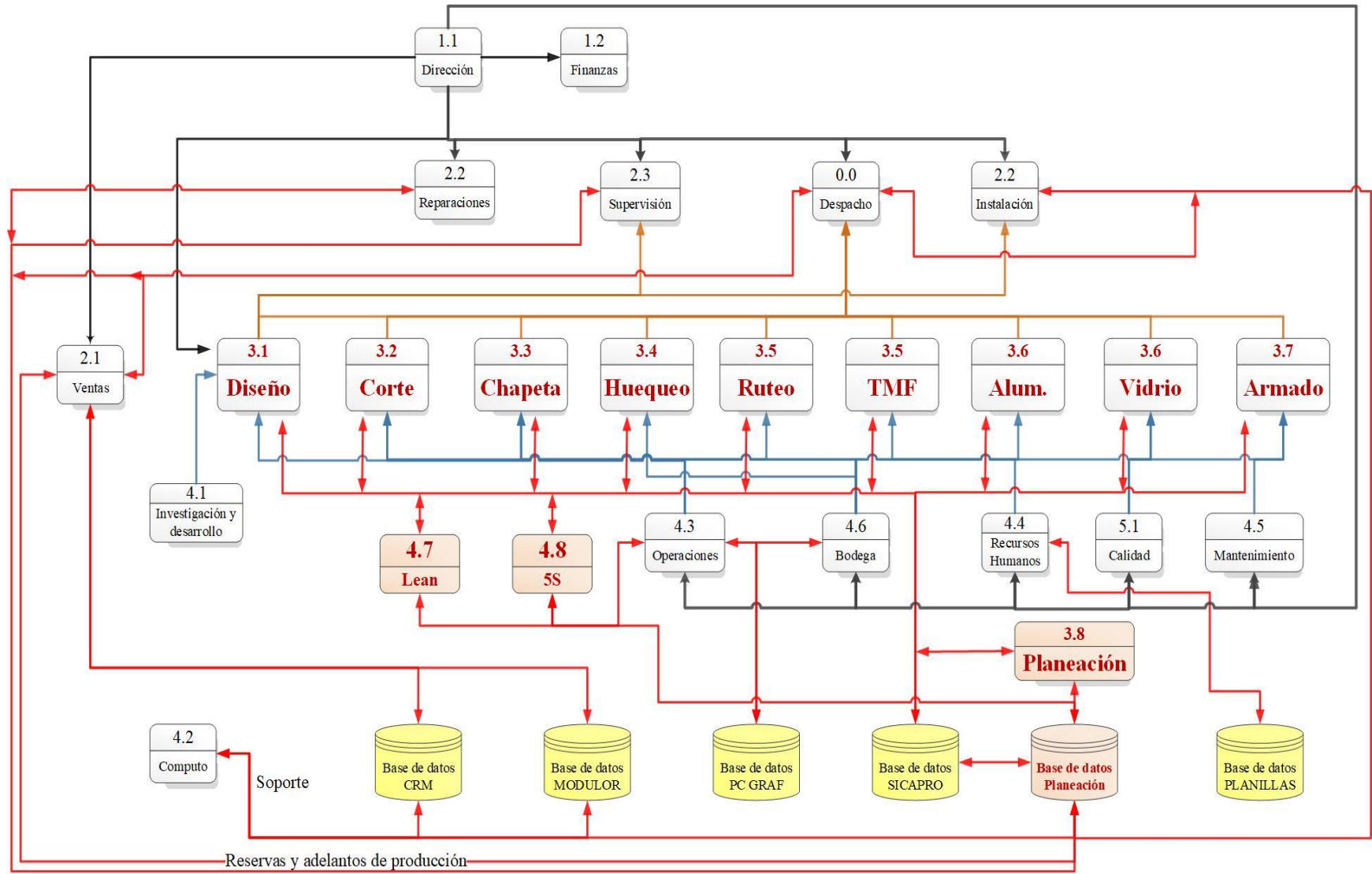
En la Figura No 37: Diagrama SIPOC, se describe cómo los supervisores y el área de reparaciones pueden solicitar productos para corregir errores, faltantes o terminaciones que sean necesarias para cumplir con los requerimientos de los clientes. En este módulo se ingresan las solicitudes, y de esta manera se pueden planear y dar seguimiento a las terminaciones de los proyectos.

Indicadores (KPIs)

En esta parte se muestran los indicadores propuestos, a los cuales tendrán acceso: Ventas, Producción y Finanzas.

Con las mejoras propuestas en este ámbito, la información debe fluir entre los procesos estratégicos, operativos, apoyo y proveedores, como se muestra en la Figura No 92: Análisis estructurado del proceso propuesto.

Figura No 92: Análisis estructurado del proceso propuesto



Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 92: Análisis estructurado del proceso propuesto, se realizan mejoras al flujo de la información mostrado en la Figura No 66: Análisis estructurado del proceso productivo, del capítulo IV, y se utiliza la misma simbología de la Figura No 65: Simbología utilizada para el análisis estructurado.

Según se observa, la información ya no ingresa por medio del departamento de diseño, sino que se hace por medio del departamento de planeación de proyectos, y a partir de este la información fluye hacia las distintas áreas de la empresa. Por otro lado, también se ve la incorporación de los procesos de apoyo Lean y 5S, los cuales ayudan a los procesos operativos.

Como complemento al sistema de información, se proponen indicadores que ayuden en el control de los proyectos.

Indicadores (KPIs)

Para evaluar el progreso de las mejoras es importante llevar una serie de indicadores, que permitan a los diferentes encargados saber si se está cumpliendo con los objetivos propuestos; para esto se propone una serie de indicadores que ayuden a medir las entregas de los proyectos y de esta manera reducir los costos asociados por atrasos.

En la Figura No 93: Indicadores propuestos para medir resultados en las entregas, se muestran cuatro categorías según el área en la que se requiere medir los resultados, tanto para la dirección y finanzas, gerencias, supervisores de producción y operarios.

Figura No 93: Indicadores propuestos para medir resultados en las entregas

Definición de indicadores y metas del proyecto						
Area	Objetivos	Descripción	Fórmula	Actual	Meta del proyecto	Control / Seguimiento
Dirección y Finanzas	Disminuir las multas por atrasos	Sumatoria de multas por año	\sum Multas por año	\$79.000 anuales en promedio	\$9.000 anuales máximo	Registros y reportes en el módulo de planeación
	Reducir costos extras por atrasos	Sumatoria de costos por año	\sum Costos	\$66.000 anuales en promedio	\$8.000 anuales máximo	Registros y reportes en el módulo de planeación
	Satisfacción del cliente	Porcentaje de conformidad	NA	NA	100%	Registros y reportes del área de ventas




Gerentes	Proyectos entregados a tiempo	Cantidad de proyectos a tiempo entre el total de proyectos	$\frac{\sum \text{Cant. Proyectos a tiempo}}{\sum \text{Cant. Total proyectos}}$	7%	89%	Registros y reportes en el módulo de planeación
	Eficacia= Mejorar las entregas de los proyectos	Resultado alcanzado / Resultado esperado	Ver indicación al final de la tabla	No hay registro	Entre 81-90%	Registros y reportes en el módulo de planeación
	Eficiencia= Lograr las entregas a un menor costo	Eficiencia en las entregas por mes	Ver indicación en los Apéndices del proyecto	No hay registro	Mas de 3 puntos	Registros y reportes en el módulo de planeación
	Efectividad= Entregar a tiempo y con los costos más razonables posibles	Porcentaje de efectividad anual	Ver indicación en los Apéndices del proyecto	No hay registro	Mas del 90%	Registros y reportes en el módulo de planeación
Gerentes y Supervisores	Optimizar proceso productivo	Productividad del depto ensamble (ODP/Hr)	$\frac{\sum \text{Cant. Horas}}{\sum \text{Cant. Total muebles}}$	No hay registro	Peq = 0.5 Med = 2.5 Gde = 10 Esp = ?	Registros del área de ensamble y SICAPRO
		Promedio días en fábrica de los proyectos	$\frac{\sum \text{Total de días en fábrica}}{\sum \text{Cant. Total proyectos}}$	56.567 días en el año 2017	Peq = < 31 d Med = < 31 d Gde = < 60 d Esp = ?	Registros del sistema SICAPRO y módulo de planeación
		Desviación estandar días en fábrica	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$	26.441 días	7 días	Registros del sistema SICAPRO y módulo de planeación
		Optimizar flujo de información	Mejorar los índices de prioridad de riegos según AMEF	NPR según AMEF	512	0
	Optimizar sistema de información	Información precisa, oportuna y confiable	NPR según AMEF	576	0	Encuestas y Matriz AMEF
	Dar seguimiento a los proyectos	En cada monitor se indicaran en orden y por color las prioridades	Cant. De proyectos atrasados	No hay registro	0	En cada monitor se debe indicar las prioridades de proyectos por día
	Operarios	Capacitación	Cant. Capacitaciones por año	NA	No existe registro	2 x año
Motivación		Porcentaje de motivacion	NA	No existe registro	minimo aceptable 95%	Por medio de encuestas y sugerencias
Comunicación		Porcentaje personas conocen los procedimientos	NA	No existe registro	minimo aceptable 95%	Plan de comunicación interna por medio de encuestas
Sistemas de inf.		Porcentaje de areas con sistema de informacion	NA	No existe registro	100%	Plan de implentacion y mejora del sistema mensualmente

Nota: Analista UIA 2018

Los indicadores de la Figura No 93: Indicadores propuestos para medir resultados en las entregas, se acomodan en cuatro áreas específicas, según la necesidad de cada uno, para controlar el impacto que están teniendo las acciones tomadas en los diferentes ámbitos de la organización. Medir permite planificar con mayor certeza y confiabilidad los eventos, procesos y procedimientos de la empresa (Montero, Díaz, Guevara, Cepeda, & Barrera, 2013).

En el módulo de planeación deben de reflejarse, en tiempo real, los resultados que se están obteniendo. Asimismo, cada responsable debe tener acceso a los mismos, con la finalidad de ir midiendo y controlando los avances mes a mes; para esto se propone diferenciarlos por color según la Figura No 94: Diferenciación de colores para los indicadores propuestos.

Figura No 94: Diferenciación de colores para los indicadores propuestos

Tipo Indicadores		Descripción para tabla general de indicadores
Estable		Indicador que esta dentro de los parametros establecidos
Variables		Indicador que muestra una tendencia variable según los históricos
Críticos		Indicador que esta fuera de los parametros establecidos

Nota: Analista UIA 2018

Con cada color de la Figura No 94: Diferenciación de colores para los indicadores propuestos, se podrán diferenciar fácilmente los estados críticos o variables, a los cuales se les debe prestar atención para controlarlos.

Todas estas propuestas tienen beneficios, ya sea tangibles o intangibles, por tal razón, en el siguiente punto se hace una evaluación económica para analizar si el proyecto es viable.

Evaluación económica

El estudio de evaluación económica es el análisis de factibilidad de un proyecto, el cual puede tener beneficios importantes para la empresa. Estos pueden ser tangibles o intangibles, la diferencia es que los tangibles son los que se miden en términos monetarios y los intangibles no se pueden medir de esta forma, pero sí tienen gran relevancia para la organización. Los beneficios, si se implementan las mejoras, son los siguientes.

Beneficios tangibles

Los beneficios tangibles del proyecto se describen en la Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora.

Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora

Principales causas de la falla potencial						Ambito de mejora					
Num	Causas	NPR	%	% Acum	Clasif.	Org	Proc	Rec. mat.	Rec. hum.	Sist. Inf.	Ahorro potencial
1	Integración de procesos y sistemas	576	10.53%	10.53%	A	X	X	X	X	X	\$13,437.60
2	Programación de la producción	576	10.53%	21.05%	A	X	X	X	X	X	\$13,437.60
3	Software desactualizado	576	10.53%	31.58%	A					X	\$13,437.60
4	Control producción / indicadores	512	9.36%	40.94%	A	X	X	X	X	X	\$11,944.54
5	Comunicación entre áreas	512	9.36%	50.29%	A	X	X	X	X	X	\$11,944.54
6	Deficiente alimentación del sistema	448	8.19%	58.48%	A	X			X		\$10,451.47
7	Difícil acceso a la información	432	7.89%	66.37%	A					X	\$10,078.20
8	Estapacio almacenaje de productos	392	7.16%	73.54%	A	X	X	X			\$9,145.04
9	Métodos de trabajo	320	5.85%	79.39%	A	X	X				\$7,465.34
10	Cortos tiempos de entrega	200	3.65%	83.04%	B	X					\$4,665.83
11	Faltante de materia prima	200	3.65%	86.70%	B	X	X			X	\$4,665.83
12	Capacitación	160	2.92%	89.62%	B				X		\$3,732.67
13	Diferencia proyectos especiales	160	2.92%	92.54%	C	X					\$3,732.67
14	Productos dañados	160	2.92%	95.47%	C	X			X		\$3,732.67
15	Descuidos	128	2.34%	97.81%	C				X		\$2,986.13
16	Motivación	120	2.19%	100.00%	C				X		\$2,799.50
Total Ahorro potencial anual		5472	100.00%								\$127,657.24

Nota: Analista UIA 2018

Según el análisis del capítulo IV, las multas por atrasos en los proyectos durante dos años es de \$158,361.07 en total; además, Ventas y Producción son las áreas que más impactan en este monto, con el 87.93%. Por otro lado, en logística se incurre en costos extras de \$66,000 anuales por atrasos en los proyectos. Partiendo de estos números y como se muestra en la Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora, con el presente proyecto, se estiman ahorros anuales de \$127.657,24.

Las propuestas de mejoras en los diferentes ámbitos, se centran en minimizar las causas de los atrasos y faltantes de materiales, como se muestra en la Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora, iniciando con los de la clasificación tipo A, luego las B y las C.

Por último, de acuerdo con informes del área de finanzas de la empresa, durante el año 2016 y 2017 el departamento de contabilidad tuvo problemas para cobrar facturas a varios clientes; estos montos sumaron \$231.000 aproximadamente. Con las propuestas de mejoras se pretende que esas cuentas por cobrar se reduzcan en al menos un 80%, con la reducción del 87.93% en los atrasos mostrados en la Figura No 59: Gráfico de áreas que más impactan en los principales requerimientos, lo que significarían \$92.400 anuales de cuentas cobradas.

A estos beneficios tangibles se les suman algunos beneficios intangibles, los cuales se describen a continuación.

Beneficios intangibles

Los beneficios intangibles ayudan a la empresa en la gestión de sus distintos procesos para lograr entregar los proyectos en la fecha requerida. Con el presente proyecto los beneficios intangibles son los siguientes:

- Aumento en la satisfacción de los clientes.
- Mejora en la imagen de la empresa.
- Con la filosofía Lean se estima aumentar la capacidad de la planta de un 60% a un 80 o 90%, con el uso de las diferentes herramientas como el Kanban, sistema Pull, JIT y la metodología 5s, lo cual permitirá entregar proyectos en el tiempo requerido.
- Mejoramiento en la calidad de los productos con la implantación del uso de la metodología Jidoka y “calidad en la fuente”, para hacer visibles los problemas desde el momento en que se dan.
- Aumento de la confianza organizativa y responsabilidad de los colaboradores, con las diferentes capacitaciones y motivaciones del personal.
- Información oportuna, precisa y confiable para tomar decisiones, con la implementación del módulo informático en la planeación de proyectos.
- Más y mejor comunicación con los clientes internos y el resto de procesos.
- Ayuda en la planificación estratégica para la Junta Directiva.

- Procesos más confiables y estandarizados, lo que a su vez genera seguridad a la hora de programar y planear la producción.

Para algunos de los beneficios tangibles o intangibles que se proponen es necesaria una inversión económica, lo que se detalla a continuación.

Análisis de la inversión

Según se ha explicado, con la implantación de las mejoras en los diferentes ámbitos de la empresa, y la filosofía Lean Manufacturing, se generan beneficios importantes. Sin embargo, para saber si estos beneficios son viables, es imprescindible analizar la inversión inicial que la empresa necesita para empezar, que de acuerdo con Baca Urbina 2013, se dividen en activos fijos o tangibles, y diferidos o intangibles (pág. 175).

Dentro de los activos tangibles que se necesitan para las mejoras están:

- Servidor para el módulo informático de planeación: \$1000 y \$100 mensuales por mantenimiento a partir del año 1.
- Computadora para el gestor de planeación: \$650 y \$100 mensuales por mantenimiento a partir del año 1, y \$100 mensuales por mantenimiento a partir del año 1.
- Cinco computadoras con pantallas grandes para las áreas de maderas, aluminio, vidrio, acabados y pintura: \$2750 y \$300 mensuales por mantenimiento a partir del año 1.
- Papelería y tinta extra para las tarjetas Kanban (las impresoras ya existen): costo promedio mensual \$100, con un aumento aproximado del 10% a partir del año 1.
- Pintura y mano de obra para la demarcación de áreas: \$260.
- Mobiliario de oficina para el gestor de planeación: \$2000

Los activos intangibles necesarios son:

- Desarrollo del módulo informático de planeación: \$1500 mensuales por salario del ingeniero informático y \$300 anuales por mantenimiento, con un aumento aproximado del 10% a partir del año 1.
- Salario para el gestor de planeación de proyectos: \$1.140,35 más un 26.33% de cargas sociales = \$1.440,61 mensuales, con un aumento del 5% anual a partir del año 1.
- Incentivos mensuales para el grupo de Lean Manufacturing (cinco personas): \$250 mensuales.

- Incentivos mensuales para el grupo de 5s (cinco personas): \$250 mensuales.
- Incentivos mensuales para operarios y supervisores que cumplan los objetivos: \$500 mensuales.
- Capacitaciones externas para el grupo Lean Manufacturing: \$500 mensuales, con capacitaciones de actualización anual de \$1000.
- Capacitaciones externas para el grupo 5s: \$500 mensuales, con capacitaciones de actualización anual de \$1000.
- Capacitación externa para el gestor de planeación de proyectos: \$200 mensuales, con capacitaciones de actualización anual de \$500.
- Capacitaciones para todo el personal: \$600 mensuales, con capacitaciones de actualización anual de \$1000.
- Costo del desarrollo de la tesis: \$6000
- Gasto por administración y control del sistema Kanban y Pull: \$200 mensuales del tiempo invertido del gestor de planeación y grupo Lean, más un 10% de aumento a partir del año 1.
- Depreciación del equipo de cómputo, vida útil 5 años: \$880 mensuales.
- Depreciación del mobiliario, vida útil 10 años: \$200.

En la Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año se muestran los detalles anteriores.

Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año

Inversión inicial del proyecto para el primer año.					
Uso de recursos		Total meses	Inversión	Responsable	Descripción
1	Servidor para el módulo planeación	Costo	\$1.000	Cómputo	Inversión inicial
2	Computadora gestor de planeación	Costo	\$650	Cómputo	Inversión inicial
3	Computadoras para procesos	Costo	\$2.750	Cómputo	Inversión inicial
4	Papelería y tinta	Costo	\$1.200	Producción	Monto mensual = \$100
5	Pintura y mano de obra	2	\$260	Producción	Inversión inicial
6	Mobiliario oficina gestor de planeación	Costo	\$2.000	Producción	Inversión inicial

7	Desarrollo módulo de planeación	8	\$12.000	Sistemas	Monto mensual = \$1500
8	Salario gestor de planeación	12	\$17.287	Directiva	Monto mensual = \$1440,61
9	Insentivos para grupos de mejora	12	\$9.000	Directiva	Monto mensual = \$500
10	Insentivos operarios y supervisores	12	\$6.000	Producción	Monto mensual = \$500
11	Capacitaciones Lean Manufacturing	12	\$6.000	Directiva	Capacitación externa, \$500 mens.
12	Capacitaciones 5s	12	\$6.000	Directiva	Capacitación externa, \$500 mens.
13	Capacitación para el gestor planeación	12	\$2.400	Analista UIA y TI	Monto mensual = \$200
14	Capacitaciones generales	4	\$2.400	Grupo Lean y 5s	Monto mensual = \$600
15	Costo desarrollo de tesis	Costo	\$6.000	Analista UIA	Inversión inicial
16	Gasto admin. y control Kanban y Pull	12	\$2.400	Producción	Monto mensual = \$200
Inversión total		86,00	\$77.347,26		

Nota: Analista UIA 2018

La inversión necesaria que se describe en la Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año, indica el uso de los recursos necesarios, con los meses requeridos para empezar a trabajar. El monto de la inversión en dólares, los responsables de cada recurso y detalles específicos para cada uno. La inversión total es de \$77.347,26 solamente para el primer año.

La inversión propuesta está repartida en doce meses, o bien, se podría decir que es en el año cero, ya que este es el tiempo requerido para realizar y poner en marcha las distintas propuestas de mejora, las cuales irán dando resultados a partir del siguiente año (año 1). Algunos de estos recursos tienen un valor en el futuro, aparte de la inversión, lo cual se detalla en la Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica.

Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica

Detalle	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ahorro	\$0	\$84.732	\$114.406	\$127.657	\$127.657	\$127.657
Total ingresos	\$0	\$84.732	\$114.406	\$127.657	\$127.657	\$127.657
Servidor para el módulo planeación	-\$1.000	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100
Computadora gestor de planeación	-\$650	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100	-\$100
Computadoras para procesos	-\$2.750	-\$300	-\$300	-\$300	-\$300	-\$300

Papelería y tinta	-\$1,200	-\$1,380	-\$1,587	-\$1,825	-\$2,099	-\$2,414
Pintura y mano de obra	-\$260	-\$100	-\$115	-\$132	-\$152	-\$175
Mobiliario oficina gestor de planeación	-\$2,000					
Desarrollo módulo de planeación	-\$12,000	-\$300	-\$330	-\$363	-\$399	-\$439
Salario gestor de planeación	-\$17,287	-\$18,152	-\$19,059	-\$20,012	-\$21,013	-\$22,063
Insentivos para grupos de mejora	-\$9,000	-\$9,000	-\$9,000	-\$9,000	-\$9,000	-\$9,000
Insentivos operarios y supervisores	-\$6,000	-\$6,000	-\$6,000	-\$6,000	-\$6,000	-\$6,000
Capacitaciones Lean Manufacturing	-\$6,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000
Capacitaciones 5s	-\$6,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000
Capacitación para el gestor planeación	-\$2,400	-\$500	-\$500	-\$500	-\$500	-\$500
Capacitaciones generales	-\$2,400	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000
Costo desarrollo de tesis	-\$6,000					
Gasto admin. y control Kanban y Pull	-\$2,400	-\$2,640	-\$2,904	-\$3,194	-\$3,514	-\$3,865
Gasto por depreciación	\$0	-\$1,080	-\$1,080	-\$1,080	-\$1,080	-\$1,080
Flujo de caja	-\$77,347	\$42,080	\$70,331	\$82,050	\$80,400	\$78,621

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 97: Flujos netos de efectivo para la evaluación económica, se muestran los detalles de la inversión en el año cero, según la Figura No 96: Inversión inicial del proyecto en el primer año. Asimismo, se añaden desembolsos anuales a partir del año 1, los cuales son necesarios para el funcionamiento y mantenimiento de las propuestas del proyecto.

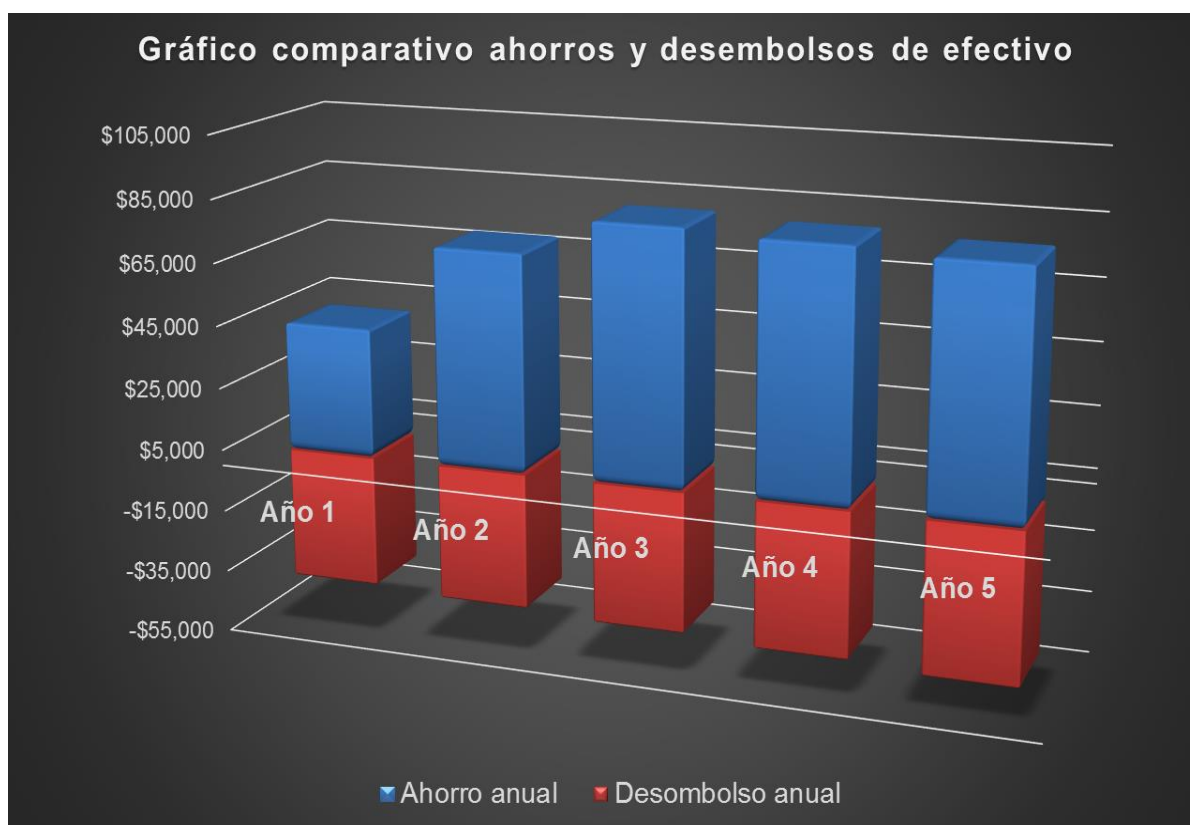
En el año 1 se planea un ahorro de al menos el 66.37%, en el año 2 el 92.54%, y a partir del tercer año el 100% de los ahorros proyectados. En la Tabla 16: Detalles de ahorros y desembolsos de efectivo para el proyecto se resumen estos montos.

Tabla 16: Detalles de ahorros y desembolsos de efectivo para el proyecto

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro anual	\$42,080	\$70,331	\$82,050	\$80,400	\$78,621
Desembolso anual	-\$42,652	-\$44,075	-\$45,607	-\$47,257	-\$49,036
Desembolso mensual	-\$3,554	-\$3,673	-\$3,801	-\$3,938	-\$4,086

Nota: Analista UIA 2018

Como se muestra en la Tabla 16: Detalles de ahorros y desembolsos de efectivo para el proyecto, en cada uno de los años se da un ahorro importante. De esos montos ahorrados, se estima tomar un promedio de 68% para mantener las mejoras y las entregas a tiempo, además se observa un promedio del desembolso de efectivo mensual. Estos datos se resumen en la Figura No 98: Gráfico comparativo de ahorros y desembolsos de efectivo.

Figura No 98: Gráfico comparativo de ahorros y desembolsos de efectivo

Nota: Analista UIA 2018

En el gráfico de la Figura No 98: Gráfico comparativo de ahorros y desembolsos de efectivo, se comparan los ahorros anuales (barras azules) y los desembolsos de efectivo anuales (barras rojas), como se observa, la diferencia entre ambos es de una tercera o cuarta parte, lo cual permitiría mantener el sistema de entregas a tiempo.

Por otro lado, la inversión se analiza por medio de un método que contemple el valor del dinero a través del tiempo y de esta manera comprobar que es económicamente rentable. Los métodos escogidos para el análisis de rentabilidad fueron el VAN (Valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de rendimiento).

Para el análisis de la rentabilidad, primeramente se hace el cálculo de valor actual neto, tomando de referencia la mayor tasa de interés que dan los bancos en certificados de inversión, mostrado en el Apéndice N: Tasas de intereses en certificados de depósito a plazos. Esta tasa se multiplica por dos para dar aún más seguridad del rendimiento en la inversión, los resultados son los siguientes:

Figura No 99: Cálculo del valor actual neto (VAN)

Cálculo del valor actual neto (VAN)					
Tasa interés	22.30%	Inversión inicial		-\$77,347.26	
Detalles	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo efectivo	\$42,079.94	\$70,331.07	\$82,050.38	\$80,400.43	\$78,620.85
VAN	\$34,407.14	\$47,021.26	\$44,854.00	\$35,937.89	\$28,734.62
Resultado VAN		\$113,607.65			

Nota: Analista UIA 2018

Según los datos de la Figura No 99: Cálculo del valor actual neto (VAN), con una tasa de interés del 22.30%, con la inversión inicial de \$77.347,26 el resultado del VAN es de \$113.607,65, por lo que se demuestra que existe un rendimiento aceptable si se pone en marcha el proyecto. Sin embargo, a pesar de esto, también se realiza el cálculo de la TIR, la cual da como resultado 73.36%, lo que termina de asegurar que el proyecto es viable.

En la Figura No 100: Resumen del VAN y TIR para el proyecto, se muestran los resultados obtenidos.

Figura No 100: Resumen del VAN y TIR para el proyecto

Resumen del VAN / TIR	
Rentabilidad	22.30%
Inversion inicial	-\$77,347.26
Valor actual neto	\$113,607.65
TIR	73.36%
Estado	Acceptable

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 100: Resumen del VAN y TIR para el proyecto, se muestra que la TIR (tasa interna de retorno) es de un 73.36%, cuyo valor es más amplio que la rentabilidad puesta. Esto se debe a que los flujos netos de efectivo son amplios, comparados con la inversión inicial. En otras palabras, el rendimiento del proyecto es mayor que el mínimo fijado como aceptable.

Por último, cabe destacar que para este cálculo solo se tomaron los costos por multas en licitaciones y los gastos generados en logística, y no se incluyeron los montos de facturas sin cobrar por atrasos en los proyectos, que suman aproximadamente \$92.400 anuales, los cuales corresponden al 80% de las cuentas por cobrar. Por lo tanto, se demuestra aún más que el proyecto es económicamente rentable, ya que el flujo de efectivo podría ser aún mayor, asimismo, la inversión inicial se recupera en dos años.

Una vez demostrada la viabilidad del proyecto, se procede con el plan de implementación, el cual se detalla en el siguiente punto.

Plan de Implementación

En esta parte del proyecto se elabora un plan de implementación mediante la herramienta “Project”, para exponer el tiempo de dedicación de las diferentes fases y actividades. El plan se divide en trece tareas y algunas requieren más tiempo que otras. En la Figura No 101: Plan de implementación del proyecto, se ve el resumen general del plan detallado en el Apéndice O: Diagrama Gantt #1 implementación del proyecto y el Apéndice P: Diagrama Gantt #2 implementación del proyecto.

Figura No 101: Plan de implementación del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1 Inicio del proyecto	12,2 mss	lun 02/07/18	jue 06/06/19
1.1 Documento aprobación por parte de la Directiva	1 día	lun 02/07/18	lun 02/07/18
1.2 Comunicación del proyecto	1 día	mar 03/07/18	mar 03/07/18
1.3 Formación de equipos de mejora	1 día	mié 04/07/18	mié 04/07/18
1.4 Filosofía Lean Manufacturing	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19
1.5 Metodología 5s	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19
1.6 Mejoras ámbito de Organización	3,5 mss	mar 03/07/18	lun 08/10/18
1.7 Mejoras ámbito procesos y procedimientos	12,05 mss	jue 05/07/18	jue 06/06/19
1.8 Mejoras ámbito recursos materiales	5,1 mss	mié 01/08/18	jue 20/12/18
1.9 Mejoras ámbito recursos humanos	3 mss	mar 18/09/18	lun 10/12/18
1.10 Mejoras ámbito sistemas de información	10,45 mss	mar 03/07/18	vie 19/04/19
1.11 Control y propuestas de mejora	1 ms	lun 22/04/19	vie 17/05/19
1.12 Ajustes o cambios de mejora	0,5 mss	lun 20/05/19	vie 31/05/19
1.13 Aceptar proyecto	0,05 mss	lun 03/06/19	lun 03/06/19
2 Fin del proyecto	0 días	lun 03/06/19	lun 03/06/19

Nota: Analista UIA 2018

De acuerdo con la Figura No 101: Plan de implementación del proyecto, el tiempo requerido para las tareas es de 12.2 meses, iniciando con un documento de aprobación por parte de la Junta Directiva de la empresa, seguido de la divulgación o comunicado general a todas las partes involucradas y la conformación de los grupos de mejora Lean y 5s.

Establecer la filosofía Lean requiere de 12 meses para iniciar y se subdivide en cinco tareas, al igual que la implementación de la metodología 5s. Las mejoras en el ámbito de la organización requiere de 3,5 meses y se subdivide en cuatro tareas: mejora en comunicación, cambio en el organigrama y responsabilidades de producción, formación del departamento de planeación y la presentación del gestor de planeación.

Las mejoras en los procesos y procedimientos requieren de 12,05 meses. Esto se subdivide en dos grandes tareas:

1. El plan de integración de procesos, que incluye las siguientes sub tareas:
 - a. Reunión con gerencias
 - b. Integración de nuevos procesos
 - c. Monitores por parte del grupo Lean
 - d. Documentación de procesos y mejoras por parte del grupo Lean.

2. Los cambios en los procesos de producción, incluyen las siguientes sub tareas:
 - a. Cambio en proceso de limpieza y empaque
 - b. Implementación Kanban y sistema Pull
 - c. División de proyectos por tamaño
 - d. Proyecciones de ventas
 - e. Documentación de procesos y mejoras por parte del grupo Lean.

Las mejoras en el ámbito de los recursos materiales requieren de 5,1 meses y se divide en tres tareas: monitores para control, identificación de espacios para almacenaje y la documentación de las mejoras. Las mejoras ámbito recursos humanos se estiman en 3 meses, con tres sub tareas: motivación y calidad en la fuente, capacitaciones para el personal por parte del grupo Lean y la documentación necesaria.

El último punto en la planeación es el de las mejoras en el ámbito sistemas de información, con el módulo para planeación de proyectos, el cual requiere de 10,45 meses y tiene dos grandes tareas:

1. Análisis y planeación que incluye 14 sub tareas:
 - a. Requerimientos del sistema
 - b. Análisis del sistema y tiempos
 - c. Planeación de pantallas por el área de sistemas y cómputo
 - d. Ajuste de requerimientos
 - e. Aprobar planeación inicial
2. Desarrollar Sistema con las siguientes sub tareas:
 - a. Módulo control y detalles de contratos
 - b. Revisión y ajustes de control
 - c. Módulo Calendario
 - d. Revisión y ajustes de Calendario
 - e. Módulo para Diseño y ODP's
 - f. Revisión y ajustes de Módulo Diseño
 - g. Módulo para proyección de ventas
 - h. Revisión proyección de ventas
 - i. Módulo para reservas y adelantos de producción
 - j. Revisión y ajustes de reservas y adelantos

- k. Módulo para adicionales
- l. Revisión módulo para adicionales
- m. Módulo para indicadores (KPIs)
- n. Revisión módulo para indicadores (KPIs)

Por último están los controles necesarios y propuestas de mejora que se puedan dar en la marcha para ajustar el proyecto y tenerlo afinado para su inicio y aceptación formal. Los responsables de velar porque el proyecto se lleve a cabo son: Analista UIA, Grupo Lean, Grupo 5s, Directiva, Gerencia TI y Cómputo, Gerencia Producción, Gestor de Planeación y la Gerencia de ventas.

Posteriormente a la implementación del proyecto y los cambios realizados, es importante establecer un plan de control para que los objetivos y metas establecidas se cumplan. Para esto se elabora un plan de seguimiento y control que se muestra a continuación.

Plan de Control

Después de elaborar el plan de implantación es importante realizar un plan de control, luego de poner en marcha las mejoras. Para este fin se deben de considerar dos aspectos: los factores críticos de éxitos o riesgos del proyecto y el monitoreo y control de los avances.

Factores Críticos de éxito o riesgos del proyecto

Con ayuda de expertos de la compañía se detectan algunos riesgos que podrían perjudicar el avance correcto del proyecto, para esto se realiza una matriz donde se identifican, analizan, y se toman previsiones para controlar los riesgos. En la Figura No 102: Matriz de riesgos del proyecto, se mencionan doce diferentes tipos de riesgos que podrían afectar el avance e implementación de las mejoras propuestas.

Figura No 102: Matriz de riesgos del proyecto

Matriz de Riesgos del proyecto										
Nombre del Proyecto:	Rediseño del proceso productivo de la planta de producción de Euromobilia SA.									
Descripción de la matriz:	Identificación, análisis y control de los riesgos del proyecto									
Descripción de riesgo	Nivel de Deficiencia		Nivel de exposición		Probabilidad (ND x NE)		Críticidad (Impacto de 1 a 4)		P X C	Acciones a tomar
	Nivel	Valor ND	Nivel	Valor NE	Nivel P	Valor P	Nivel C	Valor C		
Compromiso de la directiva	Alta	6	Continua	4	Muy alto	24	Muy Alta	4	96	La directiva debe comprometerse 100%
Pérdida de tarjetas kanban	Alta	6	Frecuente	3	Alto	18	Alta	3	54	Registro de entregas Kanban.
Desconocimiento de los procesos	Alta	6	Esporádica	1	Medio	6	Alta	3	18	Capacitaciones continuas del grupo Lean
Daños en computadoras	Media	2	Esporádica	1	Bajo	2	Media	2	4	Control de los equipos
Errores del sistema informático	Alta	6	Frecuente	3	Alto	18	Muy Alta	4	72	Pruebas continuas del sistema. Extras para solucionarlos
Alta carga de trabajo	Alta	6	Frecuente	3	Alto	18	Alta	3	54	Monitoreo constante de los procesos. Nivelar cargas.
Mala proyección de ventas	Media	2	Frecuente	3	Medio	6	Media	2	12	Revisión y compromiso de los gerentes de ventas.
Ordenes contradictorias	Media	2	Frecuente	3	Medio	6	Muy Alta	4	24	Minutas de las reuniones que se dan acuerdos
Motivación	Media	2	Esporádica	1	Bajo	2	Muy Alta	4	8	Incentivos por cumplimiento de etapas
Enfermedad	Media	2	Ocasional	2	Bajo	4	Alta	3	12	Alargar el proyecto, nivelar cargas en otras áreas.
Omisión en planeación	Alta	6	Frecuente	3	Alto	18	Alta	3	54	Corregir, valorar el atraso y costo generado
Resistencia al cambio	Muy Alta	10	Continua	4	Muy alto	40	Muy Alta	4	160	Involucramiento de la directiva y gerencia general

Nota: Analista UIA 2018

La Figura No 102: Matriz de riesgos del proyecto, tiene siete columnas distintas. En la primera se mencionan los riesgos detectados. La segunda muestra el nivel de deficiencia, los cuales determinan los peligros o consecuencias negativas que podría tener si no se interviene el riesgo. La tercera columna muestra el nivel de exposición, lo que indica cuántas veces podría presentarse el riesgo durante las jornadas laborales.

Asimismo, la cuarta columna es el nivel de probabilidad, el cual surge de multiplicar el nivel de deficiencia y exposición, donde los posibles valores se observan en el Apéndice Q: Valores y niveles para la matriz de riesgos del proyecto. La quinta columna muestra la criticidad o el impacto del riesgo, el cual tiene cuatro posibles valores desde bajo a muy alto.

La sexta columna es el resultado obtenido al multiplicar el nivel de probabilidad por el impacto, donde los resultados obtenidos reflejan los principales riesgos a los cuales se les debe dar seguimiento. En la última columna se detallan las posibles acciones a tomar para minimizar los riesgos. En la Tabla 17: Principales riesgos detectados, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 17: Principales riesgos detectados

Principales riesgos detectados			
Riesgos	Resultado	% Relativo	% Acumulado
Resistencia al cambio	160	28,17%	28,2%
Compromiso de la directiva	96	16,90%	45,1%
Errores del sistema informático	72	12,68%	57,7%
Pérdida de tarjetas kanban	54	9,51%	67,3%
Alta carga de trabajo	54	9,51%	76,8%
Omisión en planeación	54	9,51%	86,3%
Ordenes contradictorias	24	4,23%	90,5%
Desconocimiento de los procesos	18	3,17%	93,7%
Mala proyección de ventas	12	2,11%	95,8%
Enfermedad	12	2,11%	97,9%
Motivación	8	1,41%	99,3%
Daños en computadoras	4	0,70%	100,0%
Total	568,00	100,00%	

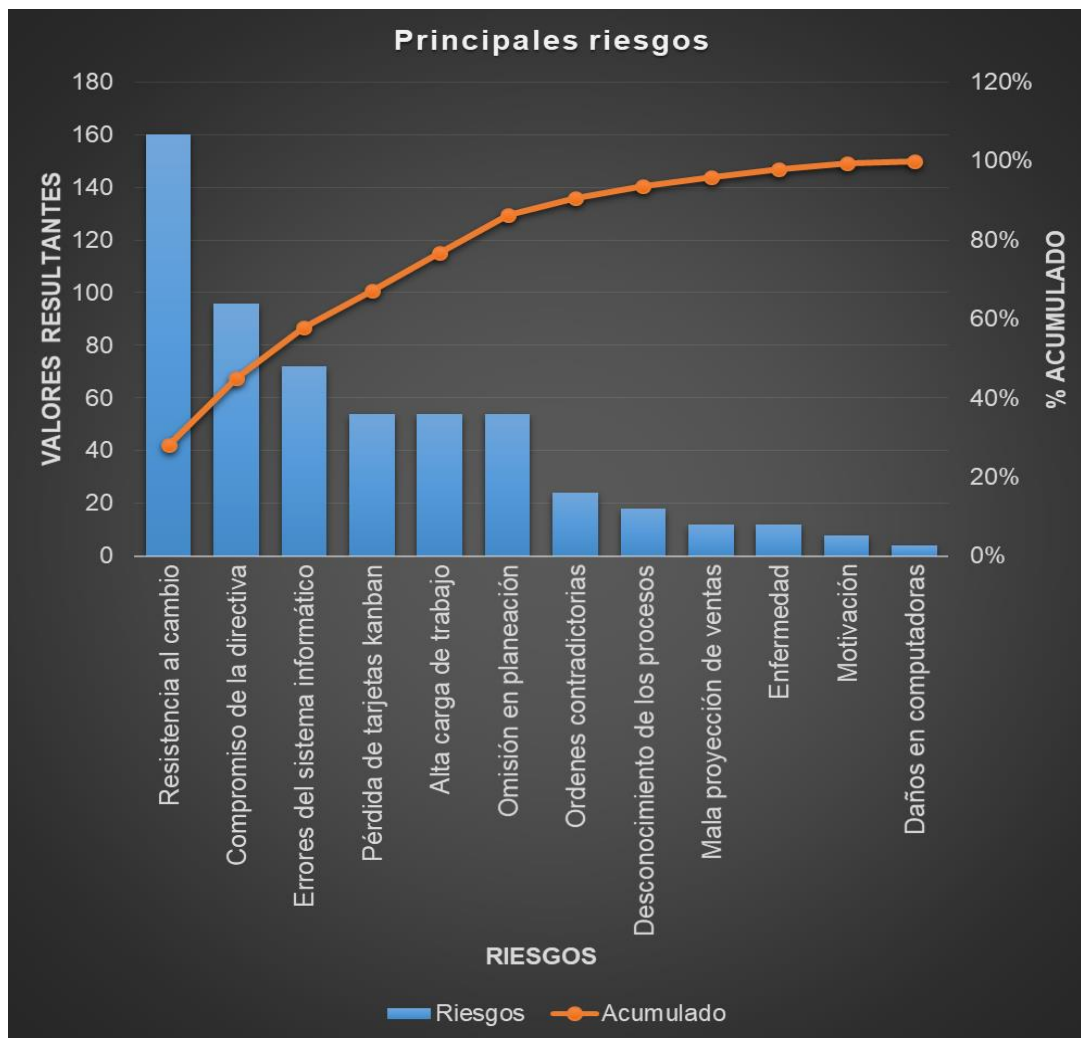
Nota: Analista UIA 2018

En la Tabla 17: Principales riesgos detectados, se acomodan los principales riesgos según el grado de importancia de la Figura No 102: Matriz de riesgos del proyecto. Se analizan doce riesgos, de los cuales se les debe prestar especial atención a estos: resistencia al cambio, compromiso de la directiva, errores del sistema informático, pérdida de tarjetas kanban y alta carga de trabajo, ya que representan el 76.8% de probabilidad de fallo y criticidad en el proyecto.

Esto no quiere decir que los otros riesgos son menos importantes, pues también se deben considerar los métodos de control para: la omisión en planeación, órdenes contradictorias, desconocimiento de los procesos, mala proyección de ventas, enfermedades, motivación y daños en computadoras, los cuales representan el 23,24% restante.

Los riesgos de la Tabla 17: Principales riesgos detectados, se acomodaron en la Figura No 103: Pareto de riesgos detectados, para comprender mejor los resultados obtenidos.

Figura No 103: Pareto de riesgos detectados



Nota: Analista UIA 2018

Los principales riesgos de la Figura No 103: Pareto de riesgos detectados con un 28.17% y un 16.90% son: la resistencia al cambio y el compromiso de la directiva. Si estos dos factores no se eliminan, el proyecto no podría llevarse a cabo.

El factor humano es uno de los principales requisitos para que un sistema de producción funcione correctamente; además, las directrices deben dirigirse de manera ordenada y clara a todo el personal. De esta manera, los colaboradores irán en la misma dirección y la resistencia al cambio se disminuye considerablemente.

Para ayudar a minimizar los riesgos del proyecto, se propone un plan de ejecución y control en el siguiente punto.

Ejecución y control

Para la ejecución del trabajo es importante tener una buena dirección, por lo tanto, la directiva debe nombrar un director principal y su equipo debe ejecutar todas las acciones planeadas. Durante la ejecución del proyecto pueden producirse cambios no previstos, o bien, cambios necesarios a raíz de los riesgos. De acuerdo con la guía (Project Management Institute, Inc., 2013, p. 81), el proceso de ejecución incluye:

- Realizar las actividades necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Proporcionar, capacitar y dirigir a los miembros del equipo asignados al proyecto
- Obtener, gestionar y utilizar los recursos, incluidos materiales, herramientas, equipos e instalaciones.
- Emitir solicitudes de cambio e implementar los cambios aprobados al alcance, a los planes y al entorno del proyecto.
- Gestionar los riesgos e implementar las actividades de respuesta a los mismos.

Por otro lado, (Project Management Institute, Inc., 2013, p. 81), todos los cambios generados deben distribuirse, según el impacto, de la siguiente forma.

1. Acción correctiva: Una actividad intencionada que procura realinear el desempeño del trabajo del proyecto con el plan del proyecto.
2. Acción preventiva: Una actividad intencionada que asegura que el desempeño futuro del trabajo del proyecto esté alineado con el plan del proyecto.
3. Reparación de defectos: Una actividad intencionada para modificar un producto o componente de producto no conforme.

Otro punto importante que el director del proyecto debe controlar es el flujo de efectivo en la inversión, para esto se propone un cronograma de pagos del primer año en la Figura No 104: Resumen cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión.

Figura No 104: Resumen cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión

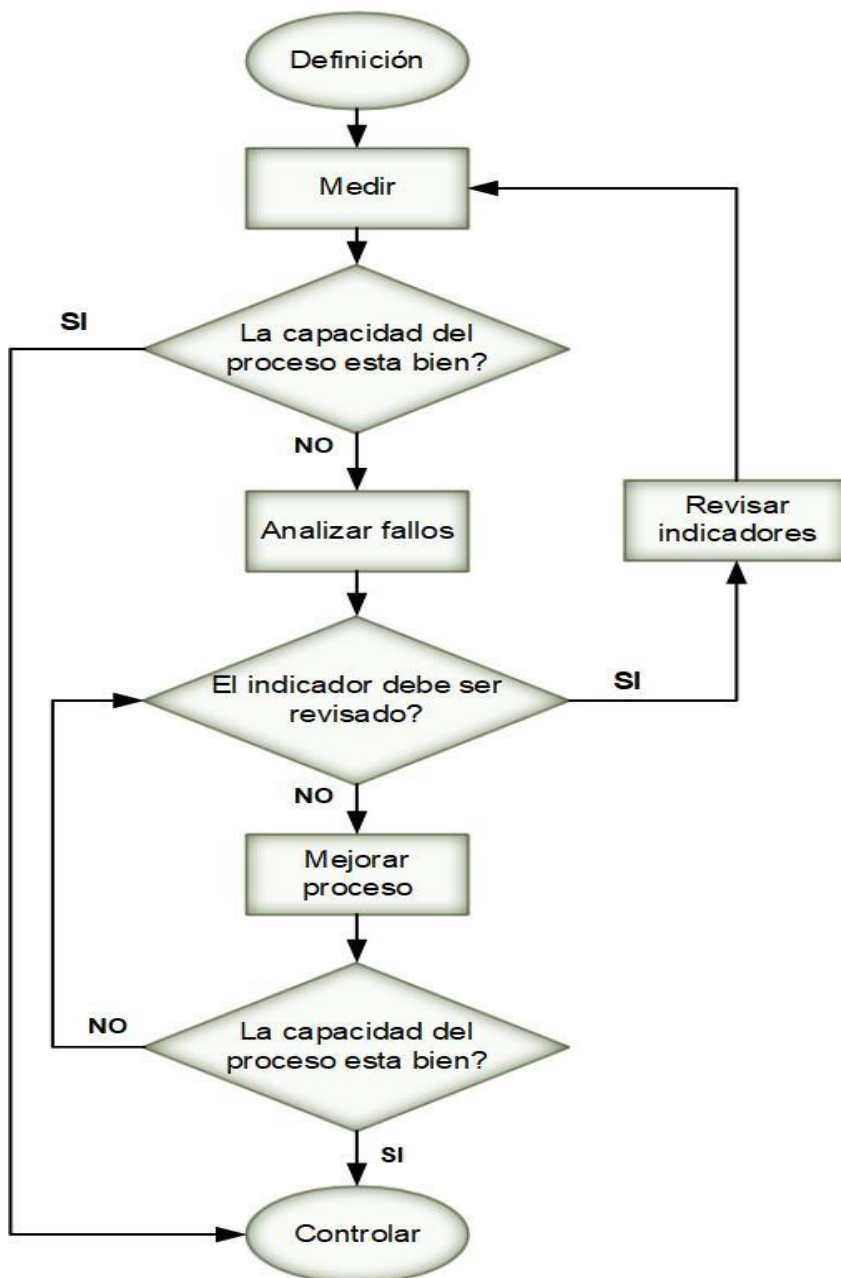
Cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión											
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
\$14.471	\$5.821	\$8.441	\$5.691	\$5.691	\$6.691	\$5.691	\$5.691	\$4.791	\$4.791	\$4.791	\$4.791

Nota: Analista UIA 2018

En la Figura No 104 se muestra un resumen del cronograma detallado en el Apéndice T: Cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión, lo cual debe controlar el director.

Por último, todos los equipos deben de estar totalmente involucrados en el proyecto, para lo cual se requiere monitoreo y controles rigurosos, como se propone en la Figura No 105: Estrategia de control según metodología DMAIC.

Figura No 105: Estrategia de control según metodología DMAIC



Nota: Analista UIA 2018

La estrategia de la Figura No 105: Estrategia de control según metodología DMAIC, se basa en la revisión de los indicadores propuestos, para monitorear y proporcionar evidencia de los resultados que surgen de las nuevas condiciones del proceso. Después de un período de ajuste, la capacidad del proceso se evalúa nuevamente y, dependiendo de la evidencia que surja de este análisis, puede ser necesario revisar todo o parte de la ruta DMAIC.

Por último, existe una palabra japonesa “Nichijo Kanri”, que habla de mantener una cultura Lean, mediante la cual se desarrollan, mantienen, controlan y mejoran los estándares para llevar adelante las propuestas de mejora. Si no se fortalecen los conceptos básicos probablemente se vaya a retroceder. Por tal razón, “Nichijo Kanri” habla de mantener las mejoras día a día, con un compromiso, desde la alta dirección hasta los operarios.

Conclusiones de la propuesta

1. Para poner en marcha las mejoras basadas en la filosofía Lean Manufacturing, se requiere la implicación de la dirección y del personal, definir objetivos y tener claro el proceso a mejorar.
2. La filosofía Lean es un proceso de tres años; en el año cero se proyecta formar y capacitar los grupos de mejora, los cuales empezarán a trabajar a partir del año uno, mediante la mejora continua; por lo que lo que al finalizar el año uno se proyecta un ahorro del 60%, en el año dos un 80% y a partir del tercer año el 100% de los potenciales ahorros, indicados en la Figura No 95: Potenciales ahorros con las propuestas de mejora.
3. Las herramientas a usar de la filosofía Lean para las mejoras son: capacidad de procesos, 5s, Kanban, pantallas visuales y KPIs.
4. El trabajo en equipo, la motivación, las capacitaciones, la comunicación y el compromiso de la dirección, son vitales para generar procesos estables y estandarizados.
5. El sistema pull de la metodología JIT, es uno de los pilares fundamentales para tener el material necesario cuando se requiere.
6. La metodología Jidoka con la propuesta de calidad en la fuente y el control visual, es otro de los pilares para hacer visibles los problemas desde el inicio.
7. Con las mejoras en el ámbito de la organización se logran atacar once de las causas generadas en los atrasos.

8. Con la mejoras en el ámbito de los procesos y procedimientos se logra atacar siete de las causas que generan los atrasos en los proyectos.
9. Con la mejoras en el ámbito de los recursos materiales se logra atacar cinco de las causas que generan los atrasos en los proyectos.
10. Con la mejoras en el ámbito de los recursos humanos se logra atacar nueve de las causas que generan los atrasos en los proyectos.
11. Con la mejoras en el ámbito de los sistemas de información se logra atacar siete de las causas que generan los atrasos en los proyectos.
12. Con el presente proyecto se estiman ahorros anuales de \$127.657,24 en cuanto a multas en licitaciones y gastos en logística por causa de los atrasos y faltantes de materiales.
13. El flujo de efectivo podría ser aún mayor (\$92.400 anuales), si se consideran las cuentas por cobrar.
14. Con la filosofía Lean y las mejoras propuestas, se estima aumentar la capacidad de la planta de un 60% a un 80 o 90%, según se vayan poniendo en marcha las mejoras, lo que ayudaría considerablemente en la entrega de los proyectos.
15. La inversión requerida para el primer año es de \$77.347,26, y de acuerdo a la evaluación económica se recupera en dos años.
16. Los ahorros anuales se estiman en \$42,080 (año 1), \$70,331 (año 2), \$82,050 (año 3), \$80,400 (año 4), \$78,621 (año 5). Descontando los desembolsos anuales para mantener el sistema de mejora, además, sin considerar las facturas que podrían cobrarse por atrasos en los proyectos, lo que significarían \$92.400 anuales
17. El resultado del valor actual neto (VAN) es de \$113,607.65, con una tasa de rentabilidad del 22.30%.
18. La tasa interna de retorno (TIR) es de un 73.36%, cuyo valor es más amplio que la rentabilidad propuesta.
19. El plan de implementación del proyecto es de 12.2 meses, con trece diferentes tareas generales.
20. El plan de control se basa en la metodología DMAIC para controlar los factores críticos de éxito y riesgos del proyecto, dentro de los cuales los principales son: la resistencia al cambio y el compromiso de la directiva.

Recomendaciones de la propuesta

1. La Junta Directiva debe asignar un director principal que ponga en marcha todas las propuestas de mejora necesarias, y dar especial seguimiento a los riesgos del proyecto.
2. Se sugiere cambiar el sistema usado en la planta de producción (SICAPRO) y que se integre con el sistema financiero PCGRAF y el módulo de planeación de proyectos.
3. Hacer análisis de la distribución de planta, para mejorar la fluidez y orden de sus procesos.
4. Revisar productividades y capacidades para cada una de las operaciones, y así aumentar aún más la capacidad de la planta. Existen máquinas que están operando en menos del 60% de su capacidad.
5. Se recomienda que la Junta Directiva pida reportes de avances al menos una vez al mes, de esta manera los gerentes a cargo se ven presionados para realizar las mejoras propuestas.

Por todo lo anterior, se puede decir que el proyecto logra los objetivos planteados y es factible su implementación.

REFERENCIAS

- Acuña, J. (2012). *Control de Calidad (Un enfoque integral y estadístico)*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de Proyectos*. Colombia: McGraw-Hill.
- Baena, C., Entrambasaguas, G., Trujillo, M., Guilloto, F., & Gutiérrez, L. (2012). *Guía LEAN MANUFACTURING*. España: Instituto Andaluz de Tecnología.
- Barone, S., & Lo Franco, E. (2012). *Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology*. Italia: John Wiley & Sons Ltd.
- Bellomo, Á. (Junio de 2013). *ele-ve.com*. Obtenido de <http://www.ele-ve.com.ar/La-importancia-de-la-motivacion-en-el-ambito-laboral.html>
- Gutiérrez, H., & Román de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de Investigación*. México: McGRAW-Hill.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. España: Fundación eoi.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen*. USA: Mc Graw Hill.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2012). *SISTEMAS DE INFORMACION GERENCIAL*. México: Pearson Educación.
- Montero, J., Díaz, C., Guevara, F., Cepeda, A., & Barrera, J. (2013). *Modelo para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio*. Colombia: Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma.
- Narayanasamy, G. (14 de Febrero de 2014). *whatissixsigma.net*. Obtenido de <http://www.whatissixsigma.net/ctq-tree/>

- Normas APA. (Enero de 2017). *Normas APA*. Obtenido de <http://normasapa.net/marco-metodologico-tesis/>
- Nueva ISO 9001:2015. (05 de Mayo de 2016). *Nueva ISO 9001:2015*. Obtenido de <http://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/05/como-es-un-mapa-procesos-basado-norma-iso-9001-2015/>
- Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)*. Estados Unidos: PMI Publications.
- Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía del PMBOK®*. Estados Unidos de América: Project Management Institute, Inc.
- Salazar, B. (2006). *INGENIERIAINDUSTRIALONLINE.COM*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/heijunka-nivelacion-de-la-produccion/>
- Sejzer, R. (04 de Setiembre de 2017). *Calidad Total*. Obtenido de <https://ctcalidad.blogspot.com/search?q=SIPOC>
- Staudter, C., Mollenhauer, P., Meran, R., Roenpage, O., Hugo, C., & Hamalides, A. (2009). *Design for Six Sigma + Lean Toolset*. Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- whatissixsigma.net. (30 de Mayo de 2014). *whatissixsigma.net*. Obtenido de <http://www.whatissixsigma.net/gantt-chart/>

APÉNDICE

Apéndice A: Fotos de procesos de producción



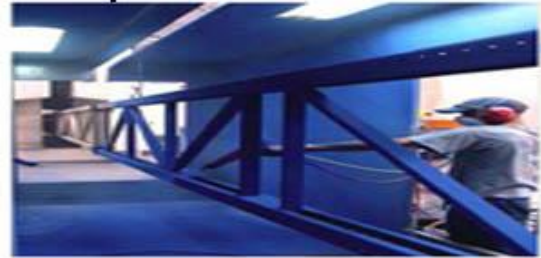
Corte



Huequeo



Pintura



Ruteo / TMF



Aluminio



Pantallas



Armado estandard



Nota: Euromobilia S.A 2018

Apéndice B: Ejemplo del Programa Semanal de Instalaciones

euromobilia		Programa Semanal de Instalaciones 02 AL 05 MAYO 2017				Codigo: R14-GOGO-02	DEFINITIVO			
10-may Miércoles	11-may Jueves	12-may Viernes	13-may Sabado	15-may Lunes	16-may Martes	17-may Miércoles	18-may Jueves	19-may Viernes	20-may Sabado	
WM WARE IMPORTADO F32 Piso4 OSCAR CHAVES	WM WARE IMPORTADO F32 Piso4 OSCAR CHAVES	WM WARE IMPORTADO F32 Piso4 OSCAR CHAVES	WM WARE IMPORTADO F32 piso 3 enviar vidrios OSCAR CHAVES	WM WARE IMPORTADO F32 Piso4 OSCAR CHAVES	WM WARE IMPORTADO F32 Piso4 OSCAR CHAVES	FARMAVALUE 17-03-34. 34682 OSCAR CHAVES	FARMAVALUE 17-03-34. 34682 OSCAR CHAVES	FARMAVALUE 17-03-34. 34682 OSCAR CHAVES		
ICE-DIPOA Piso 5 C 16-09-74 E 34411 M y A SANDRO	ICE-DIPOA Piso 5 C 16-09-74 E 34411 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO	Promérica VIP Lindora C 17-02-18 34596 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO	ICE-Ampliación CENCE C 16-12-05 34542 M y A SANDRO		
				PISO 1 C 16-12-04A 34395 M y A SANDRO	ahorro PISO 1 C 16-12-04A 34395 M y A SANDRO	Garantías y ahorro C 16-12-04A 34395 M y A SANDRO	Garantías y ahorro C 16-12-04A 34395 M y A SANDRO	Garantías y ahorro C 16-12-04A 34395 M y A SANDRO		
ICE-DIPOA Piso 3 C 16-09-74 C 34409 M 34410A/M Enrique Acevedo	ICE-DIPOA Piso 3 C 16-09-74 C 34409 M 34410A/M Enrique Acevedo	ICE-DIPOA Piso 3 C 16-09-74 C 34409 M 34410A/M Enrique Acevedo		ICE-DIPOA Piso 3 C 16-09-74 C 34411 M y A 34412 M y A Enrique Acevedo	ICE-DIPOA C 16-09-74 AC2 34411 M y A 34412 M y A Enrique Acevedo	ICE-DIPOA Piso 3 C 16-09-74 C 34411 M y A 34412 M y A Enrique Acevedo	ICE-DIPOA Piso 4 C 16-09-74 D 34411 M y A 34412 M y A Enrique Acevedo	ICE-DIPOA Piso 4 C 16-09-74 D 34411 M y A 34412 M y A Enrique Acevedo		
Estructuras, S.A. (UNED) C 16-08-57 E 34242 M y A WILMAN	Estructuras, S.A. (UNED) C 16-08-57 E 34242 M y A WILMAN	Estructuras, S.A. (UNED) C 16-08-57 E 34242 M y A WILMAN		Organización Internacional de Miración (OIM) C 17-03-40 34671 M y A WILMAN	Organización Internacional de Miración (OIM) C 17-03-40 34671 M y A WILMAN	Organización Internacional de C 17-03-40 34671 M y A WILMAN		INS-Torre Médica La Uruca C 17-02-33 34597 M y A WILMAN		
Correos de costa Rica perez 34366 M y A 34367 34351 Bernie M.-		BNCR-MUESTRA CAJA 34621 M y A 34438 M y A estar 7pm en sitio Bernie M.-			Hologic Surgical Products 45370 50549 Bernie M.-	Coopeguanacaste C 17-01-36 34540 M y A Bernie M.-	Coopeguanacaste C 17-01-36 34540 M y A Bernie M.-	Coopeguanacaste C 17-01-36 34540 M y A Bernie M.-		
Costacon PJ Pococi C 17-02-46 34659 M y A Mariano	Costacon PJ Pococi C 17-02-46 34659 M y A Mariano	Bazar y Tienda Vargas C 17-03-21 34630 M y A Mariano	Bazar y Tienda Vargas C 17-03-21 34630 M y A Mariano	Bazar y Tienda Vargas C 17-03-21 34630 M y A Mariano	Bazar y Tienda Vargas C 17-03-21 34630 M y A Mariano	Bazar y Tienda Vargas C 17-03-21 34630 M y A Mariano	Banco Popular Exnreso-DIP 576- C 17-04-26 34735 M y A Mariano	Banco Popular Exnreso-DIP 576- C 17-04-26 34735 M y A Mariano		

Nota: Euromobilia S.A 2018

Apéndice C: Resultados entrevista gerente de logística

 LO MÁXIMO EN MUEBLES	Requerimientos de los clientes de mayor impacto para la empresa
---	--

Fecha: Enero 2018 **Zona** Despacho/ Instalación

Area: Logística **Puesto:** Gerente

Primera evaluación

Definir los requisitos de mayor impacto para la empresa. Puntuación de 0% a 100%.
 Donde el 0 es que no afecta a la empresa y 100 es el que afecta en mayor manera la imagen y costos de la empresa.

Requisitos de mayor impacto para la empresa		?	25	50	75	100
1	Eficiencia					100
2	Calidad			50		
3	Servicio	10				
4	Precio	5				

Segunda evaluación

Determinar los principales controladores críticos de calidad que afectan los requisitos de los clientes. Nota de 0 a 100. Donde el 0 es que no afecta a la empresa y 100 es el que afecta en mayor manera la imagen y costos de la empresa.

Prioridad en los controladores críticos		?	25	50	75	100
1	Fecha de entrega acordada					100
	Proceso de Instalación			50		
	Productos completos				75	
2	Instalación correcta			50		
	Producto sin defectos			50		
3	Servicio		25			
4	Costo		25			

Nota: Analista UIA 2018

Apéndice D: Resultados entrevista gerente de Ventas y Producción

 LO MÁXIMO EN MUEBLES	Requerimientos de los clientes de mayor impacto para la empresa
---	--

Fecha: Enero 2018 **Zona:** Ventas

Area: Ventas **Puesto:** Gerente

Primera evaluación

Definir los requisitos de mayor impacto para la empresa. Puntuacion de 0% a 100%.
Donde el 0 es que no afecta a la empresa y 100 es el que afecta en mayor manera la imagen y costos de la empresa.

Requisitos de mayor impacto para la empresa		?	25	50	75	100
1	Eficiencia					100
2	Calidad				75	
3	Servicio	5				
4	Precio		25			

 LO MÁXIMO EN MUEBLES	Requerimientos de los clientes de mayor impacto para la empresa
---	--

Fecha: Enero 2018 **Zona:** Produccion

Area: Producción **Puesto:** Gerente

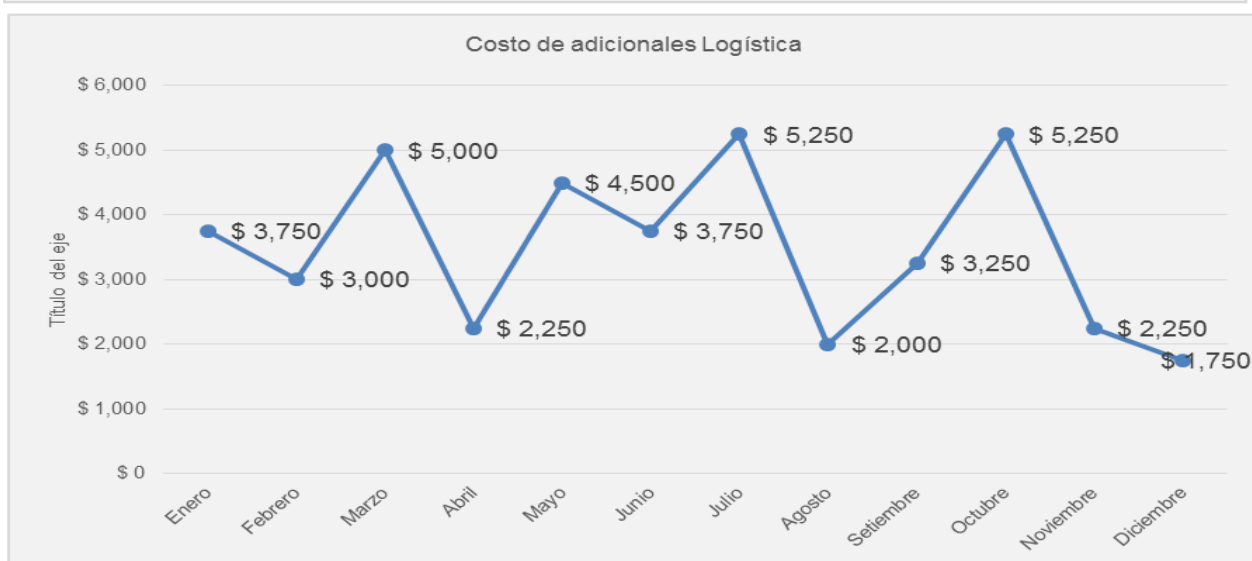
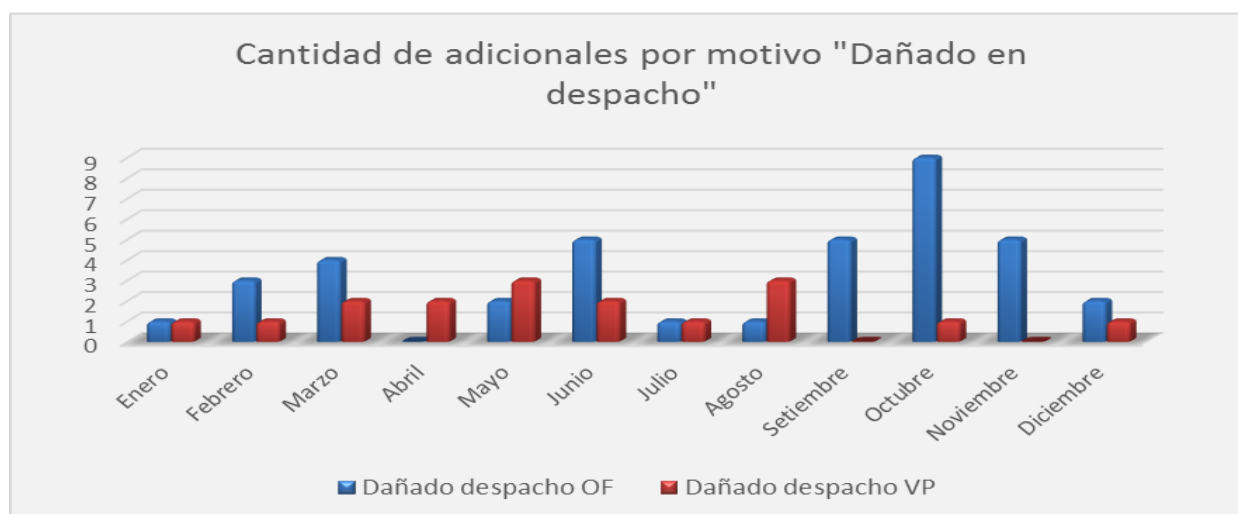
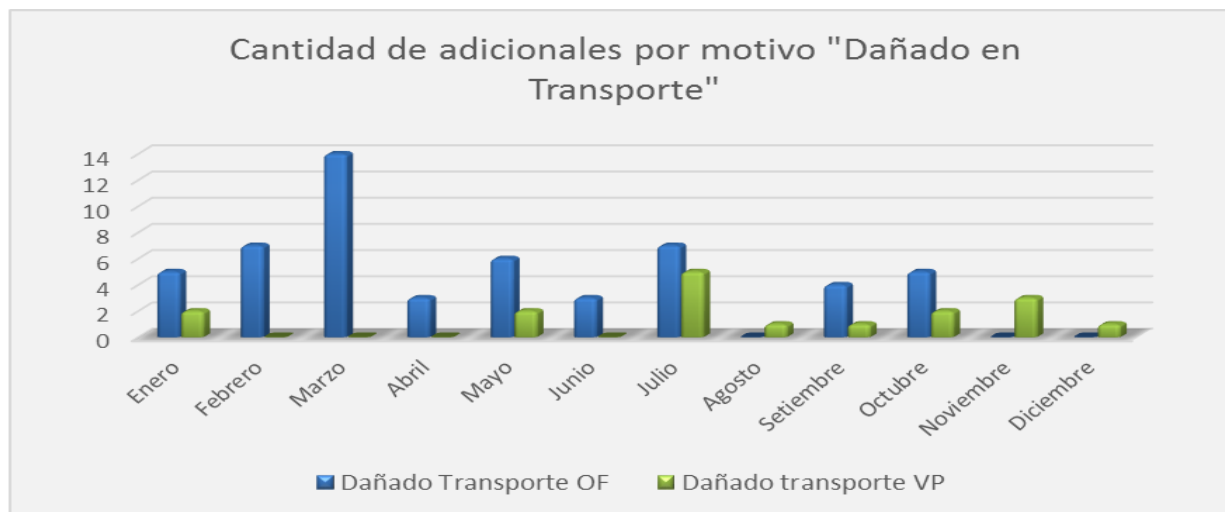
Primera evaluación

Definir los requisitos de mayor impacto para la empresa. Puntuacion de 0% a 100%.
Donde el 0 es que no afecta a la empresa y 100 es el que afecta en mayor manera la imagen y costos de la empresa.

Requisitos de mayor impacto para la empresa		?	25	50	75	100
1	Eficiencia					100
2	Calidad				25	
3	Servicio	5				
4	Precio		10			

Nota: Analista UIA 2018

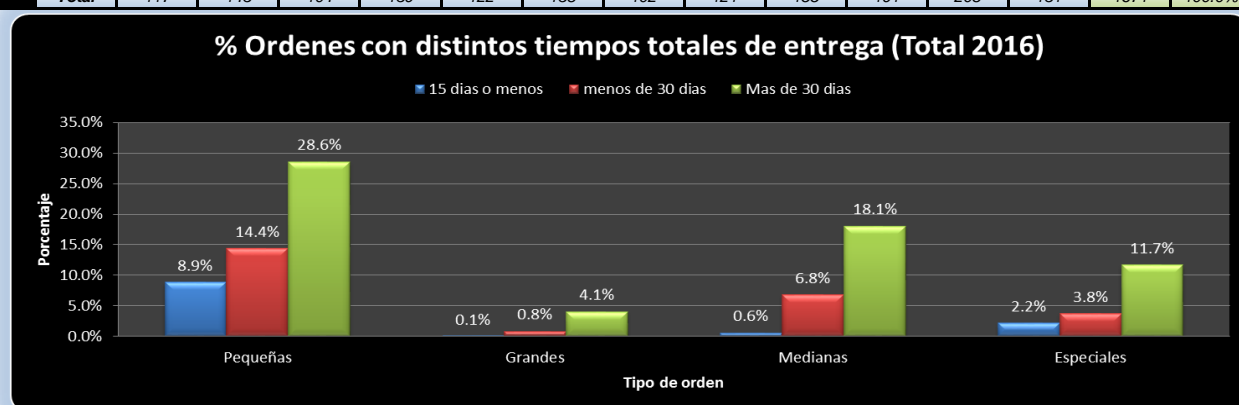
Apéndice E: Estadísticas del área de despacho 2017



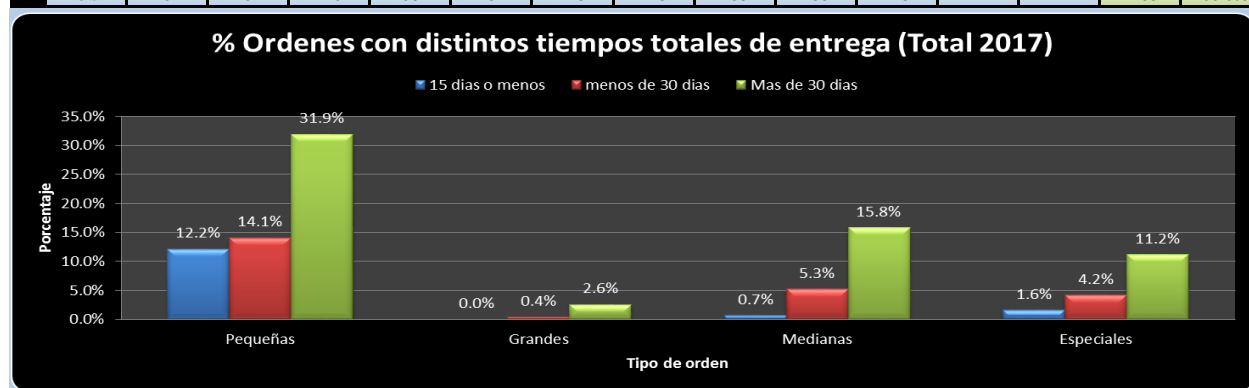
Nota: Euromobilia S.A 2018

Apéndice F: Estadísticas del departamento de diseño de producción

Resumen General (Cantidad de ordenes terminadas y sus tiempos de entrega) POR TAMAÑO DE ORDEN 2016															
Tipo ODP	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic	Total	%	
P	<=15	1	12	10	13	14	17	8	8	13	20	26	6	148	8.9%
	<30	23	12	13	27	17	27	10	15	20	22	35	20	241	14.4%
	>=30	28	39	34	34	33	42	30	29	48	53	59	49	478	28.6%
G	<=15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0.1%
	<30	0	0	0	0	1	3	0	2	3	2	1	2	14	0.8%
	>=30	4	7	4	0	4	6	9	4	3	19	8	0	68	4.1%
M	<=15	2	0	1	1	2	0	0	1	0	2	1	0	10	0.6%
	<30	3	8	6	4	7	10	4	6	8	17	33	8	114	6.8%
	>=30	27	19	21	30	26	10	25	25	43	36	14	26	302	18.1%
E	<=15	1	4	1	0	2	4	3	7	2	6	6	1	37	2.2%
	<30	5	4	5	8	3	10	0	4	3	6	11	4	63	3.8%
	>=30	23	38	9	22	13	9	13	20	12	8	13	15	195	11.7%
Total	117	143	104	139	122	138	102	121	155	191	208	131	1671	100.0%	

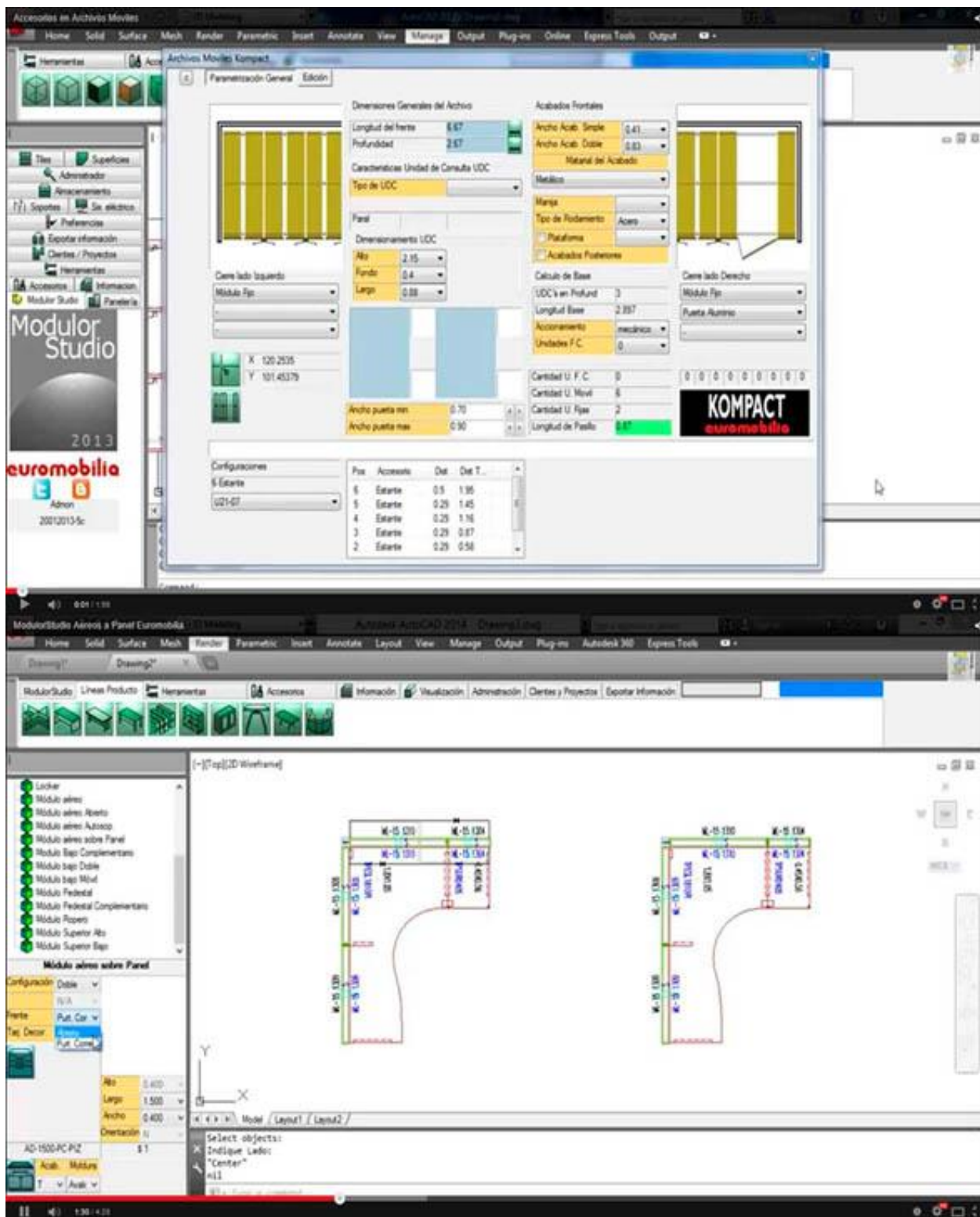


Resumen General (Cantidad de ordenes terminadas y sus tiempos de entrega) POR TAMAÑO DE ORDEN 2017															
Tipo ODP	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic	Total	%	
P	<=15	18	18	17	4	10	17	13	19	17	23	13	9	178	12.2%
	<30	17	28	14	11	25	24	12	17	16	14	22	6	206	14.1%
	>=30	34	29	46	44	41	51	40	35	60	36	34	17	467	31.9%
G	<=15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	<30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	6	0.4%
	>=30	10	2	2	2	2	3	1	2	1	8	1	4	38	2.6%
M	<=15	2	1	0	1	2	1	0	0	0	1	1	1	10	0.7%
	<30	5	4	4	4	17	1	6	21	1	2	12	0	77	5.3%
	>=30	30	11	23	14	12	14	33	23	18	11	24	18	231	15.8%
E	<=15	0	1	3	2	1	1	0	4	3	3	4	2	24	1.6%
	<30	1	2	8	2	7	3	4	7	4	13	7	4	62	4.2%
	>=30	19	8	23	10	15	10	6	10	16	17	20	10	164	11.2%
Total	137	104	140	95	132	125	115	138	136	128	141	72	1463	100.0%	



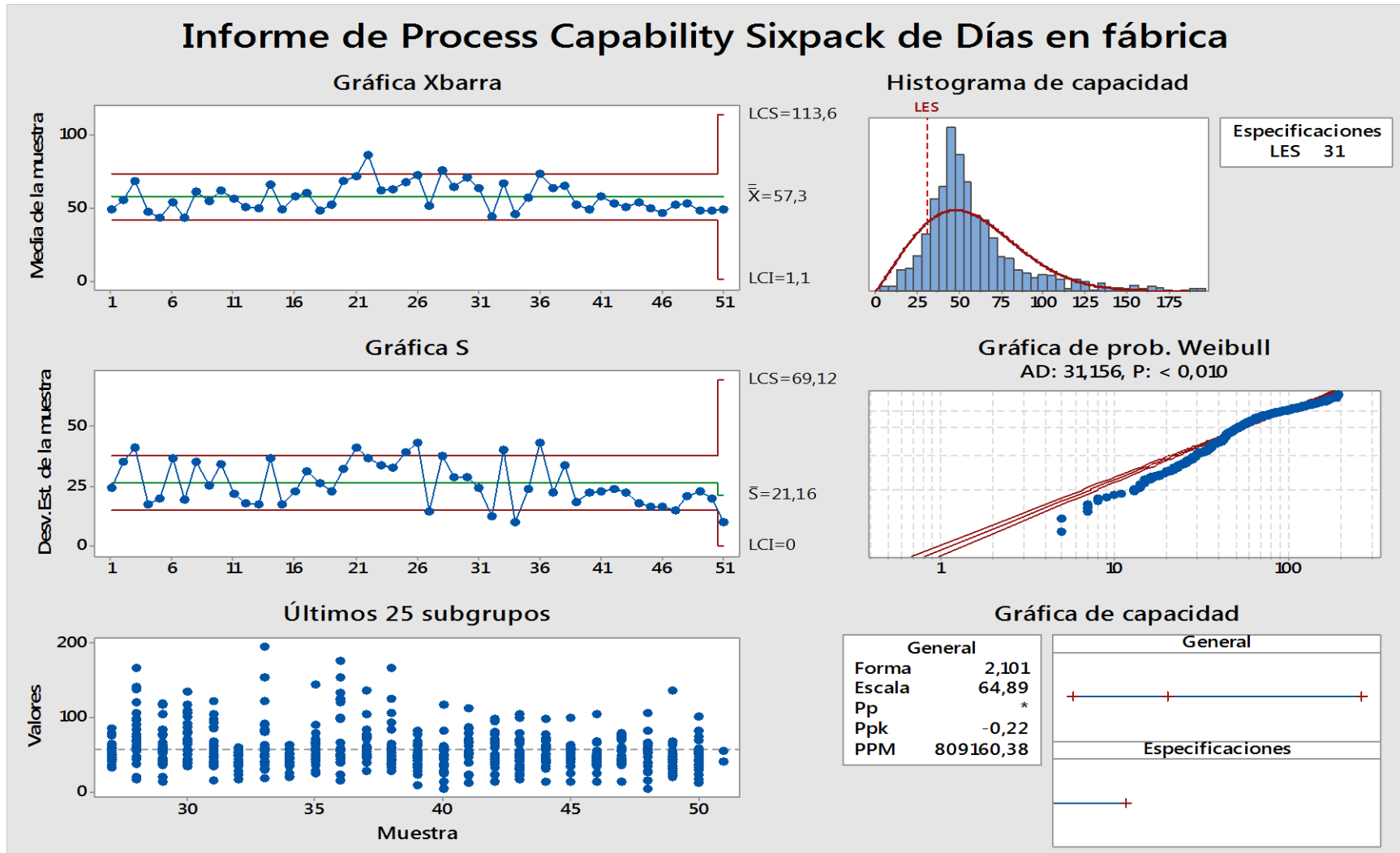
Nota: Euromobilia S.A 2018

Apéndice G: Imágenes del programa Modulo Studio utilizado en diseño ventas



Nota: Euromobilia S.A

Apéndice H: Resultado del análisis de capacidad de procesos



Nota: Analista UIA 2018

Apéndice I: Tablas de probabilidades utilizadas para la matriz AMEF

Cuadro 3.14 Valores de severidad según percepción del analista

Valor	Severidad	Percepción
1	Incidental	Sin consecuencias
2 a 3	Menor	Ligera molestia con pequeño deterioro
4 a 6	Moderada	Cierta insatisfacción
7 a 8	Mayor	Alto nivel de insatisfacción
9 a 10	Crítica	Problema de seguridad humana o técnica

Cuadro 3.15 Valores de frecuencia según probabilidad de falla

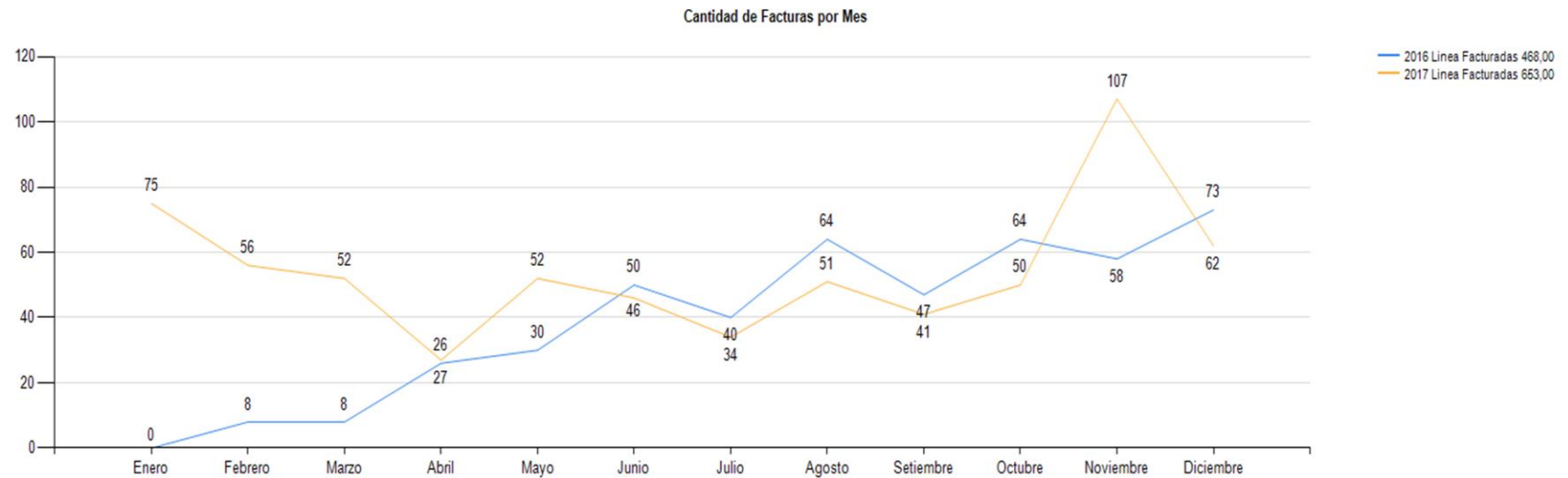
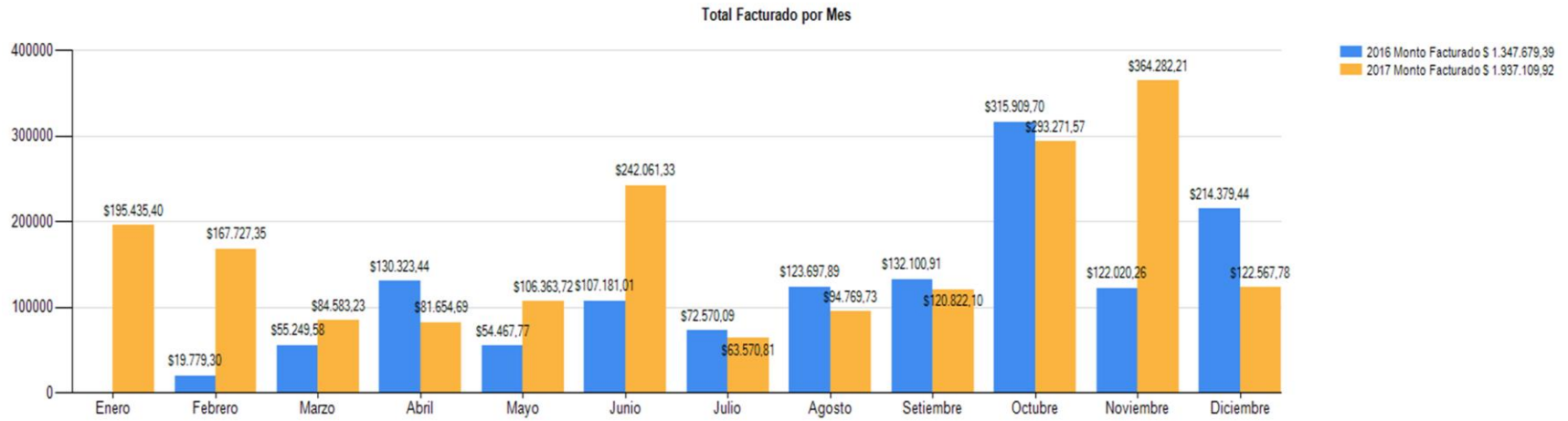
Valor	Frecuencia	Probabilidad de falla
1	< a 1 en 1000000	Incidental, es improbable
2	1 en 200000	Menor, son muy pocas las fallas
3	1 en 4000	
4	1 en 1000	Moderado, con fallas ocasionales
5	1 en 400	
6	1 en 80	
7	1 en 40	Mayor, con fallas repetidas
8	1 en 20	
9	1 en 8	
10	1 en 2	Crítica con fallas inevitables

Cuadro 3.16 Valores de detección según probabilidad de detección

Valor	Detección	Probabilidad de detección
1 a 2	Crítica	Control detecta una debilidad en el sistema
3 a 4	Mayor	Control tiene una alta probabilidad de Detectar una falla en el sistema
5 a 6	Moderada	Control puede detectar una debilidad en el sistema
7 a 8	Menor	Es improbable que el control detecte una debilidad en el sistema
9	Incidental	El control no detectará en muchas ocasiones una debilidad en el sistema
10	Nula	El control no existe, detección es improbable

Nota: (Acuña, 2012, p. 230)

Apéndice J: Gráfico de exportaciones 2016 y 2017



Nota: Euromobilia S.A 2018

Apéndice K: Propuesta de pizarras para el uso de las tarjetas Kanban



Nota: Internet 2018

Apéndice L: Reglas para evaluación de indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad.


EFICACIA		EFICIENCIA		EFFECTIVIDAD
$\frac{RA}{RE}$		$\frac{(RA/(CA \times TA))}{(RE/(CE \times TE))}$		$\frac{(Puntaje\ Eficiencia + Puntaje\ Eficacia)}{(2 \times M\acute{a}ximo\ Puntaje)}$
RANGOS	PUNTOS	RANGOS	PUNTOS	La efectividad se expresa en porcentaje (%)
0 – 20 %	0	Muy Eficiente > 1	5	
21 – 40 %	1			
41 – 60 %	2	Eficiente = 1	3	
61 – 80 %	3			
81 – 90 %	4	Ineficiente < 1	1	
< 91 %	5			

R: resultado E: esperado C: costo A: alcanzado T: tiempo

Nota: (Montero, Díaz, Guevara, Cepeda, & Barrera, 2013)

Apéndice M: Precios para servidores y computadoras

HPE - ML110 Gen9 MCA S/B - 4.5U / 840668-001







Precio: \$977.82 + i.v.

Marca: **HPE** ★★★★★
 Número de parte: 840668-001

Cantidad: [AÑADIR AL CARRITO](#)

+ Lista de deseos
+ Comparar

Descripción

Especificaciones

Comentario (0)



PC Core Intel Core i7 7700 - 4GB RAM - HD 1TB - TECLADO / MOUSE / PARLANTES

CAJA NEGRO STANDARD INTELEC DE LUJO CPU INTEL CORE I7 7700 4.2GHZTarjeta Madre ..

€356,000.00 i.v.i.
~~€396,178.00 i.v.i.~~
€20,152 al mes !(*)

[COMPRAR](#)



PC Core Intel Core i5 7500 - 4GB RAM - HD 1TB - TECLADO / MOUSE / PARLANTES

CAJA NEGRO STANDARD INTELEC DE LUJO CPU INTEL CORE I5 7500 3.4GHZTarjeta Madre ..

€285,000.00 i.v.i.
~~€322,728.00 i.v.i.~~
€16,133 al mes !(*)

[COMPRAR](#)

Nota: Internet 2018

Apéndice N: Tasas de intereses en certificados de depósito a plazos

Aquí encontrará todo el listado de los **certificados de depósitos a plazo en colones** y el top cinco con la mejor tasa de interés:

CDP ₡	5 años
Coopenae CDP en colones	11.15%
Coope Ande No. 1 CDP en colones	10.75%
Coopealianza CDP en colones	10.75%
Coocique CDP en colones	10.67%
Coopeservidores CDP en colones	10.60%

Y aquí el listado de los **certificados de depósitos a plazo en dólares** y su respectivo el top cinco:

CDP \$	5 años
Desyfin CDP en dólares	5.25%
Banco Nacional de Costa Rica CDP en dólares	4.88%
Mucap CDP en dólares	4.85%
Coopealianza CDP en dólares	4.80%
Coopeservidores CDP en dólares	4.50%

Nota: Página internet, www.interes.cr.com

Apéndice O: Diagrama Gantt #1 implementación del proyecto

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predece	tri 3, 2018			tri 4, 2018			tri 1, 2019			tri 2, 2019			tri 3, 2019					
							jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago			
1		1 Inicio del proyecto	12,2 mss	lun 02/07/18	jue 06/06/19																			
2		1.1 Documento aprobación por parte de la Directiva	1 día	lun 02/07/18	lun 02/07/18																			
3		1.2 Comunicación del proyecto	1 día	mar 03/07/18	mar 03/07/18	2																		
4		1.3 Formación de equipos de mejora	1 día	mié 04/07/18	mié 04/07/18	3																		
5		1.4 Filosofía Lean Manufacturing	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19																			
6		1.4.1 Presentación equipo Lean	1 día	jue 05/07/18	jue 05/07/18	4																		
7		1.4.2 Estudio de la filosofía Lean	30 días	vie 06/07/18	jue 16/08/18	6																		
8		1.4.3 Definición de objetivos	15 días	vie 17/08/18	jue 06/09/18	7																		
9		1.4.4 Plan de trabajo	7 días	vie 07/09/18	lun 17/09/18	8																		
10		1.4.5 Capacitaciones Lean	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19	4																		
11		1.5 Metodología 5s	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19																			
12		1.5.1 Presentación equipo 5s	1 día	jue 05/07/18	jue 05/07/18	4																		
13		1.5.2 Estudio de la metodología 5s	30 días	vie 06/07/18	jue 16/08/18	12																		
14		1.5.3 Definición de objetivos	15 días	vie 17/08/18	jue 06/09/18	13																		
15		1.5.4 Plan de trabajo	7 días	vie 07/09/18	lun 17/09/18	14																		
16		1.5.5 Capacitaciones 5s	12 mss	jue 05/07/18	mié 05/06/19	4																		
17		1.6 Mejoras ámbito de Organización	3,5 mss	mar 03/07/18	lun 08/10/18																			
18		1.6.1 Mejora en comunicación	0,15 mss	mar 03/07/18	jue 05/07/18																			
19		1.6.1.1 Reunión directiva y gerencias	1 día	mar 03/07/18	mar 03/07/18	2																		
20		1.6.1.2 Reunión gerencias	1 día	mié 04/07/18	mié 04/07/18	19																		
21		1.6.1.3 Reunión personal	1 día	jue 05/07/18	jue 05/07/18	20																		
22		1.6.2 Cambio en organigrama de producción	3,4 mss	mar 03/07/18	jue 04/10/18																			
23		1.6.2.1 Reunión directiva y gerencias	1 día	mar 03/07/18	mar 03/07/18	2																		
24		1.6.2.2 Plan de trabajo	7 días	mié 04/07/18	jue 12/07/18	23																		
25		1.6.2.3 Cambios en funciones de los gerentes	60 días	vie 13/07/18	jue 04/10/18	24																		
26		1.6.3 Formación depto planeación de proyectos	1 día	vie 05/10/18	vie 05/10/18	25																		
27		1.6.4 Presentación del gestor de planeación	1 día	lun 08/10/18	lun 08/10/18	26																		
28		1.7 Mejoras ámbito procesos y procedimientos	12,05 mss	jue 05/07/18	jue 06/06/19																			
29		1.7.1 Plan de integración de procesos	12,05 mss	jue 05/07/18	jue 06/06/19																			
30		1.7.1.1 Reunión gerencias	1 día	jue 05/07/18	jue 05/07/18	4																		
31		1.7.1.2 Integración de nuevos procesos	5 mss	vie 06/07/18	jue 22/11/18	30																		
32		1.7.1.3 Monitoreo por parte del grupo Lean	5 mss	vie 23/11/18	jue 11/04/19	31																		
33		1.7.1.4 Documentar procesos y mejoras	2 mss	vie 12/04/19	jue 06/06/19	32																		
34		1.7.2 Cambio en procesos de producción	6,75 mss	mar 18/09/18	lun 25/03/19																			
35		1.7.2.1 Cambio en proceso de limpieza y empaque	3 mss	mar 18/09/18	lun 10/12/18	9																		
36		1.7.2.2 Implementación Kanban y sistema Pull	6 mss	mar 18/09/18	lun 04/03/19	9																		
37		1.7.2.3 División de proyectos por tamaño	2 mss	mar 09/10/18	lun 03/12/18	27																		
38		1.7.2.4 Proyecciones de ventas	3 mss	mar 04/12/18	lun 25/02/19	37																		

Nota: Analista UIA 2018

Apéndice Q: Valores y niveles para la matriz de riesgos del proyecto

Tabla 1: Determinación del Nivel de Deficiencia

Nivel de Deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo de intervención cuatro (IV).

Tabla 2: Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un período de tiempo corto
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual

Tabla 3: Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada frecuente.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquiera nivel de

Nota: Tomado del curso gerencia proyectos UIA 2017

Apéndice R: Glosario de términos

Este apartado es una lista de términos que se usan en distintas áreas de la empresa Euromobilia.

1. Diseños definitivos.

Para la empresa Euromobilia, los diseños definitivos son los proyectos que ya han sido concretados. Estos nacen de un diseño preliminar, y se componen de varias hojas necesarias para la producción, como son: hoja de características, planos arquitectónicos, isométricos, hoja de chequeo, lista de muebles.

2. Diseño preliminar

Son los diseños que se realizan para un cliente antes de la venta. En este diseño el cliente analiza precios y hace variantes al diseño.

3. Orden de producción (ODP).

La orden de producción (ODP) es el despiece técnico que se realiza para un proyecto vendido por la sala de ventas. Esta orden genera las especificaciones técnicas y materiales a fabricar para las distintas operaciones de producción en la planta de Euromobilia.

4. Operaciones de producción.

En la planta de producción de Euromobilia existen 40 operaciones distintas, estos son departamentos que fabrican o transforman la materia prima. La secuencia está lógicamente hecha según el tipo de producto que se fabrique o ensamble.

5. Sistema de información SICAPRO.

Es el sistema de información que se utiliza en la planta de producción de la empresa Euromobilia S.A. En este se registran los contratos que se ingresan a planta para la coordinación de producción.

6. Partes Adicionales

Una parte adicional es un documento que se usa para corregir errores, faltantes, daños en piezas, modificaciones de diseño, entre otros. Existen diferentes motivos para elaborar una parte adicional. Este documento se genera en el departamento técnico (diseño) y nace de una necesidad en alguna área, que reporta su necesidad por medio de un mail o papel.

7. Hojas electrónicas o guías de producción para los distintos departamentos

Estas contienen información importante para producción. En estas hojas se detallan las listas de corte, especificaciones técnicas para las distintas operaciones, secuencias de producción y cantidades necesarias para fabricar.

8. Laminadores

Los laminadores son resúmenes o cálculos de material necesarios para las distintas ODP. En estos e incluyen melaminas, formicas, vidrios, plywood, etc.

9. Sistema de control interno de diseño:

Este es un registro de las órdenes de producción que ingresan al departamento de diseño. En este registro se anotan los números de ODP, números de contratos, clientes, fechas de ingreso, fechas de entrega de los contratos, fechas de terminación. Así mismo, se lleva un control de los tiempos, y algunas estadísticas de las órdenes de producción.

10. MDF

Un tablero DM es un aglomerado elaborado con fibras de madera. También se le llama MDF por sus siglas en inglés de Medium Density Fiberboard.

Presenta una estructura uniforme y homogénea, y una textura fina que permite que sus caras y cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar en su totalidad. Se utiliza normalmente para frentes y puertas en los muebles.

11. Melamina

Es un tablero aglomerado MDP o MDF, recubierto por ambas caras con láminas impregnadas con resinas melamínicas, lo que le otorga una superficie totalmente cerrada, libre de poros, dura y resistente al desgaste superficial. Se utiliza normalmente para frentes, puertas y carcazas en los muebles.

12. CRM:

El CRM (Customer Relationship Management) es un sistema que se usa en el área comercial para controlar las ventas, montos y comisiones.

13. PCGRAF:

Es el sistema informático usado para llevar el control de la contabilidad y los inventarios de las principales bodegas de la compañía.

14. Heijunka (Nivelación de la producción):

Es una de las técnicas más importantes en la implementación de Lean Manufacturing, dado que supone el máximo grado de compromiso con la filosofía JIT, ¿La razón? La búsqueda por nivelar el flujo del producto de acuerdo al comportamiento real de la demanda (Salazar, 2006).

15. ANDON:

Es una expresión de origen japonés que significa "lámpara" y que se relaciona con el control visual. A su vez es considerado como un elemento de la filosofía Lean Manufacturing, el cual agrupa un conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de algún sistema productivo.

16. KPI

Key Performance Indicator (Indicador Clave de Comportamiento). Métricas que permiten el seguimiento de los progresos de la mejora continua en las empresas (Hernández & Vizán, 2013, pág. 162).

17. Termoformado

Es un proceso consistente en calentar una plancha o lámina de termoplástico semielaborado, de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión vacío o mediante un contramolde.

18. Postformado

Es un proceso de calentamiento y formado de laminado postformable para crear formas concavas o convexas.

Apéndice S: Cargas sociales en Costa Rica

Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	€0
IVM	5,08%	3,84%	€0
TOTAL CCSS	14,33%	9,34%	€0
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	€0
Asignaciones Familiares	5,00%	-	€0
IMAS	0,50%	-	€0
INA	1,50%	-	€0
TOTAL OTRAS INSTITUCIONES	7,25%	-	€0
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	€0
Fondo de Capitalización Laboral	3,00%	-	€0
Fondo de Pensiones Complementarias	0,50%	-	€0
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	€0
INS	1,00%	-	€0
TOTAL LPT	4,75%	1,00%	€0
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,33%	10,34%	36,67%
MONTOS TOTALES	€0	€0	€0

Nota: Caja Costarricense de Seguro Social

Apéndice T: Cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión

Cronograma para el desembolso de efectivo de la inversión														
Uso de recursos	Total meses	Inversión	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	Servidor para el módulo planeación	Costo	\$1.000					\$1.000						
2	Computadora gestor de planeación	Costo	\$650	\$650										
3	Computadoras para procesos	Costo	\$2.750			\$2.750								
4	Papelería y tinta	Costo	\$1.200	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100	\$100
5	Pintura y mano de obra	2	\$260	\$130	\$130									
6	Mobiliario oficina gestor de planeación	Costo	\$2.000	\$2.000										
7	Desarrollo módulo de planeación	8	\$12.000	\$1.500	\$1.500	\$1.500	\$1.500	\$1.500	\$1.500	\$1.500				
8	Salario gestor de planeación	12	\$17.287	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441	\$1.441
9	Insentivos para grupos de mejora	12	\$9.000	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750	\$750
10	Insentivos operarios y supervisores	12	\$6.000	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500
11	Capacitaciones Lean Manufacturing	12	\$6.000	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500
12	Capacitaciones 5s	12	\$6.000	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500
13	Capacitación para el gestor planeación	12	\$2.400	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
14	Capacitaciones generales	4	\$2.400								\$600	\$600	\$600	\$600
15	Costo desarrollo de tesis	Costo	\$6.000	\$6.000										
16	Gasto admin. y control Kanban y Pull	12	\$2.400	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
Inversión total		86,00	\$77.347	\$14.471	\$5.821	\$8.441	\$5.691	\$5.691	\$6.691	\$5.691	\$4.791	\$4.791	\$4.791	\$4.791

Nota: Analista UIA 2018