

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO
DE MOLDEO EN PANDUIT COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

JOSE RICARDO TELLEZ MARÍN

TUTOR JOHAN CASTRO VASQUEZ

HEREDIA, FEBRERO 2018

DECLARACIÓN JURADA

Yo José Ricardo Téllez Marín, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 8-108-0357 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Optimización de la línea de Producción de Producto Terminado de Moldeo en PANDUIT de Costa Rica, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Alajuela, a los 10 días del mes de Mayo del año 2018.



Firma del estudiante

Cédula 8-1080357

CARTA DEL TUTOR

Heredia 19 de Marzo de 2018

*Estimados señores
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana*

Estimado señor:

El estudiante Jose Ricardo Téllez Marín cédula de identidad número 801080357 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado OTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO DE MOLDEO EN PANDUIT COSTA RICA el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller de Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	29
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		90

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Nombre Johan Castro Vásquez
Cédula identidad N. 1 1228 0842

CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera Ingeniería Industrial

Estimado señor

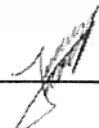
El estudiante **JOSE RICARDO TELLEZ MARÍN**, cédula de identidad: 8 0108 0357, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado "OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO DE MOLDEO EN PANDUIT COSTA RICA", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma



Nombre

George Dany Ramirez Vargas

Cédula

1-1458-0986

CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO

San José 29 de abril del 2018.

SEÑORES
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Estimados señores:

Hago constar que he revisado el **PROYECTO DE GRADUACIÓN** del estudiante **JOSÉ RICARDO TÉLLEZ MARÍN**, denominado **OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO DE MOLDEO EN PANDUIT COSTA RICA**, para optar por el grado académico de **BACHILERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

He revisado errores gramaticales, de puntuación, ortográficos y de estilo que se manifiestan en el documento escrito, y verificado que estos fueron corregidos por la autora.

Con base en lo anterior, se considera que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos por la **UNIVERSIDAD** para ser presentado como requerimiento final de graduación.

Atentamente,



Dr. Boliván Bolaños Calvo

Carné 12 949

2-279-320

Colegio de Licenciados y Profesores

Acta de Aprobación

Dedicatoria

Dedico este trabajo primero a Dios, por darme las oportunidades que llenan mi vida y la vida de las personas a las que amo de satisfacciones, éxitos y salud. Para nuestro bienestar, luchando junto conmigo por lograr los triunfos que más que míos son de ellas dos, por su comprensión y apoyo incondicional, por demostrarnos y enseñarnos en cada acto lo que es muestra de respeto, humildad y responsabilidad; por quienes me esfuerzo por ser un buen ejemplo y ser mejor cada día como uno de mis compromisos para con ustedes.

Asimismo, dedico este proyecto a quienes compartieron conmigo sus experiencias y conocimiento, siendo de valiosa ayuda para proponer nuevas formas de ver las diferentes situaciones, dejándome ver el cómo pensar diferente, ganarse la confianza, adueñarse de los resultados y los no silos significan para mí. De igual forma, lo extiendo a mis compañeros, amigos y compañeros, que han estado apoyándome de una u otra forma, por estar al pendiente, ofreciéndome su apoyo.

Finalmente, y no el menos valioso, dedico con todo mi amor, este proyecto a los seres que más amo, mis hijas, por darme con su apoyo y comprensión, por la energía y el entusiasmo de cada día, por los sacrificios que hemos tenido que hacer, para darnos así, la satisfacción de compartir los logros que nos hacen crecer juntos y sentirnos orgullosos, uno del otro, día a día.

Índice general

1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	INTRODUCCIÓN.....	13
1.2	DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN.....	13
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	16
1.5	ALCANCES, EXCLUSIONES Y LIMITACIONES.....	17
2	MARCO TEÓRICO.....	18
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	19
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	21
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	27
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	37
2.5	TEORÍAS Y POSTULADOS RELACIONADOS.....	42
3	MARCO METODOLÓGICO.....	47
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	48
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	52
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PRODUCTO, PROCESO O SERVICIO.....	55
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	57
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	60
4	LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....	61
4.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	62
4.1.1	<i>Descripción del proceso.....</i>	62
4.2	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	69
4.3	CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO.....	77
5	DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	78
5.1	DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	79
5.2	PROPUESTAS.....	79
5.2.1	<i>Optimizar el tiempo de flujo del proceso de empaque de producto terminado</i>	79
5.2.2	<i>Crear tablas estándar para recopilar productividades reales en la línea de producción y sus indicadores.....</i>	89

5.2.3	<i>Actualización de tiempos de producción por pieza (Routing) para disminuir las variaciones en horas de producción.....</i>	97
5.3	COSTOS DEL PROYECTO	104
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
6.1	CONCLUSIONES.....	108
6.2	RECOMENDACIONES.....	109
7	BIBLIOGRAFÍA.....	110
8	GLOSARIO.....	113
9	ANEXOS.....	116
9.1	TIEMPOS PROCESO ACTUAL Y FUTURO.....	117
9.2	TIEMPOS DE EMPAQUE PARA EL PROCESO ACTUAL	118
9.3	TIEMPOS DE EMPAQUE PARA EL PROCESO MEJORADO	119
9.4	TIEMPOS PARA NUEVO RAUTING	120
9.5	TABLA ESTÁNDAR PARA PRODUCCIONES CON RAUTING MEJORADO.....	121
9.6	TABLA RESUMEN SEMANAL DE DATOS CON RAUTING MEJORADO	122
9.7	GRÁFICO DE PRODUCCIÓN EN HORAS MEJORADO	122
9.8	GRÁFICO DE PRODUCCIÓN EN PIEZAS CON NUEVO RAUTING	123
9.9	TABLA DE CAUSAS DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN VARIABLES	123

Índice de figuras

FIGURA NO. 1 CICLO DE UN PROYECTO.....	22
FIGURA NO. 2 PROCESO DMAIC DE SEIS SIGMA	23
FIGURA NO. 3 ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN ENFOCADA A PROYECTOS.....	28
FIGURA NO. 4 DIAGRAMA GANTT DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	58
FIGURA NO. 5 EDT DE OPTIMIZACIÓN PROCESO DE MOLDEO.....	59
FIGURA NO. 6 ESQUEMA DEL PROCESO DE EMPAQUE	66
FIGURA NO. 7 DIAGRAMA DE FLUJO.....	67
FIGURA NO. 8 TIEMPOS DEL PROCESO EN MINUTOS.....	68
FIGURA NO. 9 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.....	69
FIGURA NO. 10 PARETTO DE CAUSAS DE TIEMPOS VARIABLES	71
FIGURA NO. 11 NÚMEROS DE PARTE MÁS PRODUCIDOS.....	74
FIGURA NO. 12 PARETTO DE PARTES	75
FIGURA NO. 13 USO DE BOLSA 34106-SWT.....	81
FIGURA NO. 14 USO DE BOLSA GSBAG-58.5/4	82
FIGURA NO. 15 USO DE CAJA 136NPC-304.....	83
FIGURA NO. 16 USO DE CAJA 136NPC-46	83
FIGURA NO. 17 DIAGRAMA DE FLUJO OPTIMIZADO	85
FIGURA NO. 18 TIEMPOS DEL PROCESO	86
FIGURA NO. 19 COMPARACIÓN PROCESO ACTUAL CON POSIBLE MEJORA.....	87
FIGURA NO. 20 GRÁFICO DE HORAS SEMANALES.....	95
FIGURA NO. 21 GRÁFICO DE PRODUCCIÓN EN PIEZAS.....	95
FIGURA NO. 22 CMBBL-X (2017).....	101

Índice de cuadros

CUADRO NO. 1 FUENTES SECUNDARIAS DE INFORMACIÓN	50
CUADRO NO. 2 TABLA DE ENTREGABLES DEL PROYECTO	104
CUADRO NO. 3 DETALLE DE COSTOS DEL PROYECTO	105
CUADRO NO. 4 RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO.....	105
CUADRO NO. 5 BENEFICIOS ESPERADOS	106
CUADRO NO. 6 RETORNO DE INVERSIÓN.....	106

Índice de tablas

TABLA NO. 1 NÚMERO RECOMENDADO DE CICLOS DE OBSERVACIÓN.....	35
TABLA NO. 2 RESUMEN DE ENTREVISTAS Y OBSERVACIONES	56
TABLA NO. 3 PARTES ESPECÍFICAS.....	76
TABLA NO. 4 DIFERENCIAS DE COSTOS.....	82
TABLA NO. 5 DIFERENCIAS DE COSTOS.....	84
TABLA NO. 6 DIFERENCIAS DE PRODUCCIONES DEL PROCESO.....	87
TABLA NO. 7 TABLA ESTÁNDAR PARA PRODUCCIONES	92
TABLA NO. 8 COMENTARIOS DEL DÍA	93
TABLA NO. 9 RESUMEN SEMANAL DE DATOS	93
TABLA NO. 10 TIEMPOS EN SEGUNDOS CMB**-X.....	98
TABLA NO. 11 CMBBL-X (TIEMPO Y COSTO 2017)	100
TABLA NO. 12 NUEVOS TIEMPOS DE LA FAMILIA.....	102
TABLA NO. 13 CMBBL-X (NUEVO ROUTING).....	102

Acrónimos y siglas

CR: Costa Rica.

EEUU: Estados Unidos de Norte América.

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad.

USD: Dólares estadounidenses.

ESIA: Elimine, Simplifique, Integre, Automatice.

R: Remover.

VA: Valor agregado.

D: Desperdicio.

PA: Proceso automatizado.

PN: Número de parte.

N/S: No estándar.

FG: Producto terminado.

Wip's: Sub-ensambles.

NVA: No valor agregado.

MRP: Planeamiento de material requerido.

Resumen

Este proyecto se desarrolla para optar por el grado de bachillerato en la carrera de Ingeniería Industrial, el mismo se realiza en la empresa Panduit, ubicada en Grecia, dos kilómetros hacia Grecia de la entrada por la autopista; cuenta con 1250 colaboradores para realizar sus actividades. Esta organización produce soluciones de infraestructura física con soluciones para los sectores de energía, comunicaciones, informática, control y sistemas de seguridad. En Costa Rica se elaboran productos como: cables de cobre y fibra óptica, conectores, productos de identificación y afines para sistemas telefónicos, eléctricos y redes computacionales. Lo anteriormente comentado lo encontramos en detalle en el primer capítulo del presente documento.

El proyecto consiste en realizar una propuesta para la optimización del proceso de empaque de producto final en el área de moldeo de Panduit basándose en la utilización de diferentes herramientas de ingeniería que permitan analizar la situación actual del procedimiento para identificar las actividades que agregan valor, como las que no agregan valor y así mejorarlos. Dicho contenido se puntualiza en el segundo capítulo de este escrito.

Para el desarrollo de este proyecto se propondrá la optimización del proceso por medio de diferentes reuniones y de coordinación con el equipo de mejora, en conjunto con el equipo de ingeniería y la misma línea de producción involucrada para revisar el procedimiento actual del proceso y sus diferentes actividades actuales, esto desde el momento que se recibe un requerimiento de producir un producto, hasta la finalización del mismo, esto con el fin de reconocer los posibles puntos de control o actividades que serán evaluados por el gerente y el equipo de ingeniería para validar la forma en que se realizan y puedan mejorar los tiempos de producción variables. El segmento anterior se especifica de mejor manera en el tercer y cuarto capítulo de la presente propuesta de mejora.

En el diseño y desarrollo del proyecto, en el capítulo cinco, por medio de herramientas de ingeniería y estadística se comparará el método actual y el optimizado propuesto para validar la mejora en el proceso de empaque y que así el área y la empresa puedan tomar las decisiones y acciones de implementar.

Las conclusiones del estudio y análisis del proceso, así como las recomendaciones de las mejoras al proceso de empaque de producto final en la línea de empaque en el área de moldeo, se especifican en el capítulo seis y queda a decisión de la empresa el tomar en cuenta o realizar una, varias o todas las propuestas e implementarlas a como se recomienda en el documento.

Capítulo I

1 Introducción

1.1 Introducción

El mercado de Costa Rica y del mundo en la industria del plástico presenta una alta importancia debido a la participación de grandes empresas con muchos años de trayectoria y desarrollo, debido a esta situación Panduit se ha visto en la necesidad de mejoras como lo son la calidad, la productividad y la reducción de costos.

1.2 Descripción breve de la organización

La empresa Panduit, inicia producción en Costa Rica a partir de 1996, como una empresa privada bajo el régimen de zona franca. La planta está ubicada en Grecia a dos kilómetros de la autopista y cuenta con 1300 colaboradores para realizar sus actividades.

Esta empresa es un fabricante global de soluciones de infraestructura física con soluciones para los sectores de energía, comunicaciones, informática, control y sistemas de seguridad. En Costa Rica se elaboran productos como: cables de cobre y fibra óptica, conectores, productos de identificación y afines para sistemas telefónicos, eléctricos y redes computacionales.

1.3 Definición del problema

La línea de producción de producto terminado del área de moldeo de Panduit consiste en el empaque de diferentes productos vendibles con diferente clasificación de inventario para la bodega central, teniendo como principales

productos los denominados A&B partes (partes que tienen un mayor movimiento a nivel de ventas e inventarios para la empresa) que representan la mayor cantidad de producción para el área de moldeo de Panduit.

Este tipo de productos se encuentran incluidos en unas métricas corporativas en las cuales se evalúan la disponibilidad de A&B partes en la bodega central para tener el material necesario disponible anticipadamente en los almacenes de distribución para cubrir los requerimientos del cliente una vez que ellos ingresen los pedidos en el sistema, para el caso de la planta de manufactura de Costa Rica (CR) la bodega central es Dekalb (DK), la misma se encuentra en Illinois Chicago y también cubre otras bodegas como Australia, Japón, Holanda, Singapur, entre otras; otra métrica en la que se encuentran este tipo de productos es la de envíos a tiempo, en la cual se toma en cuenta que el producto se encuentre disponible en la bodega para la fecha en que cada orden de cliente se necesita enviar; por último, los mismos productos se encuentran incluidos en la métrica de variaciones, esta mide la variación entre lo producido con respecto al costo estándar de cada producto.

Los inventarios en bodegas se ven afectados en ocasiones por pedidos futuros de clientes, en donde se evalúa la disponibilidad de materiales, costo del proyecto, nivel de inventario y lo que esto representa económicamente, capacidad de producción, fechas de inicio de producción, fecha de entrega del producto en el cliente como en la bodega, aprobaciones respectivas, reservación de materiales, entre otros. La finalidad de las metas es medir la disponibilidad de productos con el menor costo.

En Panduit en 2017 se ha incrementado la demanda de producción con respecto al segundo semestre del año anterior; por lo que, el tiempo de producción se ha visto afectado, el tiempo de respuesta de los de proyectos futuros de clientes importantes de Panduit y el seguimiento respectivo a cada uno.

El área de moldeo se ha visto forzada a realizar tiempo extra, para cubrir la carga de trabajo de éstos productos; se han estado perdiendo compromisos por el producto faltante o insuficiente en las bodegas, y en algunos casos incurriendo en gastos extras como lo puede ser el enviar producto directo aéreo desde la planta de manufactura de Costa Rica a las bodegas o directo a los clientes, los costos pueden ir desde los \$200 hasta los \$40,000 USD (Dólares Americanos), de ser necesario para poder cumplir con las fechas, retrasos y horas extra en producción de hasta una semana para cumplir con la fecha de requerimiento de los productos en el cliente. Por lo que, el optimizar la producción de la línea de empaque de moldeo se traduce en mejoras en las métricas y fidelidad de los clientes importantes para Panduit; esta podría dejar de recibir órdenes de cliente de hasta \$1.000,000 USD.

La línea de producción de producto terminado del área de moldeo de Panduit de Costa Rica se está viendo afectado principalmente en las métricas de: variación de salida de producto terminado por día con respecto al sistema de cálculo utilizado, siendo así que la meta establecida es entre -5% y 5% de variación con respecto a la meta semanal y durante el año 2017 se encontró entre -48% y 55%.

La métrica de envíos a tiempo se encuentra establecida en un 96% semanalmente y durante el año 2017 se encontró entre un 83% y un 97%.

En la métrica de disponibilidad de A&B partes en los centros de distribución de producto se encuentra establecida la meta de un 96% semanalmente y durante el año 2017 se encontró entre un 87% y un 97%.

Cada una de las métricas han variado en diferentes períodos del año y la meta del área de Moldeo es reducir la variación de las mismas, ya que afecta en aumentos de costos de producto como de envíos; de igual manera implica incumplir las fechas de envíos de órdenes de clientes, bajar el nivel de servicio,

disminuye la disponibilidad de inventarios en bodegas y aumenta los costos por pagos en horas extras a los colaboradores para cumplir con los requerimientos de los clientes.

1.4 Objetivos del proyecto

Objetivo general

Brindar una propuesta para la optimización del proceso productivo en la línea de producción de empaque del área de moldeo de Panduit en Costa Rica mediante un estudio de tiempos en los productos de mayor demanda, con el fin de satisfacer las necesidades del mercado y su análisis de proceso respectivo.

Objetivos específicos

- Analizar las etapas del proceso por medio de herramientas de ingeniería para optimizar el tiempo de flujo del proceso de empaque de producto terminado.
- Estandarizar la forma de recopilar las productividades en la línea de producción de empaque terminado y sus indicadores.
- Realizar la actualización de tiempos de producción por pieza para disminuir las variaciones en horas de producción y métricas del área de moldeo del proceso.

1.5 Alcances, exclusiones y limitaciones.

Alcances

El proyecto está enfocado en las actividades del proceso que se realizan en la línea de producción de empaque del área de moldeo de Panduit en la planta de manufactura de Costa Rica ubicada en Grecia, Alajuela; para identificar las actividades con oportunidad de mejora y así buscar optimizar el mismo.

El desarrollo de la propuesta de mejora del proceso anteriormente mencionado será abarcado de los meses de setiembre 2017 a febrero 2018.

Limitaciones

El mismo se limita a la línea de producción de empaque del área de moldeo de Panduit, por lo cual, la información necesaria para el proyecto será brindada por el área, no se tomará en cuenta el manejo de las otras áreas de producción de la empresa, como por ejemplo cobre, fibra óptica y cable ties (*amarros plásticas*) con respecto al mismo.

Capítulo

2 Marco teórico

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

Las primeras aportaciones que dan origen a las bases de la Ingeniería Industrial se remontan a los tiempos de la Revolución Industrial, fueron muchos los pioneros que realizaron importantes trabajos; a partir de aquí se adoptan no solamente términos y conceptos de la industria en sí misma, sino también en temas de control de los procesos, calidad de los productos y mantenimiento, entre otros.

Estos avances, aunque importantes aún no mejoraban considerablemente las formas de trabajo en las fábricas, Charles Babbage estableció importantes principios para mejorar las operaciones de manufactura, fue así como se dieron los primeros pasos y los avances fueron adoptados, (Babbage, 1832, pág. 170).

Este concepto quedó contenido desde que se estableció la primera expresión de la Ingeniería Industrial, la que fue modificada y adoptada como definición por la Institute of Industrial & System Engineers (IISE), quedando como:

"La Ingeniería Industrial se ocupa del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía. Se basa en el conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales junto con los principios y métodos de análisis de ingeniería y diseño, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtengan de tales sistemas". (Jaffe, 2016, pág. Z94).

Incluso el mismo conocimiento, manejo de la información y los procesos; alrededor del objetivo máximo de obtener productos y servicios de calidad, son útiles para la sociedad tomando en cuenta en muchas ocasiones el impacto ambiental de los mismos, una de las aplicaciones más importantes es el análisis de los resultados que se obtienen de cada uno de los recursos implicados en cualquier proceso.

A medida en que las máquinas y equipo se hacen cada vez más complejos, es más importante estudiar los componentes y aspectos del conocimiento del trabajo.

“Más en esta época, en donde la competencia cada vez mayor proveniente de prácticamente de todo el mundo, en donde la mayor parte de las industrias, negocios y empresas están reestructurándose a fin de operar de una manera más eficiente”, (Benjamin, 2009, pág. 16).

Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del papel importante que juegan, porque son quienes valoran el producto. Esto ha obligado a las empresas a ser más flexibles, adecuar los productos, los procesos y servicios a la nueva realidad, con nuevas formas de distribución basándose en los tres aspectos de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y costo.

Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) tiene como objetivo la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las que el cliente no está dispuesto a pagar, mediante la utilización de un conjunto de herramientas, como: SMED, 5S, KAIZEN, POKA-YOKE.

“Siendo sus pilares: la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación de desperdicios y el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor con la participación de los colaboradores”, (Rajadell, 2014, pág. 11).

Por lo que esta metodología puede aportar mucha información, herramientas y detalles que pueden ser de uso para la optimización del proceso de la línea de producción de producto terminado del área de moldeo de Panduit.

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

El marco conceptual corresponde a la forma en que será desarrollado el proyecto; incluyendo su estructura, sus métodos y los conceptos fundamentales mediante los cuales se fundamentarán la investigación a nivel de etapas.

“Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”, (Urbina, 2010, pág. 2).

“Por lo que un proyecto, cualquiera que éste sea, tiene por objetivo el resolver una necesidad inmediata necesaria en forma eficiente, segura y confiable”, (Urbina, 2010, pág. 2).

Lo anterior para que se le puedan asignar los recursos necesarios a la mejor alternativa.

El ciclo de vida de un proyecto es un conjunto de fases, generalmente secuenciales que proporciona el marco de referencia para dirigir o administrar el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado.

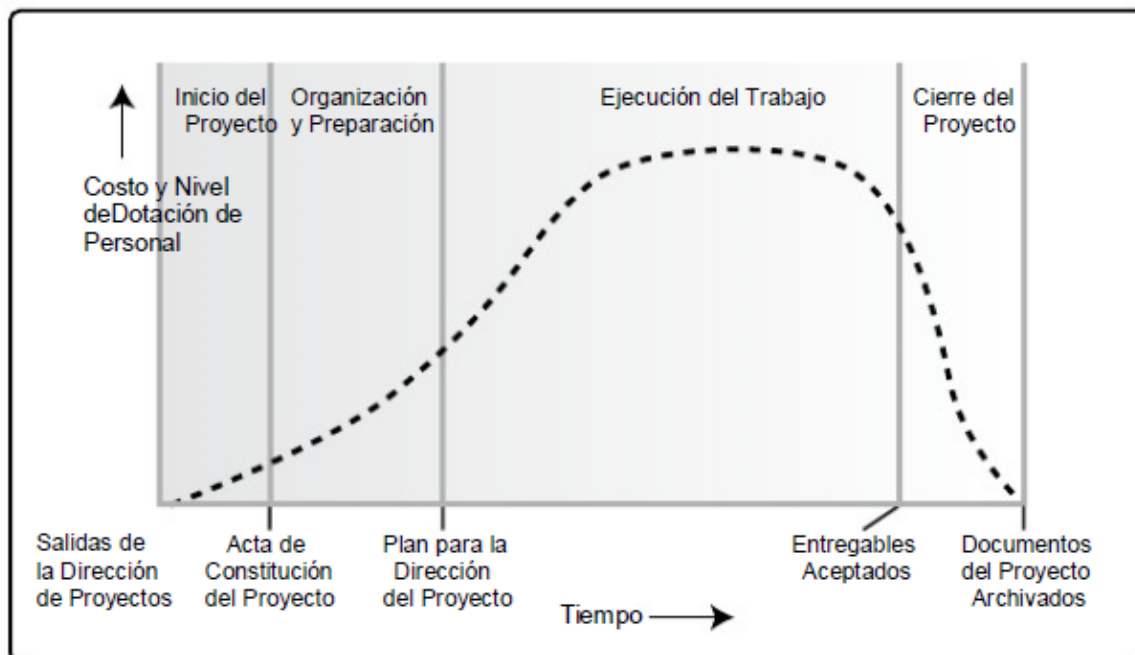
“Los proyectos varían en tamaño y complejidad, pueden configurarse dentro de la estructura del ciclo de vida del proyecto; iniciación, organización y preparación, ejecución del trabajo y el cierre del proyecto”, (Urbina, 2010, pág. 6).

Frecuentemente se hace referencia a esta estructura genérica del ciclo de vida durante las comunicaciones con la alta dirección u otras entidades menos familiarizadas con los detalles del proyecto. No deben confundirse con los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, ya que los procesos de un Grupo de Procesos consisten en actividades que pueden realizarse y repetirse dentro de cada fase de un proyecto, así como para el proyecto en su totalidad. El ciclo de vida del proyecto es independiente del ciclo de vida del producto producido o modificado por el proyecto. No obstante, el proyecto debe tener en cuenta la fase actual del ciclo de vida del producto. Esta perspectiva general puede proporcionar

un marco de referencia común para comparar proyectos, incluso si son de naturaleza diferente.

La Figura No.1 refleja el ciclo por el cual pasa todo proyecto anteriormente comentado.

Figura No. 1 Ciclo de un proyecto



Diseño: (Institute, 2013, pág. 38)

DMAIC

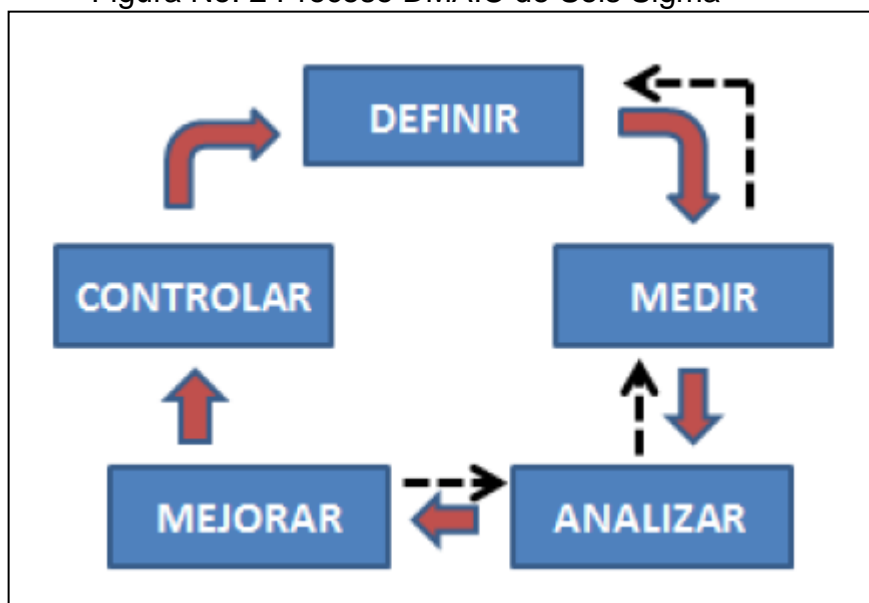
Para mejorar la calidad de un sistema de manufactura o servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y a la búsqueda de formas de mejorar dicho desempeño.

“El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología de mejora de procesos usado por Seis Sigma, y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis,

la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada” (McCarty, 2004).

DMAIC consistente de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) ilustrado en la Figura No.2. Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

Figura No. 2 Proceso DMAIC de Seis Sigma



Diseño: (Jared R. Ocampo, 2012, p. 2)

Definir

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores;

“Para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya

terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?” (Jared R. Ocampo, 2012, p. 2).

Medir

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño.

“A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente” (Jared R. Ocampo, 2012).

Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora.

“En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso” (Jared R. Ocampo, 2012).

Las preguntas por contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?

Entre las herramientas más comúnmente usadas se encuentran:

- Diagramas de causa-efecto
- Estudio de correlación
- Prueba de Chi-Cuadrado, T y F
- Diagrama de flujo

Mejorar

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso.

“Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema” (Jared R. Ocampo, 2012).

Algunas de las preguntas que se sugieren que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son: ¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?

Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas
- Modo de Falla y Análisis de Efecto

- Herramientas Lean
- Simulación de Eventos Discretos

Controlar

Una vez encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo.

“Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente” (Jared R. Ocampo, 2012).

Las preguntas por responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?

Para responder a estas preguntas se requerirán de ciertas herramientas tales como el control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control y técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

En un proyecto, el impacto del mismo se ve directamente relacionado al interés que éste tenga sobre el área, tema o mejora a realizar, algunos interesados se pueden ver beneficiados con el éxito, mientras otros se verán afectados.

La cultura, estilo y estructura de la organización influyen en la forma en la que este proyecto es ejecutado. El grado de madurez de la dirección de proyectos de la organización, así como sus sistemas de dirección de proyectos, también puede influenciar el proyecto.

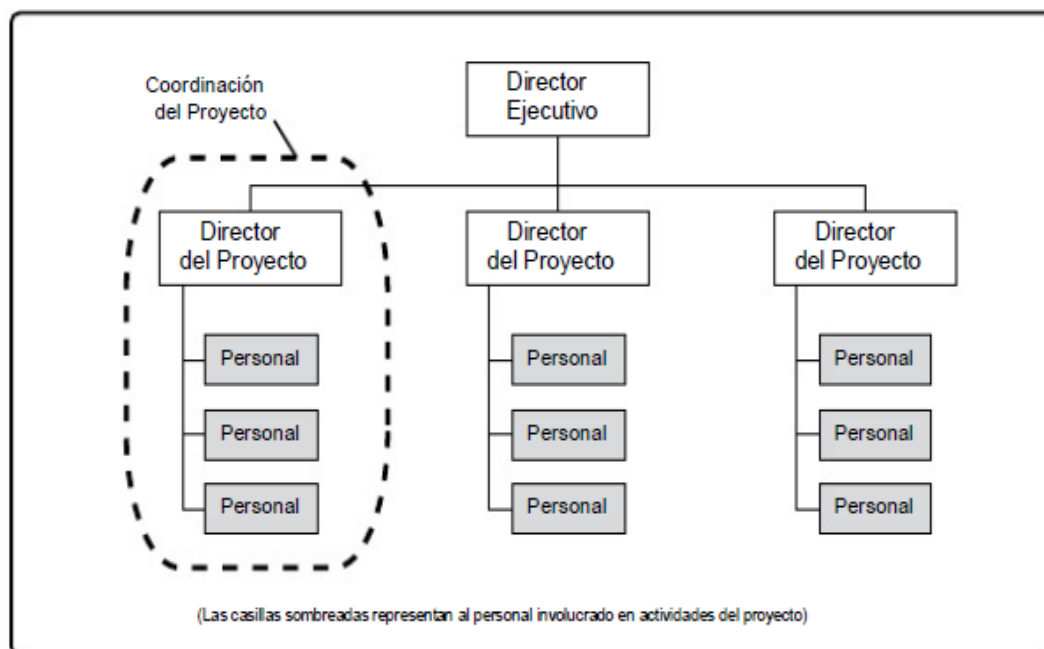
Un director de un proyecto, así como el equipo interdisciplinario con el que se trabaja, debe de comprender las diferentes culturas y estilos de la organización que pueden influenciar un proyecto. El director del proyecto debe conocer quiénes toman las decisiones dentro de la organización y trabajar con ellos para influir en el éxito del proyecto.

“En una organización orientada a proyectos, los miembros del equipo a menudo están ubicados en un mismo lugar; la mayor parte de los recursos de la organización están involucrados en el trabajo de los proyectos y los directores de proyecto tienen bastante independencia y autoridad”, (Institute, 2013, pág. 25).

“Las organizaciones orientadas a proyectos suelen contar con departamentos, sin embargo, pueden reportar directamente al director del proyecto o bien prestar servicios de apoyo a varios proyectos”, (Institute, 2013, pág. 25).

La Figura No. 3 muestra el esquema de una empresa que se encuentra enfocada a proyectos.

Figura No. 3 Esquema de Organización Enfocada a Proyectos



Diseño: (Institute, 2013, pág. 25)

Dado que los proyectos son de naturaleza temporal, el éxito de un proyecto debe medirse en términos de completar el proyecto dentro de las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo, tal y como se aprobó por los directores del proyecto juntamente con la dirección general. Para garantizar los beneficios del proyecto emprendido, se puede establecer un período de prueba (como un lanzamiento suave de servicios) como parte de la duración total del proyecto, antes de entregarlo a las operaciones permanentes.

“El éxito del proyecto debe hacer referencia a las últimas líneas base aprobadas por los interesados autorizados”, (Institute, 2013, pág. 35).

Standard Work (Trabajo Estándar)

El trabajo estándar es una serie de procesos o procedimientos que controla las tareas para que éstas se ejecuten de la misma forma consistentemente.

Establece la mejor secuencia para cada proceso de manufactura y fija las bases para la optimización. Bajo este concepto, se propondrá un manual de procedimiento para la estandarización de la mejora propuesta.

De esta forma, permite una sólida base para mantener la productividad y la seguridad en sus más altos niveles, por otro lado, genera la dinámica y las acciones del mejoramiento continuo, la motivación y el esfuerzo de la gente para involucrarse en el diseño y gerencia de su propio trabajo. Por una parte, se cumplen los procedimientos normalizados de trabajo, y por la otra, los trabajadores aportan las mejoras con su creatividad y participación para disponer de operaciones y puestos de trabajo más eficientes integralmente.

Trabajo estándar tiene su fundamento en la estandarización. Propiciar los medios por los cuales, las operaciones de manufactura se realicen siempre de una misma forma. Crear procesos estándar, consistentes y predecibles es un factor que propiciará el control y posterior mejora de los procesos.

“Se han incluido también formatos de análisis de las operaciones que nos facilitarán la estabilidad y consistencia de las operaciones: hoja de medición de tiempos, hoja de cálculo de capacidad de proceso, tabla combinada de operación” (Jez, 2015).

Diagrama de Gantt

“El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de inicio como las de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal” (Benjamin, 2009).

Desarrollado por Henry Laurence Gantt a principios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas.

Las acciones entre sí quedan vinculadas por su posición en el cronograma como el inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se verá representado con un enlace del tipo fin-inicio. También se reflejan aquellas cuyo desarrollo transcurre de forma paralela en el tiempo. Además, se pueden asignar a cada actividad los recursos que ésta necesita, con el fin de controlar los costes y personal requeridos.

Los usos más frecuentes se vinculan a proyectos y planes de acción, procesos de mejora e, incluso, resolución de problemas. En realidad, se puede utilizar para planificar cualquier tipo de proceso simple y que esté definido temporalmente. En ocasiones, se emplea para fragmentar proyectos grandes y complejos en diferentes partes compuestas de tareas más pequeñas organizadas en el tiempo.

Diagrama de causa y efecto

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaoru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o "fish-bone".

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto

- Comunicar las relaciones causas-efecto y facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas.

Las etapas para hacer un diagrama de causas-efecto son las siguientes:

1. Decidir el efecto (por ejemplo, una característica de la calidad) que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
2. Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.
3. Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se considera aquí los factores de variabilidad más comunes). Cada grupo individual forma una rama.
4. Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles.
5. Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
6. Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

Diagrama de Pareto

“El diagrama de Pareto ayuda a clasificar datos de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su importancia. Esta acción permite centrar la atención solamente sobre aquellos datos que sean representativos. Este tipo de diagrama se puede utilizar para una clasificación de inventarios y es comúnmente conocido como la clasificación ABC” (Acuña, 2002, p.144).

Dicha herramienta pretende mostrar de forma gráfica y simplificada el comportamiento de las características o criterios a evaluar, es decir, que sea de fácil comprensión identificar cuáles de estas características o criterios tienen mayor influencia en el producto de estudio. Es básicamente una distribución de datos que permite valorar mediante una relación proporcional establecida (relación 80-20) la influencia de las causas –en la mayoría de los casos- sobre los efectos, por lo que resulta una herramienta realmente valiosa para establecer prioridades en cualquier proceso y colaborar en la toma de decisiones.

Mapeo de procesos

“La manera más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones es precisamente a través de un mapa de procesos, que viene a ser la representación gráfica de la estructura de los procesos que confirman el sistema de gestión.” (Instituto Andaluz de Tecnología, pág. 20).

El mapeo de procesos permite tener una visión general de todos los procesos involucrados en el cumplimiento de objetivos de la organización, no se limitan además a los procesos operativos únicamente, sino que permite identificar tanto procesos como relaciones de estos, procesos operativos, con los demás procesos dentro del sistema. Si bien el mapeo no muestra cómo son estos grupos de procesos en detalle, es decir, cómo funcionan internamente cada uno de ellos, al menos sí permite identificar las relaciones que se generan dentro de la organización para cumplir con la transformación de las entradas y recursos para obtener el producto/servicio final.

Diagrama de Flujo

“Los diagramas de flujo (o flujogramas) son representaciones gráficas de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso. A través de

este diagrama se ve en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; es de especial utilidad para analizar y mejorar procesos” (Gutierrez, 2010, p. 200).

Para la elaboración de un diagrama de flujo se debe conocer la simbología de diagramación que se emplea internacionalmente, la interpretación de dicha simbología es conocida en las industrias de todo el mundo ya que está establecida y cada símbolo representa un paso en el proceso a evaluar.

Estudio del trabajo

El estudio del trabajo pretende estudiar cómo se está realizando una actividad, analizando el uso de los recursos que se emplean, estandarizando los tiempos para dicha actividad e identificar las acciones innecesarias que se están realizando y minimizarlas.

Según (Lopez, 2012) “El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto de las actividades que se realizan”

Por lo cual éste es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. Los beneficios del estudio del trabajo se reflejan en los procesos generales de la organización, ya sea con el mejoramiento de cada una de las actividades implicadas o bien como una mejora del proceso general.

Eficiencia

Es la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente un trabajo, de modo que será utilizada en la presente propuesta como una forma de medir el

desempeño de la línea de producción de empaque de moldeo de producto final en Panduit de Costa Rica.

Eficacia

Es la capacidad que tiene, en este caso, la línea de producción para producir el producto final de empaque del área de moldeo; en este caso, nos ayudará a saber cuál es la eficacia de la línea con respecto a la capacidad instalada y dejará ver si se deberá tomar alguna atención con respecto a esta en el periodo en que se desarrolle este proyecto.

Productividad

Es la capacidad de producción por unidad de trabajo, o por unidades de piezas producidas, por lo tanto, permitirá ver la capacidad de la estructura de la línea de producción de Panduit para empacar los productos y el nivel en el cual se aprovechan los recursos disponibles, de igual manera, nos dejara ver si es necesario durante el estudio de este proyecto mejorar la misma en la línea para obtener una mayor rentabilidad para el área y por lo tanto, también para la empresa.

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un método que sirve para determinar un día de trabajo justo, equitativo, tanto para la compañía como para el empleado (Benjamin, 2009).

Por lo tanto, un empleado debe proporcionar un día de trabajo completo por el salario que recibe con suplementos y holguras razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos.

El estudio de tiempos tiene como uno de sus objetivos lograr un incremento en la productividad de todos los componentes de un sistema de producción, basándose en el análisis detallado de cada uno de los elementos y condiciones en que se está llevando a cabo el proceso productivo.

Para asegurar el éxito, el analista debe ser capaz de inspirar confianza, entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio:

- Seleccionar a los operarios
- Analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos
- Registrar los valores elementales de los tiempos transcurridos
- Calificar el desempeño del operario
- Asignar los suplementos y holguras adecuadas
- Llevar a cabo el estudio y mostrar el resultado (Benjamin, 2009).

La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar de una actividad del proceso y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se puedan estudiar.

La siguiente Tabla No. 1 muestra una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar de acuerdo con el tiempo de ciclo en minutos, también se puede establecer un número más exacto mediante el uso de métodos estadísticos.

Tabla No. 1 Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Diseño: (Benjamin, 2009).

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos.

Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

- Estudio del tiempo
- Datos predeterminados del tiempo.
- Datos estándar.
- Datos históricos.
- Muestreo de trabajo.

De acuerdo con (Benjamin, 2009), el enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronómetro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Para realizar un estudio de tiempo se debe:

- Descomponer el trabajo en elementos o actividades.
- Desarrollar un método para cada elemento o actividad.
- Seleccionar y capacitar al trabajador.
- Muestrear el trabajo de acuerdo con cada actividad.
- Establecer el estándar para cada una de esas actividades.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Para la elaboración de este proyecto se han consultado diversas fuentes, y debido a que la mayoría de las empresas de manufactura de moldeo que existen en nuestro país tienen sus centros de investigación y desarrollo en sus sedes centrales, las cuales están ubicadas en sus países de origen, resulta un poco difícil obtener información local que sea precisa sobre el tema que se desarrollará en la presente investigación, sin embargo, debido a que estas empresas son reguladas por distintos entes que buscan y promueven la estandarización de los procesos, es posible conectar la información obtenida de las fuentes consultadas de tal forma que se alinee con el tema en estudio.

Como se mencionó anteriormente, los autores consultados provienen de diferentes geografías por lo que se podría pensar que tienen puntos de vista muy diferentes, sin embargo no es así, ya que la ingeniería industrial busca la estandarización de los procesos, por lo tanto se han podido tomar los puntos de vista de los autores consultados como referencia para el proyecto que se realizará mediante la presente investigación, es de suponer que algunas cosas sean adaptadas al mercado que se estudia, pero en general no se difiere en cuanto a las ideas centrales se refiere.

La tesis realizada por Marín plantea que un problema es, el efecto visible de una causa, que está ubicada en algún lugar en el pasado. Debemos relacionar el efecto que observamos con su causa precisa. Solamente así podemos asegurarnos de haber realizado la acción correctiva apropiada; acción que podrá corregir el problema y evitar su recurrencia. Las correcciones, acciones correctivas y preventivas son requeridas para asegurar la mejora continua de los procesos, se deben documentar desde que se identifica una no conformidad y hasta que el plan de mejora este siendo efectivo. La corrección es el acto de remediar la no conformidad o problema; se corrige el producto, material o registro; la acción

correctiva es la acción tomada para prevenir la recurrencia de la no conformidad y la acción preventiva es la acción tomada para prevenir la ocurrencia de una potencial no conformidad o tendencia. (Marín, 2017, pág. 44).

En la tesis de Montoya se hace referencia a los tiempos estándar, por lo tanto, estos tiempos son de suma importancia medirlos con el fin de mejorar la productividad, es necesario analizar el proceso de producción y diseñar un nuevo procedimiento para aumentar la productividad. Este proyecto de Montoya refleja lo sucedido en el proyecto desarrollado actualmente, en donde los tiempos estándar de las operaciones del proceso no concuerdan, por lo que será de mucha importancia ya que no se conocen los tiempos estándar reales (Montoya, 2017, pp. 141-142).

En investigaciones realizadas anteriormente se han logrado determinar varios factores que influyen, cada una de las investigaciones consultadas utilizan herramientas de análisis como lo son, las 6 Ms, los 5 Porqués y los diagramas de Ishikawa entre otros. Con la utilización de este tipo de herramientas, los investigadores analizan los materiales utilizados, la mano de obra, el método, la medición, el entorno y los equipos herramientas que intervinieron durante el proceso de fabricación, como lo es el caso en la tesis de Ramírez, en donde llegó a conclusiones con respecto al tema de esta propuesta de mejora tales como: con las herramientas y métodos Lean utilizados se logra obtener información para optimizar el proceso, analizar los resultados e implementar los cambios, pero sobre todo obtener información verídica de lo que sucede en el mismo con la que no se contaba ya que no se había evaluado antes.

La segunda propuesta planteada por Ramírez fue la creación de tablas estandarizadas con las cuales los programadores de producción realicen los análisis de proyectos BTO de una misma manera y con un mismo enfoque; igualmente se planteará la implementación de automatizar las tablas con macros que busquen la información necesaria de los materiales como lo son el suplidor,

LT, costo unitario, uso promedio, entre otros; esto para reducir el tiempo de búsqueda de los mismos.

Para lo anterior comentado Ramírez propuso la creación de tablas como modelo a completar con los datos necesarios que vendrán de la tabla resumen de materiales del análisis del proyecto que se realice, así como los datos que se obtendrán con la macro que se programará en el archivo modelo para obtener la información necesaria de los materiales que se encuentran en diferentes reportes.

También comenta que algunas de las actividades que se reflejan en el diagrama del VSM actual del proceso tienen relación directa con la falta de controles en el proceso de análisis, esto genera que no existan herramientas de control o la calidad, por ejemplo. Otra de las causas que influyen directamente es que la información relacionada a cualquiera de las etapas es manejada de forma individual y de acuerdo con lo que cada colaborador involucrado crea conveniente para el proceso. Propuso medir la eficiencia del proceso por medio del tiempo de respuesta de los análisis de proyectos BTO de parte de los programadores de producción hacia los gerentes de proyectos en USA, específicamente desde el momento en que se inicia el análisis hasta concluirlo y así contar con datos reales que lleven al equipo a tomar decisiones en la forma de manejar los análisis y su tiempo de respuesta. Adicionalmente comparó el costo promedio actual del proceso con respecto a lo que se espera llegue a costar el mismo con una vez implementadas las mismas en el departamento (Ramírez, 2016, pp. 58-60).

Con respecto a otra tesis realizada por Trejos & Parajeles, algunas de las causas raíces que se reflejan en el diagrama de Ishikawa tiene relación directa con la falta de controles en el proceso, como la capacitación que se repite en las diferentes áreas de análisis, esto genera que el personal de producción no sea evaluado en su rendimiento, que no existan herramientas de control para la producción o la calidad de los productos, por ejemplo. Otra de las causas que influyen directamente es que no existen indicadores en ninguna etapa del proceso

lo que provoca que la información relacionada a cualquiera de las etapas sea manejada de forma individual y de acuerdo con lo que cada colaborador involucrado crea conveniente para el proceso (Trejos & Parajeles, 2015, pp. 54-55).

Lo que concuerda con la actual propuesta de proyecto en donde no se lleva control del proceso ni tampoco se cuentan con indicadores en ninguna etapa del proceso y cada una de estas es manejada a manera conveniente.

En dicha tesis de Trejos & Parajeles, con respecto a las conclusiones del diagnóstico se obtuvo que a partir de las herramientas utilizadas fue importante implementar un control en los procesos creando, precisamente, herramientas de control desde el inicio. Se debió trabajar en herramientas de control que permitieran identificar, controlar y analizar indicadores dentro del proceso productivo de los que se pudieran obtener datos para la toma de decisiones tanto a nivel administrativo como productivo.

Además de estas herramientas de control para la producción, fue importante proponer la utilización de controles generales para optimizar la proyección de la producción desde la etapa de programación y durante el proceso en planta y la organización general de las tareas en todas las etapas.

Finalmente concluyeron que la propuesta debería incluir los resultados obtenidos de estos índices, incluyendo el análisis mediante el diagrama de recorrido, prestando atención a las distancias y tiempos de los recorridos del material y el producto dentro de la planta. Esta propuesta de distribución debe tomar en cuenta la visión de crecimiento que se tenga la empresa (Trejos & Parajeles, 2015).

En conclusión, en las fuentes consultadas se encontraron similitudes y discrepancias con respecto al problema investigado en el presente proyecto, sin

embargo, queda por delante el poner en marcha la metodología propuesta para poder determinar las posibles causas del problema en cuestión y así poder diseñar un plan que reduzca la incidencia de los tiempos variables en las producciones actuales.

2.5 Teorías y postulados relacionados

En la siguiente sección se hablará de metodologías que apoyen el desarrollo del siguiente proyecto, de forma que se muestre el análisis del proceso en sus diferentes etapas, formas de evaluar el mismo, lograr identificar puntos del proceso en los que puede realizarse una mejora y elaborar posibles propuestas que logren optimizar las actividades.

Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) tiene como objetivo la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las que el cliente no está dispuesto a pagar, mediante la utilización de un conjunto de herramientas, como: SMED, 5S, KAIZEN, POKA-YOKE; siendo sus pilares: la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación de desperdicios y el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor con la participación de los colaboradores. (Rajadell, 2014).

Por lo que esta metodología puede aportar mucha información, herramientas y detalles que pueden ser de uso para la optimización del proceso de empaque de producto terminado en el área de moldeo de Panduit.

El objetivo es poner en descubierto las actividades o factores que resultan relevantes y las actividades que representan desperdicio para el proceso en estudio. Por lo tanto, el enfoque será en las actividades que representan desperdicio para optimizar el flujo del trabajo.

Las métricas Lean son formas de medir un proceso que ayudan a monitorear el progreso de la organización con respecto a la meta de nuestra iniciativa Lean, las mismas caen dentro de tres categorías: financieras, conductual y directamente al proceso; como lo pueden ser: reducción de costos, satisfacción del cliente, entrega a tiempo (on-time delivery), producido a lo calendarizado (build to

schedule), tiempo en que una orden es completada (order-fulfillment lead time). (Jez, 2015).

La meta es seleccionar las métricas que vayan de acuerdo con el actuar de la empresa y que vayan directamente relacionados a lograr que cumplan con los objetivos de la misma.

Por lo cual, al decidir las métricas a usar se debe considerar los siguientes aspectos:

- ¿Qué es lo que se va a medir?
- ¿Cuál sería la frecuencia en la que se realizará?
- ¿Por cuánto tiempo se medirá?
- ¿Quién va a recolectar la información?
- ¿De qué manera se medirá?
- ¿Cómo se le va a dar trazabilidad?
- ¿Qué acción se estará tomando después de que la información sea interpretada?
- ¿Quién va a ser el responsable de dar seguimiento a la métrica? (Jez, 2015).

Las métricas van a llevar a identificar problemas, determinar objetivos, estudiar el impacto de las actividades de optimización, comprobar los resultados y hacer los reajustes necesarios en las actividades a evaluar.

El trabajo estándar es una serie de procesos o procedimientos que controla las tareas para que éstas se ejecuten de la misma forma consistentemente.

Establece la mejor secuencia para cada proceso de manufactura y fija las bases para la optimización. Bajo este concepto, se propondrá la estandarización de la forma de recopilar las producciones.

De esta forma, permite una sólida base para mantener la productividad y la seguridad en sus más altos niveles, por otro lado, genera la dinámica y las acciones del mejoramiento continuo, la motivación y el esfuerzo de la gente para involucrarse en el diseño y gerencia de su propio trabajo. Por una parte, se cumplen los procedimientos normalizados de trabajo, y por la otra, los trabajadores aportan las mejoras con su creatividad y participación para disponer de operaciones y puestos de trabajo más eficientes integralmente.

Representa la revisión continua de los procedimientos de trabajo, a fin de lograr el mejoramiento de la eficiencia, calidad y condiciones del trabajo.

Trabajo estándar tiene su fundamento en la estandarización. Propiciar los medios por los cuales, las operaciones de manufactura se realicen siempre de una misma forma. Crear procesos estándar, consistentes y predecibles es un factor que propiciará el control y posterior mejora de los procesos.

Los primeros intentos por estandarizar las operaciones de manufactura provienen de la utilización de instrucciones de trabajo. Con el paso del tiempo se han incorporado nuevos elementos que hacen posible lograr una estandarización provechosa. Estos elementos son: el tiempo, secuencia de operaciones estándar y el inventario en proceso.

Se han incluido también formatos de análisis de las operaciones que nos facilitarán la estabilidad y consistencia de las operaciones: hoja de medición de tiempos, hoja de cálculo de capacidad de proceso, tabla combinada de operación. (Jez, 2015).

El estudio del trabajo ayudará a saber cómo se está realizando una actividad, analizando el uso de los recursos que se emplean, estandarizando los tiempos para dicha actividad e identificar las acciones innecesarias que se están realizando y minimizarlas.

El estudio del trabajo también colaborará a optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto de las actividades que se realizan. Por lo cual éste es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

Los beneficios del estudio del trabajo se verán reflejados en los procesos generales de la organización, ya sea con el mejoramiento de cada una de las actividades implicadas o bien como una mejora del proceso general.

La planificación de la producción ayudará a establecer y elaborar los planes de producción con el fin de satisfacer los requerimientos de venta del producto terminado en cantidades de y fechas de entrega, solicitando los materiales necesarios para mantener los inventarios en los niveles mínimos. (Guzman, 2010).

La planificación de la producción puede estar relacionada no solamente con la planificación a corto plazo, refiriéndonos al cumplimiento de las ordenes de producción; sino también se relación con la planificación a mediano y largo plazo de los objetivos de la organización. Además, establece una relación entre los recursos involucrados para producir, es decir, la mano de obra, materiales y equipos o maquinaria relacionada al proceso.

Es indispensable tomar en cuenta la capacidad instalada disponible de la planta de producción para que la planificación de la producción sea la correcta, ya que al no tener claridad en este aspecto se puede caer en una sobre producción donde la organización no cumplirá con los tiempos de entrega, por ejemplo; o en caso contrario que se caiga en la subutilización de recursos como maquinaria y mano de obra.

A pesar, que la planificación de la producción no incluye en la práctica el tema de los costos de producción, sí es importante que pueda influir en la toma de decisiones con relación a costos alrededor del producto. Es decir, que una correcta planificación puede contribuir para identificar y relacionar los costos directos con otros indirectos de esta misma producción, de esta forma la información obtenida en cumplimiento de tiempos de entrega, cantidad de materia prima utilizada, de maquinaria o mano de obra, por ejemplo, se pueden tomar en cuenta para el análisis de los costos relacionados.

Capítulo III

3 Marco Metodológico

3.1 Metodología para la definición del problema

La metodología de la investigación de un trabajo es un conjunto de métodos en donde se enmarcan las herramientas, métodos y técnicas que son utilizadas en las diferentes etapas y/o actividades de la propuesta del proyecto en investigación para encontrar alternativas de solución viables para la resolución de problemas.

A continuación se presenta la metodología que permitirá desarrollar el presente proyecto a nivel de propuesta, en el cual se basará prácticamente en reuniones del departamento de ingeniería de moldeo como reuniones con el departamento de producción y el equipo de mejora de la misma área, en la búsqueda de datos con los que se contaban como con los que no se cuentan, en el análisis de datos, interpretación de los mismos, observaciones directas e indirectas de los diferentes departamentos, el juicio y comentarios de los expertos en el área de estudio con los involucrados en el proceso, seguido por su respectivo análisis para la propuesta de posibles mejoras, como también algunas herramientas a utilizar, designar responsables para las mismas, métricas y procedimientos, entre otros.

Una vez definida la propuesta del proyecto se procederá a detallar lo que se realizará por medio de la siguiente explicación y comentarios.

Se iniciará programando una reunión con el gerente del área de ingeniería de moldeo para conocer la problemática actual, su necesidad en el proceso a tratar y lo que se quiso obtener con el mismo; una vez identificada la necesidad, se procederá a programar, una reunión con el departamento de producción y los principales interesados para revisar el procedimiento ya establecido para los procesos.

Seguidamente se programará una reunión con el departamento de mejora de la misma área para explicar el proceso y el procedimiento actual y así visualizar el flujo tanto como el problema en conjunto y lo que se espera de la propuesta del proyecto.

Sujetos y fuentes de investigación

A continuación, se detallarán las fuentes y los sujetos que formarán parte de la investigación para completar la propuesta del proyecto.

Sujetos

Para este proyecto las personas que ejecutarán el papel de investigadores son las personas involucradas en dicho proceso y se llaman sujetos de información.

Por lo anterior, al gerente de ingeniería, supervisores de producción, ingenieros de mejora, programadores de sistemas e ingenieros Lean son definidos tanto sujetos de investigación, como sujetos de información, ya que dependerá de la o las actividades asignadas como responsable que interprete el papel de investigador o de información para otro investigador.

Fuentes primarias

Son las fuentes de las cuales se obtendrá la información para el análisis, desarrollo y ejecución de este proyecto como propuesta para la empresa. La recopilación de la información requerida para la elaboración de la propuesta de optimización de la línea de producción de producto terminado en el área de moldeo de Panduit, se llevará a cabo mediante entrevistas con los involucrados del proceso, el juicio de expertos en el proceso en estudio y de los diferentes involucrados a nivel del área de moldeo de la organización.

Por lo cual, se efectuarán reuniones, entrevistas y coordinaciones para recolectar la información de manera directa con el personal administrativo involucrado, tomando en cuenta observaciones de forma inmediata y directa de todos los sujetos mencionados anteriormente para tratar de abarcar todo el flujo del proceso. Otros ejemplos de fuentes primarias usadas son: correos, documentos originales, entrevistas, y apuntes de investigación.

Fuentes secundarias

Para desarrollar este trabajo se utilizarán bases de datos del departamento de ingeniería y producción del área, formatos estándar establecidos por la empresa para proyectos de optimización, tablas estándar de herramientas establecidas por el equipo Lean de la empresa, extracción de información que se realicen del sistema de MRP que utiliza la empresa, en éste caso en específico de Oracle, libros, revistas de procesos, estudios del trabajo, publicaciones en documentos, artículos, otros sobre interpretaciones, análisis de procesos, trabajos efectuados por terceros referentes al tema de optimización de procesos y entrenamientos requeridos. En el Cuadro No.1 se detalla más lo anteriormente comentado.

Cuadro No. 1 Fuentes secundarias de información

Tipo de fuente	Objetivo	Descripción
Primaria	Entrevista	Información de la necesidad de mejora.
	Libros	Referentes a optimización de procesos.
	Reunión	Comunicación al equipo de mejora sobre la necesidad. Toma de acciones a tomar.
Secundaria	Bases de datos de la empresa	Datos para realizar el mapeo del proceso.
	Apuntes	Recomendaciones de expertos en el área.
	Formatos estándar	Para proyectos de optimización de la empresa.
	Tablas estándar de la empresa	Tablas a seguir de herramientas Lean.
	Exportes del sistema de MRP	Información del sistema necesario para el mapeo.

Diseño: Creación Propia

Diagrama de causa y efecto

El diagrama de Ishikawa mostrará de forma gráfica un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos en las actividades del proceso de empaque de producto terminado en Panduit.

Este diagrama va a permitir apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permitirá ilustrar las causas que afectan al proceso de empaque, clasificando e interrelacionando las mismas. Por lo que este análisis ayudará a que el departamento de moldeo de Panduit, por medio de varias sesiones de trabajo del mismo, logre concluir las causas que más están afectando al proceso y el procedimiento. Una vez que sean identificadas las causas principales que más están afectando al proceso se procederá a trabajar con el equipo de Panduit para decidir sobre cuales se van a tomar acción.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

En esta sección se estará comentando las diferentes formas en las cuales algunas herramientas de ingeniería serán utilizadas para obtener respaldos de forma cualitativa y cuantitativa del proceso en estudio en la línea de empaque de producto terminado de Panduit Costa Rica, las mismas serán de suma importancia para la toma de decisiones en cuanto a las mejoras que se logren proponer en este escrito.

Diagrama de paretto

El objetivo del diagrama de paretto que se realizará durante el estudio del proceso de empaque de producto terminado en Panduit, será poner en descubierto los elementos o factores que resultan relevantes para un determinado efecto, basados en que pueden existir diferentes causas para un mismo efecto o bien diferentes causas para diferentes efectos; como lo es el identificar los números de parte que más se han vendido durante el año anterior en las diferentes bodegas Panduit.

Dicha herramienta ayudará a mostrar de forma gráfica y simplificada el comportamiento de las características o criterios a evaluar, es decir, que sea de fácil comprensión identificar cuáles de estas características o criterios tienen mayor influencia en el proceso de empaque. Es básicamente una distribución de datos que permite valorar mediante una relación proporcional establecida (relación 80-20) la influencia de las causas sobre los efectos, por lo que resulta una herramienta realmente valiosa para establecer prioridades a mejorarse en el proceso y colaborar en la toma de decisiones de las acciones a realizarse.

Estudio del trabajo

Con el estudio del trabajo del proceso de empaque de producto terminado en la empresa se pretende detallar cómo se está realizando una actividad, analizando el uso de los recursos que se emplean, estandarizando los tiempos para dicha actividad e identificar las acciones innecesarias que se están realizando para minimizarlas.

Esto va a permitir tener una mejor visión general de todas las actividades involucradas en el proceso y que afecten el cumplimiento de objetivos de la organización, no se limitan además a los procesos operativos únicamente, sino que permite identificar tanto procesos como relaciones de estos procesos operativos con los demás procesos dentro del sistema de Panduit Costa Rica. Si bien el mapeo no muestra cómo son estos grupos de procesos en detalle, es decir, cómo funcionan internamente cada uno de ellos, al menos sí permite identificar las relaciones que se generan dentro de la organización para cumplir con la transformación de las entradas y recursos para obtener el producto final.

Indicadores de proceso

Los indicadores que se creen del proceso de empaque de producto terminado en la línea de empaque de moldeo de Panduit van a constituir un instrumento muy importante que permitirá recopilar de manera adecuada y representativa la información relevante con respecto a la ejecución y los resultados del proceso, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia del mismo, así como la eficiencia.

Será importante identificar o establecer los indicadores dentro del proceso, estos serán seleccionados por el gerente del área para que los resultados obtenidos a partir de su análisis aporten a la gestión del área de moldeo. No tiene sentido que se establezcan demasiados indicadores para el proceso si no son

fáciles de controlar o no se obtiene información valiosa para la optimización del mismo. Por ello identificar, seleccionar y formular correctamente cualquier indicador deberá ser aprobado por el gerente del área con anterioridad, aportará para evaluar el proceso y el indicador en sí mismo.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo producto, proceso o servicio

La sección anterior del escrito llevará a la necesidad de buscar datos que no se tienen a mano y obtenerlos de las diferentes bases de datos con las que ya cuenta el departamento del área por medio de los colaboradores de producción y los encargados del área.

Una vez con los datos, la recopilación de la información y los detalles requeridos, en Excel y en Word según los requerimientos, se establecerán las métricas para la estandarización del proceso que va a ser una parte de la optimización de la línea de producción de producto terminado en moldeo de Panduit; se realizará la coordinación necesaria con las diferentes personas involucradas, expertas y con las que podrán aportar ideas o métodos a la optimización, se coordinarán sesiones de trabajo para la distribución de las actividades necesarias para así tener de forma visible el estado actual de la línea de producción y poder compararlo con el estado futuro al que se quiere llegar.

En resumen, se efectuarán entrevistas, reuniones y observaciones en cada una de las etapas del proceso, para recolectar información de manera directa e indirecta con el personal administrativo involucrado de la empresa, seguidamente se harán observaciones generales, de forma inmediata y directa a todos los sujetos mencionados e involucrados, tratando de abarcar todo el flujo del proceso, analizar el problema actual. En la Tabla No.2 se detalla lo anterior mencionado.

Tabla No. 2 Resumen de entrevistas y observaciones

Etapa	Actividad	Herramienta/Metodología	Productos esperados
Comunicación de la necesidad	Informar sobre la necesidad de optimizar el proceso.	Reuniones y entrevistas al equipo de ingeniería y producción.	Identificación de la necesidad de optimización. Identificación de equipo de trabajo a necesitar.
	Informar al equipo de mejora sobre el proceso.	Reuniones y entrevistas al equipo de mejora.	Identificación de actividades que se pueden realizar para optimizar el proceso. Retroalimentación y recomendaciones a tomar en cuenta.
Recolección y análisis de datos	Buscar datos necesarios en bases de datos.	Reuniones y entrevistas a personas involucradas en el proceso.	Identificación de datos necesarios a evaluar.
	Revisar datos obtenidos.	Reuniones, observación y verificación fuente de datos.	Importancia de los datos. Veracidad de los datos.
	Situación actual del proceso	Reuniones, observación y verificación de datos contra sistema.	Concordancia de datos extraídos de bases de datos contra sistema.
	Definir el enfoque de la optimización.	Reuniones, entrevistas a expertos en mejora, revisión herramientas a utilizar.	Definir herramienta/s a usar para estado actual.
Análisis de situación actual y futura	Realizar el estudio del proceso para la situación actual.	Reuniones, tomas de tiempos, análisis de actividades en el proceso.	Identificación de actividades claves en el proceso.
	Identificar las actividades a optimizar en el proceso.	Reuniones, análisis de datos, hacer visibles actividades a optimizar.	Proceso que se quiere ha estado futuro. Posibles métricas a llevarse.
	Revisión y estatus de situación actual.	Reuniones, análisis.	Oportunidades de mejora. Recomendaciones para optimizar el proceso.
Propuesta de mejora	Proponer mejoras a realizarse	Reuniones, análisis y expertos a proponer acciones a tomarse.	Actividades por realizarse para la optimización del proceso.

Diseño: Creación Propia

Una vez con los resultados, los datos serán presentados al área de moldeo, gerentes, supervisores e interesados; para que en una sesión de equipo se determinen las prioridades en las cuales se deberán tomar acción y los pasos a seguir para el desarrollo de las mismas.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En la presente sección de este proyecto se describirán los diferentes métodos de mejora de la ingeniería industrial, de procesos y de calidad que se utilizan como base de optimización de los procesos o servicios en Panduit de Costa Rica como en las otras divisiones Panduit a nivel global. Las mismas buscan hacer los procesos más eficientes, a un menor costo, pero con la más alta calidad del mercado.

Gantt de actividades

El diagrama de Gantt se utilizará en la presente propuesta de optimización del proceso de empaque de producto terminado en el área de moldeo de Panduit como herramienta para representar la secuenciación de las actividades o tareas en tiempo para la realización del proyecto y el mismo dará una visión de la duración por actividad, en este caso en específico, en semanas, para la conclusión del mismo.

La presente propuesta de mejora, así como la implementación de las propuestas, se realizarán bajo este esquema de trabajo, mediante el cual se irán desarrollando actividades necesarias para la implementación de las mejoras, el o los responsables a desarrollar cada una de las actividades asignadas, así como la culminación de las tareas en el tiempo. La Figura No.4 muestra el Gantt de actividades de la propuesta de este proyecto y el tiempo, en semanas, en las que se espera concluir las.

Figura No. 4 Diagrama Gantt de actividades del proyecto

Diagrama Gantt de Actividades													
Programación del Proyecto													
Actividad	Calendario en Semanas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Comunicación e Información de la necesidad	■												
Buscar y revisar datos obtenidos de Bases de Datos	■												
Realizar el mapeo del proceso actual		■											
Análisis de situación actual del proceso		■											
Definir el enfoque de la optimización			■										
Identificar las actividades a optimizar			■										
Planeamiento mejoras				■									
Ejecución mejoras					■	■	■						
Medición mejoras					■	■	■						
Análisis medición mejoras								■					
Gerencia evalúa datos para métricas									■	■			
Definición datos de métricas a tomar en cuenta											■	■	
Presentación Proyecto													■

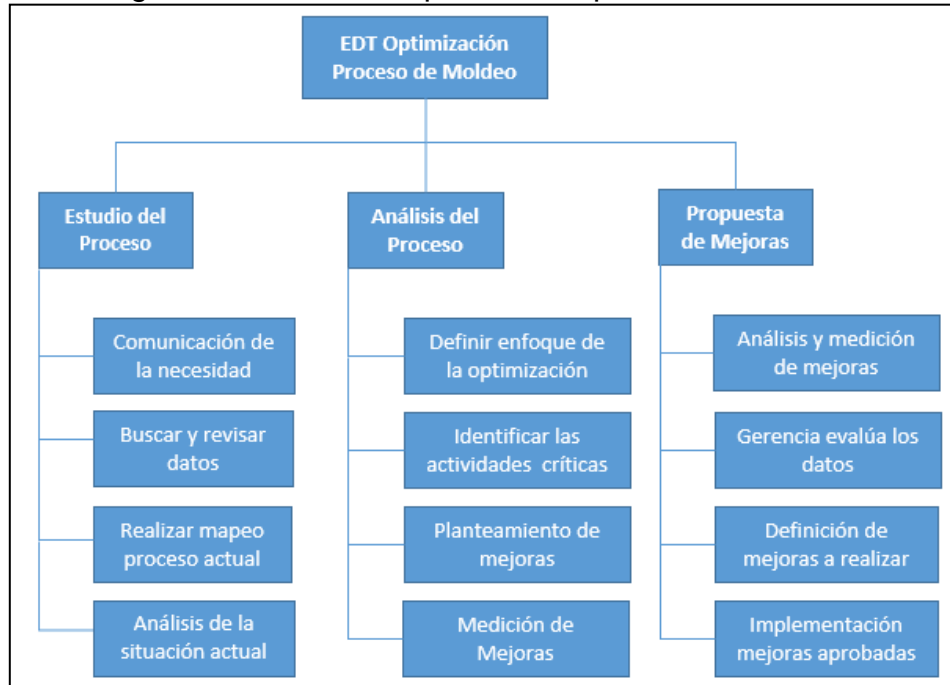
Diseño: Creación Propia

Estructura del trabajo

Por medio de esta herramienta se logrará identificar y definir todos los esfuerzos requeridos, asignar las responsabilidades a los elementos de la organización, y que a partir de la Estructura del Trabajo (EDT) se establezca un cronograma y presupuesto adecuado para la realización de las actividades del proyecto de mejora.

La EDT se considera un elemento clave para Panduit Costa Rica y en los demás procesos de la empresa, porque es la base para el control de costes, la asignación de recursos, el cronograma y el análisis de riesgos del proyecto; en la figura No.5 se muestra la estructura detallada del trabajo de actividades del proyecto a ser ejecutado.

Figura No. 5 EDT de optimización proceso de moldeo



Diseño: Creación Propia

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

La verificación, aseguramiento, control y seguimiento de los resultados que la empresa decida implementar se realizarán por medio de auditorías de proceso, en caso de que la mejora sea en el proceso; serán incluidas dentro del procedimiento y manuales de uso del mismo, en caso de que sea necesario hacerlo en documentación del mismo.

Se seguirán anotando los datos de los resultados de las cantidades producidas por día en la línea de producción y guardando la información de las productividades diarias para compararlas con los tiempos del proceso por medio de tablas en Excel que serán estandarizadas en el área de moldeo de Panduit para que todas las líneas de producción recopilen la información de la misma forma; así se podrán evaluar de la misma forma.

De igual manera se realizarán gráficos de control o comparación con los datos que se recopilen de los archivos de Excel con las productividades diarias para que el área pueda revisar o realizar ajustes en el proceso o en la mejora que se proponga, según sea el caso.

Por último, el área deberá asignar un responsable quién realizará la recopilación de la información, el análisis de los datos y enviar los resultados de los mismos a las personas interesadas en el área; el gerente de área será la persona que apruebe las mejoras a realizarse y la frecuencia en la que se le quiera dar seguimiento o control a las mejoras que se implementen.

CAPÍTULO IV

4 Línea base y análisis de causas

4.1 Análisis de la situación actual

A continuación, se procederá a describir y conocer el flujo del proceso actual, realizar un análisis concreto de cómo se encuentra la situación actual del proceso y la empresa en estudio.

4.1.1 Descripción del proceso

Panduit es una empresa que se encuentra ubicada en Grecia y desarrolla sus actividades en un espacio físico de aproximadamente 25, 110 m². Como se mencionó en capítulos anteriores, esta empresa elabora productos como: cables de cobre y fibra óptica, conectores, productos de identificación y afines para sistemas telefónicos, eléctricos y redes computacionales.

El flujo de trabajo de estos productos consiste básicamente en cinco grupos de procesos que inician con la generación de la orden de trabajo y concluye con el despacho del producto terminado. Es decir, de forma general el proceso se divide en recibir la información y generar las órdenes de trabajo, corte de material, ensamble del producto, el empaque y despacho del producto final.

Entre los principales clientes de Panduit para el área de moldeo se encuentran compañías como lo son: Apple, Cisco, IBM, Banco de Itaú, Discovery, LinkedIn In, entre otros, por lo que las órdenes de compra que se reciben de ellos son de muy alta visibilidad a nivel corporativo y en la mayoría de los casos, el cliente es quien define la fecha de entrega, por lo tanto la empresa no trabaja de acuerdo a sus tiempos de producción sino a las fechas de entrega en la que el cliente necesite iniciar la instalación de los productos, por lo que las órdenes de compra se reciben de ellos directamente por correo electrónico a una dirección de

correo de la empresa, en esta misma orden de compra el cliente es el que define la fecha de entrega por lo tanto la empresa no trabaja de acuerdo a sus tiempos de producción sino a las fechas de entrega que el cliente le asigna para cada orden de compra generada. De esta orden de compra se toma la principal información que se extrae para generar la orden de producción interna, además de la identificación del producto, la cantidad de material solicitado y la fecha de entrega ya una vez que se identifica el producto, estos factores son los que determinan cómo programar la producción y la información que se le da a los encargados de cada área para la distribución del trabajo.

Las órdenes de compra se convierten en solicitudes de pedido de trabajo interno, programa de producción interno, productos y cantidades que se requieren producir; la persona encargada de programación de la producción del área entrega el programa (la lista de productos) a los encargados, donde se indica básicamente el tipo de piezas, características y cantidades.

Bodega

Las etapas del proceso productivo inician con la etapa de recibo de la materia prima que proviene del proveedor de acuerdo a las cantidades solicitadas de acuerdo a la demanda que se planea a futuro con respecto al sistema de planeamiento de material requerido (MRP) de la empresa que para este caso es Oracle. Una vez con el material aprobado se procede a producir, en este caso, un pre-proceso que es el de moldear las piezas necesarias en las formas y cantidades que sean requeridas.

El primer paso del proceso se da cuando el programador de producción del área libera la orden de producción en el sistema de MRP en el cual se asigna automáticamente un número de identificación específico, un consecutivo para cada orden de producción, con la que se le va a dar trazabilidad a la misma. Una

vez con el número consecutivo, el área de bodega se va a encargar de asignar los materiales que el sistema solicita.

Producción

Ya asignados los materiales en el sistema, el área de bodega se encarga de separar los mismos físicamente y los lleva al área de producción; con la orden en el piso, el área de producción se encarga de asignarle una máquina en la cual se van a empacar los diferentes tipos de productos requeridos por el cliente.

Antes de iniciar a empacar la orden en la máquina asignada se revisa el documento del producto terminado, ya sea procedimiento o dibujo técnico. Por chequeados los documentos se inicia a empacar la orden en las cantidades y tipos de productos requeridos en cada unidad de bolsa. Cuando la primera pieza, en este caso bolsa, es empacada, se inspecciona para revisar que el producto empacado cumpla con todos los requerimientos de Panduit y del cliente; colores, tipos, etiquetas, consecutivo, cantidad, entre otros. Por aprobarse la primera bolsa empacada se procede a empacar la orden completa.

Empaque

Las bolsas son empacadas en cajas de cinco a diez unidades, según se requiera y a su vez cada caja es identificada con su respectiva etiqueta para trazabilidad del producto, luego cada caja es colocada en una tarima que es inspeccionada aleatoriamente al 20% por un auditor del departamento de calidad una vez que la orden liberada a producción es completada; si se encuentra un defecto de calidad en la orden, es rechazada, se retiene y se inspecciona en su totalidad. Si la orden es aprobada se procede a moverla físicamente al área de envíos de producto final de Panduit.

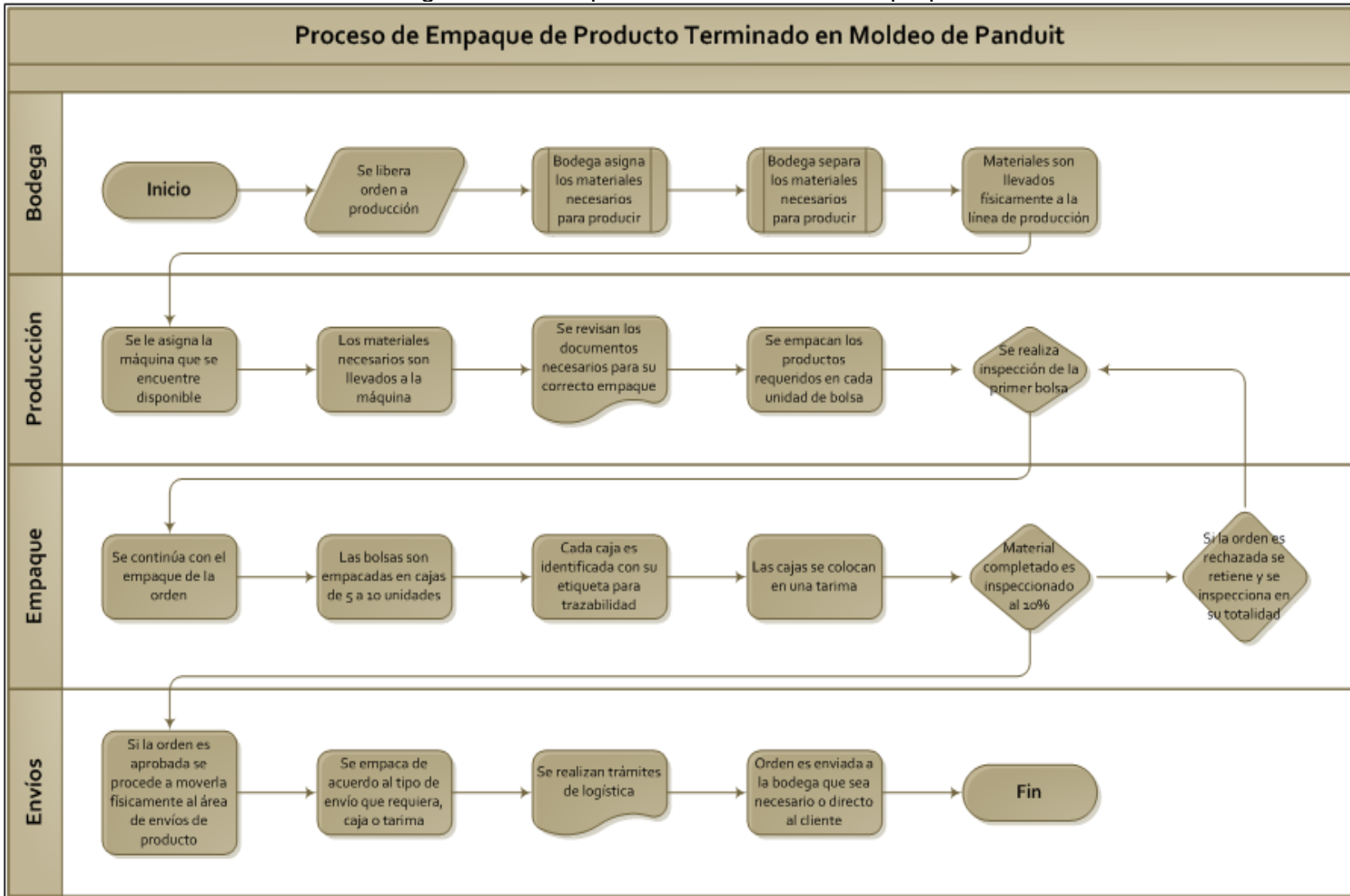
Envíos

Cuando la orden se encuentra en el área de envío de producto final se empaca de acuerdo al tipo de envío que este requiera, de acuerdo al tamaño y volumen, ya sea caja o tarima y se encargan de enviar vía correo electrónico los documentos necesarios al departamento de logística de la empresa para poder proceder con el envío, luego el área de logística realiza los trámites necesarios con las diferentes empresas de envíos utilizadas por la empresa para enviar productos a otros países.

La parte final del proceso ocurre cuando el área de logística confirma al área de envíos que los documentos y trámites se encuentran completos para proceder con el envío del material.

La Figura No. 6 presenta el proceso descrito anteriormente a modo de esquema resumen para su mejor interpretación.

Figura No. 6 Esquema del Proceso de Empaque



Diseño: Creación Propia

Diagrama de flujo del proceso actual

Para comprender más fácilmente la descripción anterior del proceso de producción de empaque de producto terminado de Panduit a continuación se presenta en la Figura No.7 el Diagrama de Flujo.

Figura No. 7 Diagrama de Flujo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMPAQUE							
Nombre del proceso: Empaque de producto terminado Empresa: Panduit LTD	Resumen						
	Actividad	Cantidad					
	Operación	8					
	Transporte	6					
	Demora	2					
	Inspeccion	2					
	Almacenamiento	1					
TOTAL	19						
	Descripción	Tiempo (Min)	Simbología				
			●	➔	◐	■	▼
1	Se libera orden a producción	2	●				
2	Bodega asigna materiales para producir	3	●				
3	Bodega separa materiales para producir	27		●			
4	Bodega lleva materiales a la línea de producción	2.5		●			
5	Producción asigna la máquina para producir	17			●		
6	Los diferentes materiales son llevados a la máquina asignada	8.5		●			
7	Se revisan los documentos de ingeniería	11.7	●				
8	Se empacan los productos en las cantidades y tipos requeridos	205	●				
9	Se realiza inspeccion de la primer bolsa	4				●	
10	Aprobada la primer pieza continúa el empaque de la orden	4	●				
11	Las bolsas son empacadas en cajas de 5 a 10 unidades	0.6	●				
12	Cada caja es identificada con su etiqueta para trasabilidad	0.2			●		
13	Luego las cajas se colocan en una tarima	15.6		●			
14	El material completado es inspeccionado al 10%	12				●	
16	La orden aprobada se mueve al área de envíos de producto	47		●			
17	Se empaca de acuerdo al envío que requiera, caja o tarima	74.3	●				
18	Logística realiza trámites necesarios para hacer el envío	27	●				
19	El producto se envía a la bodega o directo al cliente	51.8		●			●
	TOTAL:	513.2					
	Horas:	8.6					

Diseño: Creación Propia

Con el diagrama anterior se puede reflejar lo que representan los tiempos durante el proceso y sus respectivas actividades; de modo aclaratorio, la tabla anterior contiene los tiempos del proceso que tiene la empresa tiene registrados actualmente y son los cuales se toman como base para este proyecto, siendo esta por disposición de la compañía para el desarrollo del presente proyecto.

De la tabla se puede determinar que la actividad de empaacar el producto final es la actividad que más tiempo tarda en completarse. De igual manera las actividades que representan mayores desperdicios en tiempo son las de asignar maquinas específicas para empaacar el producto y la de la etiquetación por caja de 10 unidades.

A continuación, en la Figura No.8, se muestran estos datos del macro proceso de la empresa gráficamente, con lo que se hace notoria la actividad que más está afectando al proceso lo es el proceso de empaque de producto terminado. Dicho proceso de empaque, actividad número ocho, se realiza con ocho personas distribuidas en ocho actividades específicas dentro del proceso.

Figura No. 8 Tiempos del Proceso en Minutos

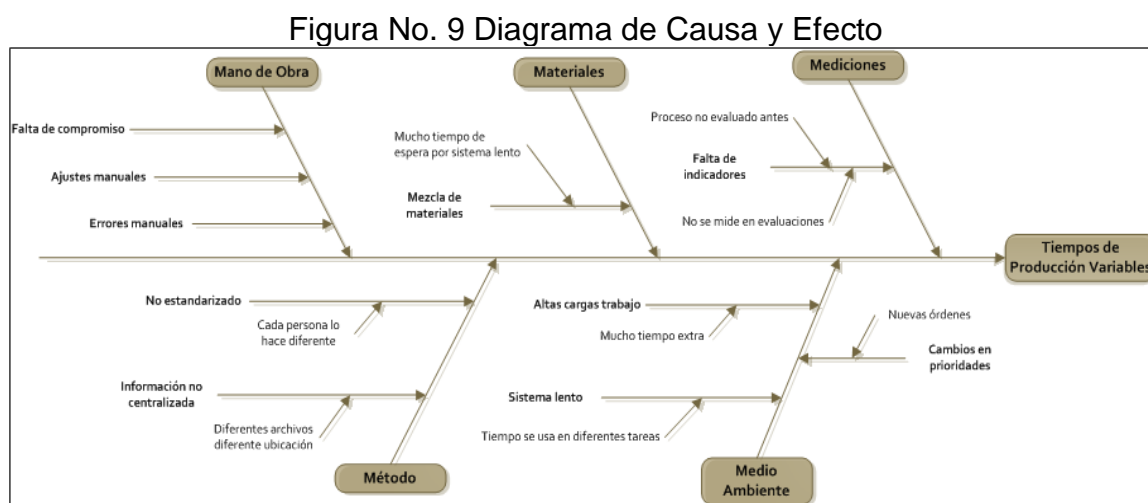


Diseño: Creación Propia

4.2 Recolección de datos

Análisis de la situación actual

En la Figura No. 9 Diagrama de Causa y Efecto, se puede visualizar y analizar las causas raíces que originan el problema. Analizando lo que se conoce como las “M” que representan diferentes aspectos que tienen factores que influyen directamente en el proceso de empaque de producto terminado en la línea de moldeo de Panduit y planteando las posibles causas del problema principal. En este caso se analizan las causales alrededor del problema y se pueden reflejar las causas raíz de este.



Diseño: Creación Propia

El anterior diagrama se realizó en conjunto con el departamento de ingeniería y la línea de producción involucrada en el proceso para llegar a concluir las causas que afectan realmente al área, incluyendo a los operarios de producción. El equipo de trabajo determinó que cada una de las causas que afectan el proceso debe de mejorarse por aparte y de forma individual para enfocarse en los resultados de mejora de cada uno.

Algunas de las causas raíces que se reflejan en el diagrama de Ishikawa tienen relación directa con el tiempo de respuesta, como la carga de trabajo, ajustes manuales, cambios en prioridades, sistema lento, entre otros; esto genera que las órdenes de producción no sean evaluadas en su rendimiento, que no existan herramientas de control para los tiempos de corrida de los productos o *routing*, por ejemplo.

Al iniciar con este análisis se observa una falta de control a nivel general, en todas las etapas del flujo del proceso faltan controles, por ejemplo, se identifica que no cuentan con un control o herramienta para controlar los tiempos de producción.

Otra de las causas que influyen directamente es que no existen indicadores en ninguna etapa del proceso lo que provoca que la información relacionada a cualquiera de las etapas sea manejada de forma individual y de acuerdo a lo que cada colaborador involucrado crea conveniente o mejor para el proceso.

La empresa considera como materiales al no tener una herramienta que facilite el proceso ya que el mismo se desarrolla de forma manual, a través de bases de datos y reportes generados por el sistema de MRP y de tener una herramienta se lograría hacerlo más eficaz y eficientemente.

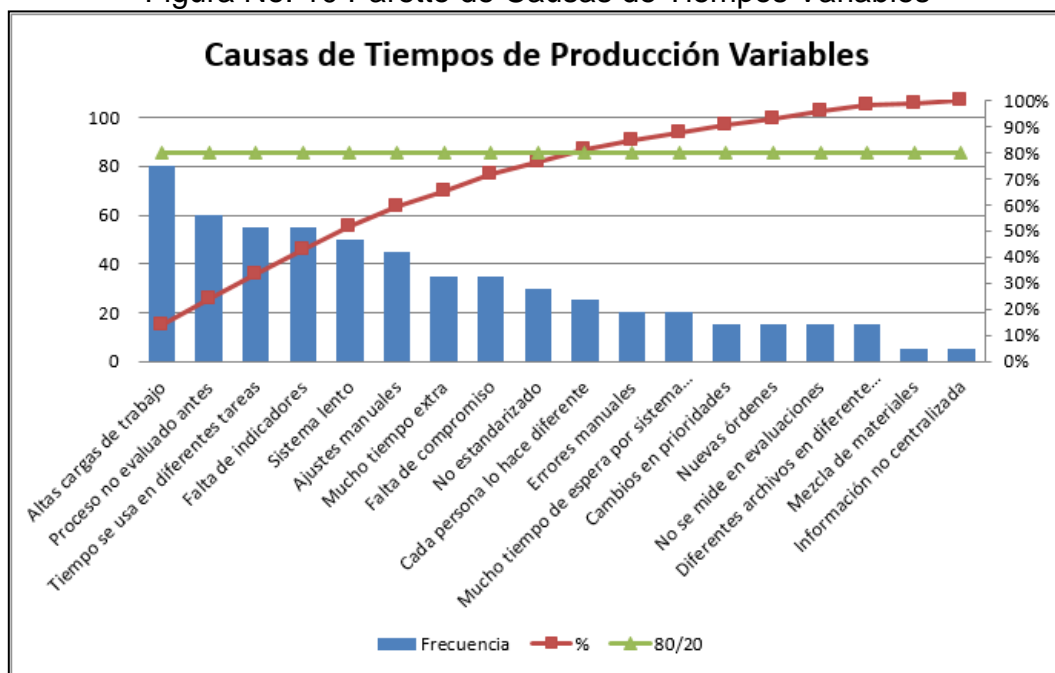
De igual manera Panduit considera como medio ambiente a las posibles causas que están afectando el ambiente de desarrollo del proceso, por lo que el ambiente del proceso se ve afectado por actividades como lo son las altas cargas de trabajo, sistemas lentos y los cambios en las prioridades.

Un aspecto muy importante por considerar en este proceso es que se reflejan muchas actividades de diferente índole, las cuales, todas y cada una de ellas, afectan el proceso, por lo que, si se ataca una de las causales del problema, el proceso seguirá viéndose afectado por las otras actividades; para la

optimización del mismo se deberán atacar una o varias de ellas. Es un proceso afectado por varias razones o causas, por lo que no existe una única causa raíz del problema, sino que todas son causas raíces del problema.

Lo anterior se detalla en el siguiente Figura No. 10 de Pareto del proceso y en el cual se muestran las variables con más peso, así como el 80/20 de las causales de tiempos de producción variables con la frecuencia de suma total de valor dado por el personal del proceso a cada causal que afecta al proceso.

Figura No. 10 Pareto de Causas de Tiempos Variables



Diseño: Creación Propia

La información del gráfico anterior viene de las causas que están afectando al proceso, diagrama de causa y efecto, y lo que se realizó fue darle un valor a cada causa de uno a cien, por persona que participa en el proceso de empaque de producto terminado y se sumaron totalizando la cantidad de valor que cada persona proporcionó para que se evaluara el nivel de afectación de las causales. Así es como la suma del personal totalizaron con 80 puntos al evaluar la causa de altas cargas de trabajo y un total de seis puntos a la causa de proceso no

evaluado antes. La información de los totales son detallados en el Anexo No. 9.9 y la forma de determinación para establecer las prioridades que afectan el proceso fue establecida por la empresa para el desarrollo de este proyecto.

De igual manera, el que el proceso no se haya evaluado antes, para la empresa significa que, actualmente no existe establecida una meta mínima o máxima de tiempo para que una persona nueva o una persona con experiencia realice cada actividad, por desconocimiento de rendimiento y capacidad o por falta de objetivos y metas, tampoco se conoce cuanto tiempo se debe tardar en completar un consecutivo que se debe trabajar en la línea de producción, por ejemplo, no conocen un tiempo promedio, estándar o más sencillo, cuánto debe ser la meta para cada actividad de trabajo, rendimiento diario. Todo se realiza a criterio del experto; como lo son también los cálculos manuales y repetitivos, no existe control de lo que se hace y lo que existe contradice los raunting del sistema de MRP.

Actualmente el procedimiento consiste en recibir un requerimiento de empaquetar uno o varios tipos de productos, lo siguiente es liberar la orden a producción, el sistema no toma en cuenta que la capacidad está limitada con relación a las cantidades y que ya existen prioridades anteriores asignadas, lo que genera carga de trabajo.

El flujo de las actividades en el proceso general es muy lineal, esto permite un mejor manejo en cuanto a tiempos entre las actividades específicas, por lo que es una forma diferente de ver el proceso y representa una ventaja para la optimización.

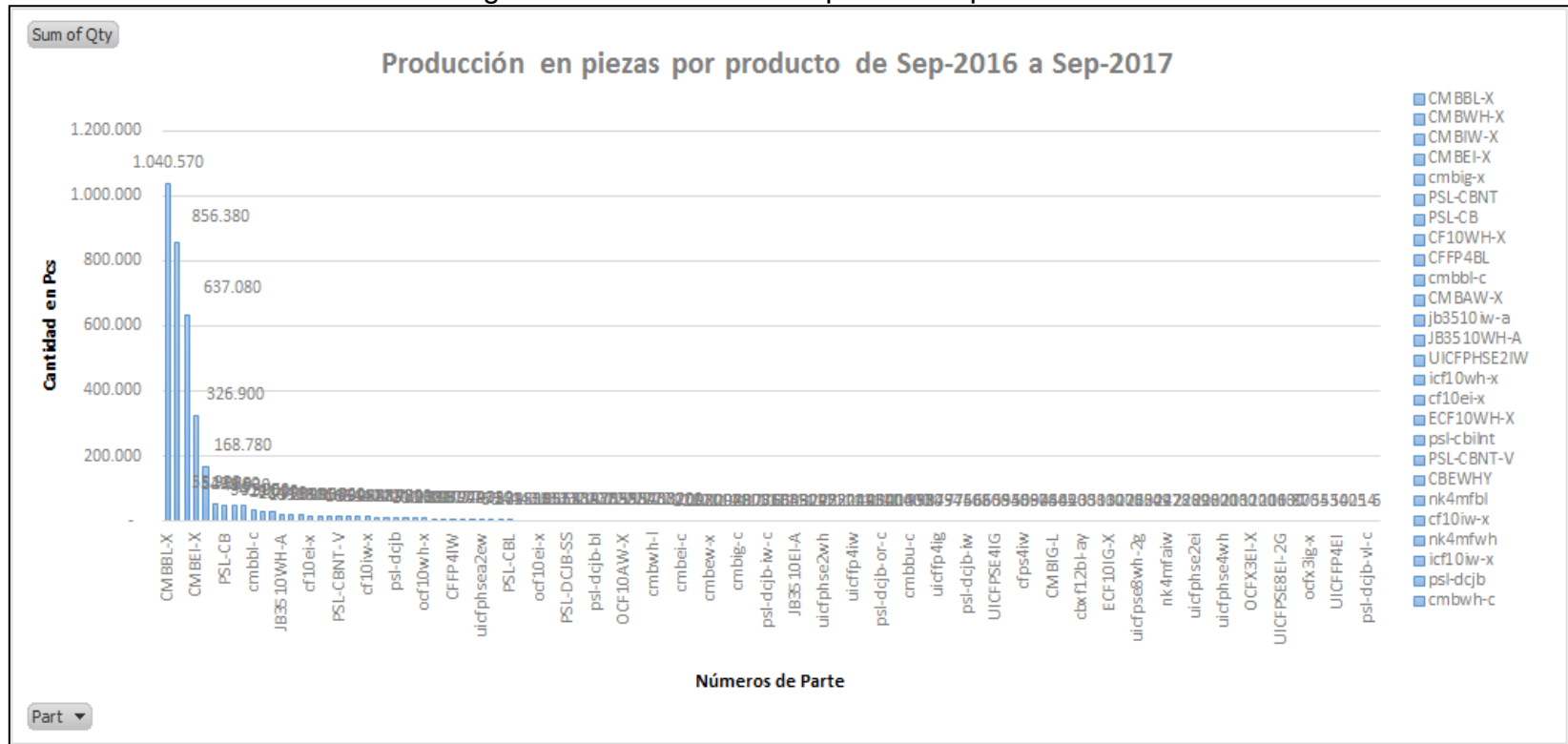
Por último, no cuentan con ningún tipo de indicador para identificar cambios en cualquier etapa del proceso, es decir, herramientas que alerten de pérdidas de tiempos, problemas de producción, desviaciones o irregularidades, u otro cambio que afecte directa o indirectamente el proceso. El flujo de información es muy

lento, está limitado a las personas que reciben la información de las órdenes en proceso, por lo que es importante que sea sencilla, de fácil entendimiento y que involucre a todos los colaboradores del área. Esto conlleva a no visualizar las metas actuales y sin esta información es imposible mejorarlas, además es importante mencionar que esta falta de controles repercute en los costos relacionados a la producción de los colaboradores. Por lo tanto, lo que no se controla no se puede medir, implicando costos altos tanto en dinero como en productos de baja calidad, sobre producción innecesaria y desperdicios ocultos en cualquier etapa del proceso.

Como parte del análisis de la situación actual y para ayudar a definir sobre las actividades que agregan valor al proceso y las que no, el enfoque de la optimización se realizará en las actividades que visiblemente están afectando o tardan más tiempo en realizarse como lo es el no haber evaluado el proceso antes, evaluar las altas cargas de trabajo o el tiempo que se usa en otras tareas y falta de indicadores.

Para un mejor enfoque del proyecto la empresa ha definido la realización de un análisis de números de parte que más se hayan producido durante el último año y así asegurar que se esté tomando en cuenta para el proyecto de optimización los tipos de productos que más variación han generado en tiempos de producción. Lo anteriormente comentado se presenta en la Figura No.11.

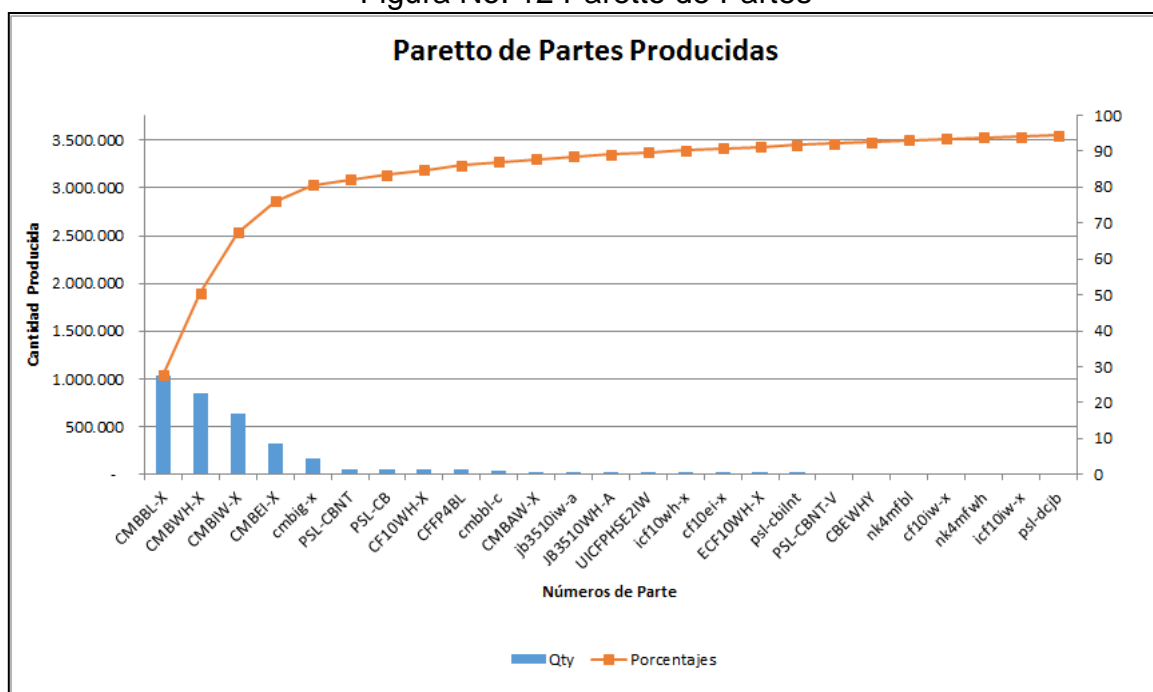
Figura No. 11 Números de parte más producidos



Diseño: Creación Propia

Con base en los números de parte anteriores y sus producciones respectivas durante el período especificado anteriormente, se realizó un Pareto de las mismas para enfocarnos en el 80/20 de las partes, las cuales tendrían un mayor impacto positivo para la empresa ya que estaríamos realizando una optimización no sólo en las partes afectadas con tiempos de producción variables, sino, que también estaríamos tomando en cuenta las partes que más se hayan producido en el área. La Figura No. 12 representa lo anteriormente descrito en este párrafo.

Figura No. 12 Pareto de Partes



Diseño: Creación propia

Con base en el análisis anterior, la empresa ha decidido enfocarse para la optimización del proceso en los siguientes números de parte que se muestran en la Tabla No.3 y así obtener un mejor resultado de lo que se busca, por lo que se le agregan unas partes. La siguiente imagen muestra la lista de partes específicos en los que se realizará el proyecto basados en la decisión de la empresa.

Tabla No. 3 Partes específicas

Partes Específicas	
CMBBL-X	PSL-CBNT
CMBWH-X	PSL-CB
CMBIW-X	PSL-DCJB
CMBEI-X	EFPKY
CMBIG-X	NKBK2
CFG2WH	FPH4LK
NK4MFWH	CBK2Y
NK4MFIW	CBK4Y
NK4MFEI	PP6LK
PSL-DCJB-C	

Diseño: Creación Propia

4.3 Conclusiones del diagnóstico

Según las observaciones obtenidas, a partir de las herramientas utilizadas es importante y se hace evidente, la falta de la estandarización de las actividades que se realizan durante todas las etapas del proceso de empaque de producto terminado en el área de moldeo de Panduit, o sea, tablas estandarizadas para control, indicadores manuales de procesos o instructivos con procedimientos. Este proceso en específico no ha sido evaluado antes, por lo que para iniciar a buscar mejoras se necesita iniciar por estandarizar y recopilar datos muy importantes de la línea de producción como lo son las productividades.

Además de la estandarización, importante establecer un control en el proceso creando, precisamente, herramientas de control desde el inicio. Se deberá trabajar en herramientas de control que permitan identificar, controlar y analizar indicadores dentro del proceso productivo de los que se puedan obtener datos para la toma de decisiones a nivel administrativo.

Una vez analizadas todas las posibles causas de las variaciones de tiempos en la productividad, es importante seleccionar y enfocarse en las que mayor impacto, mayor control y/o mayor impacto representan para el proceso, esto se podrá obtener mediante una matriz de priorización de causas. Cabe recalcar que esto se realizará mediante el análisis realizado anteriormente y de acuerdo con los datos obtenidos, así como las conclusiones de cada causa.

De igual manera los resultados obtenidos de las actividades que generan valor y las que no generan valor durante el proceso, prestando atención a las actividades y sus respectivos tiempos para buscar su optimización y reducción de costos del proceso. Por lo que se medirá el tiempo de ciclo del proceso actual y se trabajará en mejorarlo optimizando una o varias actividades del proceso.

Capítulo V

5 Diseño y desarrollo del proyecto

5.1 Descripción de las propuestas

Enfoque de la propuesta

El enfoque de las propuestas será la optimización del proceso de empaque de producto final en el área de moldeo en la empresa Panduit Costa Rica mediante el uso de las herramientas planteadas en los capítulos anteriores para el análisis y control de la información generada durante el proceso.

Estas herramientas mostrarán información significativa para la toma de decisiones durante el proceso de manera oportuna, minimizando así el impacto negativo que pueda tener la falta de información para la empresa.

5.2 Propuestas

5.2.1 Optimizar el tiempo de flujo del proceso de empaque de producto terminado

Durante el empaque de producto terminado se ha notado que los colaboradores tienen un poco de dificultad al colocar los materiales terminados en la bolsa establecida por la lista de materiales a utilizarse en el número de parte, por lo que se planteará la revisión y aprobación por parte del equipo de producto e ingeniería de Estados Unidos para utilizar otro tipo de bolsa, un poco más grande, pero que tiene un menor costo, de esta manera los colaboradores tendrán un poco más de espacio para manipular en la bolsa y se reducirá el costo de la bolsa.

También se propondrá el uso de una caja diferente que se utiliza en otro producto de Panduit para el proceso de empaque de producto terminado de moldeo; tiene unas dimensiones diferentes y tiene un menor costo que la que se utiliza actualmente en el proceso. Esta mejora, al igual que la anterior, deberá ser evaluada por parte del equipo de producto e ingeniería de Estados Unidos para su implementación, también conllevará el actualizar dibujos de ingeniería, cambios en los requerimientos de materiales de cada número de parte que pueda tener la misma mejora, actualizar demandas de estos materiales en el sistema para su compra con los suplidores, entre otros.

Una vez que se cuenten con los datos de esta presente propuesta se procederá a comparar el flujo del proceso actual con los datos actualizados de la actividad de empaque de producto terminado.

Resultados obtenidos

Para la posible aprobación e implementación de esta propuesta en donde se estarían utilizando dos materiales diferentes ha como lo son:

- Cambiar la bolsa **34106-SWT**, para utilizar la bolsa **GSBBAG-58.5/4**.
- Cambiar la caja **136NPC-304**, para utilizar la caja **136NPC-46**.

Se realizaron las revisiones respectivas con los equipos de calidad para validar que la integridad del producto no se ve afectada, tampoco se vería afectada la estética del mismo, por lo que si se podría realizar el cambio de parte de calidad de Costa Rica. Otra de las revisiones realizadas fue el validar con ingeniería de Costa Rica que a nivel de producto no se afecta el desempeño del mismo para el cliente ni ningún otro material, por lo que también tendríamos el visto bueno de ingeniería para proceder.

De igual manera fue necesario demostrar que estas mejoras planteadas van a tener beneficio para el proceso, por cual motivo se realizó el siguiente análisis de costo de materiales.

En la Figura No.13 se muestra el uso por mes que ha tenido la bolsa **34106-SWT**, es la que se usa actualmente en el área de empaque de moldeo.

Figura No. 13 Uso de bolsa 34106-SWT

Panduit Demand / Usage Inquiry (CR)								
Item:	34106-SWT		ABC Code:		EOQ:	0		
Description:	AUTOBAG SPIRAL WRAP TOOL CLR FRONT WHT BACK 3 X 5		Product Line:	0448.RAW	Fixed Days Supply:	20		
Item Status:	Active		Inv Category:	220	Demand Time Fence:	1		
			Make Buy Code:	Buy	MFG Lead Time:	0		
Demands				Usage Last Year				
	Net Forecast	Net Dependent	Gross Sales	Parent Item	Gross Sales	Parent Item		
Feb-18	0	2,860	Feb-17	0	8,649	Feb-16	0	9,105
Mar-18	0	4,780	Mar-17	0	21,216	Mar-16	0	4,139
Apr-18	0	0	Apr-17	0	2,797	Apr-16	0	10,220
May-18	0	8,140	May-17	0	11,834	May-16	0	10,052
Jun-18	0	7,020	Jun-17	0	3,894	Jun-16	0	2,506
Jul-18	0	2,970	Jul-17	0	18,923	Jul-16	0	14,378
Aug-18	0	10,340	Aug-17	0	7,479	Aug-16	0	12,330
Sep-18	0	11,820	Sep-17	0	28,060	Sep-16	0	2,500
Oct-18	0	2,160	Oct-17	0	17,531	Oct-16	0	13,051
Nov-18	0	7,620	Nov-17	0	16,405	Nov-16	0	5,932
Dec-18	0	13,130	Dec-17	0	5,890	Dec-16	0	6,628
Jan-19	0	2,800	Jan-18	0	8,935	Jan-17	0	9,162
Totals:	0	73,640		0	151,613		0	100,003
Warehouse Organization				Manufacturing Organization				
OnHand Quantity:	0			OnHand Quantity:	17,215			
Period Start Date	Safety Stock	Method	Period Start Date	Safety Stock	Method			
	Quantity		09-FEB-2018	Quantity				
	0	MRP planned percent		12,000	Non-MRP planned			

Diseño: Creación Oracle Panduit

De la misma forma, en la Figura No.14 muestra el uso por mes que ha tenido la bolsa **GSBBAG-58.5/4**, es la que se quiere llegar a usar en el área.

Figura No. 14 Uso de bolsa GSBAG-58.5/4

Panduit Demand / Usage Inquiry (CR)

Item: **GSBBAG-58.5/4** ABC Code: EOQ:

Description: **5" X 8.5" AUTO BAG 4 MIL** Product Line: **0448.PKG** Fixed Days Supply:

Item Status: **Active** Inv Category: **400** Demand Time Fence:

Make Buy Code: **Buy** MFG Lead Time:

Demands		Usage Last Year		Usage Last Year -1	
Net Forecast	Net Dependand	Gross Sales	Parent Item	Gross Sales	Parent Item
Feb-18	0	Feb-17	935	Feb-16	868
Mar-18	380	Mar-17	1,811	Mar-16	419
Apr-18	0	Apr-17	699	Apr-16	813
May-18	630	May-17	941	May-16	842
Jun-18	520	Jun-17	562	Jun-16	347
Jul-18	0	Jul-17	1,736	Jul-16	1,017
Aug-18	800	Aug-17	538	Aug-16	888
Sep-18	930	Sep-17	3,686	Sep-16	195
Oct-18	0	Oct-17	1,897	Oct-16	1,370
Nov-18	600	Nov-17	1,322	Nov-16	2,325
Dec-18	1,100	Dec-17	566	Dec-16	879
Jan-19	0	Jan-18	731	Jan-17	793
Totals:	4,980		15,423		10,755

Warehouse Organization: OnHand Quantity:

Manufacturing Organization: OnHand Quantity:

Safety Stock: Period Start Date: Quantity: Method:

Diseño: Creación Oracle Panduit

Teniendo los datos de lo usado en ambos materiales durante los dos últimos años, se realizó el cálculo de los respectivos costos anuales de los mismos. Por motivo de confidencialidad de la empresa los siguientes costos son representativos o aproximados a los reales; estos se detallan en la siguiente Tabla No.4 junto con las diferencias de los costos en el material por el cambio.

Tabla No. 4 Diferencias de costos

Bolsa				
Parte	Costo Unitario	Usage Anual	Costo Total Anual	\$ Costo Total
34106-SWT	\$ 30,08	151.613	\$ 4.560.249	\$ 7.920
GSBBAG-58.5/4	\$ 11,42	151.613	\$ 1.731.918	\$ 3.008
Diferencia				\$ 4.912

Diseño: Creación Propia

En la Figura No.15 se muestra el uso por mes que ha tenido la caja **136NPC-304**, es la que se quiere llegar a usar en el área de empaque de moldeo.

Figura No. 15 Uso de Caja 136NPC-304

Panduit Demand / Usage Inquiry (CR)											
Item: 136NPC-304		ABC Code:		EOQ: 0							
Description: BOX 10"LX9.88"WX3.63"D		Product Line: 0553.PKG		Fixed Days Supply: 20							
Item Status: Active		Inv Category: 100		Demand Time Fence: 0							
		Make Buy Code: Buy		MFG Lead Time: 0							
Demands			Usage Last Year			Usage Last Year -1					
	Net Forecast	Net Dependant	Gross Sales	Parent Item	Gross Sales	Parent Item					
Feb-18	0	2,871	Feb-17	0	7,901	Feb-16	0	10,237			
Mar-18	0	4,515	Mar-17	0	10,676	Mar-16	0	9,903			
Apr-18	0	1,930	Apr-17	0	7,568	Apr-16	0	13,030			
May-18	0	4,416	May-17	0	7,543	May-16	0	10,076			
Jun-18	0	8,813	Jun-17	0	10,022	Jun-16	0	12,290			
Jul-18	0	6,741	Jul-17	0	7,607	Jul-16	0	9,245			
Aug-18	0	4,949	Aug-17	0	9,359	Aug-16	0	11,807			
Sep-18	0	7,981	Sep-17	0	9,248	Sep-16	0	8,126			
Oct-18	0	5,969	Oct-17	0	11,511	Oct-16	0	9,436			
Nov-18	0	5,263	Nov-17	0	8,936	Nov-16	0	9,175			
Dec-18	0	6,950	Dec-17	0	7,495	Dec-16	0	8,004			
Jan-19	0	5,391	Jan-18	0	7,821	Jan-17	0	5,420			
Totals:	0	65,790		0	105,687		0	116,749			
Warehouse Organization			Manufacturing Organization								
OnHand Quantity: 0			OnHand Quantity: 2,341								
Safety Stock			Safety Stock								
Period Start Date	Quantity	Method	Period Start Date	Quantity	Method						
	0	Non-MRP planned	09-FEB-2018	9,000	Non-MRP planned						

Diseño: Creación Oracle Panduit

De la misma forma, en la Figura No.16 muestra el uso por mes que ha tenido la bolsa **136NPC-46**, es la que se usa actualmente en el área.

Figura No. 16 Uso de caja 136NPC-46

Panduit Demand / Usage Inquiry (CR)											
Item: 136NPC-46		ABC Code:		EOQ: 0							
Description: CARTON, CORRUGATED- 8-1/4" X 7-3/4" X 5"		Product Line: 0844.RAW		Fixed Days Supply: 20							
Item Status: Active		Inv Category: 926		Demand Time Fence: 1							
		Make Buy Code: Buy		MFG Lead Time: 0							
Demands			Usage Last Year			Usage Last Year -1					
	Net Forecast	Net Dependant	Gross Sales	Parent Item	Gross Sales	Parent Item					
Feb-18	0	595	Feb-17	0	535	Feb-16	0	357			
Mar-18	0	39	Mar-17	0	141	Mar-16	0	509			
Apr-18	0	218	Apr-17	0	378	Apr-16	0	350			
May-18	0	304	May-17	0	366	May-16	0	1,774			
Jun-18	0	348	Jun-17	0	521	Jun-16	0	211			
Jul-18	0	226	Jul-17	0	218	Jul-16	0	133			
Aug-18	0	148	Aug-17	0	413	Aug-16	0	409			
Sep-18	0	553	Sep-17	0	729	Sep-16	0	253			
Oct-18	0	58	Oct-17	0	220	Oct-16	0	551			
Nov-18	0	521	Nov-17	0	403	Nov-16	0	268			
Dec-18	0	115	Dec-17	0	317	Dec-16	0	188			
Jan-19	0	471	Jan-18	0	66	Jan-17	0	284			
Totals:	0	3,594		0	4,306		0	5,286			
Warehouse Organization			Manufacturing Organization								
OnHand Quantity: 0			OnHand Quantity: 1,992								
Safety Stock			Safety Stock								
Period Start Date	Quantity	Method	Period Start Date	Quantity	Method						
	0	Non-MRP planned	09-FEB-2018	160	Non-MRP planned						

Diseño: Creación Oracle Panduit

Teniendo los datos de lo usado en ambos materiales durante los dos últimos años, se realizó el cálculo de los respectivos costos anuales de los mismos. Por motivo de confidencialidad de la empresa los siguientes costos son representativos o aproximados a los reales; estos se detallan en la siguiente Tabla No.5 junto con las diferencias de costos en el material por el cambio.

Tabla No. 5 Diferencias de costos

Caja				
Parte	Costo Unitario	Usage Anual	Costo Total Anual	\$ Costo Total
136NPC-46	\$ 174,46	105.687	\$ 18.437.975	\$ 32.023
136NPC-304	\$ 168,12	105.687	\$ 17.768.610	\$ 30.861
Diferencia				\$ 1.163






Diseño: Creación Propia

Los puntos anteriores fueron presentados y demostrados al gerente de área para su aprobación siendo su respuesta positiva, se procederá a iniciar tramitación formal con ingeniería y calidad de Estados Unidos para su pronta implementación.

Durante las pruebas físicas y de espacio de los nuevos materiales a utilizarse se evaluaron los posibles tiempos de las operaciones que se van a ver mejorados con los puntos anteriores, se realizaron un total de 30 muestras, la actividad cuenta de solo una persona y la línea de producción cuenta con un solo equipo de trabajo en un turno, la cantidad de muestras fue establecida por el departamento de ingeniería y el equipo de trabajo del proyecto en la empresa, siendo los resultados significativos, por lo que se procedió a actualizar el diagrama de flujo del proceso de empaque, los mismos los podemos ver representados en la siguiente Figura No.17, en donde se ve reducido el tiempo de empaque de producto terminado notablemente a 117 minutos en lugar de 205 minutos a como se encuentra la base de tiempo con la que cuenta la empresa actualmente, misma que se toma como base para la realización de este proyecto.

Los detalles de las muestras, los cálculos de los mismos se ven en forma detallada en los anexos 2 y 3 del presente proyecto.

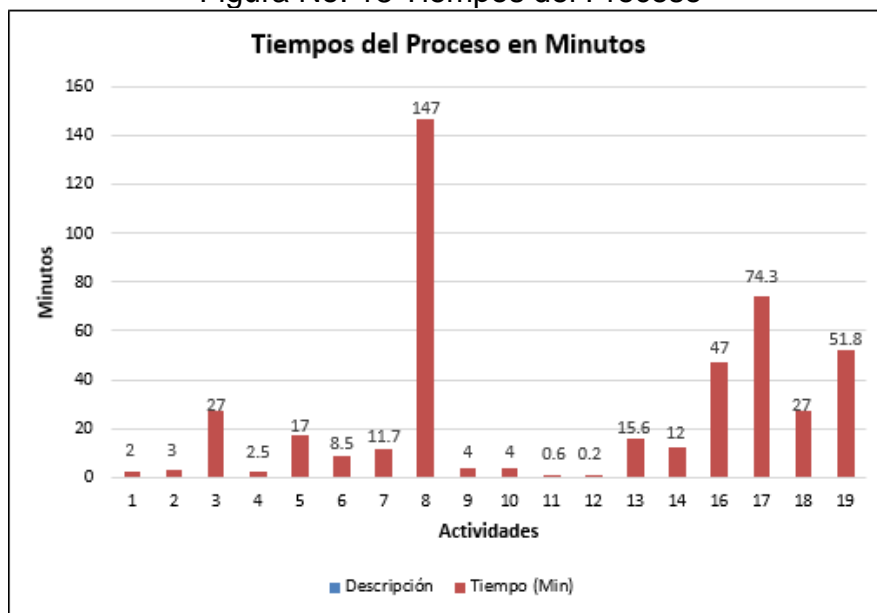
Figura No. 17 Diagrama de Flujo Optimizado

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMPAQUE							
Nombre del proceso: Empaque de producto terminado Empresa: Panduit LTD	Resumen						
	Actividad	Cantidad					
	Operación	8					
	Transporte	6					
	Demora	2					
	Inspeccion	2					
	Almacenamiento	1					
TOTAL	19						
	Descripción	Tiempo (Min)	Simbología				
							
1	Se libera orden a producción	2	•				
2	Bodega asigna materiales para producir	3	•				
3	Bodega separa materiales para producir	27		•			
4	Bodega lleva materiales a la línea de producción	2.5		•			
5	Producción asigna la máquina para producir	17			•		
6	Los diferentes materiales son llevados a la máquina asignada	8.5		•			
7	Se revisan los documentos de ingeniería	11.7	•				
8	Se empacan los productos en las cantidades y tipos requeridos	147	•				
9	Se realiza inspeccion de la primer bolsa	4				•	
10	Aprobada la primer pieza continúa el empaque de la orden	4	•				
11	Las bolsas son empacadas en cajas de 5 a 10 unidades	0.6	•				
12	Cada caja es identificada con su etiqueta para trasabilidad	0.2			•		
13	Luego las cajas se colocan en una tarima	15.6		•			
14	El material completado es inspeccionado al 10%	12				•	
16	La orden aprobada se mueve al área de envíos de producto	47		•			
17	Se empaca de acuerdo al envío que requiera, caja o tarima	74.3	•				
18	Logística realiza trámites necesarios para hacer el envío	27	•				
19	El producto se envía a la bodega o directo al cliente	51.8		•			•
	TOTAL:	455.2					
	Horas:	7.6					

Diseño: Creación Propia

La siguiente Figura No.18 detalla el tiempo para empacar producto terminado que se tendrá una vez aprobadas las mejoras propuestas de cambios de materiales en el proceso.

Figura No. 18 Tiempos del Proceso



Diseño: Creación Propia

De acuerdo con la información anterior podemos denotar que el tiempo de empaque se ha visto disminuido notoriamente, motivo por el cual, por medio de la producción del producto, podemos ver como en el proceso se va a aumentar su producción y el impacto de este sobre los beneficios de esta mejora para la empresa.

En la Tabla No.6 podemos ver como para el producto los minutos de empaque total cambiarían una vez con la aprobación de diseño e ingeniería de Estados Unidos, pasarían de ser 205 minutos a 147 minutos para empaquetar un producto y la salida por minuto del proceso pasaría de 34.15 piezas a 47.62 piezas. De igual manera, con estas mejoras se espera que se incremente la producción del producto y se optimice a manera que se lleguen a empaquetar unas 808 piezas de más por hora, estos muy bien visto para el área de moldeo y una gran contribución para Panduit Costa Rica.

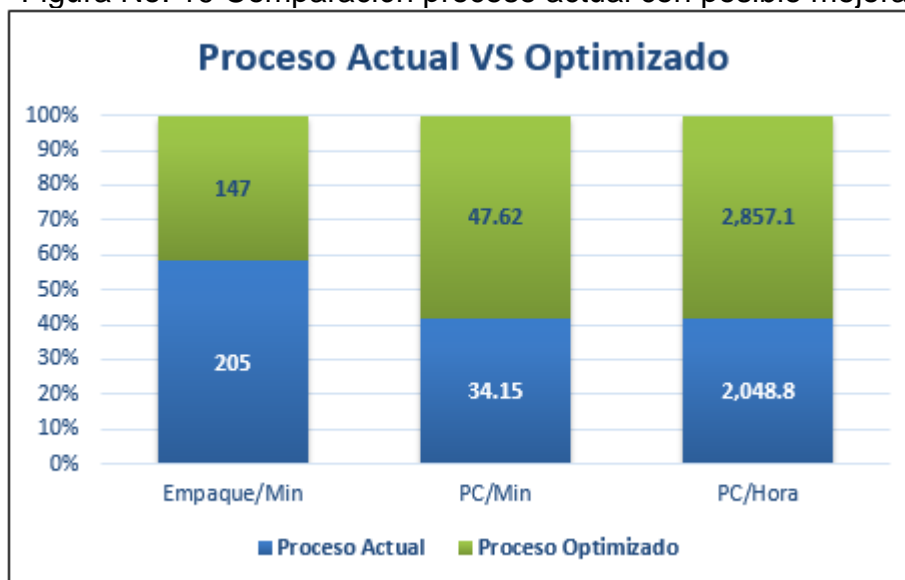
Tabla No. 6 Diferencias de producciones del proceso

Producción	Min/Lote	PC/Min	PC/Hora	PC/Orden
Proceso Actual	205	34,15	2.048,8	7.000
Proceso Optimizado	147	47,62	2.857,1	7.000
Diferencia	58	13	808	

Diseño: Creación Propia

Los mismos datos los podemos ver de forma gráfica en la Figura No.19 a manera de comparar los datos del proceso actual con los datos a los que se espera llegar una vez aprobadas e implementadas las mejoras propuestas en este proyecto.

Figura No. 19 Comparación proceso actual con posible mejora



Diseño: Creación Propia

Las mejoras de estos tiempos del proceso pueden ser encontrados en Anexos del presente proyecto, en el Anexo No.1.

A manera más detallada, se ha notado que los colaboradores tienen un poco de dificultad al colocar los materiales terminados en la bolsa establecida por la lista de materiales a utilizarse en el número de parte, por lo que se planteó la revisión para la aprobación por parte del equipo de producto e ingeniería de

Estados Unidos para utilizar otro tipo de bolsa, un poco más grande, pero que tiene un menor costo, de esta manera los colaboradores tendrán un poco más de espacio para manipular en la bolsa y se reducirá el costo de la bolsa. Podemos ver como se disminuye el tiempo de empaque con el uso de la nueva bolsa al empacar el producto terminado y la actividad pasa de tener un tiempo promedio de 11.2 minutos a 10.6 minutos por lote que se empaca.

Al mismo tiempo, se ha notado que el proceso tiene un paso extra que realmente no es necesario para el mismo, ya que ese paso fue establecido hace mucho tiempo y el proceso ha cambiado mucho, por lo que el punto de control del sensor ahora no es necesario; por lo cual se estaría disminuyendo el ciclo de empaque total con la eliminación del paso del producto terminado por el sensor, el cual tiene un tiempo promedio de 58 minutos por lote que se empaca, por lo que ayuda a disminuir aún más el tiempo de empaque a como se ha mencionado en la presente propuesta. Para ver de forma más detallada la disminución de los tiempos de estas actividades, pueden verse en los Anexos No.2 y No.3 del presente proyecto.

5.2.2 Crear tablas estándar para recopilar productividades reales en la línea de producción y sus indicadores.

Esta propuesta planteará la creación de tablas estandarizadas con las cuales los líderes y supervisores de producción del área de moldeo recopilen los datos de las productividades reales de la línea de una misma manera y con un mismo enfoque; igualmente se planteará la implementación de automatizar las tablas con macros en Excel que busquen la información necesaria de los números de parte como lo es el tiempo de producción que se encuentra en el sistema de MRP Oracle; esto para reducir el tiempo de búsqueda de los mismos.

Se propondrá una reunión con el equipo de supervisores junto con el gerente del área para conocer la mejor manera de estandarizar la forma en la que quieran ver los datos en las tablas y que estos puedan ser interpretados por todos de la misma forma.

Para lo anterior comentado se propone la creación de tablas como modelo a completar con los datos necesarios que vendrán de los datos que se completen de las ordenes que se trabajen en la línea de producción, así como los datos que se obtendrán con la macro que se programará en el archivo modelo para obtener la información necesaria que proviene del sistema Oracle.

La falta de controles en el proceso de empaque es una de las causas reflejadas en el Ishikawa; esto genera que no existan herramientas de control o la calidad, por ejemplo. Otra de las causas que influyen directamente es que la información relacionada a cualquiera de las etapas del empaque de producto terminado es manejada de forma individual y de acuerdo con lo que cada colaborador involucrado crea conveniente para el proceso.

Del comentario anterior es de donde se deriva la idea de implementar una métrica o indicador con el que se evaluará el tiempo de ciclo del proceso de producción y se podrá comparar con el routing que se encuentra en Oracle.

Se propondrá medir la eficiencia del proceso por medio del tiempo de producción, específicamente desde el momento en que se inicia el empaque de producto terminado.

Para las anteriores se deberá determinar a un responsable de llevar los datos de los mismos, de generar un reporte del estatus y comunicarlo a las personas indicadas, adicionalmente de deberá determinar la secuencia o frecuencia para reportar los datos.

Resultados obtenidos

Para la creación de tablas estandarizadas se requirió de trabajo en equipo del departamento de producción del área de moldeo y su gerente para definir los datos requeridos a mostrar en cada una de las mismas.

Con base en esos requerimientos y necesidades se procedió a crear las siguientes tablas a utilizar cada día como base de medición de las producciones diarias versus el tiempo asignado de cada parte en el sistema de MRP de la empresa a como lo es Oracle.

Lo primero que se necesitó fue coordinar con un ingeniero de la empresa, especialista en el sistema Oracle, para que extraiga del sistema el routing de cada número de parte del área de moldeo y por medio del programa de Business Objects esta información fuera transformada a formato de Excel; una vez en este formato se procedió a enlazar la información de cada número de parte con el routing y la cantidad a producirse o consecutivo liberado a producción.

En la tabla se muestra la fecha, la cantidad de personas en la línea de producción, la cantidad de horas que estas personas representan en la línea, el tiempo muerto, cantidad de tiempo de personas en otras líneas de producción, horas efectivas, consecutivo que se trabaja, número de parte del consecutivo, cantidad que se trabaja, cantidad de producto defectuoso, la meta de la línea, el tiempo de corrido de la parte en el sistema, las horas que la cantidad de la orden representa en producción y la variación diaria en horas con respecto a la producción real.

A continuación, en la Tabla No.7, se detallan las tablas estándar que se generaron durante este proyecto, las mismas ya fueron evaluadas y aprobadas, tanto en su contexto como en sus cálculos por el gerente del área.

Tabla No. 7 Tabla Estándar para Producciones

HORAS TRABAJADAS VRS HORAS PAGADAS DIA													
FECHA	PERSONAL DE LA LINEA	HORAS DE PERSONAL	TIEMPO MUERTO	HORAS DE MENOS	HORAS DISPONIBLES	QC ORDEN TRABAJADA	NUMERO PARTE	CANTIDAD TRABAJADA	Cantidad Scrap	META	ROUTING DE LA PARTE	HORAS TEÓRICAS	VARIACION DIARIA EN HORAS
Fecha													
12-Feb-18	8	70,0			70,0	15646957	S100X075VAC	430		100%	0,05	21,60	-3,57
Disponibilidad		100,0%											
Meta PCS						15647026	T100X000RPC-BK	49		100%	0,05	2,55	
						15646955	h100x025h2c	22		100%	0,07	1,58	
						15646963	h000x064h1c	346		100%	0,05	17,40	
Partes Scrap		0											
Partes por ensamble		1311											
Meta		100%											
						15646966	h000x025h1c	464		100%	0,05	23,30	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
Eficiencia		94,90%											
Comentarios											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
											0,00	0,00	
Total								1311	0		0,27	66,4	

Diseño: Creación Propia y Panduit

De igual manera, la tabla modelo para medir productividades contiene un área para comentarios, esta con el propósito de que el líder de la línea pueda anotar de forma sencilla las personas que trabajan durante el día y situaciones especiales para que sean tomadas en cuenta, por ejemplo, en la Tabla No.8 se muestra la cantidad de horas que una persona sale temprano y poder bajar la cantidad de horas trabajadas y lograr tomarlas en cuenta para el cálculo correcto de horas efectivas.

Tabla No. 8 Comentarios del día

Comentarios	
Trabajamos 8 personas: Kimberly, Vivian Mendoza, Roylin, Vivian Rodriguez, Maria, Liseth, Víctor y Jhoana.	
Jhonathan tiene permiso sin goce el día de hoy...	
Maria se va a la 01:00pm(2.50 horas)	
Ensambla: (Víctor)	

Diseño: Creación Propia y Panduit

Otra solicitud de parte del gerente y del equipo de supervisores del área fue el mostrar, a modo de resumen semanal, lo ocurrido durante la semana en cuanto a resultados, por lo que la Tabla No.9 resume estos datos en conjunto para así poder evidenciar los indicadores reales del área de producción y lograr a futuro, resolver la parte en la que más está siendo afectada el área.

Tabla No. 9 Resumen semanal de datos

Resumen Día						
DIA	HORAS DISPONIBLES	HORAS TEORICAS	VARIACION	EFICIENCIA	META PCS	DISPONIBILIDAD
12-Feb-18	70.00	66.43	-3.57	94.90%	100%	100%
13-Feb-18	70.00	58.20	-11.80	83.14%	100%	100%
14-Feb-18	67.50	67.60	0.10	100.15%	100%	100%
15-Feb-18	70.00	70.56	0.56	100.80%	100%	100%
16-Feb-18	70.00	56.54	-13.46	80.77%	100%	100%
TOTAL	347.50	319.33	-28.17	91.89%		

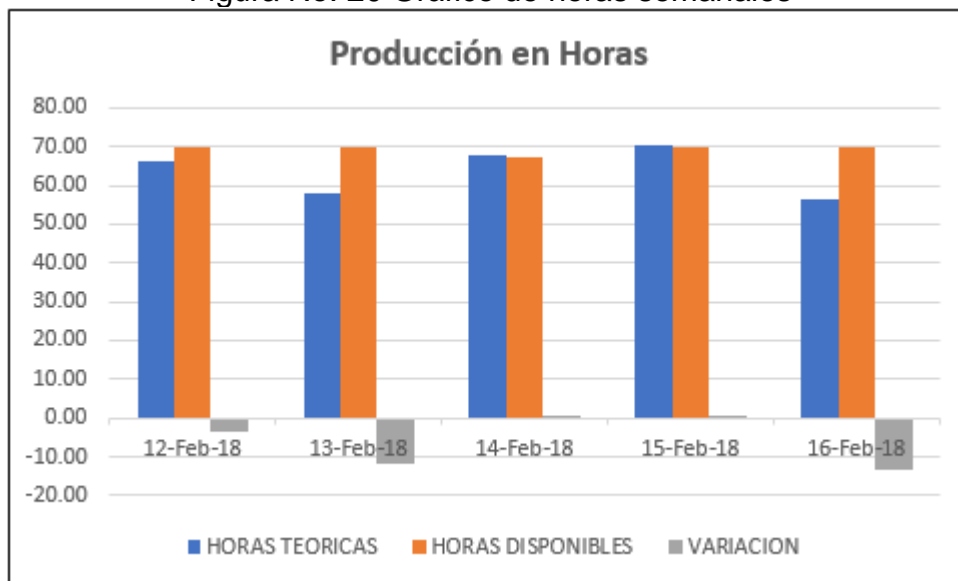
Diseño: Creación Propia y Panduit

Una vez realizada la tabla resumen de datos de la semana, se vio la necesidad de transformar estos mismos en gráficos para que se vieran de manera más sencilla de interpretar. Es así como los supervisores o gerente del área pueden ir al archivo y revisar que paso los días en los que los números están en rojo; ya que pudieron haber sido varias las razones, por ejemplo, que una persona no trabajó en ese día pero el líder olvidó hacer la anotación y rebajar las horas de esa persona, también pudo ser que el routing de la parte se encuentre desactualizado o malo y que este calcule mal la cantidad de tiempo por pieza que se trabaja versus lo trabajado realmente, entre otros.

El lograr llegar a recopilar esta información, junto con el compromiso de todo el personal, ha sido de suma importancia para el área, ya que nunca se había logrado evidenciar a través de números la situación real del área y lograr comparar los datos totales del día a día con los datos que arroja el sistema. De igual manera se ha logrado identificar la necesidad de revisar el tiempo de producción que tiene un número de parte en el sistema y hacerles estudios de tiempo por separado ya sea para actualizarlos o para mejorarlos, situación que el equipo de ingeniería del área irá trabajando a corto plazo.

La siguiente Figura No.20 muestra los datos de la tabla resumen de la semana graficados para su mejor interpretación, en ella se denotan las horas de los días 12-13 y 16 de febrero y son puntos por revisar en detalle, lo anotado en la jornada en la tabla de productividades, los números de parte trabajados y los datos del sistema son puntos de importante de atención para entender la variación y lo que se puede hacer para mejorarla.

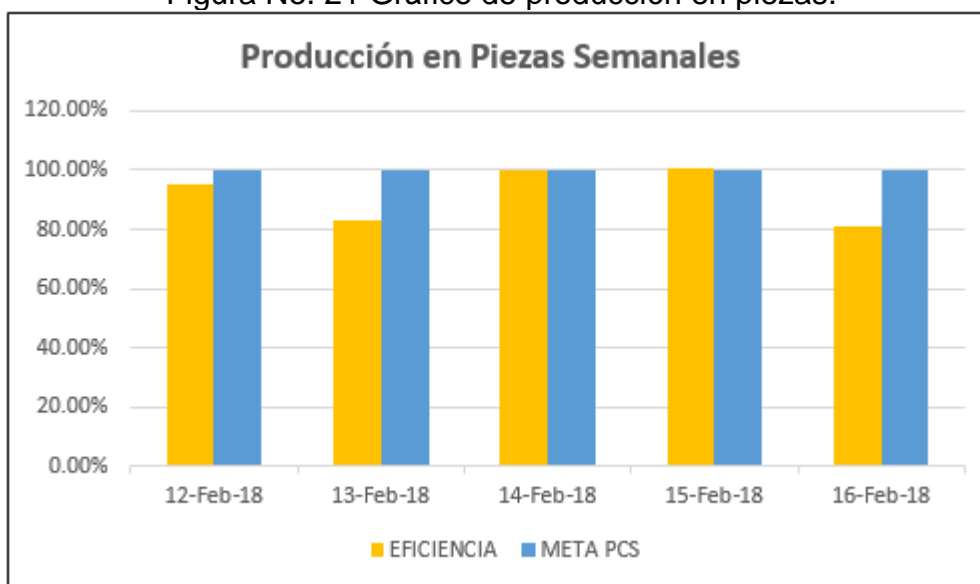
Figura No. 20 Gráfico de horas semanales



Diseño: Creación Propia

Otro punto importante que es causa de las variantes en los tiempos de producción del proceso es el que este no ha sido evaluado antes, por lo que los resultados que arrojan esta propuesta son de suma importancia para el área. La Figura No.21 se muestra la cantidad de piezas que se produjeron por día en la semana del 12 febrero al 16 febrero.

Figura No. 21 Gráfico de producción en piezas.



Diseño: Creación Propia

De igual manera, el personal operativo se verá comprometido en querer llegar a cumplir con el tiempo de producción establecido en el sistema de MRP, o por lo menos, en llegar a tener más compromiso ya que les estarán tomando los tiempos que tardan en completar una orden y ese dato será comparado con los datos del sistema de MRP.

5.2.3 Actualización de tiempos de producción por pieza (Routing) para disminuir las variaciones en horas de producción.

Esta propuesta planteará la revisión por número de parte del tiempo de producción por pieza que se encuentra en el sistema de Oracle ya que con el mismo es el que se toma como base para la medición de horas de producción y resulta como variaciones para la línea de producción de empaque de producto final en el área de moldeo.

Se propondrá una reunión con el equipo de supervisores junto con el gerente del área para conocer la mejor manera de la toma de tiempos por cada número de parte y la comparación de los mismos con el routing incluido en el sistema.

Para lo anterior comentado se propone la revisión de los routings de los números de parte por familia de productos que más estén afectando al área y darles prioridad. Los datos necesarios vendrán directamente de los datos que arrojen las órdenes de producción que se completen en la línea de producción en tiempo real, así como los datos que se obtendrán de los datos que se recopilen de las tablas de la propuesta anterior y compararlas con la información que proviene del sistema Oracle.

Resultados obtenidos

Para iniciar con la revisión de los routings y la toma de tiempos se requirió de trabajo en equipo del departamento de producción del área de moldeo y su gerente para definir las familias requeridas a estudiar en el área de empaque de moldeo.

Con base en esos requerimientos y necesidades, el gerente del área, junto con los ingenieros de proceso, tomaron la decisión de las familias a evaluarse,

esto basados en las familias de las partes que más se produjeron durante el año anterior y las que más han tenido variaciones en tiempos de producción, esta información se encuentra en detalle en el capítulo cuatro del presente proyecto, en el cual se especifican las familias a estudiarse; una vez que decidieron las familias a tomar en cuenta se procedió a crear las siguientes tablas a utilizar como base de medición de los tiempos por actividad que se realiza en la línea de producción por familia. Los datos fueron tomados diariamente de las órdenes que se producen en dicha línea.

Lo primero que se necesitó fue coordinar con un ingeniero de la empresa, especialista en el área, para que especificara los datos necesarios a tomar en cuenta una vez realizada la tabla de Excel; se realizaron unos ajustes y una vez en este formato se procedió a realizar la toma de tiempos respectivos de acuerdo con las especificaciones del departamento de ingeniería del área. La Tabla No.10 muestra los datos recolectados durante la semana 6 y 7 del mes de febrero del presente año, esta muestra la información de los tiempos por actividad de cada etapa del empaque del producto para tomar los resultados de los tiempos.

Tabla No. 10 Tiempos en segundos CMB**-X

Fecha: 9-Feb-2018								
CMB**-X Tiempo en Segundos								
Item	MAQUINA		CINTA	MESA				
	Vaciar Pcs en caja plastica	Batching Tolva	Cortar cinta para cajas	Armar caja	Insertar bolsas en caja	Sellar caja	Colocar cajas en tarima	Colocar piso de cartón en la tarima
Promedio	32.44444444	9.6	8.566666667	8.466666667	18.96666667	3.833333333	33.83333333	53
Tiempo x pc (seg)	0.00463492	0.96	0.006853333	0.169333333	0.379333333	0.076666667	0.056388889	0.004774775
Tiempo x pc (hr)	0.00000129	0.000266667	1.9037E-06	4.7037E-05	0.00010537	2.12963E-05	1.56636E-05	1.32633E-06
(+ 15% suplementos)	0.00000129	0.000266667	2.1893E-06	5.40926E-05	0.000121176	2.44907E-05	1.80131E-05	1.52528E-06

Diseño: Creación Propia

En la tabla anterior se detallan los tiempos en segundos tomados como base para calcular el nuevo routing de la parte, en este caso de la familia, entre las actividades evaluadas se encuentran: tiempo de configuración de la línea para el producto que se va a empacar, colocar las piezas en un cajón, sellado de la bolsa, cortar la cinta para las cajas, armar la caja, insertar las bolsas en la caja, sellar la

caja, colocar las cajas en la tarima y colocar el piso de cartón en la tarima. Los detalles de los tiempos tomados para la tabla anterior con los nuevos tiempos para el nuevo raunting pueden ser encontrados en Anexo No.4.

Con los tiempos tomados a partir de 30 muestras, cantidad establecida por el equipo de ingeniería del área y la empresa para la realización del proyecto, se toma en cuenta el tiempo promedio de cada actividad y el costo por pieza con respecto al tiempo en el proceso y es asignado a un recurso de Oracle. Los detalles de las muestras e los cálculos de los mismos con holguras y o tiempos suplementarios, se encuentran en el Anexo No. 4 del presente proyecto.

La Tabla No.11 detalla los tiempos por pieza según el recurso asignado en Oracle para el año 2017, de igual manera, en la Figura No.22 se muestran los mismos datos en el sistema Oracle y los mismos fueron exportados a Excel para ser comparados con los datos del estudio de tiempo en curso de este proyecto de mejora.

Tabla No. 11 CMBBL-X (Tiempo y Costo 2017)

CMBBL-X (Tiempo y Costo 2017)						
Op Seq	Nivel	Sub- Elemento	Costo Elemento	Ud	Tiempo PC	Costo Unitario
20	Este	MMPMLPAK	Recurso	HR	0,000226	1,41578
20	Este	MMPMLPAKSU	Recurso	HR	0,038607	0,00373
20	Este	MASMLBCHSU	Recurso	HR	0,347795	0,03364
20	Este	MASMLBCH	Recurso	HR	0,000221	1,44899
90	Previo	Material	Material	CRC	3,796042084	3,79604

Diseño: Creación Propia

Figura No. 22 CMBBL-X (2017)

Operation Resources (CR) - 20

Item: **CMBBL-X** Alternate:

Sequence: **20** Effective Date: **15-MAY-2014 11:07:39**

Resources

Main Scheduling Costing

— Rate or Amount —						
Seq	Resource	UOM	Basis	Usage	Inverse	
10	MASMLBCHSU	HR	Lot	.347795	2.875257	.
20	MASMLBCH	HR	Item	.000221	4524.886878	.
30	MMPMLPAKSL	HR	Lot	.038607	25.902038	.
40	MMPMLPAK	HR	Item	.000226	4424.778761	.

Diseño: Creación Oracle Panduit

Los datos nuevos, o nuevos tiempos fueron comparados con respecto a los datos ya incluidos en Oracle y en la Tabla No.12 en la cual se contienen los datos de los tiempos actuales, se tiene que para los recursos de MMPMLPAK y el de MASMLBCH los tiempos quedarían actualizados de la siguiente manera.

Tabla No. 12 Nuevos tiempos de la familia

	MASMLBCH	MMPMLPAK	TOTAL
Tiempo Seg	0,00026795	0,000219298	0,000487252
Producción x Hr	3731,981834	4560,012347	

Diseño: Creación Propia

Los detalles de los nuevos tiempos fueron tomados de la misma forma en cómo se encuentran los datos 2017 y se detallan a continuación en la Tabla No.13 en la cual se denota en color amarillo a los recursos a los cuales les estaría cambiando el tiempo.

Tabla No. 13 CMBBL-X (Nuevo Routing)

CMBBL-X (Nuevo Routing)						
Op Seq	Nivel	Sub- Elemento	Costo Elemento	Ud	Tiempo PC	Costo Unitario
20	Este	MMPMLPAK	Recurso	HR	0,000219	1,37379
20	Este	MMPMLPAKSU	Recurso	HR	0,038607	0,00373
20	Este	MASMLBCHSU	Recurso	HR	0,347795	0,03364
20	Este	MASMLBCH	Recurso	HR	0,000268	1,75685
90	Previo	Material	Material	CRC	3,796042	3,79604

Diseño: Creación Propia

Una vez aprobados los nuevos tiempos de producción para la familia CMB** - X se espera una reducción de la variación en horas de producción, para la presente propuesta se tomaron los datos de las eficiencias de la semana del 5 al 9 de marzo del 2017 en curso de la línea de producción de empaque terminado en

moldeo y se modificaron los tiempos de la familia para poder comparar los datos con la tabla inicial de eficiencias presentada en la propuesta anterior 5.2.2.

Los resultados arrojan una mejora significativa de la eficiencia de la semana comentada en el párrafo anterior, en la cual la variación de horas disponibles con respecto a las horas teóricas pasa de -28 horas a -15 horas y la eficiencia de la línea de producción de empaque de producto terminado pasa de 91,89% a 95,10%. Una vez que se completen los estudios de todas las familias seleccionadas por el área para ser estudiadas y analizar sus tiempos de producción se podrá mejorar aún más la variación de las horas teóricas. Los detalles de esta mejora con la actualización del rating de la familia pueden ser encontrados en los Anexos 5, 6, 7 y 8 del presente proyecto.

5.3 Costos del proyecto

La empresa Panduit de CR es la proveedora del formato estándar establecido para realizar los cálculos de los costos aproximados del proyecto denominado Acta del Proyecto. En la misma se establecen los datos principales del proyecto a realizarse como lo es el objetivo principal y secundario, involucrado, costos aproximados, recursos a utilizar, nivel de aprobación requerido con respecto al costo del mismo, entre otros.

El siguiente Cuadro No.2 muestra el tiempo en semanas con respecto a los entregables del proyecto en que los recursos laborales invertirán para el desarrollo del mismo.

Cuadro No. 2 Tabla de Entregables del Proyecto

	Fechas de Entregables (Aprox.)	
Inicio del Proyecto (Información Requerida)	2-Oct-17	
Definir	3-Nov-17	
Medir	5-Dec-17	
Analizar	6-Jan-18	
Implementar	7-Feb-18	
Control	30-Mar-18	
Final del Proceso (Información Requerida)	26-Apr-18	

Diseño: Panduit Costa Rica

En los siguientes Cuadro No.3 y No.4 se detalla el costo aproximado de los recursos requeridos para desarrollar el proyecto, tanto los laborales (personas) como los no laborales (entrenamientos y creación de la herramienta), las horas totales a invertir en el desarrollo del proyecto y para cada entregable del mismo.

La empresa tiene establecido el costo por hora de cada uno de los recursos que desarrollaran el proyecto con los que se realizan los cálculos de los costos por recurso desde el momento en que se aprueba el proyecto.

Cuadro No. 3 Detalle de costos del proyecto

Recursos Requeridos	Total de Horas Requeridas para el proyecto	Requerimiento de Recurso Mensual		Costo Total Requerido
		2017	2018	
Ingeniero-Latinoamérica	80	0,22	0,28	
		\$599,83	\$775,17	\$1.375,00
Ingeniero-Latinoamérica	80	0,22	0,28	
		\$599,83	\$775,17	\$1.375,00
Programador Materiales-América	80	0,22	0,28	
		\$472,60	\$610,74	\$1.083,33
Costo Total	240	\$1.672,26	\$2.161,07	\$3.833,33

Costos no Laborables	Total de Horas Requeridas para el proyecto	2017	2018	Costos no Laborales Totales
Entrenamiento/Evento Kaisen			\$500,00	\$500
Aplicación Electrónica			\$2.000,00	\$2.000
Costos no Laborables			\$2.500,00	\$2.500

Diseño: Panduit Costa Rica

Cuadro No. 4 Resumen de costos del proyecto

Cost Element	Budget Cost					
	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Labor	\$1.672,26	\$2.161,07	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$3.833,33
Capital	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Non-Labor, Non-Capital	\$0,00	\$2.500,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2.500,00
TOTAL	\$1.672,26	\$4.661,07	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$6.333,33

Diseño: Panduit Costa Rica

De acuerdo al costo estimado para proceder con el desarrollo del proyecto se requiere aprobación del gerente del departamento, supervisor o gerente del área. Por lo que para el costo aproximado de \$6.333 el proyecto es aprobado por el Gerente del Departamento de Producción y en el siguiente Cuadro No.5 se

muestra que la inversión en el proyecto de \$6.333 y los beneficios del mismo de \$35.180. De igual manera, en el cuadro No.6 se muestra cómo se espera que la inversión en el proyecto se recupere en 1.8 meses una vez implementadas las mejoras.

Cuadro No. 5 Beneficios esperados

Beneficios	Ahorros Totales
Ahorro en bolsa	\$4.912
Ahorro en caja	\$1.163
Ahorro en aumento de producción	\$29.105
Total de Beneficios	\$35.180

Diseño: Panduit Costa Rica

Cuadro No. 6 Retorno de inversión

Costos Proyecto / Beneficios en Ahorros	Total
Total de Costos	\$6.333
Total Beneficios	\$35.180
Retorno Inversión	2

Diseño: Panduit Costa Rica

CAPÍTULO VI

6 Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Con estas herramientas y métodos utilizados se logra obtener información para mejorar el control del proceso, analizar los resultados e implementar los cambios, pero sobretodo obtener información verídica de los que sucede en la planta.
- En la propuesta de la estandarización de recopilar las producciones reales diarias se obtienen resultados en los cuales se resaltan las diferencias en horas teóricas con respecto a las horas disponibles, lo cual lleva a la propuesta de realizar los estudios de tiempos de producción para actualizar los mismos en el sistema de Oracle y así disminuir las variaciones en las horas teóricas del proceso.
- Mejorando la actividad de la bolsa y eliminando el proceso del sensor, se logra disminuir el tiempo de empaque de producto terminado de moldeo actual de 205 minutos con lo cual se logra llegarlo a 147 minutos con las mejoras antes comentadas.
- Con las mejoras propuestas, se esperan unos ahorros que rondarán los \$35.000 anuales o aún más y que la inversión se estaría recuperando en 2 meses una vez implementadas las mejoras.

6.2 Recomendaciones

- Implementar las propuestas estudiadas y analizadas en este proyecto para obtener una mayor productividad y ahorros del mismo proceso, las cuales son el uso de otra bolsa con menor costo, el uso de otra caja con un menor costo, la eliminación de la actividad del sensor y la actualización de los tiempos de producción de la familia estudiada hasta este momento.
- La capacitación del personal para cualquiera de los cambios que se implementen es vital para obtener resultados positivos, ya que es indispensable su participación y colaboración como parte del éxito de las mejoras propuestas.
- Establecer responsables y fechas que permitan un mayor control de las mejoras propuestas y con ello de la producción, para que exista una mejora continua y que logre conocer también errores presentados en la ejecución del mismo.
- De igual manera, se recomienda que se continúe con la actualización de los tiempos de producción de las familias del área de moldeo y extender la mejora a las otras áreas de Panduit.

7 Bibliografía

- Babbage, C. (1832). *On the Economy of Machinery and Manufactures*. The Echo Library.
- Benjamin, W. N. (2009). *INGENIERÍA INDUSTRIAL: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México, D.F.: Mc Graw-Hill.
- Chase, R. B. (2014). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: Producción y cadena de suministros*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- García, I. (2001). *CRM. Gestión de la relación con los clientes*. Madrid: FC Editorial.
- Garrido, S. (2003). *Dirección Estratégica*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México, DF.: MacGraw - Hill.
- Guzman, C. (2010). Administración de la Producción . En C. Guzman.
- Institute, P. M. (2013). *GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS*. Pensilvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.
- Instituto Andaluz de Tecnología. (s.f.). Guía para la gestión basada en procesos. En M. A. Jaime Beltran, *Guía para la gestión basada en procesos* (pág. 20). Imprenta Berekintza.
- Instituto Andaluz de Tecnología. (s.f.). *Guía para una gestión basada en procesos*. Imprenta Berekintza.
- Jaffe, D. W. (12 de July de 2016). *THE INDUSTRIAL ENGINEERING FIELD: INSTITUTE OF INDUSTRIAL & SYSTEM ENGINEERS (IISE)*. Obtenido de INSTITUTE OF INDUSTRIAL & SYSTEM ENGINEERS (IISE): <http://www.iienet2.org/Details.aspx?id=2644>
- Jared R. Ocampo, A. E. (2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. Panama City, Panama.: Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Jez, J. M. (2015). *Lean Enterprise*. CA, USA: O'Reilly Media, Inc.
- Lopez, B. S. (2012). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

- MacInnes, R. L. (2002). *The Lean Enterprise: Memory Jogger*. New Hampshire, USA: GOAL/QPC.
- Marín, N. R. (Marzo de 2017). DISEÑO DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DE NO CONFORMIDADES POR DAÑOS EN SELLOSTIPO B DE CATETERES, EN DEPARTAMENTODE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEDISPOSITIVOS MEDICOS EN COSTA RICA. Heredia, Costa Rica.
- McCarty, T. B. (2004). *Six sigma black belt handbook*. McGraw-Hill.
- Montoya, J. V. (Agosto de 2017). AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA REDUCCIÓN DE LAS DEPENDENCIAS DE PROCESO EN EL ÁREA DE PASTEURIZADOS DE DOS PINOS COYOL. Alajuela, Costa Rica.
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- Rajadell, M. &. (2014). *Lean Manufacturing: La Evidencia de una Necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Ramírez, G. A. (Setiembre de 2016). Optimización de Metodología de Proyectos en el Proceso de Bill to Order de Panduit. Alajuela, Alajuela, Costa Rica.
- Setó, D. (2004). *De la calidad de servicio a la fidelidad del cliente*. Madrid: ESIC Editorial.
- Trejos, L. G., & Parajeles, Y. R. (Diciembre de 2015). MEJORA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCTOS CONDUIT EN LA EMPRESA CONEXOTUB, MEDIANTE EL CONTROL DE PROCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA. Alajuela, Costa Rica.
- Tschohl, J. (2001). *Servicio al cliente: el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia*.
- UNIT, (. u. (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Montevideo: UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas).
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México DF: McGrw Hill Interamericana.

www.microsoft.com. (s.f.). Recuperado el 25 de Agosto de 2009, de
[http://www.microsoft.com/business/smb/es-
es/marketing/marketing_relacional.msp](http://www.microsoft.com/business/smb/es-es/marketing/marketing_relacional.msp)x

8 Glosario

Términos

Control visual: Los indicadores visuales usados para asegurar que un proceso produce lo esperado, y si no, lo que debe ocurrir.

Datos: Información basada en hechos y usada como base para los análisis más detallados.

Debate de ideas: El proceso de capturar las ideas de las personas y organizar sus pensamientos alrededor de temas comunes.

Demanda del cliente: La cantidad de productos o servicios demandados por el cliente. También referido a tiempo de ejecución.

Desperdicio: Cualquier cosa que agrega costo o tiempo sin agregar valor. Los siete desperdicios más comunes son: 1) Sobre-producción, 2) Espera, 3) Transporte, 4) Sobre-procesamiento, 5) inventario, 6) Movimiento, y 7) Corrección (de efectos). Muchas veces se encontrará con un octavo desperdicio siendo este, 8) El mal uso de la destreza de los trabajadores.

Diagrama de causa y efecto: La representación visual que muestra claramente os diferentes hechos que afectan un proceso.

Empujar: El trabajo continúa hacia delante sin la solicitud del cliente.

Flujo: El movimiento de material o información.

Justo-A-Tiempo: Sinónimos de flujo continuo. Es la provisión que el proceso o el cliente recibe el producto o servicio exacto en la cantidad adecuada y en el momento oportuno.

Kaizen: “Kai” significa “apartar” y “zen” significa “hacerlo bien”. Kaizen por lo tanto es sinónimo de optimación continua.

Mapeo de proceso: Representación visual de una secuencia de operaciones (tareas) que consiste en el personal, las tareas del trabajo y las transacciones resultantes del diseño y la entrega de un producto o servicio.

Métrica: Un número específico (datos) utilizando para medir antes y después de las iniciativas de iniciación.

Origen de la causa: El origen fuente de un problema.

Proceso: Una secuencia de tareas (o actividades) para entregar un producto o servicio.

Resolución de problemas: Un equipo que trabaja siguiendo procesos estructurados para remediar una situación que ha causado una desviación de la norma.

Tabla de control: La representación visual del seguimiento del proceso a lo largo del tiempo. Similar a los gráficos de líneas.

Tabla de trabajo estándar: La representación visual mostrando la secuencia, el diseño del proceso y las unidades de trabajo para un proceso.

Tiempo cíclico: El tiempo transcurrido entre el inicio de una solicitud de trabajo hasta su finalización.

Tiempo de ejecución: El ritmo de la demanda del cliente. El tiempo de ejecución determina cuán rápido un proceso debe ser para ajustarse a la demanda del cliente.

Tiempo de espera: La cantidad de tiempo que una solicitud de una unidad de trabajo o servicio demora para ser procesada.

Trabajo estándar: Este es un proceso que consiste en recolectar la información relevante para documentar la mejor forma de producir una unidad de trabajo o proveer un servicio. Debe ser la base para todas las continuas actividades de optimación.

9 Anexos

9.1 Tiempos proceso Actual y Futuro

	Tiempo Proceso/Min	Tiempo Empaque/Min
Proceso Actual	513.2	205
Proceso Futuro	455	147
Diferencia	58.2	58

Diseño: Creación Propia

9.2 Tiempos de empaque para el proceso actual

Fecha: 6-Ene al 26-Ene		Ordenes en Proceso de Empaque							
Orden	MAQUINA		SENSOR		MESA				
	Vaciar Pcs en el cajón	Batching system	Paso por el sensor	Insertar pcs bolsa	Armar caja y coloca bolsas	Sellar caja	Colocar cajas en tarima	Colocar piso de cartón en la tarima	
1	16	35	57	8	17	6	28	37	
2	19	20	55	10	11	5	32	58	
3	22	21	51	15	13	4	29	60	
4	16	20	58	13	12	4	28	58	
5	19	22	57	11	11	4	30	57	
6	22	19	63	8	10	3	35	45	
7	16	22	58	10	14	4	33	51	
8	19	21	65	11	12	4	35	36	
9	22	20	55	9	11	3	32	58	
10	21	25	59	11	12	4	29	48	
11	20	20	56	10	13	4	35	41	
12	21	17	55	12	10	4	32	35	
13	20	16	61	11	15	5	29	58	
14	21	16	58	10	11	3	36	45	
15	20	13	53	9	10	4	35	38	
16	20	20	60	13	12	3	35	48	
17	21	21	55	11	11	3	33	43	
18	20	20	62	8	10	4	34	47	
19	21	22	59	11	11	4	36	55	
20	20	29	55	10	9	3	33	50	
21	21	22	58	15	11	4	37	32	
22	22	21	59	14	10	3	32	43	
23	16	20	58	11	15	3	34	58	
24	19	16	53	13	11	3	30	47	
25	22	16	58	10	12	3	32	38	
26	21	16	58	15	13	4	32	35	
27	20	19	60	12	10	3	36	58	
28	21	17	57	11	15	5	31	58	
29	20	22	58	10	12	5	37	41	
30	21	21	62	14	11	4	35	38	
Promedio Min	20,0	20,3	58,0	11,2	11,8	3,8	32,8	47,2	
Tiempo Min		205,1							

Diseño: Creación Propia

9.3 Tiempos de empaque para el proceso mejorado

Fecha: 5-Feb al 23-Feb		Ordenes en Proceso de Empaque						
Orden	MAQUINA			MESA				
	Vaciar Pcs en el cajón	Batching system	Insertar pcs bolsa	Armar caja y coloca bolsas	Sellar caja	Colocar cajas en tarima	Colocar piso de cartón en la tarima	
1	20	20	8	10	3	35	45	
2	21	17	10	14	4	33	51	
3	20	16	11	12	4	35	36	
4	21	16	9	11	3	32	58	
5	20	13	11	12	4	29	48	
6	20	20	10	13	4	35	41	
7	21	21	12	10	4	32	35	
8	20	20	11	15	5	29	58	
9	21	22	10	11	3	36	45	
10	20	22	9	10	4	35	38	
11	19	21	12	12	3	35	48	
12	22	20	11	11	3	33	43	
13	16	16	8	10	4	34	47	
14	19	16	11	11	4	36	55	
15	22	19	10	9	3	33	50	
16	16	22	12	11	4	37	44	
17	19	21	13	10	3	32	43	
18	22	20	11	15	3	34	58	
19	21	25	12	11	3	30	47	
20	21	22	10	12	3	32	38	
21	22	21	8	17	6	34	37	
22	16	20	10	11	5	36	58	
23	19	16	14	13	4	33	60	
24	22	16	12	12	4	37	58	
25	21	16	11	11	4	30	57	
26	20	19	11	15	5	29	58	
27	21	17	10	11	3	36	45	
28	20	22	9	10	4	35	41	
29	21	21	12	12	3	35	48	
30	20	29	11	11	3	33	43	
Promedio	20,1	19,5	10,6	11,8	3,7	33,5	47,8	
Tiempo Min		147,0						

Diseño: Creación Propia

9.4 Tiempos para nuevo routing

Fecha: 9-Feb-2018		CMB**-X Tiempo en Segundos							
Item	Tiempo de set up	MAQUINA			MESA				
		Vaciar Pcs en el bolw feeder	Batching system	Cortar cinta que amarra las cajas	Armar caja	Insertar bolsas en caja	Sellar caja	Colocar cajas en tarima	Colocar piso de cartón en la tarima
	Toma el rollo de bolsas lo monta en la bagger, se ajusta proceso para iniciar la orden.	Toma el cajón con material y alimenta el material en la tolva (1 vez cada 7000 pcs) NOTA: tiempo por 1 cajón	El sistema cuenta 10pcs, las inserta en la bolsa y sella bolsa (10pcs x bolsa). NOTA: tiempo por bolsa.	Toma las cajas, corta la cinta que las sostiene y bota la cinta NOTA: tiempo por 25 cajas.	Toma la caja, toma las etiquetas, etiqueta la caja, arma la caja y la coloca en la balanza (5 bolsas x caja) NOTA: tiempo por caja	Toma la bolsa, la pesa, scanea la bolsa y las coloca en caja (5 bolsas por caja). NOTA: tiempo por 1 caja	Toma la caja, la cierra, la scanea y la coloca en la selladora (5 bolsas x caja). NOTA: tiempo por caja	Toma las cajas, las coloca en la tarima y se devuelve a la mesa de trabajo (5 bolsas x caja). NOTA: tiempo por 12 cajas	Va a traer el cartón, lo corta a la medida correcta y lo coloca en la tarima (1 vez cada 222 cajas) NOTA: tiempo por 1 cartón
1	1469	35	10	9	8	20	6	28	53
2		28	11	8	10	21	5	32	
3		33	15	9	12	20	4	29	
4		34	9	8	9	21	4	28	
5		34	12	8	9	20	4	30	
6		29	9	8	9	22	3	42	
7		28	12	8	10	17	4	40	
8		33	11	10	9	17	4	36	
9		32	11	8	10	20	3	35	
10		35	7	8	10	17	4	33	
11		34	9	9	8	16	4	35	
12		33	8	8	7	16	4	32	
13		35	11	8	8	19	5	29	
14		34	9	8	9	22	3	36	
15		31	10	8	9	21	4	35	
16		29	8	7	10	20	3	35	
17		32	9	9	7	21	3	33	
18		35	9	9	7	20	4	34	
19			8	8	7	21	4	36	
20			7	8	7	20	3	41	
21			7	8	9	22	4	37	
22			10	11	9	17	3	32	
23			8	9	7	17	3	34	
24			9	8	7	20	3	30	
25			10	9	8	17	3	32	
26			7	13	7	16	4	32	
27			10	8	7	16	3	36	
28			11	9	8	19	5	31	
29			9	8	9	16	5	37	
30			12	8	8	18	4	35	
Promedio		32.44444444	9.6	8.566666667	8.466666667	18.96666667	3.833333333	33.83333333	53
Tiempo x pc (seg)		0.004634921	0.96	0.006853333	0.169333333	0.379333333	0.076666667	0.056388889	0.004774775
Tiempo x pc (hr)		1.28748E-06	0.000266667	1.9037E-06	4.7037E-05	0.00010537	2.12963E-05	1.56636E-05	1.32633E-06
(+ 15% suplementos)		1.28748E-06	0.000266667	2.18926E-06	5.40926E-05	0.000121176	2.44907E-05	1.80131E-05	1.52528E-06

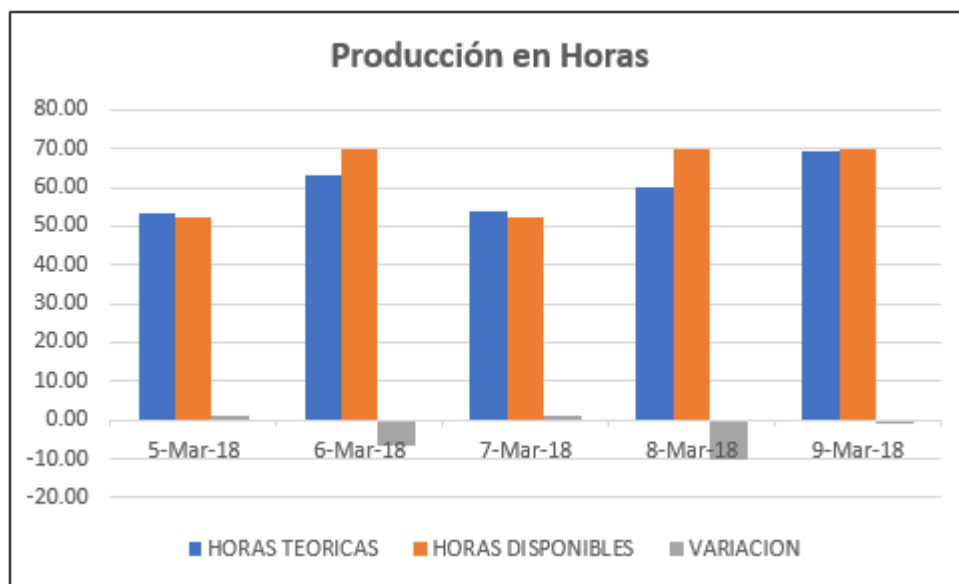
Diseño: Creación Propia

9.6 Tabla resumen semanal de datos con raunting mejorado

Resumen Día						
DIA	HORAS DISPONIBLES	HORAS TEORICAS	VARIACION	EFICIENCIA	META PCS	DISPONIBILIDAD
5-Mar-18	52.50	53.58	1.08	102.07%	100%	100%
6-Mar-18	70.00	63.12	-6.88	90.17%	100%	100%
7-Mar-18	52.50	53.81	1.31	102.49%	100%	100%
8-Mar-18	70.00	59.83	-10.17	85.47%	99%	100%
9-Mar-18	70.00	69.23	-0.77	98.91%	100%	100%
TOTAL	315.00	299.58	-15.42	95.10%		

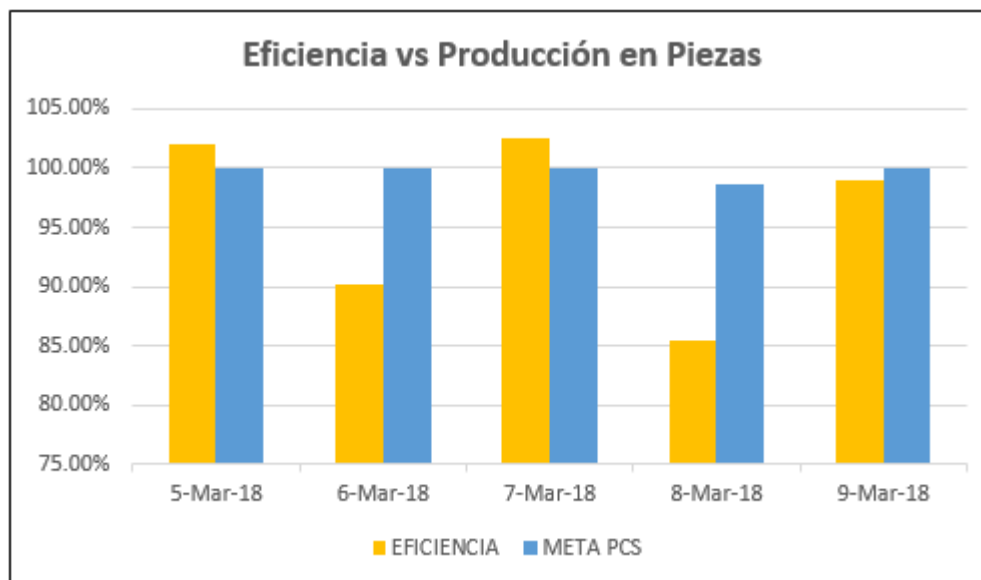
Diseño: Creación Propia

9.7 Gráfico de producción en horas mejorado



Diseño: Creación Propia

9.8 Gráfico de producción en piezas con nuevo raoting



Diseño: Creación Propia

9.9 Tabla de causas de tiempos de producción variables

Causas	Frecuencia	%	80/20
Altas cargas trabajo	80	14%	80%
Proceso no evaluado antes	60	24%	80%
Tiempo se usa en diferentes tareas	55	33%	80%
Falta de indicadores	55	42%	80%
Sistema lento	50	51%	80%
Ajustes manuales	45	58%	80%
Mucho tiempo extra	35	64%	80%
Falta de compromiso	35	70%	80%
No estandarizado	30	75%	80%
Cada persona lo hace diferente	25	80%	80%
Errores manuales	20	83%	80%
Mucho tiempo de espera por sistema lento	20	86%	80%
Cambios en prioridades	15	89%	80%
Nuevas órdenes	15	92%	80%
No se mide en evaluaciones	15	94%	80%
Inspecciones al 100%	15	97%	80%
Reprocesos	10	98%	80%
Mezcla de materiales	5	99%	80%
Información no centralizada	5	100%	80%
590			

Diseño: Creación Propia