

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLERATO EN LA CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TÍTULO

**REDISEÑO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN LA LÍ-
NEA 6 (MULTIEMPAQUES) DE COCA COLA FEMSA, PLANTA DE CORONA-
DO, DICIEMBRE, 2017**

ESTUDIANTE:

ARTURO BRICEÑO CAMPOS

TUTOR:

ING. MARCO CARTÍN GAMBOA, MII

SAN JOSÉ, DICIEMBRE, 2017

Acta de Aprobación

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 20 de Marzo de 2018

Destinatario
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señores:

El estudiante Arturo Briceño Campos, cédula de identidad número 502560954, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: REDISEÑO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN LA LÍNEA 6 (MULTIEMPAQUES) DE COCA COLA FEMSA, PLANTA DE CORONADO, DICIEMBRE, 2017, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

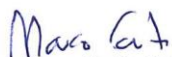
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y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

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	15%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		90%

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

Atentamente,



Ing. Marco Cartín Gamboa. MII
 Cédula identidad: 110610393
 Carné Colegio Profesional: II-15546

Heredia, Sábado 21 de abril del 2018.

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **Arturo Briceño Campos**, cédula de identidad **502560954**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **REDISEÑO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN LA LÍNEA 6 (MULTIEMPAQUES) DE COCA COLA FEMSA, PLANTA CORONADO, DICIEMBRE 2017**, el cual ha elaborado para optar por el 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 el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos 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 posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Gabriel Gómez Aguilar

113940038

CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO

San José 28 de abril del 2018.

SEÑORES
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

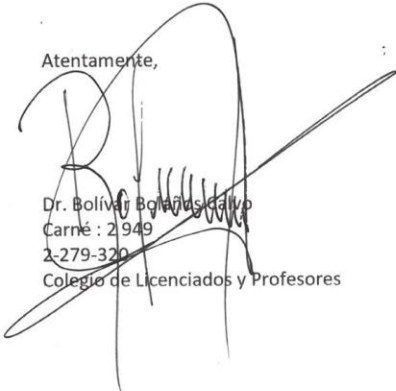
Estimados señores:

Hago constar que he revisado el trabajo de graduación (**TESINA**) del estudiante **ARTURO BRICEÑO CAMPOS**, denominado **REDISEÑO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN LA LÍNEA 6 (MULTIEMPAQUES) DE COCA COLA FEMSA, PLANTA DE CORONADO, DICIEMBRE, 2017**, para optar por el grado académico de **BACHILLERATO 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 el autor.

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. Bolívar Bolaños Salgado
Carné : 2949
2-279-320
Colegio de Licenciados y Profesores

DECLARACIÓN JURADA

Yo Arturo Briceno Campos, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 502560954 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido 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 Bachillerato en Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Rediseño y mejora de la productividad del proceso en la línea 6 (Multiempaques) de Coca Cola Famsa, planta de Coronado, Diciembre 2017, 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 San José, a los 21 días del mes de Marzo del año dos mil dieciocho.


Firma del estudiante
Cédula: 502560954

Dedicatoria

“ A Dios por darme la vida y la salud necesaria hasta hoy, con fortaleza indispensable en momentos difíciles, guiándome para ser una persona de bien y enseñándome a nunca desfallecer, ya que nunca me abandonara, con la Virgencita de los Ángeles por ayudarme a hacer un vivo testimonio de lucha.

A mi gran familia, por el empuje que me dieron en todo momento de dudas.

A mis padres, por darme la educación necesaria y apoyo, por inculcarme valores profundos de convivencia, de esfuerzo y trabajo honrado.

A mi esposa María de los Ángeles; mis hijos Christopher y Hillary que son la razón de mi vida, por su apoyo incondicional, amor y comprensión; mis motivaciones diarias para salir adelante y tener un futuro mejor siempre unidos.

A mis hermanos(as), que me ayudaron a sobreponer mis temores ante la enfermedad, a Lilliana que está en el cielo y que la extrañamos mucho, gracias por ser tan buena hermana”

Arturo Briceño Campos

Agradecimientos

Especial agradecimiento a la Compañía Coca Cola FEMSA, en la planta NO Carbonatados en Coronado, por haberme permitido y confiado en la realización de este importante proyecto para mi carrera, a todos los compañeros de trabajo que sin la ayuda de ellos no podría hacer un buen desarrollo del mismo.

Al Ing. Marco Cartín Gamboa, que con su la ayuda profesional, me guío en la elaboración de este trabajo; también se les agradece a los miembros de la Unidad de Investigación de las ingenierías, en la formulación, desarrollo y revisión de esta Guía de Proyectos, los miembros son:

- Ing. German Rudín Vargas
- Ing. Ana Catalina Leandro Sandí.

Epígrafes

“Recuerda con gratitud el pasado, vive con pasión el presente y ábrete con esperanza al futuro”.

Santo Juan Pablo II

Índice General

Acta de Aprobación.....	ii
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	vii
Epígrafes.....	viii
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Cuadros.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
Acrónimos y siglas.....	xvii
Resumen.....	xviii
CAPÍTULO I.....	16
1.1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.2 Antecedentes del contexto de la empresa.....	24
Generalidades de la Empresa.....	24
Perfil de la Empresa:.....	24
Misión.....	25
Visión.....	25
Valores.....	25
1.3 Definición del Problema.....	29
1. 4 Justificación del problema.....	31
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	31
1.5.1. Objetivo general.....	31
1.5.2. Objetivos específicos.....	31
1.6 ALCANCES, EXCLUSIONES Y LIMITACIONES.....	32
1.6.1 Alcances.....	32
1.6.2 Exclusiones.....	32
1.6.3 Limitaciones.....	33
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.....	35
Técnicas de ingeniería industrial y el análisis económico de la producción:.....	38

Estudio del trabajo:	38
Simplificación del trabajo:	38
Análisis de Pareto:	38
Método justo a tiempo (JIT):	38
Análisis costos/ beneficios:.....	39
Diagrama de Flujo en Funciones Cruzadas	39
2.2 MARCO ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	41
Metodología DMAIC Six Sigma	42
Fases del DMAIC.....	42
<input type="checkbox"/> Definición:	42
<input type="checkbox"/> Medición:	43
<input type="checkbox"/> Analizar:.....	43
<input type="checkbox"/> Implementación:.....	43
<input type="checkbox"/> Controlar:	44
El Enfoque Six Sigma.....	45
Las herramientas para Six Sigma.....	48
Lean Manufacturing.....	49
¿Qué es Lean Manufacturing?.....	49
Modelo Estratégico y Herramientas del Lean Manufacturing.....	51
Herramientas Mudas (Desperdicio y Ociosidad)	52
Algunos Desperdicios (MUDA)	52
Esperas	53
Transporte de Producto	55
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	56
Historia de la Productividad.....	56
Característica general de la productividad	58
Técnicas de Mejoramiento de la productividad.....	59
Eficiencia.....	61
Impactos de la eficiencia.....	62
Eficacia.....	62
2.4 Antecedentes de Proyectos y Experiencias Semejantes.....	63
2.5 Teorías o Postulados Relacionados.....	66
Frank y Lilliam Gilbreth	66

Frederick Taylor.....	66
William Edwards Deming	67
Enseñanzas de Deming.....	67
Henry Lawrens Gantt.....	68
Henry Ford: Creo varios principios, entre ellos:	68
CAPÍTULO III	73
MARCO METODOLÓGICO	73
3.1 Metodología para la Definición del Problema	72
3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del proyecto	73
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	75
Diagrama de Flujos ASME	75
Diagrama de Pareto	77
Diagrama de Ishikawa	78
Diagrama de Gantt.....	79
Herramienta SIPOC.....	80
Project Chárter.....	82
3.4 Metodología para la Implementación del Proyecto	84
Las herramientas propuestas para esta metodología son:	84
3.5 Metodología para la Verificación, Aseguramiento, Control y Seguimiento	89
del Proyecto	89
Gráficos de Control X R	89
CAPÍTULO IV.....	92
4.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	92
4.1.1 Oportunidades de mejora.....	93
4.1.2 Composición de Mano de Obra en la Línea 6	97
4.1.3 Puestos de trabajo Línea 6.....	99
4.1.4 SIPOC Clientes Internos de la línea 6.....	102
4.1.5 Portafolio de Productos del Proceso	103
4.1.6 Diagrama de flujo del proceso Línea 6.....	105
4.1.7 Definición de las entradas y salidas del proceso en la línea 6	109
4.1.8 Proceso SIPOC Línea 6	110
4.2 Medir Indicadores	112
4.2.1 Capacidad Operativa de la Línea 6	115

4.2.2 Identificar los desperdicios (costos):.....	116
4.3 Analizar Causas de fallas	121
4.3.1 Diagrama Pareto (80-20).....	122
4.3.2 Mapear del proceso	128
4.3.3 Analizar las posibles causas de los problemas.....	130
4.3.4 Analizar de Causas de Baja Productividad	133
4.3.5 Analizar las Oportunidades de Mejora (Ishikawa)	134
4.3.6 Analizar las Oportunidades de Mejora (ARA)	137
4.3.7 Análisis de hallazgos en Árbol de Realidad Actual	138
4.4 Analizar Tiempos de Operación.....	139
4.4.1 Justificación del Estudio de Tiempos para Línea 6.....	140
Hallazgos encontrados en el estudio de tiempos (Cuellos de botella).....	141
4.4.2 Elaboración y cálculo de fórmula	141
Conclusiones preliminares de Línea base.....	153
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	155
5.1 Diseño para Mejoras.....	156
5.2 Implementar mejoras del proceso	157
5.2.1 Costos elevados en 2do Re-empaque:.....	158
5.2.2 Falta de Producto en línea 6.....	161
5.2.3 Propuesta para Mejorar	162
5.2.4 Costo/ Beneficio de la obra:.....	166
5.2.5 Riesgos.....	170
5.3 Implementar los estándares de procedimientos y métodos de trabajo	170
5.3.1 Carga de cajas hacia la mesa.....	170
5.3.2 Cuello de botella (Emplasticado).....	174
5.4 Controlar Mejoras Implementadas	177
5.4.1 Mayor supervisión y control del proceso.....	178
5.4.2 Mantenimiento por fallas en horno.....	179
5.5 Seguimiento a las mejoras.....	181
5.5 Resultados Obtenidos.....	184
En Eficiencia:	185
Eliminación de Re empaques:	186
En Tiempos Extraordinarios:	187

5.6 Información al personal.....	188
CAPÍTULO VI.....	185
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	185
6.1 CONCLUSIONES.....	191
6.2 RECOMENDACIONES.....	194
BIBLIOGRAFÍA.....	193
Referencias Bibliográficas.....	199
Citas Bibliograficas.....	200
APENDICE.....	201
GLOSARIO.....	203
ANEXOS.....	199

Índice de Tablas

Tabla 01 Costos Totales promedios Línea 6.....	31
Tabla 02 Ejemplo de Project Chárter	83
Tabla 03 Proceso de Estudios de Tiempos.....	85
Tabla 04 Ejemplo de Valoración del ritmo de trabajo.....	87
Tabla 05 Ejemplo de Suplementos	88
Tabla 06 Información precio de horas/ hombre de personal operativo	98
Tabla 07 SIPOC interno de Línea 6.....	102
Tabla 08 Portafolio de Productos en Línea 6.....	104
Tabla 9 Análisis SIPOC Proceso Multiempaques	111
Tabla 10 Información de la producción actual.....	112
Tabla 11 Bandejas desechadas Trimestralmente Línea 6.....	117
Tabla 12 Costo de Reproceso Te HiC Price Smart	117
Tabla 13 Paros en la línea 6 Pareto	122
Tabla 14 Análisis de los 5 porqués?	131
Tabla 15 Tiempos de Cargar mesas con producto.....	142
Tabla 16 Calculo de toma muestras en tiempos.....	143
Tabla 17 Metodología del diseño	157
Tabla 18 Presupuesto preliminar en Project chárter	163
Tabla 19 Cronograma de actividades en Gantt.....	165
Tabla 20 Estudios de Tiempos.....	173
Tabla 21 Estudios de tiempos estándar Corte y Sellado	176
Tabla 22 Control de Tiempos (paros en línea).....	179
Tabla 23 Hoja Control de producción Línea 6.....	182

Índice de Cuadros

Cuadro No.01 Programa de Producción Línea 6.....	126
Cuadro No. 02 Cuadro de Resúmenes	184
Cuadro No.03 Cuadro de Indicadores diarios por líneas.....	185

INDICE DE FIGURAS

Figuras No. 1 Organigrama Planta de Coronado.....	28
Figuras No.2 Ejemplo de Diagrama de Funciones Cruzadas	40
Figuras No. 3 Imagen de Espera.....	54
Figuras No.4 Fotografía de Transporte de Producto	55
Figuras No.5 Ejemplo de Diagrama Flujos.....	76
Figuras No.6 Ejemplo de Diagrama Pareto	77
Figuras No.7 Ejemplo de Diagrama Ishikawa.....	78
Figuras No.8 Ejemplo de Diagrama Gantt	80
Figuras No.9 Ejemplo de Diagrama SIPOC.....	81
Figuras No.10 Procedimientos Sistemáticos de Métodos	84
Figuras No.11 Ejemplo de Gráfico de Control	89
Figuras No.12 Proceso de Mejora DMAIC	93
Figuras No.13 Diagrama de Funciones Cruzadas.....	95
Figuras No.14 Ilustración de Modelo Trabajo Línea 6	99
Figuras No.15 Simbología de Figura Ilustrativa Línea 6	101
Figuras No.16 Transformación de Empaque en Cajas	105
Figuras No.17 Diagrama de Flujo Actual L-6.....	107
Figuras No.18 Sistema Productivo Línea 6.....	109
Figuras No.19 Gráfico de Producción 2017 Línea 6.....	113
Figuras No.20 Gráfico de Capacidad de producción Línea 6	115
Figuras No.21 Costo 2do. Reproceso.....	116
Figuras No.22 Gráfico de Costos por Penalización	119
Figuras No.23 Gráfico de Tiempos Extras en 2017.....	120
Figuras No.24 Diagrama 80-20 Línea 6 (Pareto).....	124
Figuras No.25 Diagrama de Serpientes Proceso Línea 6	128
Figuras No.26 Diagrama de Serpientes: Identificar Causas	129
Figuras No.27 Diagrama de Serpientes: Analizar Causas	130
Figuras No.28 Diagrama de Ishikawa actual Línea 6.....	135
Figuras No.29 Árbol de la Situación Actual Real Línea 6	137
Figuras No.30 Hallazgos de Fallas Ergonomía Línea 6.....	145
Figuras No.31 Modelo de Sala Actual Línea 6	151
Figuras No.32 Entrada/salida de la Línea 6.....	152
Figuras No.33 Transformación de Empaques	153
Figuras No.34 Panel de Control Programado de Empaques	159
Figuras No.35 Panel de Control Selección de Tipos Empaques.....	160
Figuras No.36 Modelo Propuesto en Línea 6	168
Figuras No.37 Acceso propuesto en sala de Línea 6.....	169
Figuras No.38 Mejora Ergonómica Implementada	171
Figuras No.39 Candadejo en panel de Control	174
Figuras No.40 Actividades del Mantenimiento Diario	180
Figuras No.41 Actividades del Mantenimiento Semanal Línea 6	181
Figuras No.42 Gráfico de Comportamientos paros Enero 2018.....	183
Figuras No.43 Empaque automatizado Implementado Te Price Smart 24 unidades.....	186
Figuras No.44 Paros de Línea 6 Enero 2018	188

Acrónimos y siglas

UH	Universidad Hispanoamericana
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
QDF	<i>Quality Function Deployment</i>
DMAIC	D =Definir, M = Medir, A = Analizar, I = Implementar, C = Controlar
SIPOC	Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Clientes
TPS	<i>Toyota Production System</i>
FEMSA	Fomento Económico Mexicano Sociedad Anónima
HI-C	Jugos y Néctares Frutales Marca Hi-C
GE	<i>General Electric</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
CTQs	<i>Control Total Quality</i>
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
JIT	Justo a tiempo
MUDA	Inutilidad, Ociosidad, desperdicio o superfluidad
AMFE	Análisis modal de fallas y efectos
MURA	Desnivel, discrepancia, variabilidad del flujo de trabajo
MUN	Sobrecarga
MURI	Sobrecarga de trabajo que produce cuellos de botella
QUICK FIX	Mejoras rápidas
CEDIS	Centro de distribución para ventas
SKU	<i>Stock keeping unit</i>
Uds	Unidades

Resumen

En el presente proyecto de investigación que se realizó en el Departamento de Línea 6, Multiempaques de la planta de Coronado de Coca Cola Femsa; y se planteó como meta aumentar la eficiencia en un 10%, realizar un análisis profundo de la productividad en la línea, y con el objetivo de implementar mejoras en su proceso, para minimizar los costos operativos en un 40%, sobre el material de empaque; con alcance en tiempo de Enero a Diciembre 2017 y de Análisis de resultados entre Enero a Marzo 2018.

Los mayores problemas que originaron el estudio fueron la baja eficiencia de un 72.5% promedio mensual actual versus el indicador establecido por la planta que es de un 91% actual, los costos elevados de operación, que son actualmente en ₡1.952.164,67 por material de empaque desechado, falta de procedimientos y métodos estandarizados en su proceso productivo; lo que evidenció la necesidad de analizar, revisar y mejorar el proceso actual para obtener mejores utilidades para la empresa.

Para los objetivos, se encuentran mejorar la eficiencia operativa de la línea, reducir la variabilidad de fallas en el proceso y propiciar procesos estandarizados en mejora continua.

La obtención mejores resultados, inicialmente se verifico un enfoque cuantitativa del problema, se justificó la necesidad de intervención, se mapeo el proceso, y de cálculos de tiempo y los resultados se sometieron a revisión con la gerencia de la planta.

Ante lo anterior, se diseñó un procedimiento y métodos de trabajo estandarizados, según el requerimiento de los indicadores de la planta y se recomiendan mejorar el diseño de la sala de producción y mantener los controles necesarios de las implementaciones a la gestión operativa para el mejoramiento de su productividad, en términos de eficiencia en la línea, se logró en los 2 primeros meses del

año y 10 días hábiles de marzo 2018, alcanzar en promedio un 85,06%; una diferencia de **+12.56%**, superando la meta propuesta al inicio de este trabajo de aumentar la eficiencia mensual en un **10%**.

Se logra implementar el empaque de pedidos para Price Smart en forma automatizada en las líneas envasadoras, con esto se trabaja con el modelo justo a tiempo (JIT), evitando producto almacenado para luego re procesar y la pérdida de material de empaque primario de 61.727 unidades mensuales, la reducción de tiempos extraordinarios de 409 horas mensual promedio en 2017 a 76 horas mensual promedio en los primeros 2 meses del 2018, con una reducción de 333 horas por mes; en términos generales en costos operativos, se logró en los 2 primeros meses del año 2018, reducir en promedio un 70,5% versus la meta propuesta de disminuir un 40%; una diferencia de **30,5%** de mejora a lo presupuestada.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre cómo mejorar la productividad en la línea 6 de la planta No carbonatados Coca Cola FEMSA en San Antonio de Coronado, donde hay una línea de empaques diversos llamada Línea 6, actualmente se tienen laborando con personal tercero subcontratado, compuesto en 2 tripulaciones de 8 horas, que tiene la responsabilidad en diversidad de Multiempaques o especiales, promocionales por temporadas y para clientes específicos informales o no frecuentes, pero que son importantes en el área nacional como internacional; aquí se procesan una mezcla en sabores de jugos a base de frutas tropicales en empaques en cajas de cartón y embalado con plástico individualmente.

Anteriormente se trabajó en esta línea con un modelo de maquiladora, donde se pagaba a una empresa externa, caja por caja producida, este modelo se terminó su contrato por los costos que eran muy elevados, además generaba un amplio trabajo de control interno para la área contable, por las múltiples generaciones de ordenes diarias de producción; luego activa un sistema con el personal operativo llamado “terceros”, con la supervisión y administración de tareas por parte de jefaturas de la empresa Coca Cola Femsas

La planta no carbonatados de Femsas en total promedio que se genera en la producción es de 425.865 cajas físicas mensuales; y solo en esta línea 6 se produce el 25% de las ventas de dicha planta procesadora, aproximadamente 106 466 cajas, actualmente se mantiene en un 72% promedio de eficiencia acumulada mensual, de una meta propuesta por la compañía de un 91% como excelente.

Es importante que una línea de producción que tiene una aportación tan representativa en cajas físicas, con indicador de eficiencia muy por debajo a la meta

establecida por la empresa, con 19 puntos porcentuales por debajo, será su enfoque en un análisis de la situación actual y todos sus afectaciones en su proceso, mercado en desabasto, en general muchos por su baja productividad.

(W.E.Demings, 1982) Afirma:

“El consumidor no siempre quiere subvencionar este despilfarro. El resultado inevitable es la pérdida del mercado. La pérdida del mercado genera desempleo. La actuación de la dirección se debería medir por el potencial para permanecer en el negocio, proteger la inversión, y asegurar los dividendos futuros y los puestos de trabajo al mejorar el producto y el servicio, y no por los dividendos trimestrales” (p.11).

El trabajo estará enfocado en busca de la mejora con la ayuda de la metodología DMAIC six sigma, donde se analizara las causas raíz de sus problemas operativos, entender los factores que provocan la productividad baja en la línea 6, establecer propuestas de mejora que ayuden a bajar los costos de operación los costos actuales en promedio mensual son de ¢1 952 164,67, y se pretende bajar los costos en un 40%, empezando con los pedidos de Te Hi-C para Price Smart y luego continuar con las demás presentaciones, para el beneficio de mayor rentabilidad económica a la empresa, este 40% de mejora de los costos evitando el 2do. Re-empaque, es de ¢780.865.87 mensual, la menor generación de desechos del empaque primario, actualmente se botan 61.727 unidades en cajas de cartón y mejorar los problemas ambientales que se generan al tener que desechar el empaque de cartón primario y hacer un nuevo empaque con otro tipo de cartón.

“La primera etapa está en la identificación de las causas que generan el 80% de los fallos en máquinas y operativos (...) con esto se evaluara el proceso productivo y subprocesos relacionados, todo aplicado en metodología de trabajo DMAIC; para identificar las causas raíz” (Randall, 2016, págs. 1-2)”

La apertura que resalta la organización en adoptar sus implementaciones herramientas de ingeniería industrial actualizada y comprobada al proceso en el sitio,

las recomendaciones que de este trabajo se logren establecer una estandarización de métodos de trabajo, sin la afectación de los estándares de calidad en sus productos al finalizar.

Los objetivos por alcanzar buscan la optimización de la productividad y elaborar una propuesta de mejora, enfocada en los problemas de baja eficiencia, altos costos en re-procesos y mal control en el proceso de la línea 6, y tienen una línea de investigación en Ingeniería de procesos y servicios.

1.2 Antecedentes del contexto de la empresa.

Generalidades de la empresa

Coca Cola FEMSA inicia en Costa Rica en el 2003, cuando toma control del 100% de la mayor franquicia del sistema Coca-Cola en América Latina, Panamco.

Perfil de la empresa

Razón Social: Coca Cola FEMSA (Fomento Económico Mexicano, S.A.)

Apoderado Generalísimo: Arturo Campos Aragón

Año de Fundación Planta de Coronado: Noviembre, 1988

Ubicación Geográfica: San Antonio de Coronado, Calle Otero, San José CR.

Dirección y residencia legal: San Antonio de Coronado.

Dedicación del Negocio: Elaboración y distribución de Jugos Frutales en empaques Tetrabrik

Valor económico y social

Fundada en Monterrey, México, en 1890, FEMSA es una empresa líder que participa en la industria de bebidas operando Coca-Cola FEMSA, el embotellador público más grande de productos Coca-Cola en el mundo; y en el sector cervecero como el segundo accionista más importante de Heineken, una de las cerveceras líderes en el mundo con presencia en más de 70 países. En comercio al detalle participa con FEMSA Comercio, que opera diferentes cadenas de formato pequeño, destacando OXXO la más grande y de mayor crecimiento en América Latina. (Valor económico, social y ambiental FEMSA, Costa Rica)

Misión

La misión de la planta No carbonatados & Coca Cola Femsa satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas.

Visión

La visión de la compañía es ser el mejor embotellador del mundo, reconocido por su excelencia operativa y la calidad de su gente.

Objetivo de la empresa

Se enfoca a maximizar todos los esfuerzos en conjunto con su recurso humano, tecnológico y en armonía con el medio ambiente, en la elaboración de procesos alimenticios estrictamente controlados, asegurando a su cliente final un producto refrescante e inocuo para la salud.

Valores

Pasión por el servicio y enfoque al cliente / consumidor: Promover que todas las actividades que se lleven a cabo, estén enfocadas e identificar y satisfacer las necesidades de los clientes y consumidores, tanto internos como externos, por medio de los productos y servicios que ofrecen. Los clientes y consumidores son la razón de ser de esta compañía.

Innovación y creatividad: La empresa desea que la innovación y creatividad son elementos imprescindibles en la empresa ya que representan una base importante de superación desarrollo y continuidad. Todo lo que se implemente lleva una idea innovadora y creativa, lo que se traduce en excelente resultado, es un objetivo de la empresa distinguirse por su creatividad y capacidad innovadora.

Calidad y productividad: Para esta compañía se procura realizar las cosas una sola vez, para esto se trata de hacer las cosas correctas desde el primer momento utilizando la mejora continua y optimización de los recursos, procesos y tecnolo-

gía, ya que ese es el medio para ser competitivos, tanto nacional como internacionalmente.

Respeto, desarrollo Integral y excelencia del personal: Se impulsa el respeto y desarrollo integral de la persona y su familia, buscando ampliar los conocimientos, habilidades y visión, orientándolos a tener colaboradores de clase mundial, con el fin de que tengan acceso a cultural y moral. Se busca la integración de estos elementos en el personal, ya que se desea que sean capaces de enfrentarse a las exigencias de la globalización y competencia, se considera una empresa humanista.

Honestidad, integridad y austeridad: La honestidad y la integridad de la persona son valores esenciales para el recurso humano que integra esta compañía, entendiéndose por esto que el respeto de los principios éticos y morales sean congruentes con la forma de pensar, decir y hacer de cada colaborador, en donde la austeridad, como variable de desempeño esta direccionada hacia el uso racional y eficiente de los recursos de la empresa.

Plan de contingencia de la empresa:

La empresa Hi-c si cuenta con un plan de contingencia en caso de presentar problemas económicos, pero la persona fuente de información nos indicó que no es accesible al público externo.

Dicha empresa cuenta con, las causas más frecuentes cuando la compañía sufre bajas: la alta competencia de otras bebidas similares, el alza en la tasa dólar, el aumento del petróleo o cualquier otro motivo que afecte los patrones y hábitos del consumidor potencial, se utilizarán medidas agresivas para persuadir a los clientes a fin de lograr los objetivos propuestos en este proyecto así como los ge-

nerales de la empresa, por tales motivos ellos han implementado los siguientes planes de contingencia:

- Aumentar el presupuesto para la repetición de las transmisiones por televisión, radio, revistas, periódicos, Internet y publicidad en exteriores.
- Captar las horas punta y de mayor Rating ya sea en radio como en televisión y así poder colocar la publicidad, lo cual exigiría un mayor costo.
- Hacer notar la presencia de la marca mediante el servicio social y apoyo al deporte en general.

Clientes

Los clientes de Hi-C son las personas que compran habitualmente sus productos como los hombres, mujeres, niños, adultos mayores, entre otros y también los proveedores que venden al público en general, como parte de su actividad comercial, podemos mencionar entre estos a: los supermercados, pulperías, restaurantes, empresas, otros, a todos ellos también se denominan detallistas o intermediarios.

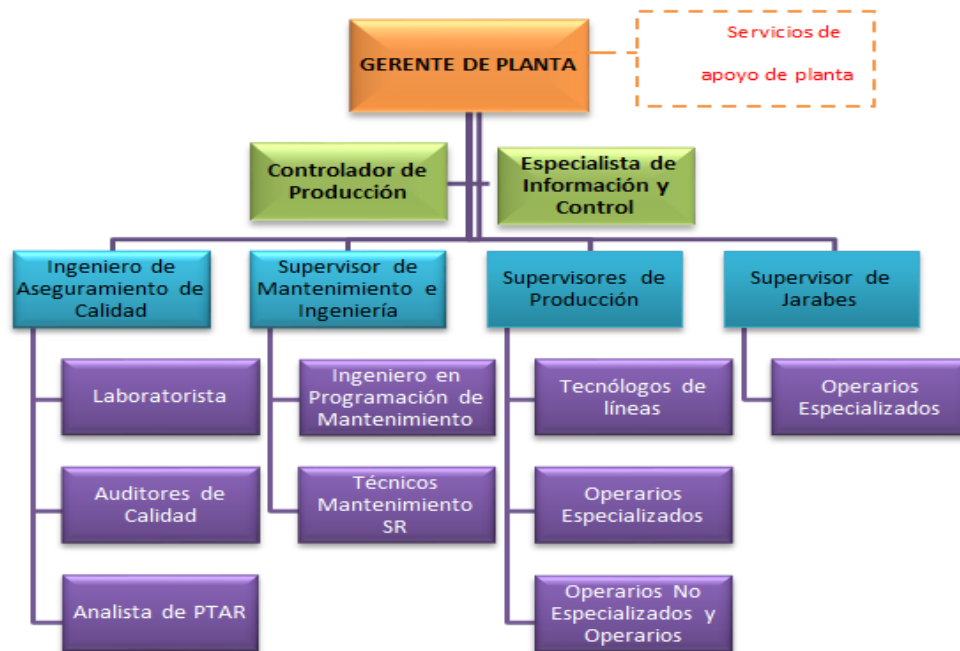
Para ellos existen dos clases de consumidores: los que consumen de inmediato y los que compran para consumir posteriormente en el hogar.

Las metas de la compañía son las siguientes:

- Ser el mejor embotellador del mundo.
- Lograr un excelente servicio al cliente.
- Lograr que todas las actividades realizadas se enfoquen directamente a satisfacer las necesidades de clientes y consumidores.
- Tener innovación y creatividad en su personal.

Organigrama

La empresa Hi-C cuenta con una organización muy bien estructurada, se demarcan cada puesto de los trabajadores, cada uno conoce la posición en la que se encuentra, sus funciones y los superiores que les corresponde.



Figuras No. 1 Organigrama Planta de Coronado

Elaboración: propia

En este organigrama de la planta no carbonatada Coca Cola FEMSA de Coronado, se puede notar que la parte administrativa es muy pequeña. La planta es administrada y dirigida en algunos departamentos desde las gerencias en las oficinas centrales en Calle Blanco, donde está ubicada la planta de bebidas gaseosas.

1.3 Definición del Problema

En el proceso de la línea 6, se han denotado actividades de re-empaques de algunos productos, muchos paros en la línea, merma de materia prima, desabastos de producto, eficiencia baja, mala gestión de programación diaria y muy poca supervisión.

El enfoque de este trabajo, se basa en 3 frentes principales que afectan la productividad general en la línea de producción, se describen:

1. Baja Eficiencia: (Meta actual promedio 91% vs Real actual promedio 72.5%): Es producto de paros en la línea, divididos en operativos y mecánicos.

Para calcular la eficiencia de Línea 6, se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{Tiempo Teórico de producción} = \frac{\text{Uds. Producidas (hora)}}{\text{Uds. Estimadas(min)}}$$

$$\text{Tiempo Real de trabajo} = (\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo total de Paros})$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo Teórico}}{\text{Tiempo Real}} \times 100$$

2. Escaso control del proceso: No existe métodos y procedimientos estandarizados de trabajo e inclusive mejorar el diseño en sala de la unidad operativa.
3. Reducir o eliminar costos en el proceso: Por pago de extras en mano de obra, evitar el re-empaque al cambiar de caja, evitar penalización por atrasos en la entrega de producto hacia ventas.

Establecer propuestas de mejora que ayuden a bajar los costos de operación los costos actuales en promedio mensual son de ¢1.952.164,67, y se pretende bajar los costos en un 40%, empezando con los pedidos de Te Hi-C para Price Smart y

luego continuar con las otras ordenes de producción, para un mayor beneficio en rentabilidad económica a la empresa, este 40% de mejora en los costos evitando el 2do. Re-empaque, es de ¢780.865.87 mensual y la menor generación en desechos del empaque primario, actualmente se botan 61.727 unidades en cajas de cartón mensuales, al pasar de cajas de 12 unidades a 24 unidades como lo pide el cliente Price Smart.

La productividad es una medida del rendimiento del proceso, pudiendo ser una expresión como el cociente salidas/entradas. Los factores o recursos productivos son considerados como entradas, podrán tener tanto carácter material como humano. Los productos resultantes considerados como output, pueden hacer referencia a los bienes de uso o a servicios prestados. (De la Fuente, 2006)

Las organizaciones tienen generalmente mucho recelo en algunas propuestas de mejora, para realizar inversiones en la modernización de sus procesos, por el costo económico que esto implica, máxime que la competencia es fuerte y no se tiene seguridad de mantener clientes fieles al consumo de sus productos.

Por este se formula la siguiente pregunta sobre este problema a investigar:

¿De qué manera se puede mejorarse el proceso de Multiempaques, evitando altos costos de operación, baja eficiencia y adoptar métodos de trabajo estandarizados, sin afectar los estándares de calidad en la línea 6 de planta no carbonatados, de Coca Cola FEMSA, durante el 3er.Cuatrimestre del 2017?

1. 4 Justificación del problema

Para que una empresa y organización en busca de mayores utilidades netas en su gestión de producción, es indispensable hacer un análisis de mejoras en sus procesos operativos, máxime donde se tienen variedad en los factores que alteran su buen funcionamiento, es por esto que me motiva a llevar a cabo este trabajo y aplicar los conocimientos con la ayuda de algunas herramientas de ingeniería industrial.

La oportunidad de mejora avalada por la organización, se centra en mejorar los costos operativos de la línea de mezclado y que eleven sus utilidades económicas.

Tabla 01 Costos Totales promedios Línea 6

COSTOS TOTALES PROMEDIOS EN LINEA 6			
Costos Variables 2017	Promedio Mensual		Promedio Anual
COSTO POR 2do. EMPAQUE	₡	1.952.164,67	₡ 23.425.976,04
PENALIZACION POR ATRASOS	₡	227.602,25	₡ 2.731.227,00
TIEMPOS EXTRAORDINARIOS	₡	912.372,02	₡ 10.948.464,25
TOTALES	₡	3.092.138,94	₡ 37.105.667,29

Elaboración: Empresa

“El aumento de la productividad de las empresas más eficientes a nivel mundial siguió siendo sólido en el siglo XXI, pero la brecha entre las empresas de elevada productividad y las demás se ha ido ampliando con el tiempo” (Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), 2015, pág. 2).

En esta línea de producción se tienen altos costos de producción que no se han puntualizado o atacados de raíz por la organización en el transcurso del tiempo, se deben generar gastos en tiempos extraordinarios para cumplirle la demandas a los clientes, el mejoramiento en la productividad del proceso de línea 6, multiempaqués se hará un análisis factorial de fallas ya sea operativas o administrativas sobre en control. (Chavarria Arce , 2014) Afirma:” El sistema que existe es tan empírico y sencillo que deja en pie a muchas mejoras se puede convertir en negocio más rentable” (...) A las empresas exportadoras sino también al país (p.7).

La generación indebida de los recursos materiales que se dan en el proceso, como es la subutilización del empaque primario, que luego se desecha o se lleva a procesos de reciclaje, agravando el sistema ambiental, y donde se recurre a otras compañías expertas en estos procesos de reciclaje que cobran altas sumas de dinero para llevarse el material desechado, además el costo por este segundo embalaje o empaque genera agregarle mayor gasto no recuperable para la empresa, y al final menor utilidad neta por la venta del producto.” La idea de aplicar un estándar de trabajo es buena: predice los costes; establece un techo para los costes. El efecto real consiste en duplicar el coste de la operación y en ahogar la satisfacción por el trabajo bien hecho” (Demings, 1989) (pág. 54)

La oportunidad para el negocio en estudio, será una reducción de costos de producción, la mejora en la disposición del producto final, evitando los desabastos en el mercado, la apertura a un método sistemático de control en la línea 6 y aprovechando mejor sus materias primas o materiales de fabricación, que actualmente se desechan en empaque primario, esto generaría un ayuda a proteger el sistema ambiental para unas futuras generaciones.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1. Objetivo general.

1. Mejorar la productividad en la línea 6 (Multiempaques), a través de la implementación de la metodología DMAIC 6 sigma, para la optimizar de los costos en el proceso y el logro en las entregas a los clientes.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Identificar las oportunidades de mejora en cada etapa del proceso que se necesita mejorar y que no le permiten alcanzar una mejor productividad en su operación.
- Analizar la variabilidad del proceso, por medio de la estandarización de métodos, control de fases y lograr los indicadores en su gestión.
- Revisar los procesos de otras áreas que interactúan con el proceso de la línea 6 y que obstaculizan mejores resultados en la línea.
- Diseñar un proceso en planeación de la producción y el mejor uso de los materiales de empaque, evitando el reciclaje del empaque primario.
- Elaborar un análisis de costo/ beneficio de la implementación de las mejoras propuestas con la metodología DMAIC utilizada en este proyecto.

1.6 ALCANCES, EXCLUSIONES Y LIMITACIONES

1.6.1 Alcances

El presente trabajo en estudio para el mejoramiento en la productividad de la línea 6, explorará el sistema operativo en la planta de Jugos de Coca Cola Femsa en Coronado, San José en Costa Rica, para hacer un diagnóstico de sus afectaciones generales y aprovechar las herramientas ingenieriles para buscar mejoras en su proceso.

La investigación abarca únicamente a la planta dedicada a la elaboración de jugos frutales y de néctares para su comercialización en Costa Rica y algunos países en Centroamérica.

1.6.2 Exclusiones

En este trabajo se excluyen algunas informaciones de carácter confidencial como son políticas de la empresa Coca Cola Femsa, en resultados económicos de su situación financiera, recetas fundamentales de sus productos, políticas de salarios y compensaciones, entre otros.

Este proyecto no abarca la implementación total de las propuestas del documento por razones de tiempo asignado por la universidad para verificar los resultados finales; solo se pretende dar una fórmula o guía de métodos en el trabajo que les permita mejorar la productividad en el proceso de línea 6.

1.6.3 Limitaciones

- La investigación se limita a la información que suministre la empresa como base de la recopilación del área de producción en mezclado de jugos Hi-.C.
- Disposición por parte de los empleados en brindar información o disposición de tiempo para algún tipo de mediciones en sus ocupaciones laborales.
- Características de la muestra de datos. No se puede obtener una muestra homogénea con diferentes operarios y su nivel de perfil o de aprendizaje.
- La delimitación de espacio en el área a investigar.
- El tiempo para realizar análisis los resultados del proyecto y la mejora implementados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

La ingeniería Industrial es el área que aborda el diseño, la implementación y la mejora de los sistemas integrados, generalmente en el ámbito de la industria, aunque se puede aplicar en cualquier rama de negocio privado y organización pública. En esta se emplean conocimientos y métodos de ciencias matemáticas, físicas, estadísticas, sociales, etc.; de una manera, en forma amplia y general, para determinar, diseñar, especificar y analizar los sistemas en un sentido amplio sobre sus términos y factores, para así evaluar sus resultados, modificarlos en el camino hasta alcanzar los objetivos finales.

Es necesario, que el ingeniero industrial se identifique más con su grupo de trabajo, analice algunas fallas en su formación, el no saber manejar las herramientas básicas para garantizar interrelaciones que aliente la motivación, brindar apoyo y estimular a los trabajadores de su equipo de trabajo a cumplir los objetivos establecidos, sin ningún tipo de presión, desarmonía con las ideas comunicadas y entendidas, conflictos con los trabajadores del proceso; todo lo contrario, proporcionarles toda la guía necesaria, estímulos precisos, en el mismo sitio y en el mismo momento, a fin de que estén plenamente identificados con sus responsabilidades, para las tareas a cumplir.

Algunas universidades encargadas de formar, capacitar a nosotros los ingenieros industriales, no se los proporcionan ningún conocimiento de crecimiento personal, que les enseñe a manejar adecuadamente el recurso humano bajo su cargo. Cuando estos se integran a la fuerza laboral y tienen personas bajo su cargo, muchos son rechazados o reciben resistencia a algún cambio, fracasan por la ausencia de cómo saber gestionar, motivar, dirigir al personal y hacer que estos cumplan con sus labores dentro de un clima organizacional positivo.

Algunos otros ingenieros industriales, gracias a su personalidad, carácter, conducta, no se ven afectados y pueden, a corto plazo e integrarse con el grupo humano bajo su cargo y cumplir con los índices de gestión de la productividad establecidos. Otros, no lo logran y sus interrelaciones de trabajo se hacen dentro de una atmósfera conflictiva, afectando seriamente la relación en los grupos de trabajo. Hay que considerar, que la óptima administración del factor humano tiene singular importancia, se afirma que una empresa será buena o mala, dependiendo de la calidad y potencialidad de su gente.

Es por ello que, con el objeto de aprovechar al máximo el potencial humano, las empresas desarrollan procesos complejos. Entre otros, la motivación del personal constituye en uno de los factores de especial importancia para el logro de los objetivos empresariales y facilitar el desarrollo del trabajador, la cual ayuda a que se cumpla y se logre una productividad que beneficie a todos.

El ingeniero industrial del presente, debe saber administrar los estímulos, motivación necesaria para mantener siempre un clima organizacional positivo; debe estar consciente de cómo dirige a su gente, y evaluar su integración al grupo, si realmente estos están integrados en su dirección y estilo de gestión empresarial.

Las empresas ya no deben gastar un gran capital para garantizar la armonía, para esto el ingeniero industrial debe estar capacitado para enfocar la productividad de los trabajadores y no contratar especialistas o consultores externos, quienes son generalmente buenos oradores y hacen uso de determinadas técnicas, orientados principalmente a incidir en el aspecto emocional de la persona, pero muchas veces, ignoran realmente cuál es la atmósfera, el clima laboral de la empresa y su cultura organizacional.

Esto quiere decir que siempre se debe tratar en mejorar algún proceso que se desarrolle en su negocio; para esto debemos estar muy bien planeado el enfoque que se le da a algún problema en específico, para esto la ingeniería industrial nos ofrece una variedad de opciones y conocimientos que debemos poner en la práctica.

La definición del problema a mejorar, escoger de manera correcta las herramientas que se utilizaran será la clave para empezar a hacer una propuesta de desarrollo al proyecto, el rol del ingeniero industrial en el diseño de los sistemas productivos, de gestión y de servicios es clave. Un principio de la calidad total explica el porqué de la importancia de las funciones que ejerce el Ingeniero industrial; es decir si no se puede medir, no se puede controlar, si no se puede controlar no se puede dirigir, y si no se puede dirigir no se puede mejorar.

El ámbito de funciones de un ingeniero industrial es muy amplio, prácticamente se puede involucrar en cualquier actividad productiva y de servicios, mediante la búsqueda de la obtención en productividad, eficiencia y eficacia.

Robines y Coulter (2005) define:

“Que la productividad es la producción general de bienes y servicios, dividida entre los insumos necesarios para generar esa producción, la eficiencia es obtener la mayor cantidad de producción, con la menor cantidad de insumos, se conoce como hacer las cosas correctamente y la eficacia es concluir las actividades de tal manera que se logren los objetivos organizacionales, se conoce como hacer las cosas correctas”.

Técnicas de ingeniería industrial y el análisis económico de la producción:

Estudio del trabajo: Es una combinación de dos grupos de técnicas el estudio de los métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano e indicar los factores que influyen en la eficiencia. Normalmente se emplea con la intención de aumentar la producción de una cantidad dada de recursos con una pequeña o no ampliada inversión de capital.

Simplificación del trabajo: Se basan en el supuesto de que quienes realmente ejecutan una tarea son con frecuencia los que están en mejor situación de mejorarla. A menudo es preferible capacitar a los trabajadores para que piensen creativamente acerca de sus tareas y darles incentivos para que introduzcan mejoras. La simplificación del trabajo consiste en tres elementos: los principios, la modalidad y el plan de acción.

Análisis de Pareto: A este análisis se le llama Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, por un economista italiano que señaló el principio, a menudo llamado la regla del 80/20, de que el 80 % de los resultados provenían del 20% del esfuerzo. El principio se utiliza en muchos sectores de la producción y la administración; la comercialización, el control de la calidad, el análisis de las existencias, las compras, el análisis de las ventas, los procesos de producción del desperdicio, etc.

Método justo a tiempo (JIT): Es la producción (o entrega) de los elementos necesarios en la cantidad necesaria y en el momento necesario. El principal objetivo de del método JIT es reducir los costos en el proceso de producción, mejorando de ese modo la productividad total de la organización. Evita los retrasos en algún proceso del sistema, inventarios altos de producto en venta, el margen de seguri-

dad de las grandes existencias y pone así al descubierto problemas de funcionamiento.

Análisis costos/ beneficios: Es una técnica eficaz para el mejoramiento de la producción para determinar el ratio de los beneficios de un proyecto determinado en relación con sus costos, teniendo en cuenta los beneficios y los costos que no pueden medirse directamente en unidades monetarias. Puede emplearse también para hallar un medio menos costoso de alcanzar un objetivo o una forma de obtener el mayor valor posible a partir de un gasto dado.

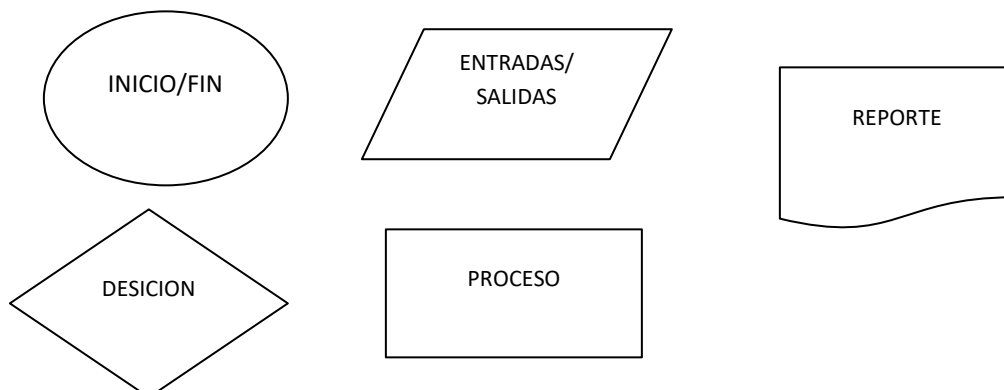
Diagrama de Flujo en Funciones Cruzadas

(Borja.) Afirma: Un diagrama de flujo de funciones cruzadas, es lo mismo que un diagrama de flujo básico, pero tiene un elemento adicional en la estructura: unos contenedores, llamados “calles”. Que representan las personas o los departamentos que son los responsables de cada paso.

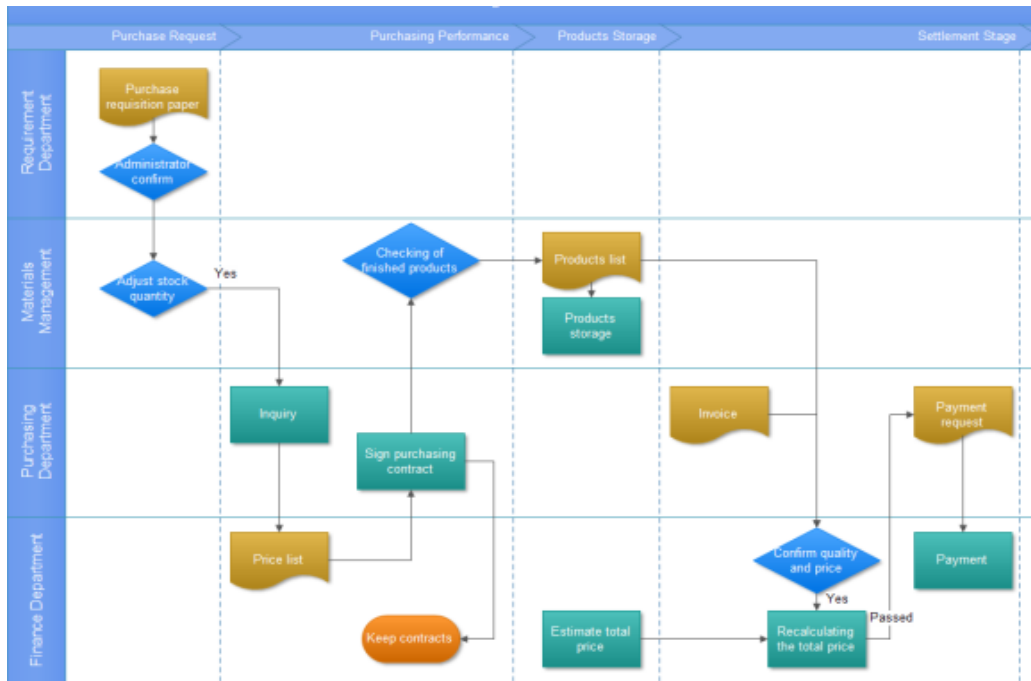
1. Tienen un inicio/fin



2. Tienen un proceso



3. Contiene la información de datos
4. Contiene las “calles”



Figuras No.2 Ejemplo de Diagrama de Funciones Cruzadas

Disponible en: <https://www.emaze.com/@AOQFICWR>

Estos diagramas de flujo cruzados, son un esquema para representar gráficamente un tema estructurado en partes, el diagrama de flujo se basa en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas.

2.2 MARCO ATENIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se hace un análisis completo de los aspectos teóricos que se desarrollaran durante el proyecto, descifrando los conceptos necesarios para la comprensión del mismo, en el proceso de producción de la línea 6, conocida como Multiempaques de jugos como se observa en el diagrama de flujo.

Luego se abarca las filosofías de ingeniería DMAIC six sigma, enlazada con Lean Manufacturing, ya que son metodologías que tratan una misma visión, como es la mejora en los procesos; además se aplicara algunos de los factores que se aplica en la herramienta MUDA que habla sobre los despilfarros o desperdicios que se pueden dar en un proceso.

Responderemos que buscan cada una de estas filosofías, que nos llevara a la implementación de una propuesta de mejora para este proceso operativo, con un enfoque en la identificación de los problemas que afectan en forma negativa los indicadores de la productividad.

Analizaremos con detenimiento los alcances y conceptos de eficiencia, eficacia en la industria a nivel mundial, analizaremos con enfoque cualitativo las causas raíz en la línea 6, y dar propuestas para que la planta de Coca Cola FEMSA las ejecute y los mantenga controlados.

Metodología DMAIC Six Sigma

La metodología DMAIC es la que se utiliza para llevar a cabo los proyectos Six Sigma de optimización de procesos, esta metodología consta de cinco fases, (Gomez, 2012):

- ❖ D = Definir el problema(Define)
- ❖ M = Medir el proceso actual (Measure)
- ❖ A = Analizar los datos actuales (Analyse)
- ❖ I = Mejorar e implementar propuestas (Improve)
- ❖ C = Controlar los cambios realizados en la mejora (Control)

Fases del DMAIC

❖ **Definición:** En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Six Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la subutilización de recursos, una vez seleccionado el proyecto, se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado, asignándole la prioridad necesaria.

Se definen los requerimientos del cliente y entender los procesos importantes afectados, estos requerimientos del cliente se denominan **CTQs** (por sus siglas en inglés: *Critical to Quality*, Crítico para la Calidad). Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas; además se determina el alcance del proyecto, las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar. En esta etapa se elabora un mapa del flujo del proceso.

❖ **Medición:** La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto o variables del resultado y los parámetros (variables de entrada) que afectan el funcionamiento del proceso y las características o variables clave.

El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Se utilizan los CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, se organizan las hipótesis causa - efecto. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

❖ **Analizar:** En esta fase el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma, el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se tamizan las oportunidades de mejora, de acuerdo a su importancia para el cliente, se identifican y validan sus causas de variación.

❖ **Implementación:** En la fase de implementación o mejora, el equipo trata de determinar la relación causa-efecto, relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese, para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.

Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente, también se desarrolla el plan de implementación. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

❖ **Controlar:** En esta fase, el control consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Six Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.

Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo. Debe tener una solidez al proyecto a lo largo del tiempo, cuando se han logrado los objetivos y la misión este por finalizada, el equipo informa a la dirección.

Si queremos alcanzar los objetivos establecidos del proyecto, no es recomendable saltarse alguna de las fases de la metodología. No se debería tampoco enfocar todo el proyecto, desde el inicio hacia lo que pensamos ser la causa principal del problema sin plantear la posibilidad de existencia de otras causas. En algunas ocasiones se dan la situación en la cual debemos explicar que seguramente, se trata de una causa importante aunque, probablemente no es la única.

Realmente se puede decir, cuando un proyecto DMAIC six Sigma se inicia con la solución en mente, puede resultar difícil encontrar otras fuentes del problema. Herramientas como un simple *Brainstorming* (reunión creativa), un diagrama causa-efecto (Ishikawa), un análisis del flujo-grama de proceso, nos permiten formular numerosas y otras hipótesis sobre las causas potenciales del problema.

Por otra parte, esta metodología DMAIC Six Sigma se utiliza a menudo de manera iterativa. Una vez definido el proyecto, empezamos a medir y analizar los datos medidos, a partir de este momento tendremos una información relevante para:

- ❖ Medir otros aspectos y plantear otras hipótesis sobre la causa raíz del problema.
- ❖ Mejorar el proceso utilizando el principio de los *Quick Fix* (mejoras rápidas) y/o preparando un plan detallado de implantación de las mejoras cuando se requiere.

A modo de resumen, podría decir que debemos seguir rigurosamente las fases de la metodología DMAIC del Six Sigma generando unos bucles iterativos entre las fases para encontrar la causa raíz de un problema y alcanzar los objetivos basando siempre nuestras decisiones en hechos y datos.

El Enfoque Six Sigma.

Six Sigma es un enfoque revolucionario de amplia gestión que mide y mejora la calidad; ha llegado a ser un método de referencia a nivel mundial, para satisfacer las necesidades en las industrias de procesos o de servicios, para la satisfacción de los clientes y lograrlo con niveles muy de la perfección.

Es un método basado en datos para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección; es diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten, específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

Literalmente cualquier compañía industrial o de otro campo puede beneficiarse del proceso Six Sigma, en diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc., todo entra dentro de su contexto de negocio. Las posibilidades de mejora y de ahorro en costos son enormes, para el proceso Six Sigma se requiere el compromiso en tiempo y talento humano.

Los fundamentos de DMAIC-Six Sigma y Lean, son metodologías que comparten una misma filosofía y objetivo, pero han tenido un desarrollo diferente. Las herramientas y el enfoque también han sido diferentes en busca ante todo eliminar desperdicio de los procesos y reestructurarlos para hacerlos más eficientes, rápidos y ágiles a la hora de responder a las necesidades de los clientes.

El tiempo transcurrido total (lead time) es la principal métrica sobre la que trabaja. “Lean Six Sigma es un enfoque de mejora que ha tenido gran acogida gracias a su capacidad para dar solución efectiva a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones hoy. Por esta razón, grandes empresas a nivel mundial han implementado este enfoque como una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos y servicios, mejorar la eficiencia de los procesos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad”(SciELO, 2014, pág. 2).

Metodológicamente está más ordenado y hace uso extensivo de los datos para entender el comportamiento de los procesos e identificar mejoras. Lean Six Sigma combina la estructura metodológica y herramientas de análisis de datos de Six Sigma con las herramientas de proceso y principios de Lean. El mundo de Six Sigma y los de especialistas en Lean se combinan en un mismo líder de mejora continua, que acerca a los proyectos y a los equipos las herramientas más ade-

cuadas en cada caso. Un típico costo de no calidad; errores, defectos y pérdidas en los procesos puede suponer el 20% o 30% de las ventas.

El campo es amplio, incluso sin llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos. “En términos estadísticos, el propósito de Seis Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes” (Pande et al., 2004).

El comienzo de Seis Sigma, es esencial que el compromiso con el enfoque Six Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la compañía, la experiencia demuestra que cuando la dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos válidos.

El proceso Six Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos, para llegar a un entendimiento común del enfoque y comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de calidad hasta entonces insospechados.

El paso siguiente consiste en la selección de un equipo de trabajo, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos em-

pleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se quiere obtener resultados significativos.

Las herramientas para Six Sigma

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas, unas de tipo general como las siete herramientas de calidad, carta de proyecto (*Project charter*), plan de recolección de datos (*data collection plan*), análisis de interesados (*stakeholders análisis*), matriz de proveedores, entradas, procesos, salidas clientes (sipoc), mapa de la cadena de valor (*value stream mapping*) que se emplean para la recogida y tratamiento de datos.

Las otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, contraste de hipótesis, diseño de experimentos, simulación de procesos y también algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMFE.

Estas herramientas estadísticas que hace unos años estaban solamente al alcance de especialistas, hoy son accesibles para personas sin grandes conocimientos de estadísticas. La disponibilidad de aplicaciones informáticas sencillas y rápidas, tanto para el procesamiento de datos como para los cálculos necesarios para su análisis y explotación, permiten utilizarlas con facilidad y soltura, concentrando los esfuerzos de las personas en la interpretación de los resultados, no en la realización de los complejos cálculos que antes eran necesarios. Los resultados de Six Sigma conceptualmente, los resultados de los proyectos Seis Sigma se obtienen por dos caminos.

Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo obtener mayores ingresos, y por otro, el ahorro de costos que se deriva de la disminución de fallos o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos. Así, las experiencias de las compañías que han decidido implantar Six Sigma permiten indicar desde cifras globales de reducciones del 90% del tiempo de ciclo, o 15 mil millones de dólares de ahorro en 11 años (Motorola), aumentos de productividad del 6% en dos años (*Allied Signal*), hasta los más recientes de entre 750 y 1000 millones de dólares de ahorro en un año (*General Electric*).

Lean Manufacturing

Son muchos los nombres por medio de los cuales se le conoce a esta metodología: *Just in time*, manufactura esbelta, manufactura ágil, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota y otros más. Los resultados obtenidos a través de sus prácticas la convierten en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia.

¿Qué es Lean Manufacturing?

Lean Manufacturing es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el Lean Manufacturing radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Como resultado, una organización que aplique Lean Manufacturing debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y con un costo mínimo. Según entonces, Lean Manufacturing puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que nos facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad; de tal forma que Lean Manufacturing permitirá que la organización:

- Minimice sus inventarios
- Minimice sus retrasos
- Minimice su espacio de trabajo
- Minimice sus costos totales
- Minimice su consumo energético
- Mejore su calidad

En términos generales, contribuye a que la organización sea más competitiva, innovadora y eficiente.

Tabla 02. Ventajas y desventajas de las metodologías

	LEAN MANAGEMENT	SIX SIGMA
Ventajas	Enfoque claro hacia el valor añadido de cara al cliente	Enfoque claro hacia el cliente (la voz del cliente)
	Ideas sencillas	Metodología de trabajo clara (DMAIC o DFSS)
	Dispone de técnicas adecuadas para las personas con diferentes niveles de conocimientos técnicos (operarios, staff, administrativos, etc...)	Enfoque numérico profundo tanto en las técnicas como en los <u>KPIs</u>
	Adecuada para mandos intermedios	Funciones y responsabilidades escalonadas a través de los <u>belts</u> o cinturones (<u>yellow, green, black, etc</u>)
	Potencia de mejora continua	Potencia de pensamiento ordenado y numérico
Inconvenientes	Metodología poco definida, a criterio del implantador	Metodología que requiere una formación exhaustiva en estadística no accesible siempre a todas las personas
	Complejidad de vencer la resistencia al cambio, ya que participa toda la organización	Participación más profunda por parte de personal no técnico (staff, operarios, mandos intermedios, etc...)

Elaboración: propia

En esta tabla se puede apreciar las ventajas y desventajas que pueden suceder en la implementación y trabajos con el uso de las herramientas Lean Manufacturing y Six Sigma- Dmaic.

Modelo Estratégico y Herramientas del Lean Manufacturing

La búsqueda continua de oportunidades de mejora debe formar parte de una estrategia organizacional, y como tal, la filosofía Lean Manufacturing contempla herramientas que pueden aplicarse tanto a procesos específicos en forma de técnicas sencillas, como al modelo estratégico mediante un sistema de administración ajustado.

Herramientas Mudas (Desperdicio y Ociosidad)

Muda es una palabra japonesa que significa “inutilidad, ociosidad, desperdicio, superfluidad” y es un concepto clave en el Toyota *Production System* (TPS) o Manufactura Esbelta como uno de los tres tipos de residuo (muda, mura, muri). (Correa, 2007). Reducir los residuos es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad. Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es reconocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.

Un proceso agrega valor al producir bienes o proveer un servicio por el que un cliente pagará. Un proceso consume recursos y los residuos ocurren cuando se consumen más recursos de los necesarios para producir los bienes o la prestación del servicio que el cliente realmente quiere. Las actitudes y herramientas del TPS sensibilizan y dan nuevas perspectivas para identificar los residuos y las oportunidades no explotadas asociadas con la reducción de residuos.

Muda ha recibido más atención como residuo que las otras dos, lo que significa que mientras los practicantes de Lean han aprendido a ver muda no ven de la misma manera mura (desnivel) y muri (sobrecarga). Así, mientras que se centran en conseguir su proceso bajo control no dan tiempo suficiente para la mejora del proceso de rediseño.

Algunos Desperdicios (MUDA)

Uno de los pasos claves en Lean y TPS es la identificación de cuáles pasos agregan valor y cuáles no. Al clasificar las actividades del proceso en estas dos cate-

gorías es posible emprender acciones para mejorar las primeras y eliminar las segundas. Algunas de estas definiciones podrán parecer “idealistas” pero esta definición dura es vista como importante para la efectividad de este paso clave.

Una vez que el trabajo de valor agregado ha sido separado del residuo, el residuo puede ser subdividido en residuo “necesita realizarse, pero no añade valor” y residuo puro. La identificación clara de “trabajo sin valor agregado”, distinto de residuo o trabajo, es crítica para identificar los supuestos y las creencias detrás del proceso actual de trabajo y para desafiarlos en su momento.

La expresión “aprender a ver” proviene de una capacidad que se desarrolla para ver el residuo donde no había sido percibido antes. Muchos han tratado de desarrollar esta habilidad con “viajes a Japón” para visitar Toyota y ver la diferencia entre su operación y la que ha estado bajo mejora continua durante 30 años bajo el TPS. Los siguientes “siete residuos” identifican los recursos que son comúnmente desperdiciados. Fueron identificados por el Ingeniero en Jefe de Toyota, Taiichi Ohno como parte del Sistema de Producción Toyota.

Por todo esto, se analizará los principales factores de rentabilidad en un sistema productivo, concentrados en algunos de los 7 MUDA, porque para este proyecto no abarcan todas las fases de esta herramienta, uno de los conceptos lean manufacturing más fáciles de trasladar a cualquier tipo de situación y de organización, ya sea de fabricación de productos o de prestación de servicios.

Esperas

La espera es el tiempo, durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos...

En términos fabriles estaríamos hablando de los citados “cuellos de botella”, donde se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar.



Figuras No. 3 *Imagen de Espera*

Disponible en: [https://www.pdcahome.com/4817/modelos de gesti3n de colas para mejorar en la satisfacci3n de cliente/](https://www.pdcahome.com/4817/modelos-de-gesti3n-de-colas-para-mejorar-en-la-satisfacci3n-de-cliente/)

Las causas de la espera pueden ser:

- ✓ Hacer un mal uso de la automatizaci3n: dejar que las maquinas trabajen y que el operador est3 a su servicio cuando deber3a ser lo contrario.
- ✓ Tener un proceso desequilibrado: cuando una parte de un proceso corre m3s r3pido que un paso anterior.
- ✓ Un mantenimiento no planeado que obligue a parar la l3nea para limpiar o arreglar una aver3a.
- ✓ Un largo tiempo de arranque del proceso.
- ✓ Una mala planificaci3n o control de la producci3n.
- ✓ Una mala gesti3n de las compras o poca sincron3a con los proveedores.
- ✓ Problemas de calidad en los procesos anteriores.

Transporte de Producto

Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz al 50%, hay que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.



Figuras No.4 Fotografía de Transporte de Producto

Elaboración: propia

Además hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado, y para evitarlo aseguramos el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales, o el material puede ser ubicado en un espacio inadecuado de forma temporal, por lo que se deberá volver a mover en un corto periodo de tiempo, que ocasionará nuevamente mano de obra y costes innecesarios.

El transporte ineficiente de material puede ser causado por:

- Una mala distribución en la planta.
- El producto no fluye continuamente.
- Grandes lotes de producción, largos tiempos de suministro y grandes áreas de almacenamiento.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

En este trabajo de investigación en la línea 6, se conocerán conceptos muy básicos sobre el mejoramiento de la productividad, todo los elementos de herramientas ingenieriles con la visión de disminuir los impactos económicos negativos, que hasta ahora le representan a la compañía con el modelo de trabajo actual.

Se deben analizar y los objetivos que se proponen alcanzar al final del trabajo y que son muy importantes para poder definir y aplicar en las soluciones para la unidad operativa que se está investigando.

Historia de la Productividad

Hace muchos años la palabra productividad era usada solamente por los economistas para referirse simplemente a una relación entre la producción obtenida por un sector de la economía y los insumos o recursos utilizados para obtener dicha producción. Así teníamos que entre más producción obtuviéramos usando menos insumos, entonces la productividad aumentaba, sin tomar en cuenta la calidad.

Posteriormente la productividad ha sido usada de manera equivocada por muchos políticos en sus discursos, incluso todavía se confunde con la palabra producción. Productividad no significa producir más cantidad, sino que significa producir mejor o sea utilizar mejor los recursos disponibles: recurso humano, materiales, energía, etc.

En los últimos años la productividad es un término más realista universalmente utilizado por Ingenieros Industriales, economistas, funcionarios, etc. para definir una medida del rendimiento de un proceso productivo o de una persona. La productividad tiene una relación directa con la calidad y se mide en el ámbito de la empresa, lo cual tiene un interés general para todos. Con el mejor uso de los recursos disponibles para obtener un producto o servicio de calidad, la productividad aumenta, generando mayores utilidades, empleo y bienestar para todos.

Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

(Prokopenko, 1989) Afirma:

“Para mejorar la productividad, es preciso prestar atención a un mundo rápidamente cambiante y aumentar la capacidad de la organización para ajustarse al cambio (...) La comprensión y la gestión del cambio tienen un papel esencial que desempeñar en el mejoramiento de la productividad. La organización debe aprender a ajustarse al cambio y a extraer lecciones durante el cambio”. (p.15)

Matemáticamente se puede expresar en un indicador como sigue:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas del sistema con calidad}}{\text{Recursos utilizados}} = \text{Eficacia} * \text{Eficiencia}$$

(Pulido, 2005) Afirma:

La productividad puede definirse, en su forma más sencilla, como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos con la calidad debida en un periodo determinado y la cantidad de recursos o insumos utilizados, en otras palabras: “productividad significa hacer más con menos”.

Característica general de la productividad

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad.

La productividad tiene una relación directa con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación con los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad y proceso.

El desarrollo de la productividad tiene su alcance en los siguientes factores:

- Estudio de los ciclos y cargas de trabajo, así como su distribución.
- Conjugación productividad- calidad.
- Alternativas de los apoyos de la producción a fin de mejorar la eficiencia.

- Estudio de la falta de eficiencia tanto proveniente de los paros técnicos como de los rechazos.
- Estudio de los materiales y obra en curso.
- Asesoramiento y participación

Técnicas de Mejoramiento de la productividad

Las técnicas utilizadas en la realización de programas de mejoramiento de la productividad consisten principalmente en la recopilación de la información y el aumento de la eficacia del trabajo.

- Ingeniería de métodos /simplificación del trabajo
 - Medición del trabajo
 - Diseño del trabajo
 - Evaluación del trabajo
 - Diseño de seguridad en el trabajo
 - Ingeniería de factores humanos (ergonomía)
 - Programación de la producción

Algunas otras definiciones de conceptuales claves que nos ayudaran a entender para este proyecto, basado en la filosofía de la productividad y todos sus alcances a nivel industrial.

Mejoramiento: Es un cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor, en nuestro caso estamos hablando de un mejoramiento de un proceso industrial, donde las propuestas deben ser implementadas.

Diseño del proceso: Es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.

.Re-diseño del proceso: El rediseño de procesos es una importante iniciativa de cambio en busca de grandes mejoras en la productividad, en el tiempo de ciclo y en la calidad. En ingeniería se conoce al rediseño de procesos como la cualidad que tiene como objetivo principal, mejorar los procesos del negocio de extremo a extremo, trayendo beneficios como la reducción de costos y tiempo de ciclo, por la eliminación de actividades improductivas y la mejora de la calidad mediante la reducción de la fragmentación de la obra, estableciendo una clara responsabilidad por los procesos a todos.

Proceso productivo: Procesamiento o conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla, es un concepto que describe la acción de avanzar o ir para adelante, al paso del tiempo y al conjunto de etapas sucesivas.

Costo productivo: El costo es otro aspecto importante del proceso, a menudo resulta imposible determinar el costo de la totalidad del proceso; el costo de un proceso, como el tiempo del ciclo, proporciona impresionantes percepciones acerca de los problemas y las ineficiencias del proceso. Es aceptable la utilización de costos aproximados, que se estiman utilizando la información financiera actual, la obtención de costos exactos podría requerir una enorme cantidad de trabajo, sin mayores beneficios adicionales.

Los gastos indirectos variables son aquellos gastos indirectos que podrían excluirse si se eliminara una actividad. El departamento financiero que le suministre las cifras de los gastos indirectos variables correspondientes de la organización, otra forma de lograr una estimación del costo del proceso es obtener de los registros financieros los costos mensuales totales de un departamento y hacer luego que el jefe del departamento asigne los costos al proceso, utilizando los cálculos de tiempo.

El objetivo de revisar los diagramas del ciclo y costo es analizar los componentes de costo y tiempo y encontrar la manera de reducirlos. Esto garantiza el mejoramiento de la efectividad y eficiencia del proceso.

Eficiencia

La eficiencia es la productividad, que mide la rapidez con que alguien pueda hacer una tarea, tiene que ver mucho con el concepto de “ser eficiente”, es decir producir lo mismo con menos recursos. (Propokopenko, 1989)

La eficiencia significa un nivel de rendimiento de un proceso el cual utiliza la menor cantidad de entradas o insumos para crear la mayor cantidad de productos o resultados. La eficiencia se relaciona con el uso de todos los insumos en la producción de cualquier producto, incluyendo el tiempo personal y la energía. La eficiencia es un concepto medible que puede determinarse determinando la relación entre el rendimiento útil y el total. Minimiza el desperdicio de recursos tales como materiales físicos, energía y tiempo, mientras que consigue con éxito la salida deseada.

Impactos de la eficiencia

Una sociedad eficiente es más capaz de servir a sus ciudadanos y operar de una manera saludable, cuando los productos se producen de manera eficiente, a menudo se pueden vender a un precio más bajo. Los avances que se han logrado en la eficiencia también han permitido mantener un nivel de vida más alto, incluyendo vivir en hogares con electricidad, agua potable y moverse más rápidamente.

La eficiencia se traduce en una fuerte caída del hambre y la mal nutrición, ya que los bienes pueden transportarse en mayor volumen y más rápidamente. Además, los avances en la eficiencia han permitido que la semana laboral disminuya considerablemente en algunos países. Teóricamente podemos realizar más trabajo en un corto período de tiempo, por lo que ya no es necesario pasar esas horas adicionales en el horario laboral.

La eficiencia es un atributo importante porque todos los insumos son escasos, el tiempo, el dinero y las materias primas son limitados, por lo que tiene sentido intentar conservarlos mientras se mantiene un nivel de producción aceptable o un nivel de producción general, ser eficiente significa simplemente reducir la cantidad de insumos desperdiciados.

Eficacia

La eficacia es la encargada de cumplir con los objetivos propuestos, es decir tiene que ver con la habilidad o capacidad de hacer algo, pero no cómo se hace. En producción es producir sin importar el cómo, quienes, cuando, cuánto costó?, etc...

Generalmente en las empresas la eficacia es bien vista, porque se está cumpliendo con el trabajo por el cual una persona fue contratada, pero siempre es bueno ir más allá de la eficacia, es decir, tratar de hacer las mismas tareas en menor tiempo o con menos recursos.

¿Cuál es la diferencia entre eficacia y eficiencia?

La diferencia entre eficacia y eficiencia radica en que la eficacia tiene que ver con el cumplimiento de los objetivos, es decir cuando una empresa logra sus objetivos planificados se dice que es eficaz. Por otro lado una empresa puede ser eficiente en la medida en que cumpla con los objetivos con la menor cantidad de recursos, esto quiere decir que una empresa puede ser eficaz pero no eficiente.

No cabe duda que estos dos términos tienen que ver directamente con la productividad, ya que si una compañía que es eficaz en su planificación y eficiente en sus procesos se dice productiva. Las empresas realmente productivas son muy pocas y generalmente son compañías de prestigio que han llevado el tema a niveles muy altos, donde la productividad, la eficacia y la eficiencia son temas inculcados culturalmente en todo nivel organizacional.

2.4 Antecedentes de proyectos y experiencias semejantes

La metodología Six Sigma fue desarrollada en los años 80 por Motorola. Posteriormente, en 1991, se implanta la metodología Six Sigma en Allied Signal, a esta implantación le siguen numerosas iniciativas, como la de Texas Instruments, si bien no es hasta que *Jack Welch* implanta la metodología en General Electric,

cuando se consiguen resultados impactantes y se difunde a nivel internacional la potencia del enfoque Six Sigma.

Durante la década de los 90, numerosas empresas han introducido esta novedosa pero a la vez experimentada técnica dentro de sus organizaciones tales como *Bombardier, Siebe, Sony, Polaroid Corporation, Toshiba, etc...* .

En España está siendo aplicada por importantes empresas como por ejemplo Sony, Ford, Ericsson, ENUSA, General Electric, su objetivo se centra en la consecución de un índice DPMO (defectos por millón de oportunidades) no superior a los 3,4 defectos por millón, entendiendo por defecto todo aquel elemento del producto o servicio que cause la insatisfacción de un cliente.

El interés en six sigma creció de manera asombrosa, por lo menos el 25 por ciento de las empresas listadas en la *Fortune 200*, asegura tener un programa serio de esa índole, y entre ellas se cuentan Ford Motor, Bank of América, Eastman Kodak y DuPont.

En junio de 2001, durante una conferencia sobre mejora de rendimiento, se interrogó a los participantes sobre el uso de six sigma en sus empresas, de las 65 encuestadas, 40 estaban aplicando la metodología, y casi todas las restantes tenían planes de empezar lo antes posible. Los esfuerzos de las empresas no son menores, Ford por ejemplo, capacitó a 2 500 black belts, y tiene casi 2 000 proyectos en marcha.

Kodak, Xerox y Polaroid:

Algunas de las primeras empresas en adoptar la metodología, recientemente sufrieron serios reveses. Hasta Motorola ha visto caer, aumentar y nuevamente caer su rendimiento, a pesar de la progresiva práctica de six sigma. GE es casi la única que muestra un rendimiento superior constante. Por otra parte, muchas empresas han mejorado significativamente sus operaciones sin six sigma.

El renacimiento de IBM, por ejemplo, se produjo a mediados de los 90, luego de haber abandonado esa práctica. Otras empresas involucradas en Seis Sigma son: American Express, Allied Signal, Polaroid, Sony, Lockheed, NASA, Black & Decker, Bombardier, Dupont, Toshiba, Mabe, Johnson Controls, Kenworth, etc.

Empresas comprometidas con la satisfacción del cliente en la entrega oportuna de productos y servicios, libres de defectos y a costos razonables. Seis Sigma es una metodología que involucra a toda la organización y utiliza herramientas y métodos estadísticos y no estadísticos y está basada en la mejora continua o círculo de Deming.

Para definir los problemas y situaciones a mejorar, medir para obtener la información y los datos, analizar la información recolectada, incorporar y emprender mejoras al o a los procesos y finalmente, controlar o rediseñar los procesos o productos existentes, con la finalidad de alcanzar etapas óptimas, lo que a su vez genera un ciclo de mejora continua.

2.5 Teorías o Postulados Relacionados

Los padres de la ingeniería industrial, nos dejaron grandes aportes para el mejoramiento de la productividad sobre todo en las industrias, de estas teorías y su aplicación debemos enfocarnos para la búsqueda constante en un ambiente de mercado muy competitivo como lo es nuestros tiempos.

Nos facilita el pensamiento y trabajo a los encargados de la administración de las empresas, con sus ideales muy comprobados y aprobados por muchos años, por los resultados generados a la implementación de conceptos. Algunos precursores analizados en este trabajo para un mejor análisis de la productividad y su entorno son:

Frank y Lilliam Gilbreth: Son los padres del estudio de tiempo y movimientos. Frank y Lilliam eran esposos, y fueron los seguidores más destacados de Taylor. Los esposos Gilbreth fueron los primeros investigadores que se valieron de filmaciones para estudiar los movimientos de manos y cuerpo, diseñaron un micro cronómetro para registrar tiempos de hasta 1/2000 de segundo, colocaron en el campo de estudio y por medio de fotografías determinaron el tiempo que cada obrero empleaba para hacer cada movimiento. A simple vista se podían detectar y eliminar movimientos inútiles, también los Gilbreth diseñaron un sistema de clasificación para identificar 17 movimientos básicos de la mano (como "buscar", "seleccionar", "asir", "sostener") que ellos llamaron Therbligs.

Frederick Taylor: Ingeniero y economista Norteamericano, promotor de la organización científica del trabajo. En 1878 efectuó sus primeras observaciones sobre la industria del trabajo en la industria del acero. Estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos, fueron determinar científicamente trabajo estándar, crear una revolución mental y un trabajador fun-

cional a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado "Shop Management". A continuación se presentan los principios contemplados en dicho trabajo:

- Estudio de Tiempos.
- Estudio de Movimientos.
- Estandarización de herramientas.
- Departamento de planificación.
- Principio de administración por excepción.
- Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores.
- Reglas de cálculo para el corte del metal.
- El sistema de ruteo.
- Métodos de determinación de costos.
- Selección de empleados por tareas.
- Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.

William Edwards Deming: La mejora de la calidad llevaba a una reducción de los costes debido a que hay menos re-procesos, errores y retrasos; se usa mejor el tiempo-máquina y los materiales. Esto lleva a una **mejora de la productividad** a través de la conquista del mercado con una mejor calidad y un precio menor lo que permite mantener el negocio y la creación de más trabajo.

Enseñanzas de Deming

1- Falla de la gerencial en entender la variación (cambio)

2- La responsabilidad de la gerencia al saber si el problema radica en el sistema o en la personas.

3- La importancia del trabajo en equipo que se hará es el reconocimiento de que es necesario diseñar y rediseñar para lograr el mejoramiento constante.

4- La necesidad de distinguir entre la calidad del diseño y la calidad que se limita a cumplir las especificaciones

5- La importancia de entrenar a la gente hasta que su trabajo esté bajo control estadístico.

Una limitación de poner en práctica totalmente el método Deming es el deber que se tiene dispuesto o disponible para este tipo de proyecto que Campbell Soup Company era una empresa que nos gastaba mucho dinero en proyecto de implementación de método, se ausentaron las asignaciones para proyecto, gastos de viajes, entre otros. A los seis meses de haber iniciado el método Deming, había arrancado y estaba donde el concepto de winkle (Gigante planta).

Henry Lawrens Gantt: Creador del diagrama de Gantt, todavía aceptado como una importante herramienta de gestión, proporciona un calendario gráfico para la planificación y control del trabajo, y el registro de los progresos hacia las etapas de un proyecto. El ingeniero mecánico dijo que la mejor manera de garantizar el **mejoramiento de la productividad** y un ambiente de trabajo adecuado, es la mutua cooperación entre la administración y los trabajadores.

Henry Ford: Creo varios principios, entre ellos:

1. Principio de Intensificación: Consiste en disminuir el tiempo de producción con el empleo inmediato de los equipos y de la materia prima y la rápida colocación del producto en el mercado.

2. Principio de Economicidad: Consiste en reducir al mínimo el volumen de materia prima en transformación.

3. Principio de Productividad: Consiste en aumentar la capacidad de producción del hombre en el mismo período (productividad) mediante la especialización y la línea de montaje.

Con los aportes y evidentemente muy pocas o nulas las discrepancias de los padres de ingeniería, podemos decir que las experiencias de las compañías que han decidido implantar Six Sigma permiten indicar desde cifras globales de reducciones del 90% del tiempo de ciclo, o 15 mil millones de dólares de ahorro en 11 años (Motorola), aumentos de productividad del 6% en dos años (Allied Signal), hasta los más recientes de entre 750 y 1000 millones de dólares de ahorro en un año (General Electric).

El enemigo de Six Sigma es la variabilidad, definida como la desviación respecto al nivel objetivo, es por ello Six Sigma requiere el uso intensivo de numerosas herramientas estadísticas con el objeto de eliminar la causa de la variabilidad de los procesos y alcanzar el mínimo posible de defectos, reduciendo así drásticamente los costes de la no calidad y alcanzando la máxima satisfacción del cliente.

Empresas comprometidas con la satisfacción del cliente en la entrega oportuna de productos y servicios, libres de defectos y a costos razonables. Seis Sigma es una metodología que involucra a toda la organización y utiliza herramientas y métodos estadísticos, no estadísticos y está basada en la mejora continua del círculo de Deming.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología para la definición del problema

La investigación es con finalidad teórica, ya que está interesada en conocer las causas u orígenes del problema; con finalidad aplicada, interesada en resolver o contribuir a las soluciones del problema; con finalidad mixta, dentro el cual se interesa en los orígenes como tal del problema en investigación y tanto en la solución.

Este proyecto se hará de tipo exploratorio, ya que no hay ningún elemento científico acerca del trabajo, sin estructuras o procedimientos de trabajo, ya que se ha hecho de forma empírica todas las operaciones en la línea de empaques. Y de tipo cuantitativo por datos estadísticos del proceso e inclusive cualitativo por elementos de posible afectación al personal como es la motivación, y otras variables no medibles.

En un enfoque cuantitativo para este proyecto de mejoramiento en la productividad, se construirá un sistema amplio de medición, analizando la capacidad real de producción de la línea 6; se seleccionará los mayores impactos de los problemas en la afectación de la eficiencia con la ayuda de la información que se nos brindara en el diagrama Pareto.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

En la metodología para medir y analizar se brindara una planeación y solución que será con un marco micro, ya que el impacto de la línea 6, para la planta es solamente en volumen de ventas de un 25% y con posibles mejoras propuestas con un supuesto de una inversión económica mínima, para la empresa; para tratar de comprender la situación y afectaciones actuales de la línea 6, nos vamos a reunir en un tiempo determinado de la investigación, en el cual se indicara por el diagrama de Gantt propuesto.

Con el Superintendente de la planta de No Carbonatados en Coronado, los supervisores de producción y el supervisor de Operaciones; con un tipo de investigación de enfoque cualitativo. "Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadísticos, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías". (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 5).

Se les brindara la información de la eficiencia actual que alcanza un promedio de 72% en los últimos meses, muy por debajo de una meta propuesta de la empresa de 91%; se les brindara los impactos críticos sobre el desabastos de producto e incumplimiento en las entregas pactadas con los clientes directos e indirectos, y también a los clientes internos como son las bodegas de almacenajes CEDIS de la compañía.

En segunda instancia se van a demostrar los datos estadísticos de la eficiencia en la unidad operativa, se clasificaran el 20% de los factores que inciden directamente en el 80% de la eficiencia de la línea 6, apoyado con diagrama de Pareto,

se elaborara una lluvia de ideas o árbol de causas raíz con la ayuda de un Diagrama de Ishikawa, dando la selección de los mayores impactos que ahí se producen, luego se va elaborar un plan de trabajo apoyado con un diagrama de Gantt, para el cumplimiento de las actividades propuestas, adicionalmente se responsabilizara del costo de las implementaciones a el coordinador administrativa de la planta.

Para finalizar se elaborara un Diagrama SIPOC para conocer más sobre la situación actual de la compañía y un diagrama de flujo del proceso de la línea 6, y tomando estos datos se analizara una propuesta y estrategias para el mejoramiento de la productividad.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

Las metodologías para propuesta de mejora que se va a utilizar en este proyecto de mejoramiento en la productividad son:

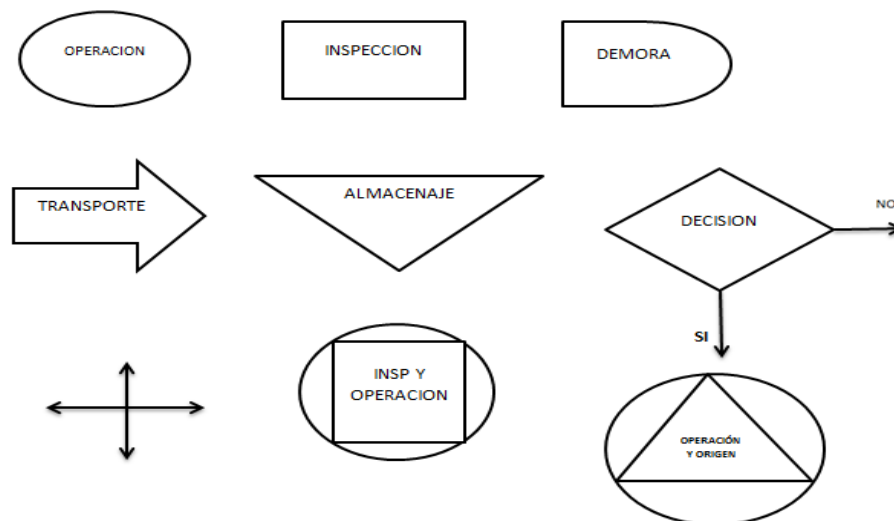
- ✚ Dmaic Six Sigma
- ✚ Lean Manufacturing
- ✚ Métodos de Trabajos
- ✚ Herramientas Mudas (desperdicios)

La generación de propuestas de mejora en maximizar el cumplimiento en las metas formuladas y evitar los desabastos en el producto final para entregar a los clientes. Se harán propuestas para minimizar o eliminar los tiempos extras para el personal operativo, evitar los tiempos óseos, re-procesos o re-empaques, ajustar prioridades de trabajo, validar el programa de producción generado por logística todos los días, formulando cambios para que el proceso de producción se estandarice, evitando cambios constantes e evitables en ordenes de pedidos (SKU).

Además se debe hacer una consulta con los operarios de las afectaciones que se puedan dar en la línea 6, que tengan alguna inconformidad laboral, como pueden ser temas de índole en seguridad y salud industrial. Para la primera etapa del proyecto, abordaremos con la ayuda de las siguientes herramientas:

Diagrama de Flujos ASME

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender.



Figuras No.5 Ejemplo de Diagrama Flujos

Elaboración: propia

Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas.

“EL diagrama de flujo refleja una descripción visual de las actividades del proceso, mostrando secuencia de sus operaciones, la cantidad de pasos y las operaciones por departamento. Es una herramienta muy importante para la elaboración de manuales de procesos, donde hay un proceso se debió trabajar con un curso grama” (Niebel, 1999, pág. 35).

Para implementación en este proyecto nos apoyaremos con el análisis de diagrama de flujo actual, verificando posibles adaptaciones y estandarizando en los

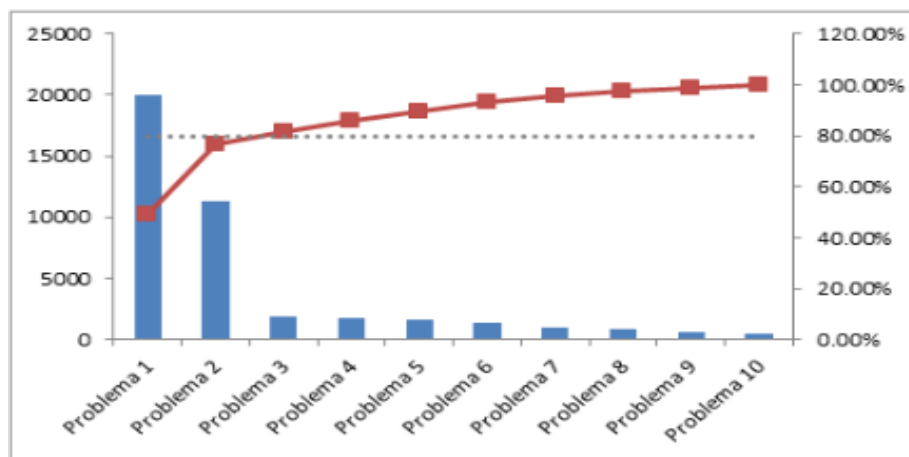
métodos de trabajo actuales, sugiriendo si es posibles mejoras en el diseño de planta, en este caso en la sala de multiempaques de línea 6.

Diagrama de Pareto

El principio de Pareto es también conocido como la regla del **80-20** o Distribución A-B-C y recibe este nombre en honor a *Wilfredo Pareto*, quien lo enunció por primera vez. Es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades, este diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes.

(Niebel & Freivalds, 2009, pág. 18). Afirman:

“Las áreas del problema pueden definirse por una técnica desarrollada por el economista Wilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza, en el análisis de Pareto los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala, y luego se ordenan en forma descendente, como una distribución acumulativa”.



Figuras No.6 Ejemplo de Diagrama Pareto

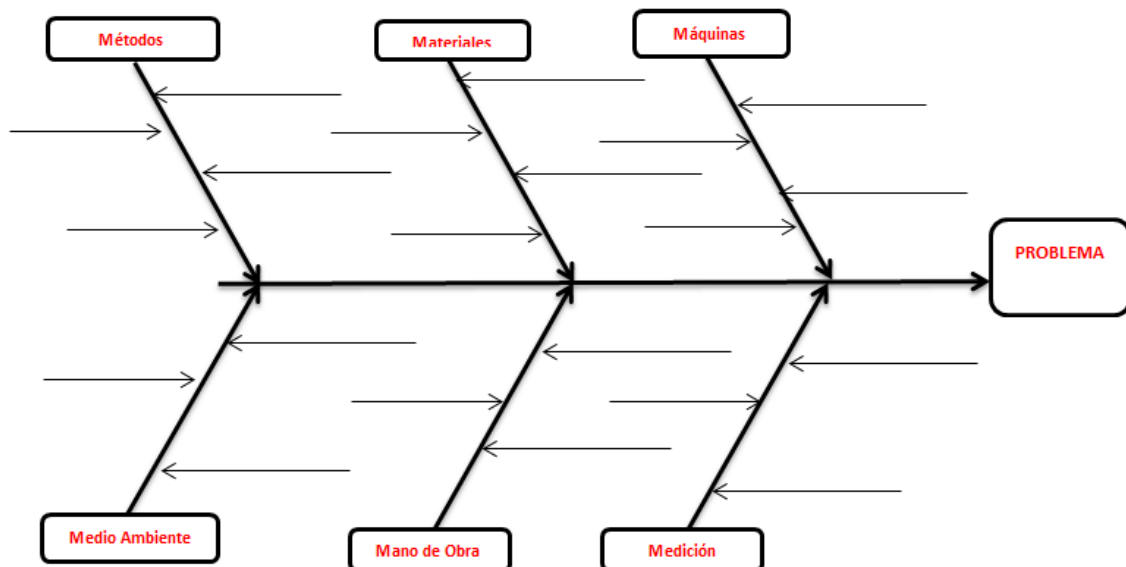
Elaboración: propia

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal; consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera racional una especie de espina central. Es una herramienta surgida a lo largo del siglo XX en los ámbitos de la industria y posteriormente a los servicios, que facilita el análisis de problemas y sus posibles soluciones.



Figuras No.7 Ejemplo de Diagrama Ishikawa

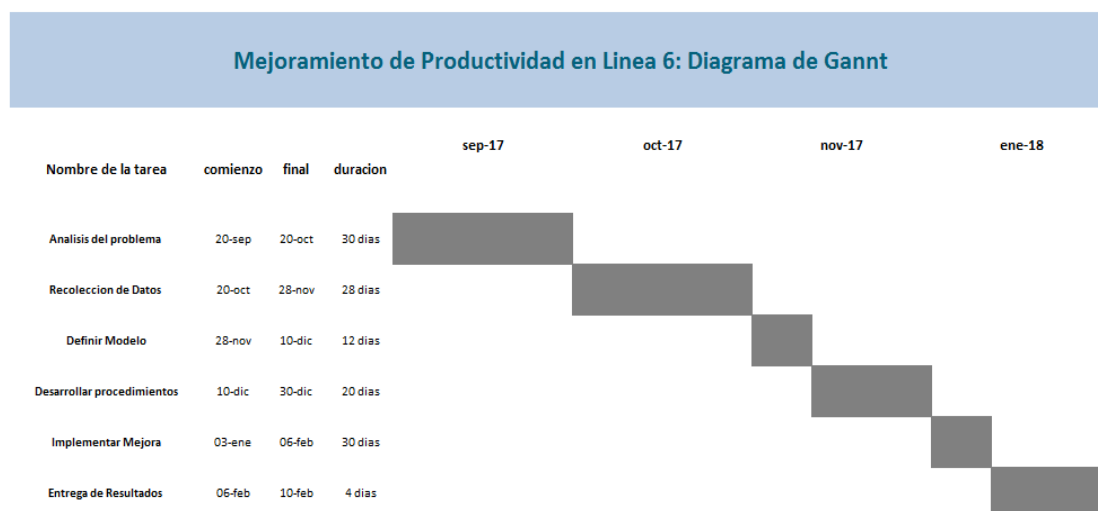
Elaboración: propia

Con este diagrama de Ishikawa haremos una selección de los aspectos importantes o claves a mejorar, que se nos brindara en la elaboración del mismo. También nos podrá hacer entender si las posibles mejoras pueden tener un impacto económico importante para la compañía.

El diagrama de Ishikawa fue concebido por el licenciado en química japonés Kaonu Ishikawa en el año de 1943. Se divide en 3 partes fundamentales, como son el problema (cabeza), los factores sobresalientes con afectaciones, conocidas como las 6M (Máquinas, Métodos, Medio Ambiente, Mano de Obra, Medición, Materiales); y luego las espinas de cada factor son una lluvia de ideas que afecten cada factor en el problema. Al final del ejercicio, se hace una selección de las que pueden tener más proporción de peso en el problema. Las herramientas propuestas para esta metodología son:

Diagrama de Gantt

Esta es una herramienta que le permite al investigador llevar una planeación con tiempos de entrega de tareas específicas en el planteamiento de actividades para desarrollar con un plazo de tiempos factibles, reales y con responsabilidades o compromisos de algunos del grupo de apoyo en la empresa.



Figuras No.8 Ejemplo de Diagrama Gantt

Elaboración: propia

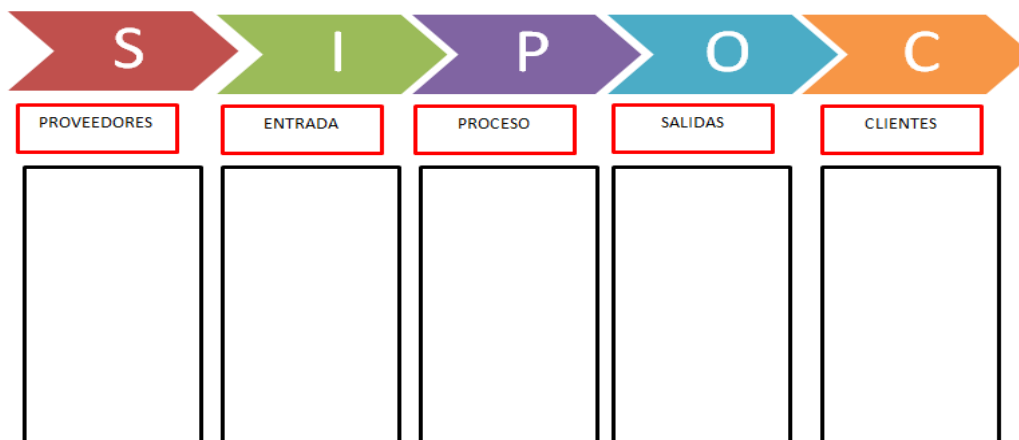
En un diagrama de Gantt, cada tarea es representada por una línea, mientras que las columnas representan los días, semanas o meses del programa, dependiendo de la duración del proyecto. El tiempo estimado para cada tarea se muestra a través de una barra horizontal cuyo extremo izquierdo determina la fecha de inicio prevista y el extremo derecho determina la fecha de finalización estimada.

Herramienta Sipoc

El Sipoc es un diagrama que nos permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo al respectivo suplidor, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además nos permite determinar los clientes vinculados a cada paso del proceso.

“Esta herramienta es utilizada por un equipo de mejora para identificar todos los elementos relevantes de un proceso organizacional antes de que el trabajo

comience. Ayuda a definir un proyecto complejo que puede no estar bien enfocado” (Criollo, 2005, pág. 63)



Figuras No.9 Ejemplo de Diagrama Sipoc

Elaboración: propia

Estas son las fases del SIPOC para ayudar a buscar la causa raíz de los problemas en un proceso, esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

Proceso: Actividades que se desarrollan, donde hay una nueva transformación del producto en el flujo de proceso. Se puede decir también que es conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.

Entradas: Podemos definir como entradas todo lo que se refiera a recursos, personal e información necesaria para lograr realizar cada paso del proceso.

Salidas: Es el producto o servicio del resultado de cada actividad

Clientes: Estos son los que reciben el producto o servicio, los cuales pueden ser

Proveedores: Este es el proveedor de las entradas del proceso antes mencionadas.

Project Chárter

En este Project chárter detallaremos todas las definiciones fundamentales de la línea y las posibles implicaciones económicas para la compañía, es de suponer que las mejoras propuestas se harán con el menor capital para la compañía, estudiando el costo- beneficio de las implementaciones finales en el tiempo (corto, mediano y largo plazo).

Tabla No.03 Ejemplo de Project Chárter

PROJECT CHARTER TEMPLATE				
General Project Information				
Project Name				
Project Manager				
Sponsor				
Email Address				
Phone Number				
Organizational Unit				
Process Impacted (if any)				
Expected Start Date				
Expected Completion Date				
Estimated Costs				
Estimated ROI				
Describe the background, goals, objectives, and deliverables of this project				
Background				
Purpose of Proj:				
Scope				
Expected Deliverables				
Metrics				
Project Schedule				
	Key Milestone	Start	Complete	Notes
	Form Team			
	Finalize Plan			
	Execution			
	Analysis Phase			
	Improvement Phase			
	Control Phase			
	Project Summary Report			
Define the Project Resources and Costs				
Project Team				
Support Resources				
Special Needs				

Disponible en: <https://toggl.com/project-charter-template>

En el Project chárter debe contemplar los costos económicos para la implementación y los cambios si se dan en la línea 6, aprobados por la gerencia de la planta; el supuesto del proyecto sugiere el menor gasto posible para la mejora.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

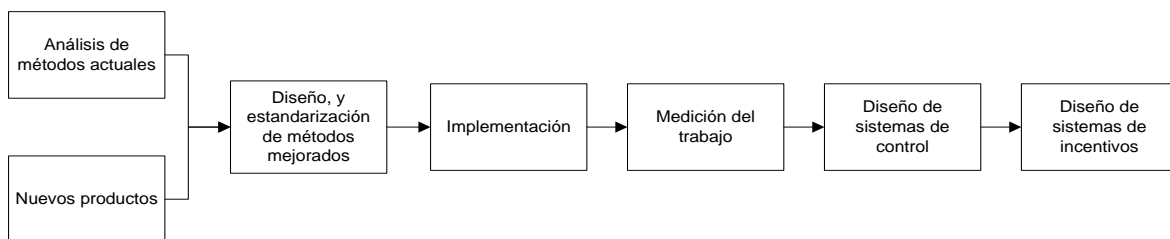
Para implementación en este proyecto nos apoyaremos con el análisis de diagrama de flujo actual, verificando posibles adaptaciones y estandarizando en los métodos de trabajo actuales, sugiriendo si es posibles mejoras en el diseño de planta, en este caso en la sala de multiempaques de línea 6.

Las herramientas propuestas para esta metodología son:

Técnicas: En el presente proyecto se utilizaran las técnicas de recolección de datos propios y generados por la compañía; con observación directa, entrevistas e información histórica de los últimos meses e inclusive años anteriores.

Ingeniería de Métodos:

Conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a las operaciones de un proceso de trabajo (directo o indirecto) a un análisis profundo, para introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida (productividad, que implica calidad).



Figuras No.10 Procedimientos Sistemáticos de Métodos

Fuente: Propia

El propósito de la Ingeniería de Métodos, el proceso debe ser diseñado de tal forma que permita, Oportunidad en la entrega, Calidad en el producto, Costos mínimos para la empresa, Esfuerzo justo del trabajador, es decir un proceso productivo eficiente.

Utilidades de la Ingeniería de Métodos

- Medio para aumentar la productividad de un proceso mediante la reorganización del trabajo con poca inversión de capital.
- Al ser sistemático, no pasa por alto ninguno de los factores que influyen en la eficiencia de una operación.
- Es el método más exacto, para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control de producción.
- Las economías resultantes de la aplicación correcta de la Ingeniería de Métodos comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.

Estudios de tiempos y movimientos

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a una tarea o actividad definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos de tiempos requeridos para lograr la ejecución de la tarea con un procedimiento estandarizado o preestablecido. Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

Tabla No.04 Proceso de Estudios de Tiempos

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces,

	y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Elaboración: Propia

Requerimientos para realizar el Estudio

Elegir los operarios esté familiarizado o capacitado para realizar la operación.

1. La maquinaria o equipos deben estar operando en condiciones normales, sin ninguna afectación que limite su funcionalidad adecuada.
2. Mantener cualquier tipo de material o materias primas disponibles en el área para evitar atrasos en la medición de los tiempos

Equipo para utilizar:

1. Cronometro
2. Tablero de Observaciones
3. Formulario para el estudio a realizar
4. Lapiceros y calculadoras

Para el estudio de tiempos en las actividades que se realizan en la línea 6, se utilizara un método de muestreo simple por observaciones directas.

Fórmula para calcular el tamaño de muestreo con método estadístico

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula según: (Ureña, 2015)

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' * \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

El nivel de confianza es de 95.45% y el margen de error es de $\pm 5\%$

n = tamaño de la muestra

n' = número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

X = Valor de las observaciones

Para de determinar la media aritmética o promedio de la muestra, se usa la siguiente formula:

$$\bar{x} = \text{Suma de los valores} / (N) \text{Totales de observaciones}$$

Para de determinar la el tiempo básico de la muestra, se usa la siguiente formula:

$$TB = \bar{x} * \text{Valoración del ritmo de trabajo} / 100$$

Tabla 05 Ejemplo de Valoración del ritmo de trabajo

Valoracion del Ritmo de Trabajo

120	Acelerado
115	Rapido
110	Optimo
105	Bueno
100	Normal
95	Regular
90	Lento
85	Muy Lento
80	Deficiente

Elaboración: Propia

Para de determinar la el tiempo tipo o estándar, deben preverse suplementos de tiempo, en términos de porcentaje, para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, compensar la fatiga o por condiciones especiales de la tarea se usa la siguiente formula:

Tiempo Estándar= TE= (TB* Valor de Suplementos/100) + TB

Tabla 06 Ejemplo de Suplementos

Suplementos	
Fatiga Basica	4%
Necesidades personales	5%
Por contingencias	4%
Por politica de empresa	1%
Especiales	0%
	14%

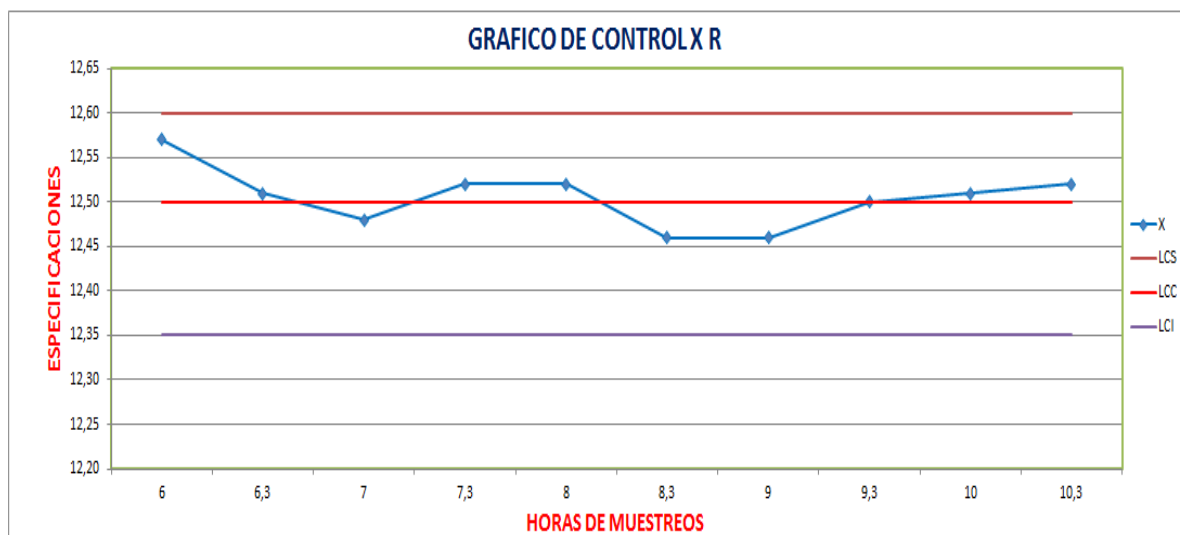
Elaboración: Propia

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento del proyecto

Para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento del proyecto se dispondrá de un proceso sistemático para las mejoras propuestas e implementadas, revisando con datos fiables los indicadores de producción y valorar la reacción que tomaran los operarios de la línea 6 sobre los cambios formulados.

Gráficos de Control X R

Los gráficos de control de media vs rango, también llamados gráficos XR, son gráficos realizados para el seguimiento estadístico del control de calidad. Permiten detectar la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso productivo.



Figuras No.11 *Ejemplo de gráfico de control*

Elaboración: propia

Los gráficos de control XR están compuestos por un límite Superior (LCS), límite Central o Promedio (LCC) y límite inferior (LCI). La fiabilidad de los datos de estos

gráficos y su posterior análisis, dependen de la forma de adquirir los datos en el proceso de toma de muestra.

Para la verificación, implementación, control y seguimiento usaremos lo siguiente como apoyo.

1. Diagramas de flujo recomendado
2. Tablas de control en producción
3. Registros de mejora implantado
4. Diagrama de Pareto con nueva propuesta
5. Procedimientos estandarizados de trabajo
6. Entrega de resultados a la gerencia

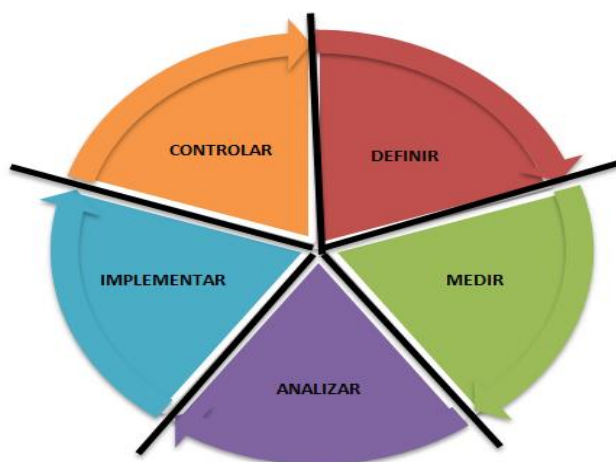
CAPÍTULO IV
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

En la planta de Jugos de Coca Cola Femsa Coronado, se tiene una unidad operativa para hacer múltiples empaques, básicamente promocionales que tienen como estrategia de mercado la venta de mix de distintos sabores de jugos, para diferentes clientes. En esta línea se trabaja con un sistema de mano de obra llamada terceros, donde la empresa Aldama S.A, es la encargada de proveer la mano de obra y supervisada por las jefaturas de la compañía Femsa, responsabilidad del supervisor de producción de envasado de jugos para Coca Cola Femsa.

En este capítulo se presenta la situación del área de mezclado (Multiempaques) de jugos y refrescos HiC, Sunfrut Naranja, Zeros y otros de la marca Coca Cola Femsa, también se realiza un estudio en sus diferentes afectaciones y se enfoca la atención en la búsqueda de posibles soluciones.

Proceso DMAIC



Figuras No.12 *Proceso de Mejora DMAIC*

Elaboración: Propia

En esta figura No.12, los etapas del proceso de mejora DMAIC, nos brindara el apoyo y suplementos necesarios para lograr con éxito el desarrollo de este trabajo, basados en sus aplicaciones a herramientas de trabajo, donde abordaremos cada etapa de su metodología, aplicando la experiencia de estudios anteriores comprobados, conocimientos adquiridos y analizando cada factor que nos ayude a mejorar la productividad en la línea 6, conocida como multiempaques.

4.1.1 Oportunidades de mejora

En este trabajo de investigación, se abordaran 3 factores y analizar las oportunidades de mejora, por sus problemas que determinan la baja productividad en la línea 6, de los que enumeramos:

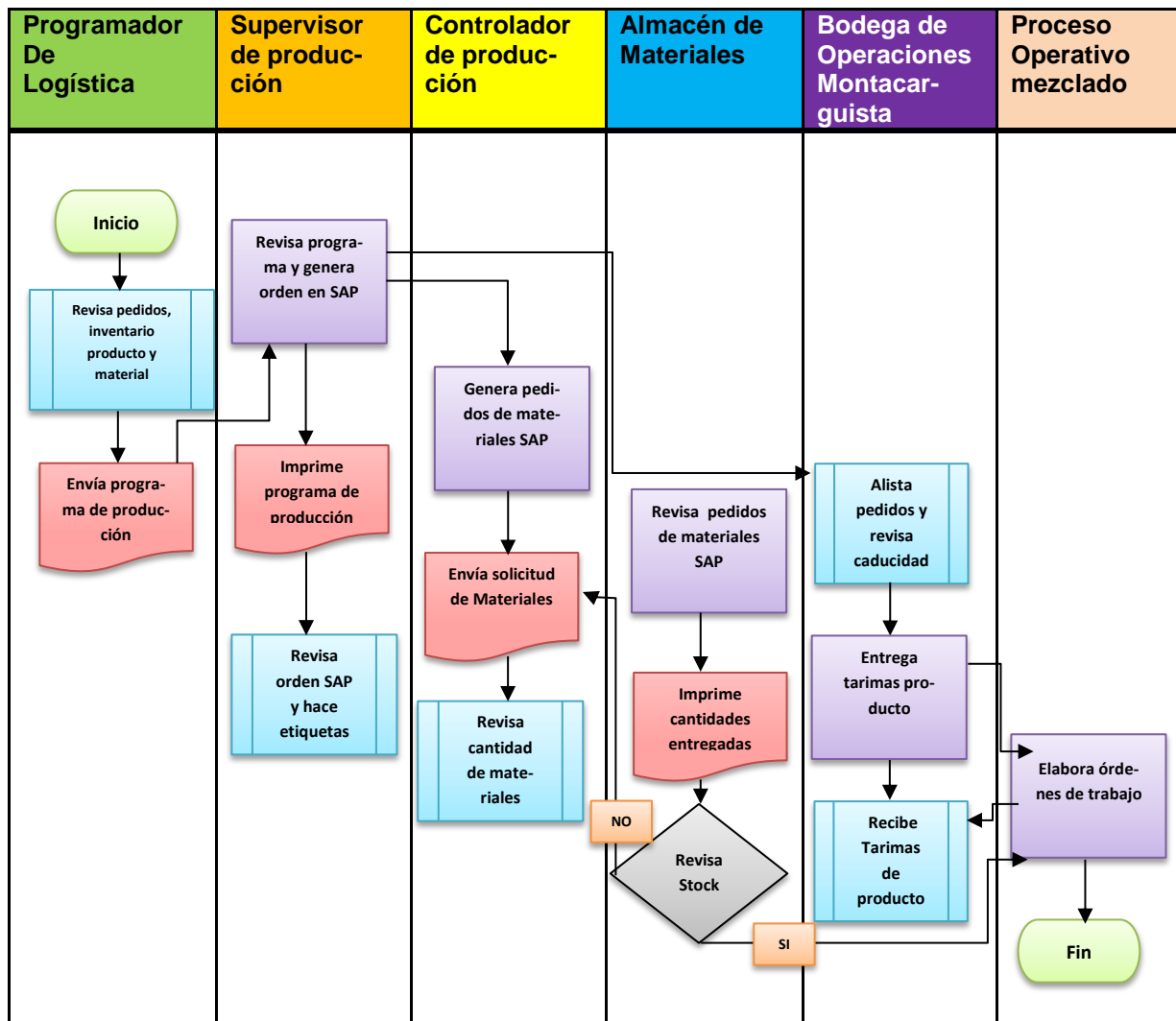
- Baja Eficiencia de la línea
- Fallas en los métodos y procedimientos de trabajo
- Altos Costos Operativos

La identificación de las oportunidades para mejorar en la productividad de la línea 6, nos enfocaremos a buscar las causas raíz de sus problemas principales y definir aumentar la eficiencia en 10%, pasar de un 72,5% actualmente en promedio y pasar a un 82.5%, más cerca de la meta como excelente que propone la empresa de un indicador de un 92%.

Proceso Diagrama funciones cruzadas,

Mediante un diagrama de proceso funciones cruzadas, se muestra de una forma más detallada el proceso para la elaboración de mezclado de sabores, las respectivas responsabilidades en cada departamento, en este caso 6 departamentos que para efecto del diagrama se llaman “calles”, que se interactúan información y trabajo para generar una orden de producción, esto se hace desde el inicio con la programadora de logística, hasta el final en la sala operativa de línea 6, los puestos de trabajo en cada área son el soporte, para la elaboración sus respectivos SKU (presentaciones, variabilidad de empaques definidas por la empresa y sus clientes. La operación de mezclado de jugos conlleva varios pasos importantes, los mismos se desarrollan a continuación:

Diagrama de proceso funciones cruzadas



Figuras No.13 Diagrama de Funciones Cruzadas

Elaboración: propia

A continuación se describen las funciones para los puestos de trabajo que aplican en el diagrama de funciones cruzadas para la línea 6, estas actividades son:

1. Las actividades del programador de Logística: comienza con la elaboración de un programa de producción por parte del departamento de Logística, basada en la demanda de los clientes, esta persona lo envía por correo interno, a los supervi-

sores de producción para que se valide el programa de producción y se genere la orden de trabajo por medio de sistema operativo de control de inventarios SAP.

2. Las actividades que hace el supervisor de producción: Es quien se encarga de generar un orden de producción en la plataforma de SAP, antes de validar los recursos necesarios, materiales, productos y tiempos programados para el día, luego pasa la información al controlador del procesos, que este haga la generación de materiales a utilizar en cada orden de trabajo.
3. Las actividades que hace el controlador del proceso: con dicha orden de trabajo y la explosión de materiales (cajas de cartón, plástico, grapas, etiquetas y códigos de barra) necesarios para cumplir con la orden de trabajo, genera una reserva o solicitud de materiales al departamento de suministros y materiales.
4. Las actividades que hace el supervisor en la bodega de Operaciones: Recibe la solicitud del pedido que hace producción, revisa el inventario del producto separado para los especiales y le entrega una copia del pedido al operador de montacargas, y este a su vez lleva tarimas con producto de distintos sabores a la línea, con la previa revisión de fecha de antigüedad del producto.
5. Las actividades que hace el supervisor de suministros de materia prima y materiales: Recibir el pedido de materiales de empaque, revisa orden de pedido contra stock de materiales; con el visto bueno le entrega la lista de materiales para el alisto al ayudante de bodega, quien transporta el material y luego carga la salida de este al sistema operativo de control de inventarios SAP.
6. Las actividades que realiza el personal operativo: Recibe el producto para mezclar o re empacar, recibe los materiales de empaque, revisa el programa de producción, genera la elaboración de producto final, entrega al operador de montacargas las tarimas identificadas con su respectiva etiqueta y elabora un reporte de control de la producción.

4.1.2 Composición de Mano de Obra en la Línea 6

Se trabaja con 2 tripulaciones de 5 personas por turno, estos turnos normalmente son presupuestados por la compañía a 8 horas cada grupo. El diseño trabajo de la línea lo conforman:

- 1 suplidor de cajas (que alimenta a una mesa de mezclado con cajas de una tarima)
- 2 mezcladores o surtidores en sabores de jugos, también les corresponde el cambio de la caja de 12 unidades a 24 unidades para Price Smart.
- 1 Operador del horno termo encogible, que a su vez le agrega a la cala un cartón frontal promocional que estrategia de mercado 6x5.
- 1 empacador, pegador de códigos de barra y entarimador de cajas con producto terminado.

Estos son los costos actuales que cancela Femsa por hora trabajada por personal operativo de la empresa Aldama SA, proveedor de servicios para la compañía, a ellos se le paga por hora trabajada a cada trabajador, para esto se debe llenar una boleta de los días y horas trabajadas a cada uno y con la firma de un representante de Femsa, el supervisor de producción.

El dueño de la empresa proveedora es quien les paga a cada uno de ellos y cubre las cargas sociales, los siguientes precios fueron analizados en el año 2017.

Tabla 07 Información precio de horas/ hombre de personal operativo

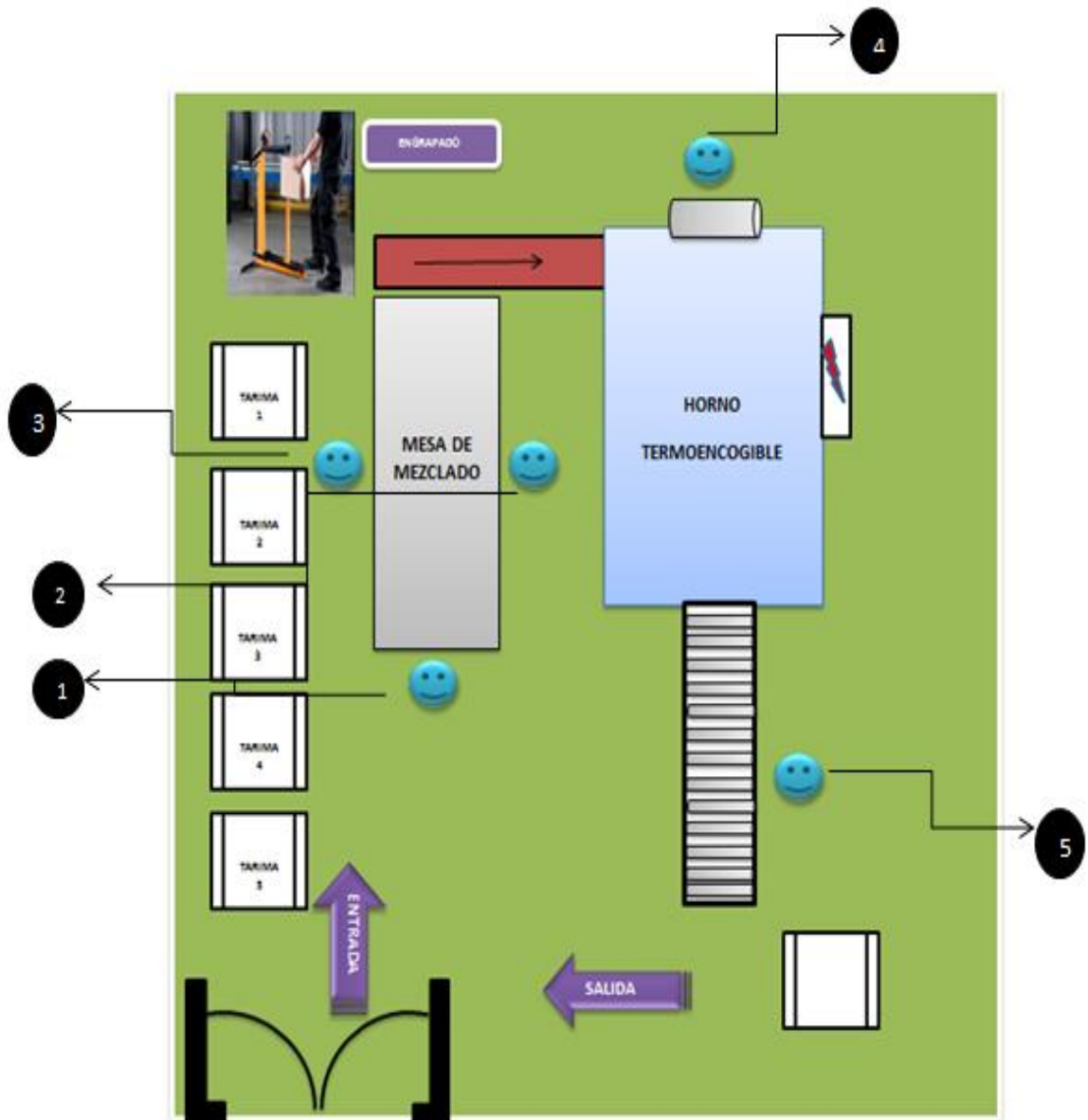
Hora Sencilla: 2152 colones	Jornada Diurna Diaria
Hora Extra Diurna: 3228 colones 	10 Personas(2 turnos)
Hora nocturna sencilla: 2455 colones	80 horas* 2152= ₡172160
Hora Extra Nocturna: 4910 colones	Jornada 12 horas p/turno
	40 horas* 2152: ₡86080
	20 horas diurna*2455:
	₡49100
	40 horas*2455: ₡98200
	20 horas* 4910: ₡ 98200

Elaboración: Coca Cola Femsa

La empresa proveedora cobra por hora laborada, les paga a sus colaboradores a menor precio, para obtener un margen de utilidad, que no vamos a analizar ya que no es parte de este trabajo, además en las entrevistas no se contemplan hallazgos de alta rotación del personal, desmotivación o bajo rendimiento por el salario devengado a los entrevistados. Ver Anexo 4, 5, 6 y 7.

4.1.3 Puestos de trabajo línea 6

En la siguiente figura No. 14, visualizaremos el modelo, la distribución de equipos y la ubicación de los puestos de trabajo.



Figuras No.14 Ilustración de Modelo Trabajo Línea 6










Elaboración Propia

En esta figura No.14, se observa la distribución de la sala de empaques y los puestos,

funciones de trabajo para los 5 operarios que componen una tripulación, las responsabilidades de cada operario son:

1. Operador encargado de suplir producto desde las tarimas hacia la mesa de mezclado, este trabajo es 100% manual.
2. Operador 1, que hace el mezclado de distintos sabores con jugos y empaca en la caja.
3. Operador 2, que hace el mezclado de distintos sabores con jugos y empaca en la caja
4. Operador de la maquina túnel, que se encarga de poner un cartón frontal promocional a caja unidad en la caja, además del control del equipo y revisión del plástico termo encogido.
5. Pegador de códigos de barra, empacador y entarimador de las cajas; se encarga de pegar el código de barras en cada unidad de caja, revisa el termo encogido y coloca las cajas empacadas en la respectiva tarima.

Las figuras o símbolos se representan en la siguiente figura No. 15, con la definición de cada una de ellas.

Simbología de la figura Sala			
	Operarios		Control de energía
	Tarimas con producto		Entrada/Salida
	Proceso de Engrapado		Entrada
	Plastico termoencogible		Salida
	Banda transportadora		

Figuras No.15 Simbología de Figura Ilustrativa Línea 6

Elaboración: Propia

Esta simbología forma parte esencial del trabajo:

- La carita feliz: Personal operativo
- Tarimas: equipo utilizado para embalaje del producto
- Engrapadora: Instrumentos de trabajo manual
- Plástico: Materiales protección a las cajas
- Bandas Transportadoras: Instrumentos de trabajo
- Símbolo Energía: Parte del equipo termo encogible
- Símbolo Puertas y Fechas: Entrada/salida con sus direcciones.

4.1.4 SIPOC Clientes Internos de la línea 6

En la siguiente tabla No.07, Analizaremos el proceso interno de la línea 6 Sipoc y sus variables más significativas.

Tabla 02 SIPOC interno de Línea 6

SIPOC- Proceso Interno LINEA 6				
S (Proveedores)	I (Entradas)	P (Proceso)	O (Salida)	C (Cliente)
Operarios de Montacargas	Producto para mezclar Tarimas Vacías	Solicitud de producto Entrega de producto Recibo de producto	Entregar exportaciones	Operaciones y ventas Femsa
Bodega de Materia Prima y materiales	Cajas de carton	Entrega de Materiales	Materiales rechazados	Suministros Femsa Corrugados Belen S.A
	Etiquetas	Inventario diario de Materia prima y	Control de Inventario SAP	
	Grapas	Solicitud de Compras materiales		
	Codigos de Barra	Entrega de repuestos	Materia prima rechazada	
	Plastico termoencogible			
	Plastico estirable			
Tecnicos en Mantenimiento	Programa de Mantenimiento	Mantenimiento Correctivo	Ejecutar Ordenes de Trabajo	Ingenieria Mantenimiento Femsa
	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo	Ordenes de Trabajo SAP	
	Servicios auxiliares (aire, electricidad)	Control y Revision de equipos		
Programador de producción	Programa diario de producción	Control de Inventario		Logistica Femsa
		Control de Materia prima	Datos de eficiencia	
Ingenieria de Edificios	Pinturas	Pintar paredes	Ejecutar Ordenes de Trabajo	Ingenieria Mantenimiento Edificios Femsa
	Materiales de Construccion	Reparacion pisos	Ordenes de Trabajo SAP	
	Muebleria y Estantes	Reparacion Luces		
Aseguramiento de Calidad	Procedimientos	Revisión Visual	Información SAP	Gestión y Calidad Femsa
	tablas de control	Muestras de producto	Graficos de control	
	Metodos	Muestras de Microbiología	Resultados microbiologicos	

Elaboración: propia

En esta línea se le presta servicio por 6 departamentos internos de la planta, los cuales son:

- Departamento de Operaciones, que se encarga del producto en inventario temporal para ser mezclado, proveer de tarimas con producto a la línea por medio de un operador de montacargas; y luego recoge el producto procesado en la línea.

- Departamento de Materia Prima y Materiales: Es el encargado de suplir de cajas de cartón, plástico, grapas, etiquetas, códigos de barra y cartón frontal promocional.
- Departamento de Mantenimiento: Es el encargado de los mantenimientos de los equipos y máquina, tanto preventiva como correctiva.
- Departamento de Logística: Encargada de generar el programa de producción diariamente.
- Ingeniería de Edificios: Encargada de realizar el mantenimiento del edificio físico, pinturas, reparación de pisos, estantería, grifería, techos, etc.
- Aseguramiento de Calidad: Encargada de revisión y control de proceso en lineamientos de la calidad del producto final hacia el cliente.

4.1.5 Portafolio de productos del proceso

Este es el portafolio de producto que se hace en la línea 6, están identificados con un SKU para generar la orden de producción y automáticamente la generación de materiales por utilizar.

Tabla 03 Portafolio de Productos en Línea 6

SKU's LINEA 6			TRANSFORMACION	
SKU	PRODUCTO	Paquete	Empaque Primario	Empaque Final
162281	DEL VALLE MIXTO 200 ML 30 PZA	Caja	18 uds	30 uds
168089	2PK HI-C FRUTAS + HI-C MANZANA	Caja	12 uds	
168140	2PK HI-C UVA + HI-C MELOCOTON	Caja	12 uds	
164526	HI-C SURTIDO 250 ML 12PZA NACIONAL	Caja	12 uds	
164527	HI-C SURTIDO 250 ML 24PZA PRICE TETRA	Caja	12 uds	24 uds
167222	HI-C TE/LIMON 330 ML 24PZA TETRA PS	Paquete	12 uds	24 uds
164560	ZERO SURTIDO 330 ML 24PZA NACIONAL	Paquete	12 uds	24 uds
164561	ZERO 6 PACK 330 ML 12PZA	Paquete	12 uds	
164603	HI-C SIX PACK 250 ML 12PZA	Caja	12 uds	
164757	DEL VALLE SURTIDO 6 PACK 200ML 18PZA	Caja	18 uds	
165345	DEL VALLE CAJA MIXTA NUTRIDEFENSAS 200 ML	Paquete	18 uds	
161545	DEL VALLE MIXTO 200 ML 18 PZA	Caja	18 uds	
161553	DEL VALLE CAJA MIXTA NUTRIDEFENSAS 200 ML	Caja	18 uds	
161545	DEL VALLE NUTRIDEFENSAS 6 PACK 36PZA	Paquete	18 uds	
165023	6 PACK SUNFRUT NARANJA 200 ML	Paquete	18 uds	
161601	18 PACK NUTRIDEFENSAS MIXTO	Caja	18 uds	
165439	JU-C SURTIDO 200 ML 18PZA TETRA BRICK	Caja	18 uds	
165440	JU-C 6 PACK 200 ML 18PZA TETRA BRICK	Paquete	18 uds	
168441	HIC SURTIDO 1 LITRO 6 PZA TETRA BRICK	Caja	6 uds	
163259	HI-C FRUTAS 250 ML 24 PZA PRICE	Paquete	12 uds	24 uds

Elaboración: Propia

En esta Tabla No.08 se observa las distintas presentaciones y embalajes en unidades de producto finales, identificados con SKU para distintos clientes e indica los productos que se deben transformar o re-empacar.

SKU: Cada producto tiene su propia identificación que lo distingue de los demás, por temas de control del inventario, utilidades y costos unitarios.

Producto: Está compuesto según el formato de empaque, para diversos clientes.

Paquete: Es la condición de manejo, en paquete como el 6pack o 4 pack y la caja de empaque normal en un solo tipo de sabor o también se combinan sabores de jugos, pero mantienen su empaque primario.

Transformación: Puede ser en empaque primario de las líneas de envasado y el

empaque final, donde se produce una condición de mezclado de sabores y se aumenta la cantidad de jugos por caja, en este caso se requiere transformar de 12 unidades a 24 o 30 unidades; para Coca Cola, uno de sus mayores clientes que lo requiere es Price Smart.

El concepto de transformación, ocurre cuando en el de envasado de los jugos en las líneas llenadoras, el empaque en las cajas se hace en forma automática; luego en la línea 6 se deben re empacar o transformar en otro tipo de empaque, que en este caso se pasa de 12 unidades a 24 o 30 unidades a solicitud del cliente.

Las cajas de 12 unidades son de empaque primario como vemos en la tabla anterior No.08, que sirven solamente para mantenerse en bodegas por un tiempo determinado, mientras se convierten a un empaque final o secundario, en este caso de 24 o 30 unidades. Este material de empaque primario se desecha totalmente, no hay ninguna posibilidad de reutilizar en las maquinas ni en forma manual.

Como se puede observar en la figura No. 16, con 2 cajas de 12 unidades, se pasa a un pedido de embalaje de 24 unidades, estas cajas que quedan vacías operativamente no se pueden reutilizar en la línea de envasado, por lo que la empresa asume el costo de las bandejas en el empaque primario, y se desechan por medio de empresas recicladoras de materiales.



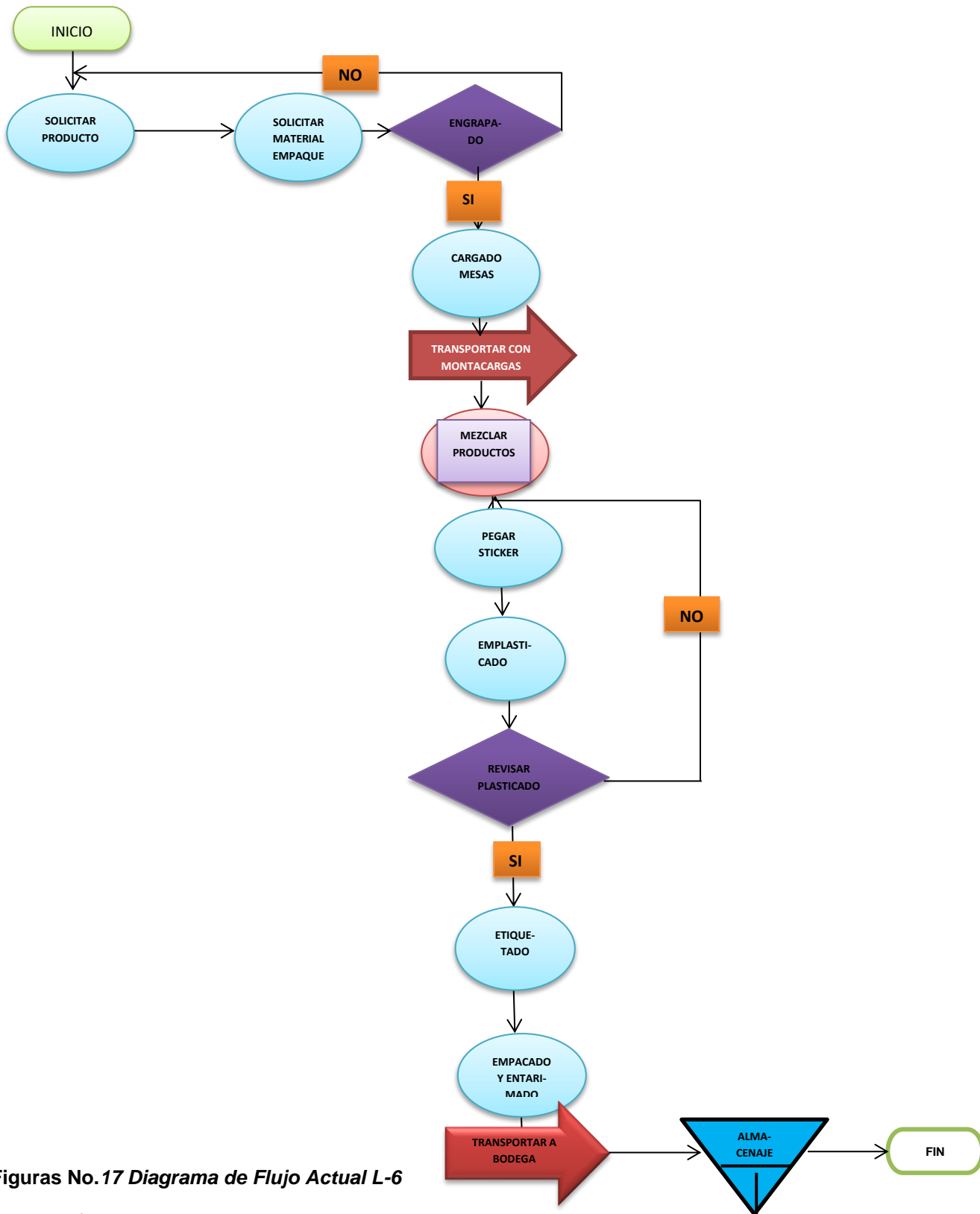
Figuras No.16 Transformación de Empaque en Cajas

Elaboración: propia

4.1.6 Diagrama de flujo del proceso línea 6

El presente diagrama de flujo muestra el proceso de cómo se realiza actualmente la elaboración de los empaques en combinación de sabores de la línea 6. Para la construcción de dicho diagrama se contó con la ayuda de los supervisores de producción y superintendente de la planta, el cual brindó detalladamente toda la información necesaria para este trabajo.

DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL LINEA 6



Figuras No.17 Diagrama de Flujo Actual L-6

Elaboración: propia

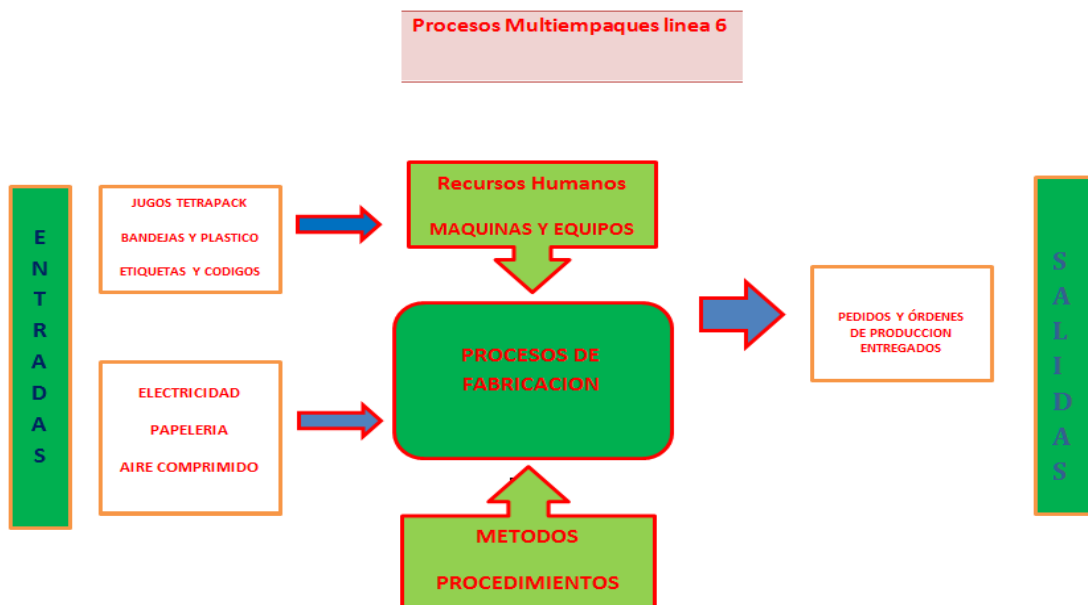
En este diagrama de flujo No.17, se describe todos los procesos que se necesitan para producir en la línea 6 de Multiempaques, y la elaboración de distintos SKU para clientes generalmente promocionales o por temporada.

1. Se solicita el producto al departamento de operaciones, quien es el administra y controla el inventario de producto envasado y que mantiene en las bodegas clasificadas por medio de racks.
2. Se debe revisar la fecha de caducidad de los distintos sabores de jugos a mezclar en las ordenes de producción, y decidir con la filosofía de control de inventarios UEPS, que significa que el ultimo en entrar al inventario, es el primero en salir, y además los clientes sugieren un producto muy fresco o con menor tiempo de elaboración.
3. Se debe solicitar el material de empaque, que consta de bandejas de 24 unidades si la orden de producción así lo describe, plástico 31cm termo encogible, cartón frontal promocional, códigos de barra, grapas, cinta adhesiva 3M y tarimas de madera.
4. Engrapado en forma manual las cajas de 24 unidades en el caso de los pedidos para Price Smart, esto se hace con una engrapadora de pedal, que el operador acciona para pegar las alas de la cajita.
5. Se debe cargar una mesa con distintos sabores de jugos que vienen en las cajas de 12 unidades, se sacan de caja y se forman filas de los sabores a combinar, y esta operación se realiza manual y constantemente llenar la mesa a los 2 operadores que hacen el mezclado de sabores en jugos.
6. Mezclar y empaquetar en la caja de 24 unidades o dependiendo el pedido a caja

reutilizable (misma caja de 12 unidades), esto en el caso de pedidos para clientes en general.

4.1.7 Definición de las entradas y salidas del proceso en la línea 6

En el sistema productivo de la línea 6, se produce una transformación de empaques varios, para esto vemos sus entradas, proceso y salidas.



Figuras No.18 Sistema Productivo Línea 6

Elaboración: propia

En las entradas tenemos:

- Jugos tetrapak de varios sabores
- Cajas de cartón, plástico termo encogible y tarimas
- Etiquetas, papelería y códigos de barra
- Electricidad y aire comprimido

En proceso tenemos:

- Mano de obra
- Máquinas y equipos
- Métodos y procedimientos

En las salidas tenemos:

- Producto terminado
- Ordenes o pedidos terminados

4.1.8 Proceso SIPOC Línea 6

En la Tabla No. 09 analizaremos el proceso general de Multiempaques en Línea 6, con los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes

Proveedores: personal tercero, Fotolit, Mantenimiento, Corrugados Belén

Entradas: jugos, cajas, plástico, maquinas, equipos, corriente eléctrica

Proceso: Mezclado, armar cajas, entrega producto, reportes, etc.

Salidas: productos mezclados, ordenes de trabajo, distribución y ventas, etc.

Clientes: Price Smart, Coca Cola Panamá, Supermercados, pulperías, escuelas, etc.

Tabla 04 Análisis SIPOC Proceso Multiempaques

SIPOC- Proceso en Multiempaques de Jugos LINEA 6				
S (Proveedores)	I (Entradas)	P (Proceso)	O (Salida)	C (Cliente)
Personal Terceros	Jugos Pulposo Azucarado (mango, frutas, melocoton, pera)	Solicitud producto para mezclar	Proceso de Multiempaques Tetra brik	Distribuidores Nacionales (Pulperias, Walmart, Pali, Perifericos; Automercado, Pricemart, AMPM, ect), CR
Corrugados Belen S:A	Jugos Azucarados (manzana, melocoton, naranja)	Armado de Cajas	Maquinas engrapadora (armado de cajas)	Industria Nacional , Nicaragua
Mantenimiento	Jugos Sin azucar (te limon, mora azul, melocoton, manzana)	Cargar mesas con producto	Colocaciòn Automatizada Plastico termoencogible	Embotelladora Central, Guatemala
Fotolit S:A	Jugos Pungentes (Naranja, Te limon)	Mezclar diferentes sabores	Empaque Manual	Coca Cola Femsa, Panama
		Emplasticado	Etiquetado Manual	
Servicios Auxiliares	Maquinaria		Entarimado Manual	
Recursos Humanos (Aldama)	Engrapadora	Etiquetado Manual	Distribucion y Venta	
Tarimas plasticas y madera	Montacargas			
	Grapas	Empacado manual		
	Carton corrugado	Entarimado Manual		
	Plastico Termoencogible			
	Carton frontal promocional	Almacenaje del producto		
	Especificaciones para mezclado de jugos	Salida (Transporte)		
		Entrega cliente		

Elaboración: propia

En esta tabla No. 09 de SIPOC vemos los 5 elementos que componen su estructura y analizaremos, el proceso para analizar los posibles atrasos en las actividades operativas y generar unas propuestas alcanzables, con la aprobación de la empresa Coca Cola Femsa.

4.2 Medir Indicadores

En la tabla No. 10 analizaremos la información generada por la empresa del cumplimiento del programa en cajas físicas planeadas contra una meta de capacidad real y el rendimiento mensual en porcentajes.

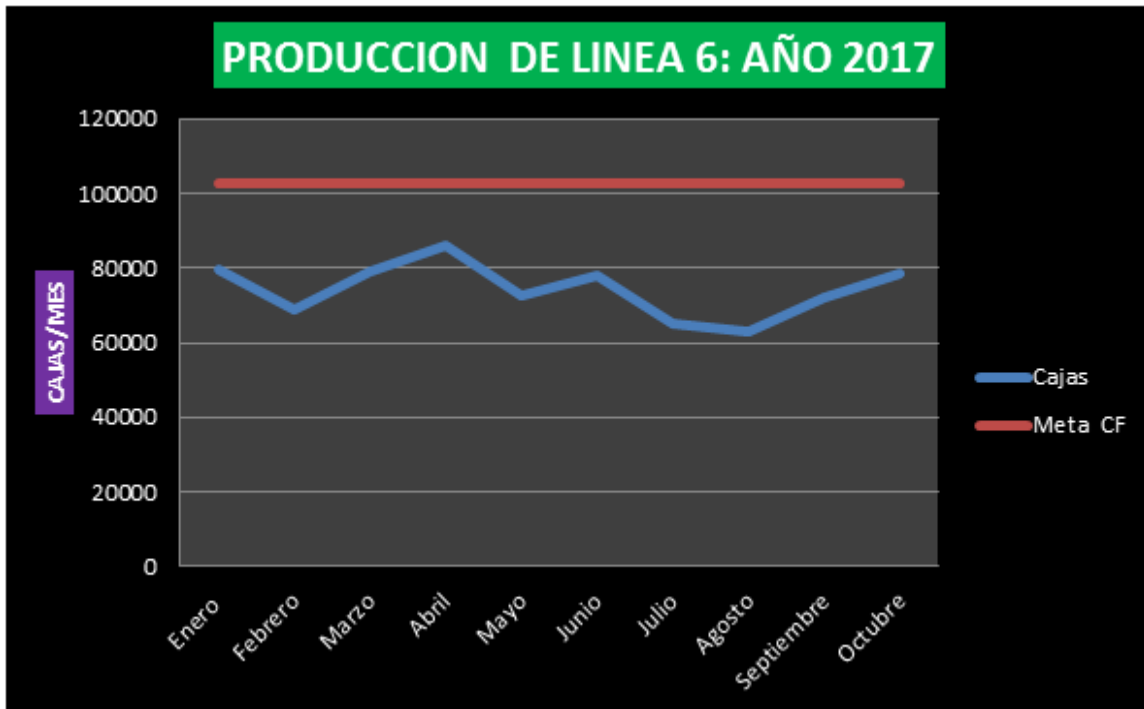
Tabla 5 Información de la producción actual

Produccion: 2017			
Meses	Cajas	Meta	% Rend.
Enero	79580	102500	77,64%
Febrero	68906	102500	67,23%
Marzo	79150	102500	77,22%
Abril	86144	102500	84,04%
Mayo	72655	102500	70,88%
Junio	77820	102500	75,92%
Julio	65238	102500	63,65%
Agosto	63220	102500	61,68%
Septiembre	72098	102500	70,34%
Octubre	78432	102500	76,52%
Promedio	74324,3		72,51%

Elaboración: Empresa

En esta tabla podemos ver las producciones en cajas físicas pronosticadas por la compañía, en este caso se definió en 102.500 cajas físicas como meta, durante los meses del año 2017 antes de realizar la consulta de datos y las obtenciones reales de cajas físicas durante este periodo de tiempo.

Para entender mejor esta variable de producción real alcanzada podemos ver la siguiente grafica donde se observa que las producciones mensuales fueron muy por debajo de lo esperado y planeado en los pronósticos de producción, donde en promedio se alcanza una producción alrededor de 74.324 cajas físicas terminadas.



Figuras No.19 Gráfico de producción 2017 línea 6

Elaboración: Empresa

En este gráfico lineal se observa la inestabilidad de la línea 6, en cuanto a cajas producidas durante los meses del 2107, muy por debajo de la meta propuesta por la empresa; y para lograr esas producciones se deben aplicar el sistema de pago de tiempos extraordinarios al personal, para evitar aun mayor desabasto o incumplimiento en la entrega pactada del producto al cliente.

Proyección Sugerida de Eficiencia diaria:

Demanda Mensual Promedio: 102 500 CF

Demanda Diaria (26 días laborales): 3 942,30 unid/día

Takt Time: $\frac{\text{tiempo disponible}}{\text{Unidades al día}} = \frac{24\ 960 \text{ Min}}{3\ 942,30} = 6,33 \text{ unidades/ minuto}$

Unidades al día 3 942,3 unid/día

Proyección Real en Eficiencia diaria:

Producción Mensual Promedio: 74 312 CF

Demanda Diaria (26 días laborales): 2 858.15 CF/día

Takt Time: $\frac{\text{tiempo disponible}}{\text{CF al día}} = \frac{24\ 960 \text{ min}}{2\ 858,15 \text{ CF/día}} = 8,73 \text{ CF/ minuto}$

Realidad de Eficiencia: $\frac{\text{Demanda Sugerida Promedio}}{\text{Producción Real Promedio}} = \frac{6,33 \text{ CF/ min}}{8,73 \text{ CF/ min}}$

$$6,33 - 8,73 = 2,4$$

Con este análisis de eficiencia se detecta que hay un déficit de 2.4 CF por minuto trabajado en la línea 6, por lo que se deben formular acciones para mejorar el rendimiento general y aumentar la rentabilidad del negocio.

4.2.1 Capacidad operativa de la línea 6



Figuras No.20 Gráfico de Capacidad de producción línea 6

Elaboración: empresa

En este gráfico se puede observar la brecha que hay entre lo planeado y lo efectivo en promedios mensuales.

Los indicadores que la empresa genera son basados en datos históricos, que hacen una referencia a que la línea tiene una capacidad de producción efectiva teórica en promedio mensual de 102.500 CF, y desde Enero a Diciembre en el año 2017, alcanzó un promedio mensual de 74 312 CF, esto representa en el indicador de eficiencia un 72, 5% promedio mensual, se han dejado de producir aproximadamente 28.188 CF cada mes. En este gráfico se puede apreciar la brecha en capacidad teórica y la capacidad efectiva que actualmente se da en cajas físicas obtenidas, analizaremos las posibles causas raíz en todo sus procesos y subprocesos, y la injerencia de algún departamento de servicio que presta a la línea 6.

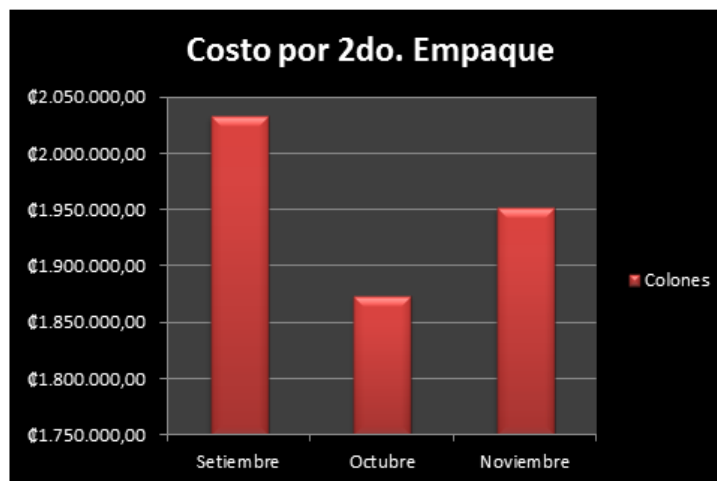
4.2.2 Identificar los desperdicios (costos):

Las principales afectaciones de los desperdicios que se producen en la línea 6 son especialmente en:

- Desecho de cajas en cartón en empaque primario

COSTO POR 2do. EMPAQUE: Set 2017- Nov 2017

Meses	Colones
Setiembre	₡2.032.334,17
Octubre	₡1.873.293,44
Noviembre	₡1.950.866,40
Promedio Mensual	₡1.952.164,67



Figuras No.21 Costo 2º. reproceso

Fuente: Empresa

En este grafico se observa el comportamiento económico de gasto sobre el empaque primario desde las envasadoras y que luego en la línea 6 se hace un nuevo re-empaque en cajas de cartón para el cliente de Price Smart, cada trimestre en promedio se desechan 20.545 unidades de este material con valor de ₡5 856 494,01, con un promedio mensual de ₡1 952 164,67

Aparte del costo económico que esto representa, también hay una afectación ambiental que en este trabajo no tomaremos en análisis del costo al medio ambiente.

Tabla 6 Bandejas desechadas Trimestralmente Línea 6

BANDEJAS DESECHADAS TRIMESTRALMENTE EN PROMEDIO					
Año 2017		Produccion(Ventas)	cajas de 12 uds	Colones	Costo Anual
1	Setiembre	11595	22019	₡ 1.084.559,00	
2	Octubre	10606	20600	₡ 1.008.696,00	
3	Noviembre	10013	19018	₡ 937.017,00	
Totales		32214	61637	₡ 3.030.272,00	₡ 12.121.088,00
Promedio Mensual		10738	20545,67	₡ 1.010.090,67	₡ 4.040.362,67

Elaboración: propia

En esta tabla No. 11 se puede demostrar la cantidad de cajas que se desechan en promedio durante 3 meses de producción, esto indica que 20, 545 cajas de 12 unidades, con costo trimestral de ₡3 030 272 y costo anual de ₡12 121.088.

Tabla 7 Costo de Reproceso Te Hi C Price Smart

COSTO REPROCESAR TE HIC 330 ML : PRICESMART						
MANO DE OBRA X TIEMPO						
Ventas Mes	Tarimas (144)	Tiempo x Tar (hrs)	Tiempo Total (hrs)	Personas	Salario Promedio	Total Mano de Obra
3010	20,9	0,75	15,675	5	₡ 2.152,00	₡ 168.663,00
Ventas Año	Tarimas (144)	Tiempo x Tar (hrs)	Tiempo Total (hrs)	Personas	Salario	Total Mano de Obra
36120	250,8	0,75	188,1	5	₡ 2.152,00	₡ 2.023.956,00

Elaboración: propia

En esta Tabla No.12, se hace una estimación por parte de la compañía Coca Cola

Femsa, en reprocesar el producto Te 330 ml para el cliente Price Smart, con su recurso en mano de obra y los tiempos.

Costo mensual: El costo por reprocesar Te Hi-C para Price Smart y vender promedio mensual es de 3 010 cajas físicas, 144 son las cajas por tarimas, se dura 0,75 horas representa al mes 15,67 horas de producción en empaque manual con 5 operarios, con un salario promedio de ₡ 2 152,00 por hora, representa un valor de ₡ 168.663,00 mensuales, solo en mano de obra.

Costo mensual: El costo por reprocesar Te Hi-C para Price Smart y vender promedio es de 36 120 cajas físicas, 144 son las cajas por tarimas, se dura 0,75 horas representa al año 188.1 horas de producción en empaque manual con 5 operarios, con un salario promedio de ₡ 2 152,00 por hora, representa un valor de ₡ 2 023 956,00 anuales, solo en mano de obra.

- **Penalización por atrasos en entrega:** Esto se da por atrasos en la entrega acordada con anterioridad entre la compañía y el proveedor del servicio de transporte en las ventas al exterior del país. Por diversos atrasos en la línea 6, no es posible cumplir con este compromiso y se produce esta multa que por cada viaje incumplido se genera un cobro de \$250.

Año	2017	
Multa por viaje	\$250	250
Meses 2017	Frecuencia	Total
Enero	3	750
Febrero	2	500
Marzo	3	750
Abril	1	250
Mayo	0	0
Junio	1	250
Julio	2	500
Agosto	1	250
Septiembre	1	250
Octubre	3	750
Noviembre	1	250
Diciembre	1	250
Totales \$	$\bar{x} = 1,6$ viajes por mes	4750



Figuras No.22 Gráfico de Costos por Penalización

Fuente: Empresa

En este gráfico No. 22, se observa las afectaciones económicas que se presentaron en el 2017, en total se cobra \$250 por cada incumplimiento y en total represento en el año \$4 750 debido a los atrasos en la entrega (Penalizaciones) por parte del proveedor de servicio de transporte, entre el horario pactado de carga, entrega y despacho de mercadería. La empresa tiene contrato con los transportistas de sus productos, y se fija una hora determinada de entrega del producto, y si este se retrasa se produce un castigo económico, se debe destacar que en el caso contrario, la empresa cobra al transportista por el retraso en las unidades para él envío, pero para este estudio no vamos a tomar en cuenta esta posibilidad, ya que lo que se analiza son los retrasos de la línea 6.

Comportamiento de tiempo extraordinario: 2017

En el año 2017, observamos en el siguiente grafico el comportamiento de los tiempos extraordinarios pagados al personal operativo de la línea 6.

Año	2017		
Tiempos extras	¢ 2.225,75		
Meses 2017	Horas	Total	Meta
Enero	341	¢ 758.980,75	¢285.210,55
Febrero	480	¢ 1.068.360,00	¢285.210,55
Marzo	448	¢ 997.136,00	¢285.210,55
Abril	485	¢ 1.079.488,75	¢285.210,55
Mayo	512	¢ 1.139.584,00	¢285.210,55
Junio	360	¢ 801.270,00	¢285.210,55
Julio	428	¢ 952.621,00	¢285.210,55
Agosto	273	¢ 607.629,75	¢285.210,55
Septiembre	402	¢ 894.751,50	¢285.210,55
Octubre	386	¢ 859.139,50	¢285.210,55
Noviembre	326	¢ 725.594,50	¢285.210,55
Diciembre	478	¢ 1.063.908,50	¢285.210,55
Σ Totales		¢ 10.948.464,25	
\bar{x}		¢ 912.372,02	



Figuras No.23 Gráfico de tiempos extras en 2017

Fuente: Empresa

En este grafico nos refleja el impacto económico de ¢10, 948,464.25 anuales, con un promedio mensual de ¢912.372,02, sobre las horas extraordinarias para cumplir con el programa de producción y la demanda de la línea 6, entre lo pronosticado y lo real durante el año 2017.

4.3 Analizar causas de fallas

Actualmente en la línea 6 se carece de métodos estandarizados en el proceso, no existe un procedimiento de trabajo que haga mejorar la productividad, mejorando la eficiencia y eficacia.

Para recabar esta información se realiza entrevistas con los encargados de las líneas, operarios, operadores de montacargas e inclusive con la misma gerencia de producción, con el fin de propiciar la situación real desde lo que se percibe con los operarios. Ver formato de entrevistas en el apartado Apéndice No.1

Algunas fallas operativas que se evidenciaron por observación directa y se analizaron son:

- En las observaciones directas en el sitio de trabajo y por consultas al operador de montacargas, se evidencia que no está definido la priorización de entrega de producto a la línea 6; el operador de montacargas debe atender otras funciones del puesto, como es carga y descarga de camiones de ventas y recibir tarimas del área de envasado. Por todo esto en la línea 6 se producen muchos paros por falta de producto, el operador hace la función de acuerdo a sus necesidades, por no contar con una directriz de prioridades.
- En las observaciones directas y entrevistas a los operarios de mezclado, los operarios no tienen una matriz escrita de mezclado de sus productos, deben preguntar qué tipo de mezcla se debe hacer, tal como lo pide el cliente, por lo que en ocasiones la forma de mezcla no es de acuerdo a la orden de SAP y no hay programa de producción impreso que ellos puedan orientarse.
- En las observaciones directas y preguntas a los operarios, la programación del

día se planea, con faltantes de tarimas vacías que son necesarias para empalear el producto, son exclusivas para el cliente; en el caso de Price Smart, esta empresa envía sus propias tarimas tardíamente; se programa el personal y se deben detener el proceso por falta de tarimas o entarimar en otras tarimas y posteriormente se debe trasladar de tarimas, ocasionando un doble trabajo.

- En las observaciones directas, se detectan que no hay un procedimiento definido por los supervisores de producción para dar equilibrio en el trabajo de mayor esfuerzo físico entre los operarios; estas condiciones no favorecen la distribución de carga en trabajo de los operarios.

4.3.1 Diagrama Pareto (80-20)

En el siguiente tabla No. 13 de diagrama de Pareto, se observan los datos en tiempos de paros en la línea, distribuidos de mayor a menor proporción; esta información es suministrada por la empresa, donde el puesto de controlador de producción, almacena la documentación diaria de los reportes de cantidades de cajas físicas producidas y que contemplan una columna de observaciones de los paros en la línea, esta información es generada por los operarios. Podemos observar los datos generados en el mes de setiembre 2017, luego analizar las principales causas de paros en la línea y luego hacer una propuesta de mejora, tratando de bajar o eliminar estos tiempos ociosos para la línea de producción.

Tabla 8 Paros en la línea 6 Pareto

PAROS DE LINEA 6: SETIEMBRE 2017					
	Min		% Acum		80-20
REPROCESAR LITRO	1029	17,27%	17%	1029	80%

CONSTANTES CAMBIO DE ÓRDENES	735	12,33%	30%	1764	80%
MONTACARGA (FALTA PRODUCTO)	660	11,08%	41%	2424	80%
TIEMPO CAFÉ LLENADO	490	8,22%	49%	2914	80%
RESISTENCIA TÚNEL	450	7,55%	56%	3364	80%
REVISIÓN PRODUCTO	380	6,38%	63%	3744	80%
TRASEGAR LITRO PRICESMART	370	6,21%	69%	4114	80%
TEMPERATURA TÚNEL	325	5,45%	74%	4439	80%
POR INVENTARIO	240	4,03%	79%	4679	80%
CALIDAD EN REVISIÓN	240	4,03%	83%	4919	80%
CODIFICAR EN L-1	200	3,36%	86%	5119	80%
CAMBIO DE TEFLÓN	197	3,31%	89%	5316	80%
NO HABÍA PROGRAMA	120	2,01%	91%	5436	80%
CUBRIR ENVASADO	108	1,81%	93%	5544	80%
SOLDADURA PLÁSTICO	90	1,51%	95%	5634	80%
CAMBIAR DE EMPAQUE	60	1,01%	96%	5694	80%
FALLO EMPLOYADORA	60	1,01%	97%	5754	80%
FALTA DE CARTÓN FRONTAL	50	0,84%	97%	5804	80%
EMPUJADOR PEGADO	45	0,76%	98%	5849	80%
FALTA BANDEJA 330	40	0,67%	99%	5889	80%
LIMPIEZA SALA	40	0,67%	99%	5929	80%
CAPACITACIÓN COCA	30	0,50%	100%	5959	80%

5959

Elaboración: Empresa



Figuras No.24 Diagrama 80-20 Línea 6 (Pareto)

Elaboración: Empresa

En este Pareto se observa el 80-20 que las principales causas que atrasan el proceso en la línea 6 y las siguientes son en orden de tamaño:

- ✓ Reprocesar Litro sin plástico
 - ✓ Constantes cambios de órdenes de producción
 - ✓ Falta de operador montacargas
 - ✓ Cubrir tiempos en otras áreas (Llenadoras)
 - ✓ Diversas fallas en el Equipo de termo incogible
 - ✓ Quitar plástico a cajas para mezclar
 - ✓ Fallo Resistencia del Horno
- **Reprocesar Litro:** Esto se da debido a que cuando en las líneas de envasado, cuando se produce los jugos en tamaño 1000 ml (1 litro), la planeación de separar

cajas empacadas SIN plástico para las combinaciones o mezclado de sabores posteriores, se separan en exceso de cantidad sin el plástico, y luego el inventario de cajas con plástico para venta general se ve reducido y se tiene que utilizar la línea 6 con su personal para plasticar todo el excedente de producto en cajas. Representa 17.27% de los puntos de eficiencia perdidos, es uno de los principales paros de la línea de producción.

- **Cambios de órdenes de producción:** Esto se da porque diariamente se planea hacer varias órdenes de producción con diferentes SKU o códigos de mezclado, que para hacer este cambio en la línea se deben hacer unas modificaciones de reportes de producción, recibo de nuevo producto, tipo diferente de cajas, y ajustes al equipo mecánico y hasta ajustar temperaturas de sellado, para este cambio de ordenes se detiene la línea en promedio 30 minutos. Esta falla se produce por parte de Logística/ Producción ya que no hay un análisis de las inconveniencias que se generan por tantos cambios durante el día de producción. Cada cambio de SKU representa un paro de aproximadamente 30 minutos, mientras se llevan producto en parciales, traer nuevo producto, cambio de materia prima diferente e inclusive ajustes equipo del horno. Este factor representa negativamente en un 12.33% a la eficiencia.

LINEA 6		06:00	07:00	164560	Sunfrut Zero Surtido 330 mL 24 pack	675			1
		07:00	07:30	cam	cambio de tamaño				
		07:30	11:30	164803	Hi-C mixto 250 mL 24 pack (6x5)	675			5
		11:30	12:00	cam	cambio de tamaño				
		12:00	17:30	164520	Hi-C Té limón 1000 mL 12 pack	450		Emplasticar. Producto para NICARAGUA	6
		17:30	18:00	cam	Cambio de tamaño				
		18:00	22:00	168441	Hi-C mixto 1000 mL 6 pack	300			2

3 CAMBIOS DE ÓRDENES

↓

Lunes 22 / Martes 23 / Miércoles 24 / Jueves 25 / Viernes 26 / Sábado 27

Cuadro 01 Programa de Producción Línea 6

Elaboración: Empresa

En este programa de producción diaria, se observa en el cuadro No. 01, que en el mismo día (Lunes 22) se generan 3 cambios de órdenes de pedidos, lo que genera paro de la línea por 30 minutos cada uno aproximadamente, en total en el día 1 hora y 30 minutos de atraso

- Falta de producto (operador montacargas ocupado):** Por falta de producto en la línea, representa un 11.08% de ineficiencia, ya que produce paro en la línea por mes. El operador del montacargas, tiene en su función del puesto varias actividades como son: Recibir producto de líneas envasadoras, cargar y descargar contenedores de producto, ya sea para los distintos CEDIS de punto de venta o todas los compromisos de exportaciones a Panamá, Nicaragua, Honduras y El Caribe.

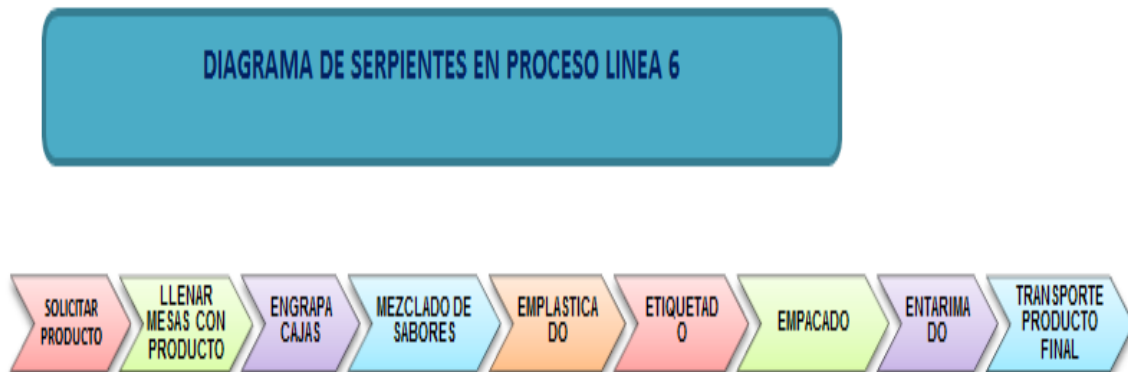
Cuando en la línea se le agota el producto para mezclar los distintos sabores, se le avisa al operador de montacargas que debe entregar más producto, pero si este operador está cargando un contenedor de transporte a algún CEDI o exportación, hasta

que lo cargue completamente, lleva nuevo producto a la línea.

- **Tiempos de descanso en envasado:** Esto se da por falta de planeación y análisis por parte del supervisor de producción, quien aprovecha el recurso humano de la línea 6, para cubrir tiempos de descansos (comidas y café) al personal de las líneas de envasado. Este factor representa un 8.22% de ineficiencia, por tal razón se detiene la línea 6 completamente.
- **Fallo del Horno:** Representa un 7.55% de ineficiencia, el horno termo encogible que actualmente se utiliza en la línea 6, tiene más de 20 años de antigüedad, algunos de los repuestos no se consiguen con facilidad. Aunque sea una falla mecánica del horno termo incogible, se anota ya que esta línea por falta de planeación y gestión no se le realiza tiempos de mantenimientos preventivos, solamente correctivos que detienen el proceso.
- **Quitar plástico a cajas para mezclar:** Por falta de programación del producto a separar **SIN** plástico cuando se envasa en las líneas llenadoras de jugos, el dato de tarimas no refleja con lo pronosticado para la mezcla de sabores en la línea, y se debe tomar producto con cajas con plástico para venta normal, y el personal de la línea debe quitar el plástico a cada cajita. Este factor le baja la velocidad a la línea en un 6.98% de ineficiencia.
- **Fallo Resistencia del Horno:** Esto se produce muy frecuentemente por falta de mantenimiento programado, donde las resistencias de calor se dañan. Para reparar esto se debe dejar enfriar el horno por unos 40 minutos y luego actuar para hacer la corrección necesaria o cambio de las resistencias.

Con los datos y conceptos del problema, se planea un proyecto de mejora en su productividad que sea real y alcanzable, atacando los principales problemas y formulando propuestas de mejora en cada uno, para esto se utilizaran varias herramientas de trabajo aplicadas en mejorar su rentabilidad total.

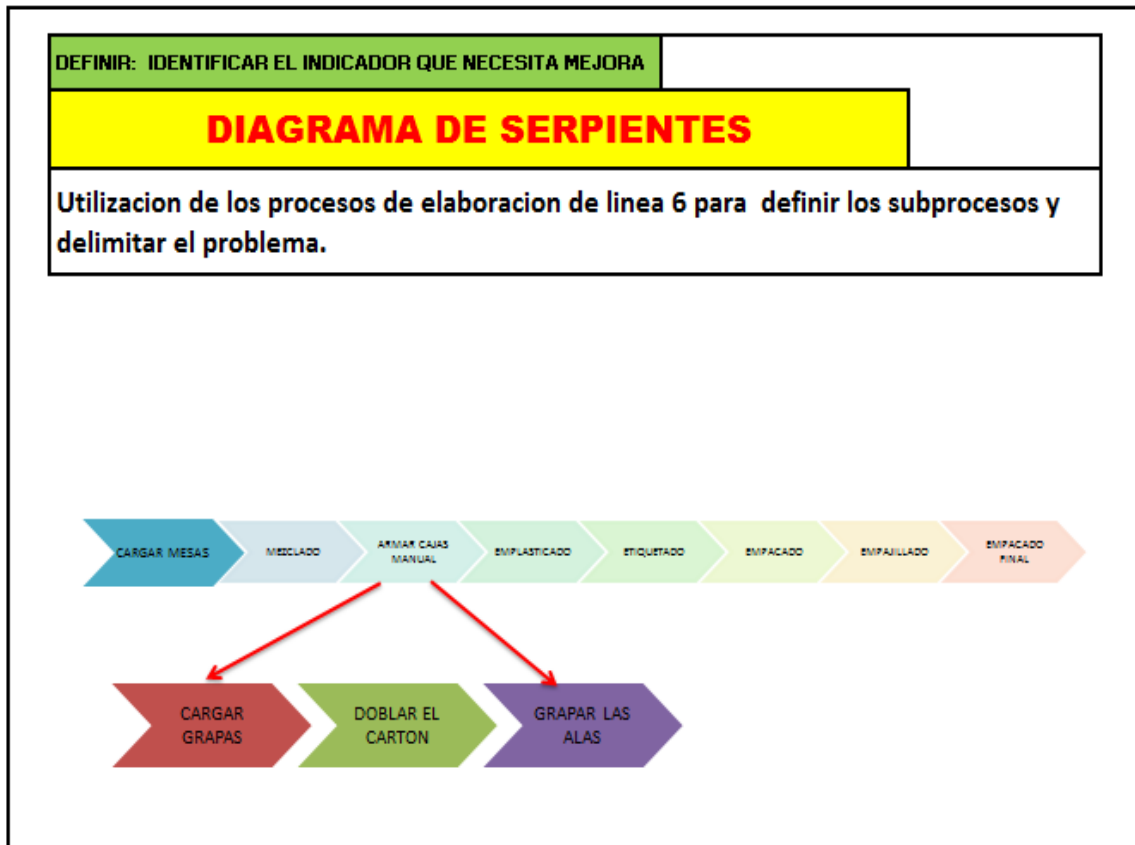
4.3.2 Mapear del proceso



Figuras No.25 Diagrama de Serpientes Proceso Línea 6

Fuente: propia

En este diagrama de flujo en el proceso se describe el proceso y subprocesos actuales en la línea, para identificar los problemas y sugerir una propuesta real, viable económicamente para la compañía.



Figuras No.26 Diagrama de Serpientes: Identificar Causas

Elaboración: propia

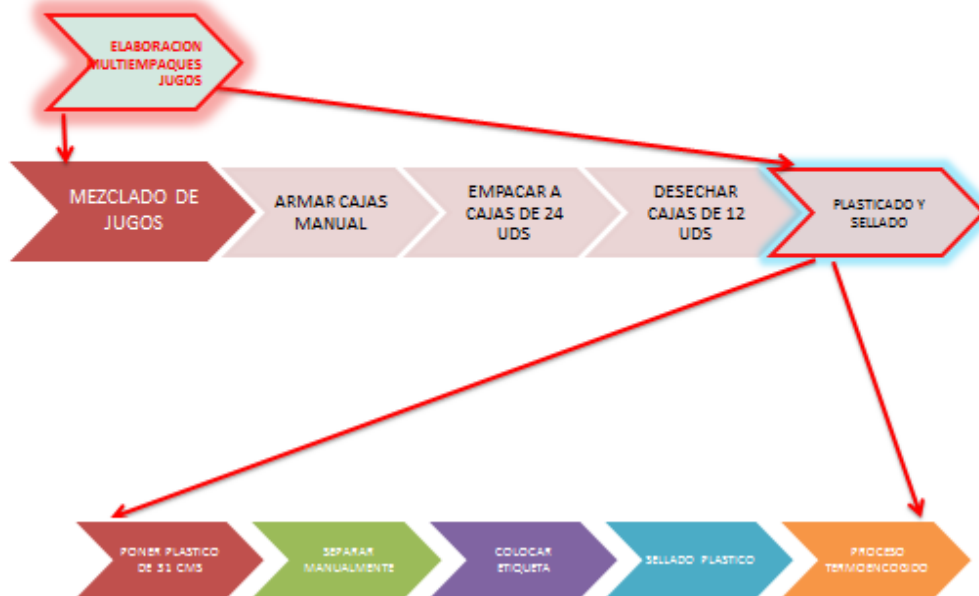
En este diagrama de serpientes No. 26, se observan los procesos y se selecciona la actividad que se tratara de mejorar o dar una sugerencia aplicable a la gerencia. Se define que el **proceso de armar cajas de forma manual** es un proceso problema para la línea 6, debido a que es un trabajo poco práctico, de fatiga laboral excesiva y le baja la velocidad al empacado o mezclado de los sabores de jugos. Esta actividad tiene 3 micro-movimientos:

Cargado manual de grapas, doblar el cartón por las 4 esquinas y pegar la grapa, esta etapa es muy recurrente fallar por mala aplicación de la grapa y se debe hacer un engrapado nuevamente hasta que el sellado metálico sea correcto.

DEFINIR: IDENTIFICAR EL INDICADOR QUE NECESITA M

DIAGRAMA DE SERPIENTES

Utilización de los procesos de elaboración línea 6 para definir los subprocesos y delimitar el problema.



Figuras No.27 Diagrama de Serpientes: Analizar Causas

Fuente: propia

En este proceso de emplastado de las cajas, se analiza los subprocesos paso a paso lo que hace dicha operación, donde los datos estadísticos en el estudio de tiempos que vemos nos arrojan que en esta operación se produce, el segundo mayor tiempo en el proceso de toda la línea 6, con este cuello de botella se frena las demás actividades. Se analizara si es posible variar su velocidad con el departamento de ingeniería mecánica, para elevar su velocidad actual.

4.3.3 Analizar las posibles causas de los problemas

Con la metodología de los 5 porqués, vamos a hacer un análisis de las posibles cau-

sas a las fallas operativas, en procedimientos y métodos de trabajo que afectan la eficiencia de la línea.

Tabla 9 Análisis de los 5 porqués?

Causa	1 ¿por qué?	2 ¿por qué?	3 ¿por qué?	4 ¿por qué?	5 ¿por qué?
Paros Operativos.	Se realizan las actividades de manera diferente.	Manuales de proceso poco específicos o ausentes	No se realizan con el nivel de especificación necesaria	El supervisor de producción no hace buen control del proceso	EL programa de producción no se valida contra los recursos disponibles
Métodos de trabajo	Procedimientos de la operación no son específicos.	Solamente contienen una descripción general de las actividades a realizar.	No se han realizado con el nivel de especificación necesaria.	No se ninguna métrica para medir el rendimiento de la línea.	Falta de apoyo de la gerencia.
No existe Mantenimiento preventivo	El sistema puede fallar en cualquier momento y detener la operación.	No existe mantenimiento preventivo	Se cree que no existe tiempo para hacerlo.	Se toma poca cuenta de realizar la planificación de las líneas requeridas.	No hay suficiente personal técnico, y se planifica las líneas de envasado de jugos
Diseño de Sala o Planta Física	Se forma un cuello de botella en la entrada de la sala	El diseño de posición de equipo no está ordenado	No se ha medido su costo/beneficio		
Costos de Operación Elevados	Se desechan cajas de cartón primario	Por atrasos en la línea, se generan muchos tiempos extras	Por atrasos en la línea, se generan penalizaciones por parte del proveedor de transporte (furgoneros)	Por atrasos en la línea, se generan desabastos	

Elaboración: propia

En la metodología de Análisis DMAIC, se analiza las posibles causas, en la herramienta 5 porqués, donde se gestiona una reunión en sitio del área de análisis con el supervisor de producción, Operaciones y analista de producción, con los que se define con mayor precisión lo que impide el desarrollo de la productividad del sistema de

empaque en esta línea.

4.3.4 Conclusiones Preliminares del Análisis en los 5 ¿por qué?

Las conclusiones preliminares que analizamos, para luego hacer mejoras en los principales problemas que se han encontrado en los 5 porqués, de investigación de la línea 6, de Multiempaques están básicamente en:

- **Costos elevados en 2do Re-empaque:** Por tener que hacer un 2do empaque para los pedidos de Price Smart, provocando que todo este material (cajas de cartón) se tengan que desechar.
- **Demora o retraso:** Se presentan muchos paros en la línea o demoras en el proceso por fallos operativos, por parte del departamento de producto terminado, esto porque el operador de montacargas está con otras actividades del puesto, de ahí que retrasa el recibo de producto terminado y entrega de nuevo producto para mezclar.
- **Paros Operativos y Mecánicos:** Por falla en el control del proceso de parte de producción, que no valida de forma acertada el plan de programa de producción y los por fallas en el equipo de proceso, ya que este no tiene un mantenimiento preventivo por parte de ingeniería de mantenimiento industrial de la planta, se presentan fallos en el equipo y representan paros prolongados que no se pueden recuperar.

4.3.4 Analizar de Causas de Baja Productividad

- **Costos elevados en 2do. Reproceso:** Se debe cambiar en forma manual los jugos mezclados de varios sabores, utilizando una engrapadora manual rudimentaria, con grado de peligro para el operador de esta, que pueda tener un accidente con el engrapamiento de la caja, donde debe estar muy concentrado en su labor; mientras tanto en las maquinas envasadoras de jugos tienen el dispositivo automatizado para embalar cajas de 24 unidades para el cliente específico de esta línea que es Price Smart.

- **Demora o retraso:** Para medir estas demoras, se realizará un estudio de tiempos y movimientos del proceso de recibo de tarimas entregadas, donde el montacarguista debe llevarse hasta la bodega de almacenaje, mientras el operador del montacargas se lleva las tarimas (**4 tarimas**) con producto terminado hacia la bodega para almacenar.

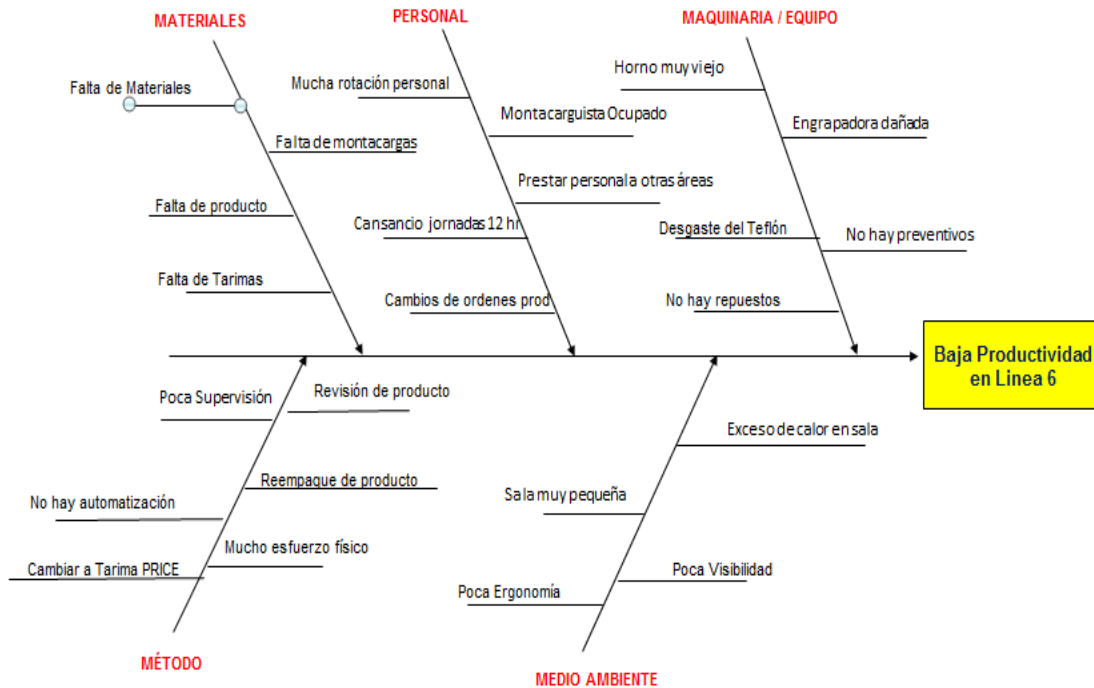
La línea se detiene completamente; esto se asocia a que el montacarguista tiene múltiples operaciones dentro de su roll, y espera tener las 4 tarimas terminas para recogerlas. La sala de la línea 6 tiene una sola entrada, que es la misma salida, entonces ahí en la entrada/salida de la sala se produce el cuello de botella.

- **Paros Operativos y Mecánicos:** En la línea se producen muchos paros operativos que se pueden evitar si se trabajara con un sistema estandarizado todas las áreas que intervienen en la línea, como veremos en el diagrama 80-20 los paros más significativos del proceso. La supervisión es escasa, el control es mínimo de tiempos muertos, no hay un sistema de mantenimiento preventivo al equipo, solo se interviene en correctivos, con la falla de algún aparato mecanizado o sistemas eléctricos que puedan fallar.

- **Ausencia de Métodos y Procedimientos en Trabajo:** El sistema de trabajo en la línea no está estandarizado, se trabaja con cierta libertad por parte de los operarios, donde buscan el beneficio personal y no tanto el cumplimiento de los programas de trabajo, la escasa supervisión del encargado de la línea hace que esto se propicie. No hay estándares definidos de matriz de cambios de SKU, donde el programador de la producción no cuenta las variables que impactan en la eficiencia de la línea, estos cambios de SKU representan paros por aproximadamente 30 minutos, se debe buscar la forma de trabajar minimizando los paros por tantos cambios de órdenes de trabajo

4.3.5 Analizar las Oportunidades de Mejora (Ishikawa)

El diagrama de causa-efecto o Ishikawa se desarrolló mediante la recolección de datos por medio de entrevistas con las personas que trabajan directamente con la línea de Multiempaques, donde se aprecian las causas principales por cada factor que generan una baja en la productividad de línea 6, encareciendo costos de operación, desabastos, scrap de materiales primarios.



Figuras No.28 Diagrama de Ishikawa actual Línea 6

Elaboración: propia

En este diagrama de causa-efecto, se busca las principales afectaciones en cada uno de los problemas con mayor peso, y que afectan la eficiencia de la línea 6 y por consiguiente la productividad no mejore.

Maquinaria/Equipo: En este diagrama para maquinaria y equipo, observamos que la línea tiene un horno de termo-incogible mayor a 20 años de utilización, e inclusive algunos repuestos originales no se consiguen, por lo que se deben modificar algunas funciones y repuestos similares.

Para el engrapado manual de cajas con 24 unidades, se tiene una engrapadora de pie, muy rudimentaria, que se dañan el equipo por la fatiga y carga de trabajo constante, además que es un equipo con cierto grado de peligrosidad para el operario, por lo que debe hacer el engrapado con precaución y un trabajo muy lento.

Mano de Obra: Como la línea tiene en sus tripulaciones personal tercero, que la empresa le brinda el servicio a Coca Cola Femsa, y esta empresa proveedora cuenta con personal con rotación muy alta, ya que las condiciones salariales y de compensación son menores a una empresa de mayor capital.

Por la baja eficiencia de la línea, se debe hacer grupos en las tripulaciones para trabajar a 12 horas los 6 días a la semana, lo que ocasiona cansancio en los trabajadores y disminución de su eficiencia individual.

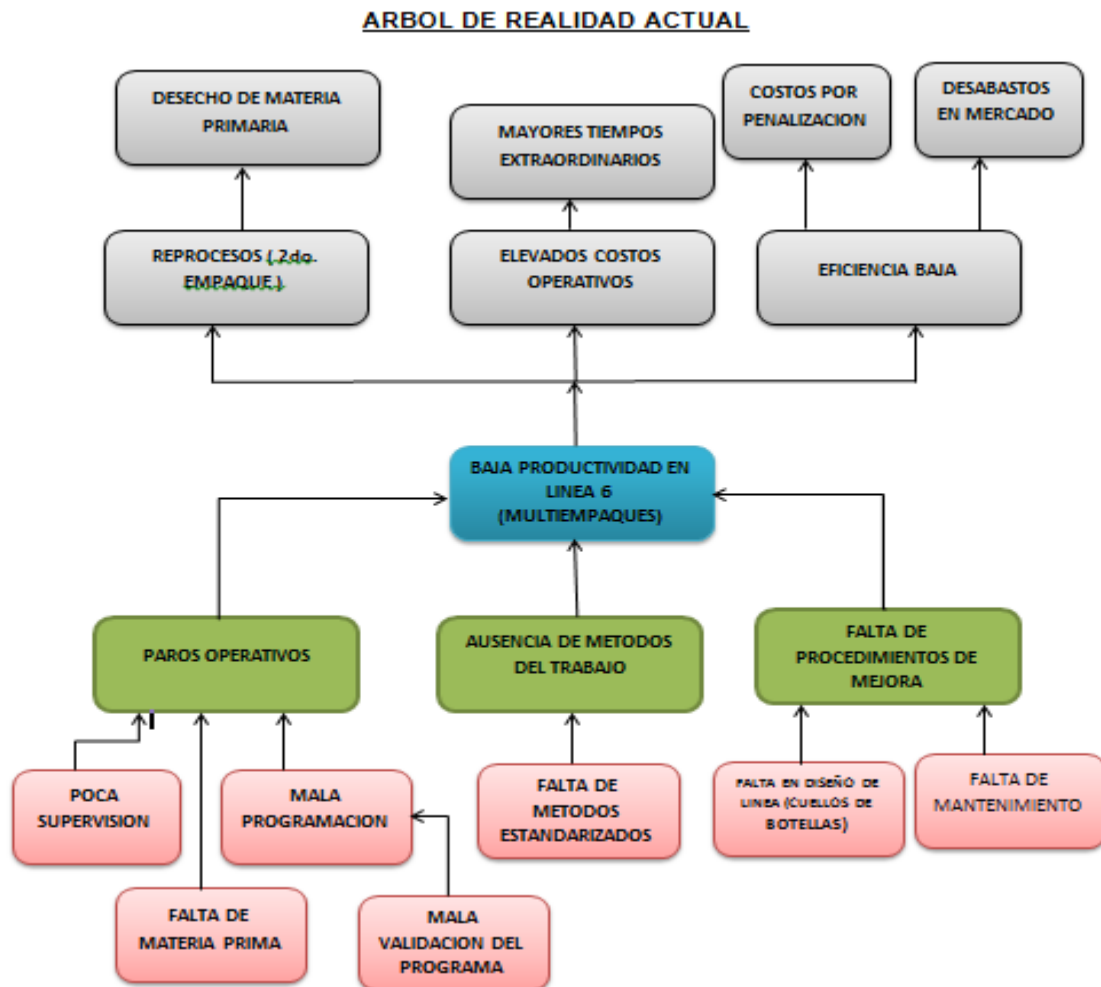
Materiales: El impacto de mayor es por falta de solicitud a tiempo de los materiales y producto para la línea, no se tiene un procedimiento estipulado ni control del proceso para que no les falte el material de empaque ni el producto.

Método: Tiene un método de trabajo sin definir, los operarios generalmente se ajustan a sus necesidades, ya que no sabe cuánto se debe producir por minuto o por horas de cada orden de trabajo, el control del proceso es escaso por parte del supervisor de producción que por atender las líneas de envasado, descuidan esta línea; además como hemos comentado el sistema de trabajo mayormente es manual.

Medio Ambiente: Es una sala o cuarto encerrado, que genera mucho calor; aunado por que el equipo termo encogible, trabaja con resistencias de calor, y la empresa no se ha preocupado por dar una solución de mejora en la sensación térmica para los trabajadores, lo que hace que se cansen con bastante facilidad.

4.3.6 Analizar las oportunidades de mejora (ARA)

En el diagrama de árbol de realidad actual, reforzaremos el análisis de las oportunidades de mejora en las afectaciones a la productividad de la línea 6.



Figuras No.29 *Árbol de la situación actual real línea 6*

Fuente: propia

En el Árbol de situación real, se analizan los posibles factores o causas raíz que determinan la baja productividad en la línea 6, se busca una mejora a cada elemento

con una investigación de datos estadísticos actuales e información suministrada por la empresa, con estos datos se formularan planes de acciones en cada etapa.

4.3.7 Análisis de hallazgos en árbol de realidad actual

- **Poca supervisión:** El supervisor de producción tiene a cargo el control y debe dar seguimiento al proceso; pero lo absorbe o prioriza las actividades de los equipos de envasado y empaque automatizado en las 4 líneas llenadoras.

- **Mala Programación:** El programador de la producción en la línea 6, por razones de empresa se maneja en la otra planta de envasado para la compañía, por esta razón no tiene directamente la observación del proceso y medir cuales son las mejores programaciones según la demanda.
 - **Mala validación del programa de producción:** Como lo analizamos en el anterior factor, no existe una validación del programa entre Logística/producción; esto hace cometer errores administrativos en pleno proceso o arranques de órdenes en proceso.

- **Falta de materia prima:** Esto se da, ya que los trabajadores por poco compromiso solicitan material de empaque cuando se les agota; además como hemos analizado el supervisor tiene muy escaso control diario del proceso.

- **Falta de métodos de trabajo:** No se tiene definido los métodos probados y estandarizados del trabajo, por lo que en ocasiones se retrasan en tiempo de empaque.

- **Falta de procedimientos:** Existen mínimos procedimientos para la elaboración

de cada SKU establecidos e igual los controles de un procedimiento estandarizado.

- **Falta de diseño en la línea:** Esta línea de trabajo, cuando se realizó su modelo de ejecución del proceso, no hubo una buena asesoría por parte de un ejecutor en optimización de procesos industriales; por otro lado la empresa no ha invertido en nuevos equipos, por ejemplo actualmente se usa una engrapadora de pie, obsoleta, con cierto grado de peligrosidad al operario y además poco práctica, de fatiga física a los trabajadores en los tiempos de ejecución del engrapado.

4.4 Analizar tiempos de operación

Para poder estandarizar los tiempos y control de las actividades en la línea 6, se va a elaborar un estudio de tiempos y movimientos para evaluar los posibles cuellos de botella y generar un plan de mejora en cada actividad, entre los objetivos del muestreo están:

- Analizar la carga laboral de los operarios en cada etapa
- Establecer el despilfarro de tiempos muertos en la línea 6
- Establecer las actividades que se van a analizar en el proceso
- Informar a los operarios de producción del trabajo por realizar
- Definir el número de observaciones que se van a realizar por medio de una fórmula predeterminada, a partir de unas observaciones de premuestra.
- Determinar la cantidad de días, horas y turnos en forma aleatoria correspondiente para el estudio.

4.4.1 Justificación del estudio de tiempos para línea 6

Para evitar las demoras causadas por una o varias operaciones que de forma lenta retrasan las siguientes actividades o el flujo constante en la operación de la línea de producción.

Los estándares de tiempos y movimientos hacen posible producir más, bajar los costos operativos de la operación, evitar algún tipo de cuello de botella e incrementar la eficiencia del equipo y el personal.

Para determinar el tiempo tipo o estándar, deben preverse suplementos de tiempo definidos por la empresa del **14%**, para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, los suplementos las compañías los definen en algunos casos, previo estudio para compensar la fatiga o por condiciones especiales de la tarea .

En el estudio de tiempos y movimientos que se realizó en las etapas del proceso de línea 6, se encontraron algunos procesos que retrasan el fluido a otros procesos, ocasionando una mala fluidez y perdiendo velocidad la línea de producción.

Para realizar la recolección de datos se realizó un mapa del proceso, gestionar con los actores principales del proceso la toma de datos numéricas en tiempos, con muestras aleatorias simples, para poder determinar los tiempos estándares de la línea en cada proceso y subproceso, encontrar los cuellos de botella que en una fase de la cadena de producción es más lenta que otras en tiempos.

Para este proceso se convoca a la gerencia de producción, personal operativo capacitados o con un nivel de destreza aceptable en la línea, operarios de montacargas para transmitir la apertura del procedimiento de recolección de datos.

Hallazgos encontrados en el estudio de tiempos (cuellos de botella)

Con un estudio de tiempos y movimientos de la cada operación de puede determinar los cuellos de botella en su proceso, los siguientes son los de nivel superior: Estos hallazgos de cuellos de botella.

- ✓ Cargar mesas de producto a los mezcladores
- ✓ Emplastado de las cajas
- ✓ Demora en el recibo de tarimas terminadas y espera de nuevo producto

4.4.2 Elaboración y cálculo de fórmula

Para verificar y definir tiempos estándares en todos los procesos de empaque en la línea 6, se realizara un estudio de tiempos con un método estadístico que requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' * \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

El estudio de tiempos y movimientos de las etapas en el proceso de línea 6, se hacen separado en cada actividad, las operaciones y resultados finales; con los siguientes pasos:

Ejemplo: Cargar mesas con producto

Paso 1:

Se toman 10 toma de datos o muestra de tiempos preliminares para la actividad.

T1 a T10 = son los cantidad de tomas en tiempos

Tabla 10 Tiempos de Cargar mesas con producto

No.	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Cargar Mesa de producto	35	26	28	20	31	57	30	44	38	33

Elaboración: propia

Paso 2: Hacer sumatoria del total en tiempos de las 10 las muestras=342

$$35+26+28+20+31+57+30+44+38+33= 342$$

Paso 3: Utilizar en Excel con la siguiente función, para encontrar el tamaño de la muestra (N):

=POTENCIA((40*RCUAD(CONTAR(E10:N10)*SUMA.CUADRADOS(E10:N10)-

POTENCIA(SUMA(E10:N10);2)))/SUMA(E10:N10);2)= **132**

Paso 4: Se deben hacer 132 muestras de tiempos, adicionales a las 10 muestras de tiempos preliminares, en total 142.

$$10+132= 142$$

Tabla 11 Calculo de toma muestras en tiempos

TOMA DE MUESTRAS TIEMPOS: CARGAR MESAS CON PRODUCTO																			
	n		n		n		n		n		n		n		n		n		n
T11	42	T25	38	T39	54	T52	29	T65	35	T78	38	T91	42	T104	40	T117	34	T130	39
T12	36	T26	40	T40	40	T53	37	T66	35	T79	37	T92	42	T105	28	T118	32	T131	29
T13	27	T27	34	T41	33	T54	28	T67	31	T80	42	T93	44	T106	43	T119	41	T132	40
T14	46	T28	49	T42	36	T55	37	T68	53	T81	55	T94	45	T107	48	T120	46	T133	40
T15	38	T29	32	T43	39	T56	33	T69	28	T82	35	T95	37	T108	35	T121	30	T134	34
T16	42	T30	48	T44	57	T57	43	T70	38	T83	40	T96	38	T109	35	T122	39	T135	42
T17	48	T31	50	T45	45	T58	40	T71	38	T84	39	T97	33	T110	30	T123	37	T136	47
T18	38	T32	39	T46	46	T59	44	T72	48	T85	45	T98	42	T111	33	T124	28	T137	30
T19	29	T33	37	T47	31	T60	42	T73	41	T86	45	T99	49	T112	56	T125	48	T138	51
T20	36	T34	38	T48	32	T61	39	T74	30	T87	28	T100	37	T113	35	T126	34	T139	38
T21	25	T35	28	T49	33	T62	30	T75	36	T88	32	T101	30	T114	39	T127	45	T140	31
T22	39	T36	32	T50	33	T63	35	T76	35	T89	37	T102	35	T115	30	T128	37	T141	31
T23	42	T37	40	T51	38	T64	42	T77	36	T90	40	T103	45	T116	40	T129	28	T142	32
T24	36	T38	32																
																		Totales (n)	5028

T= muestras
n= tiempos (seg)

Elaboración: propia

Paso 5: Sumar el total de muestras (10 preliminares + 132 del tamaño de muestras= 142), en este caso nos da como resultado= **342+5028= 5370 segundos**

Paso 6: Encontrar la media aritmética o promedio del total de muestras; entonces

$$\Sigma n / \Sigma t = 5370 / 142 = 37.816 \text{ seg}$$

Σn = Sumatoria de tiempos Σt = sumatoria de tomas

Paso 7: Sacar el Tiempo básico, utilizando la fórmula:

$$TB = \bar{x} * \text{Valoración del ritmo de trabajo} / 100 \text{ (valoración observada)}$$

$$TB = (37.816 * 90\%) = 34.034 \text{ seg}$$

Paso 8: Sacar el Tiempo estándar, utilizando la fórmula:

$$TE = (TB * Valor de Suplementos / 100) + TB$$

$$\text{Tiempo estándar} = (34.934 * 14 / 100) + 34.934 = 4.89076 + 34.934 = 39.82 \text{ seg}$$

Tiempo Estándar = 39.82 seg

En el Anexo No. 09, se puede observar el desarrollo de la ecuación en la cual se encontró el tamaño de la muestra para la variable analizada de **Cargar mesa con producto**.

En este trabajo se analizarán algunos de los 7 desperdicios que se aplican en el análisis actual de la línea 6, se van a elaborar una propuesta para implementar siempre en busca de la mejora.

Los desperdicios 1: Movimientos

En el análisis estadístico para sacar tiempos estándares por cada proceso y subprocesos, en la muestra de toma de datos se logró determinar que hay 2 actividades del proceso que son más lentas a las otras, frenando la velocidad; se puede demostrar científicamente las siguientes:

Cargar mesas con producto: En el muestreo aleatorio simple en la toma de tiempos de cada actividad en el proceso de mezclado y empaque, se realiza a las 8 actividades que se cumplen en el desarrollo de producir el empaquetado, se determina que el tiempo estándar que realiza las cajas desde el inicio hasta el final es de 2.005 minutos; y se puede determinar que existen 2 subprocesos que son los cuellos de botella o que determinan el tiempo de producción por unidad del empaquetado.

Para esto se hace un análisis de causas, se realiza con observación directa y además

se formulan preguntas a los operarios, que ellos perciben de los procesos: esto con la idea de buscar una mejora de tiempos, para esto se tendrá en consideración el mejoramiento de las condiciones laborales del trabajador.

❖ **Operación:** Hay un operador que debe hacer esta labor para alimentar con producto en cajas de varios sabores, desde la tarima hasta llevar a la mesa, este trabajo es totalmente manual, de mucha fatiga, ergonómicamente no cumple con los estándares de salud ocupacional, ya que deben tomar las cajas desde el nivel piso de la tarima, y además lo realizan tomando varias cajas a la misma vez, con un peso mayor a 12 kg en cada entrega.



Figuras No.30 Hallazgos de fallas ergonomía línea 6

Elaboración: propia

En esta figura No.30, observamos la operación que hace el operario para poner cargar las mesas de mezclado con producto, que luego es mezclado con sus distintos sabores.

Emplasticado de las cajas: Esta actividad en el proceso es segundo mayor cuello

de botella de la línea que se detecta en el estudio de tiempos y movimientos, es la define el ritmo de trabajo, por esto se baja la velocidad a las demás operaciones.

Este movimiento lo hace el equipo de termoencogible, el resultado del estudio da un tiempo de ritmo o velocidad en el corte y sellado del plástico en 29,4 segundos por unidad, ver análisis de datos en las toma de tiempos estándar.

Ejemplo de emplastado de las cajas

Paso 1: Se toman una muestra de 10 tiempos

No.	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Totales	n
5	Emplastado	29,5	28	29	29	28	28	29	29	29	29	287,5	1

Paso 2: Hacer sumatoria del total en tiempos de las 10 las muestras= 287,5

$$29.5+28+29+29+28+28+29+29+29+29= 287,5$$

Paso 3: Utilizar en Excel con la siguiente función, para encontrar el tamaño de la muestra (N):

$$=POTENCIA((40*RCUAD(CONTAR(E10:N10)*SUMA.CUADRADOS(E10:N10)-POTENCIA(SUMA(E10:N10);2)))/SUMA(E10:N10);2)= 1$$

Paso 4: Se deben hacer 1 muestras de tiempos, adicionales a las 10 muestras de tiempos preliminares, en total 11

$$10+1= 11$$

		28											
--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 muestras adicionales:

Paso 5: Sumar el total de muestras (10 preliminares + 1 del tamaño de muestras= 1), en este caso nos da como resultado= **287,5+28= 315,5 segundos**

Paso 6: Encontrar la media aritmética o promedio del total de muestras; entonces

$$\Sigma n / \Sigma t = 315,5/11 = \mathbf{28,68 \text{ seg}}$$

$\Sigma n = \text{Sumatoria de tiempos}$ $\Sigma t = \text{sumatoria de tomas}$

Paso 7: Sacar el Tiempo básico, utilizando la fórmula:

$$\mathbf{TB} = \bar{x} * \text{Valoracion del ritmo de trabajo}/100 \text{ (valoración observada)}$$

$$\mathbf{TB} = (28,68 * 90\%) = \mathbf{25,81 \text{ seg}}$$

Paso 8: Sacar el Tiempo estándar, utilizando la fórmula:

$$\mathbf{TE} = (TB * \text{Valor de Suplementos}/100) + TB$$

$$\text{Tiempo estándar} = (25,81 * 14/100) + 25,81 = 3,6134 + 25,81 = \mathbf{29,4 \text{ seg}}$$

Tiempo Estándar= 29, seg

Los desperdicios 2: Transporte

En el estudio de tiempos y movimientos del proceso de recibo de tarimas entregadas, donde el montacarguista debe llevarse hasta la bodega de almacenaje, mientras el operador del montacargas se lleva las tarimas (**4 tarimas**) con producto terminado hacia la bodega para almacenar, este tiempo nos da en 4.7 minutos para recibir el total de las 4 tarimas y luego entregar nuevo producto para mezclar.

Ejemplo de Recibo de tarimas terminas

Paso 1: Se toman una muestra de 10 tiempos preliminares, en este caso se tiene 3

actividades para recibir 1 tarima, se considera una (t) con la sumatoria de las 3.

Tabla 12 Toma de tiempos recibo de tarimas

		Tiempos observados (T.O): Hrs () Min () Seg (X)											
No.	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T. TIEMPOS	n
1era Tarima	1 Traslado de Bodega a Línea 6	69	127	121	123	68	68	127	122	121	112		37
	2 Traslado de Línea 6 a Bodega, con producto terminado por tarima producto final	83	147	145	133	125	131	137	144	130	136		
	3 Revisar etiqueta y anotarla en tarima producto terminado	28	39	45	33	49	29	45	35	29	40		
		180	313	311	289	242	228	309	301	280	288	2741	

Elaboración: propia

Paso 2: Hacer sumatoria del total muestras en tiempos de las 10 las muestras= 2741 segundos.

$$180+313+311+289+242+228+309+301+280+288= 2 741$$

Paso 3: Utilizar en Excel con la siguiente función, para encontrar el tamaño de la muestra (N):

$$=POTENCIA((40*RCUAD(CONTAR(E10:N10)*SUMA.CUADRADOS(E10:N10)-POTENCIA(SUMA(E10:N10);2)))/SUMA(E10:N10);2)= 37$$

Paso 4: Se deben hacer 37 muestras de tiempos, adicionales a las 10 muestras de tiempos preliminares, en total 47.

$$10+37= 47$$

Se toman 47 muestras de tiempos adicionales:

N= son los números de muestras

Tabla 13 Tabla de toma de tiempos Recibo de tarimas

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	88	102	116	77	75	80	116	112	124	114	100	102	104	96
	95	125	155	108	110	132	122	120	128	148	90	136	156	158
	35	26	44	26	30	32	40	34	46	28	32	30	28	24
Totales	218	253	315	211	215	244	278	266	298	290	222	268	288	278

n	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	84	68	74	100	82	92	116	68	130	122	138	140	104	96
	138	142	96	94	102	106	118	146	140	134	136	108	124	100
	36	28	24	28	28	30	26	24	24	25	28	26	26	26
Totales	258	238	194	222	212	228	260	238	294	281	302	274	254	222

n	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	84	102	118	124	120	146	138	140	90
	146	118	134	120	132	126	122	104	98
	32	34	38	28	26	30	30	34	34
Totales	262	254	290	272	278	302	290	278	222

Sumatoria Totales:	
9569 segundos	

Elaboración: propia

Se tomaron 37 muestras de tiempos adicionales:

Paso 5: Sumar el total de muestras (10 preliminares + 37 del tamaño de muestras= 47), en este caso nos da como resultado= **2 741+9 569= 12 310 segundos**

Paso 6: Encontrar la media aritmética o promedio del total de muestras; entonces

$$\Sigma n / \Sigma t = 12310 / 47 = 261,91 \text{ seg}$$

$$\Sigma n = \text{Sumatoria de tiempos} \quad \Sigma t = \text{sumatoria de tomas}$$

Paso 7: Sacar el Tiempo básico, utilizando la fórmula:

$$TB = \bar{x} * \text{Valoracion del ritmo de trabajo} / 100 \text{ (valoración observada 95\%)}$$

$$TB = (261,91 * 95\%) = 248,81 \text{ seg}$$

Paso 8: Sacar el Tiempo estándar, utilizando la fórmula:

$$TE = (TB * \text{Valor de Suplementos}/100) + TB \text{ (suplementos definidos 14\%)}$$

$$\text{Tiempo estándar} = (248,81 * 14/100) + 248,81 = 34,83 + 248,81 = 283,64 \text{ seg}$$

Nota: En este paso se convierten las medidas de segundos a minutos para mayor facilidad en la ecuación, en busca de los minutos como dato final

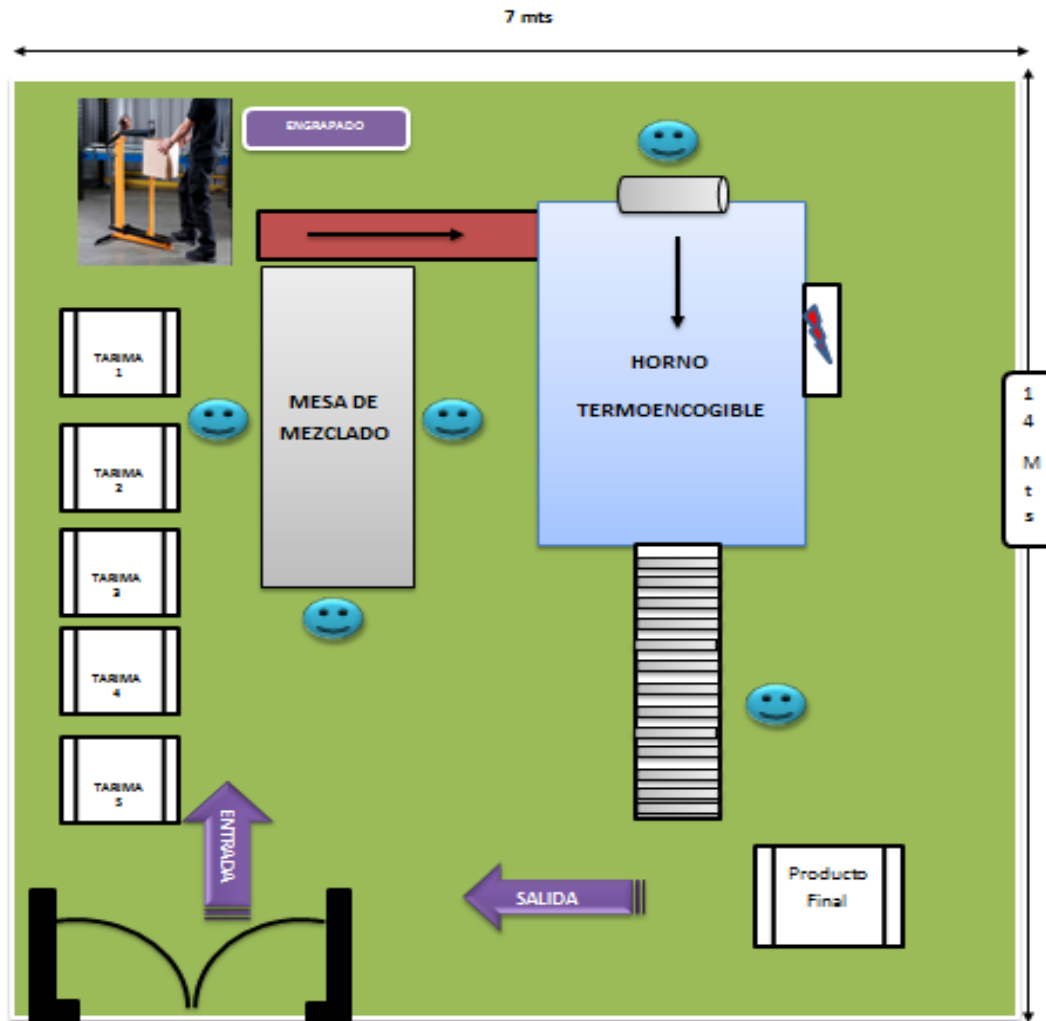
$$\text{Segundos/ minutos} = 283,64/60 = 4,7 \text{ minutos}$$

Tiempo Estándar= 4,7 min (1 tarima)	Tiempo Estándar= 18.8 min (4 tarimas)
--------------------------------------	--

Este tiempo estándar de 4.7 minutos es solamente para recibir 1 tarima de la línea, pero el procedimiento observado en el sitio y en entrevistas con los operadores de montacargas se hace cada vez que hay 4 tarimas, en ese momento es cuando llegan a hacer el recibimiento total; entonces si en una tarima se dura 4,7 minutos, en 4 se dura 18.8 minutos tiempos estándar.

Proyecto para mejora: (Recibo de tarimas)

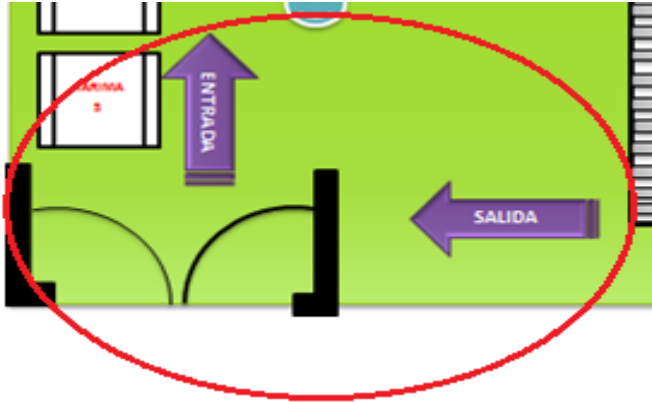
Para la siguiente Figura No. 31, del diseño y distribución de la sala de producción; se trata de visualizar el modelo de la línea en trabajo, con tamaño de 14 metros de largo x 7 metros de ancho; la única entrada/ salida tiene un tamaño de 2.5 metros y el recorrido que hace el producto forma una U, donde se presenta el hallazgo de tiempos de espera o demora, mientras el producto es recibido y llevado a la bodega para almacenar y luego distribuir a los Cedis de la empresa.



Figuras No.31 *Modelo de sala actual línea 6*

Elaboración: propia

En la Figura No.31, observamos el problema que se forma un atasco o presa de tarimas con productos, debido a tener la sala con una sola entrada y salida; este proceso no trabaja en la aplicación del justo a tiempo, es por esto que en la entrada se produce una demora en el proceso de recibir el producto terminado y entregar producto nuevo para mezclar.



Figuras No.32 Entrada/salida de la línea 6

Elaboración: propia

En la entrada a la sala se forma un cuello de botella, ya que por diseño de la planta, esta unidad tiene solo una entrada al sistema y es la misma para la salida del sistema, esto quiere decir que hay una entrada de productos, materiales, materia prima y equipos de transporte como carretillas o montacargas, y también por diseño se debe sacar las tarimas de producto terminado, es aquí donde se forma un atraso en el proceso mientras el operador de montacargas tiene que sacar de la sala las tarimas finales y entregar nuevo producto, en este caso la línea se detiene totalmente.

Los desperdicios 3: Reempaque

Para el cliente Price Smart, que solicita cajas de jugos con mayor cantidad de lo que se produce en las líneas de envasado, se debe reprocesar el producto mezclado con sabores distintos, y el cartón primario se desecha.



Figuras No.33 Transformación de empaques

Elaboración: propia

Para este desperdicio los tiempos de estudio no se hacen análisis determinado en la herramienta de estudio de tiempos y movimientos.

Conclusiones preliminares de línea base

En este análisis de diagnóstico se puede hacer conclusiones preliminares:

Las oportunidades de mejora en la línea 6, se logran encontrar las posibles causas que están afectando los problema con la ayuda de un método de trabajo en herramientas ingenieriles, en encontraron multifactorial en sus causas.

Se identifican 7 causas significantes de las cuales podemos describir como:

1. Escasos métodos y procedimientos de trabajo, por falta de control operativo y poca supervisión del proceso.
2. Costos elevados de operación en la línea, con desabastos, penalización por

atrasos en la entrega pactada, elevados tiempos extraordinarios para cumplir el programa diario o semanal, re empaques para pedidos de Price Smart, con desecho del empaque primario.

3. Eficiencia baja contra la definida por la empresa, debido sobre todo a paros operativos y mecánicos que son evitables si se gestiona bien los recursos disponibles, estos paros son representados en el 80-20 de para buscar las causas raíz de los problemas.
4. Se realiza un análisis de costos para ver el impacto económico para la empresa, al pagar tiempo extraordinarios, penalización por entrega tardía y costos de 2do empaque.
5. Los costos se efectuaron en el año 2017, en total se desglosa un total donde la empresa está absorbiendo estas cifras de ¢3.092.138,94 mensuales y ¢37.105.667,29 anuales en promedio.
6. Diseño defectuoso de la sala física en la línea de Multiempaques o línea 6.
7. Proceso de producción con trabajo manual mayormente, de desgaste físico al operador.

CAPÍTULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Diseño para mejoras

Tomando como base la conclusión del capítulo 4, donde se evidenció que el problema está causado por el desperdicio de tiempos y algunos costos de operación, y para aumentar la eficiencia de la línea 6, se procede a desarrollar un plan de acción para atacar las causas de fallas, para luego analizar los resultados obtenidos, esperando producir su demanda requerida en menor tiempo y mejorando, con ello la productividad que es el objetivo del proyecto.

Es de suma importancia en la Coca Cola, la optimización de todos sus recursos, se propone después del análisis del proceso en Multiempaques de línea 6, y considerando cada una de sus etapas, se encontraron las posibles causas que generan el desperdicio y altos.

Para la eliminación o minimización de los problemas que nos encontramos en la línea 6, con los análisis de causas raíz en cada uno de ellos; se hará un planteamiento a propuestas de mejora en este trabajo.

Tabla 14 Metodología del diseño

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO			
	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
1	Documentar la capacidad en la línea 6 de acuerdo a las etapas respectivas de la empresa	Visitas entrevistas	Capacidad de la máquina conforme a indicador previsto
2	Explicación del impacto de una alta variabilidad en los tiempos de elaboración por cuellos de botella	Compartir datos de costos operativos	Minimizar los costos operativos de la línea 6
3	Definición del procedimiento para darle seguimiento a los diversas etapas que conforman en la línea	Herramientas lluvia de ideas y 5 porqués? Para generar planes de acción	Disminuir o evitar los cuellos de botella
4	Elaboración de una herramienta que permite el control de tiempos	Formato Excel y Digital	Mejorar control y tiempos de producción
5	Explicación de la importancia del rendimiento en el proceso de línea 6	Reunión con los departamentos que interactúan con línea 6	Elevar la eficiencia
6	Diseño de una metodología que permita la medición del rendimiento en el mezclado de la producción diaria	Herramientas Ingenieriles	Evitar paros operativos innecesarios

Elaboración: propia

Para la metodología del diseño en este trabajo, se construirá un conjunto de actividades, con herramientas definidas por DMAIC en cada factor de estudio y con la búsqueda de resultados esperados e este procedimiento.

5.2 Implementar mejoras del proceso

Para la implementación de las mejoras se detectaron sus oportunidades que vamos a tratar de mejorar.

5.2.1 Costos elevados en 2do. Reempaque

Para evitar el 2do. Reproceso, al pasar cajas de 12 unidades a cajas de 24 unidades, para el cliente Price Smart con una producción promedio de ventas en 10.738 cajas físicas trimestralmente y que una afectación económica al desechar 20.545 unidades cajas vacías del empaque primario (12 unidades); con un impacto económico de ₡12.121.088 solamente representada en el valor de las cajitas desechadas.

Se formula a la gerencia de la planta, que este proceso se haga en línea continua en las envasadoras, ya que en el equipo de empacado automatizado, tienen un sistema de programación de su fabricante modelo Tetrapak, con varias opciones de empaque como se muestra en la figura siguiente; esto hace algunos años se empacaba de esta forma, pero se necesita hacer ajustes en el equipo, con un paro en la líneas envasadoras aproximadamente por 30 minutos por parte del técnico de mantenimiento, esto género que se decidiera que para no afectar minutos de eficiencia en las envasadoras, se hiciera posteriormente el empaque en forma manual, sin hacer un análisis entre eficacia vs eficiencia, que, a su vez, el costo del producto final se ve impactado, adicionalmente hay un impacto ambiental que no será analizado en este trabajo.

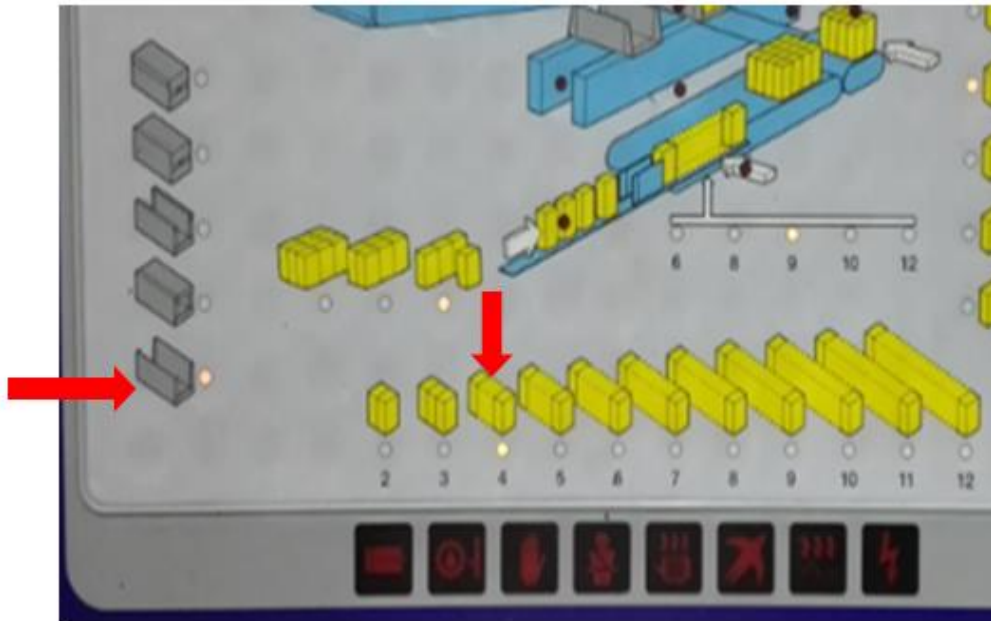
En la siguiente fotografía, nos muestra el panel principal de las encajonadoras tetrapak, diseñada para múltiples empaques en forma automática.



Figuras No.34 Panel de Control Programado de Empaques

Elaboración: propia

En esta foto se observan los múltiples empaques programados en el sistema, que tienen opción a hacer en forma automatizada los pedidos en la presenta para Price Smart.



Figuras No.35 *Panel de Control Selección de tipos empaques*

Elaboración: propia

En este diagrama del panel, se observa las opciones de embalaje que posee en el sistema la maquina encajonadoras Tetrapak, donde el operario puede variar el formato, hacer ajustes en las guías y sensores.

Costo/Beneficio

Con esta mejora en este proceso de empaque de pedidos para Price Smart, los costos son:

- Tiempo de cambio de formato en las encajonadoras, al modificar el empaque aproximadamente de 30 minutos con 1 técnico de la línea envasadora. Para cargar paros al equipo envasado, se planea con el departamento de producción y logística que este cambio de formato, se aproveche en los saneamientos y mantenimientos mecánicos diarios que se ejecutan en dichas envasadoras.

Beneficios:

Con esta mejora en este proceso de empaque de pedidos para Price Smart, eliminamos la labor de engrapado manual, con los beneficios de:

- Eliminar el costo operativo en el empaque de estos pedidos en trabajos de mano de obra, con un total de ahorro de **78.35 horas/hombre** para hacer este re empaque.
- Ahorro de 61.727 unidades en cajas de cartón, con valor actual de ¢1.952.164 mensualmente.
- Disminuir el impacto ambiental al tener que desechar este tipo de cartón corrugado, que no veremos su afectación.

En esta etapa el enfoque en esta investigación, ayudara a implementar acciones o nuevas formas de trabajo, que ayuden a maximizar la eficiencia y eficacia en la utilización de recursos en la línea 6.

En el estudio de tiempos y movimientos que se realizaron entre los meses de octubre a diciembre 2017, se encontraron que entre las actividades de cada proceso existen cuellos de botellas, encontramos:

5.2.2 Falta de Producto en línea 6

Para atacar este problema, al tener un tiempo prolongado que se genera al operador de montacargas para recibir las tarimas de producto terminado, deteniendo el proceso de mezclado, ya que hasta que no llevarse a bodega las tarimas, no puede entregar producto nuevo, ya que hay solo una entrada y salida de la línea, entonces se forma un bloqueo en su entrada de la sala de operación, aunado se obstaculiza la entrada/salida del personal en caso de emergencia, se determina generar una acción correctiva para mejorar el diseño y distribución de la

sala, con su máquina y equipos de empaques, darle fluidez al proceso de tal forma que al final de la sala se tenga una puerta de salida de tarimas con producto terminado.

5.2.3 Propuesta para mejorar

Para este plan de acción, debe hacerse una abertura en la pared de concreto de la sala, para hacer la puerta donde se entreguen las tarimas de producto final, con la responsabilidad del diseño por parte de ingeniería en mantenimiento y recurso para algunas actividades se harán con personal de Femsas, solo en la demolición de la pared, se prestara contratación externa de una empresa constructora.

Para este procedimiento se elabora un Project charter del proyecto, presentado a la gerencia, quien a su vez lo evaluó económicamente y da su aprobación; también se genera un cronograma de actividades con fechas de entregables.

Tabla 15 Presupuesto preliminar en Project charter

PROJECT CHARTER				
General del Proyecto				
Nombre del Proyecto	Rediseñar modelo en la Sala de producción en Línea 6			
Gerente del proyecto	Victor Fernandez			
Puesto	Superintendente de Planta No Carbonatados Coronado			
Email	Victor.fernandez@kof.com.mx			
Número de Teléfono	72069762			
Unidad Organizacional	Coca Cola Femsa			
Impactos en el Proyecto (si las hay)	Mejorar el flujo de la línea y seguridad de evacuación de los operarios			
Fecha de Inicio Expedición	November 20, 2107			
Fecha de Final Expedición	February 20, 2018			
Costos recuperados				
Costos estimados	\$2.100			
Describe el Fondo, Metas, Objetivos, y Entregables del proyecto				
Fondos	Propios Empresa			
Propósito del Proyecto	Mejorar la Eficiencia, Minimizar Costos operativos e implementar metodos y Procedimientos de Trabajo			
Alcance	Línea 6 (Multiempaques)			
Entregables Esperados	Eliminar Cuello de Botella y Mejorar la seguridad de los trabajadores en caso de Emergencia			
Mediciones	Control de Fechas de Entregables			
Cronograma del Proyecto				
	Fundamentos	Inicio	Final	Notas
	Formacion de Equipos	12/15/17	12/15/17	
	Final Plan	12/15/17	05/30/18	
	Ejecucion	30/02/18	05/30/18	
	Fase Analisis	01/15/18	01/30/18	
	Fase Implementacion	05/20/18	05/30/18	
	Fase Control	06/20/18	06/30/18	
	Informe resumido del proyecto	04/30/18	05/30/18	
Definición del proyecto en Beneficios y Costos				
Equipo del proyecto	Arturo Briceño Campos, Victor Fernandez L, Alejandro Solano C y Freddy Silva S			
Recursos de soporte	Diseño de Ingeniería nuevos proyectos FEMSA			
Necesidades Especiales	Aprobacion de la Gerencia General			
Tipo de Costo	Vendedor / Cliente / Nombres de trabajos	Unidades	Qty	Valor
Servicios	Elaboracion de Rediseño de Línea 6 (Ingeniería de Proyecto Femsa)	\$0,00	0	\$0
Servicios	Demolicion de Pared Concreto	\$1,00	500	\$500
Servicios	Construir acceso de Puerta salida de Tarimas	\$1,00	750	\$750
Trabajos	Rediseñar el Plano del Horno 6 Diagrama Flujo de Trabajo	\$0,00	0	\$0
Trabajos	Tuberia Conduit y Cableado Electrico	\$1,00	650	\$650
Limpieza	Servicios de Limpieza Empresa Limpex	\$1,00	200	\$200
	Total Costos			\$2.100
Describe posibles riesgos				
Riesgos	No aprobacion de la Gerencia General			
Preparado por:	Arturo Briceño Campos			Fecha: 15/02/2018

Elaboración: propia

Se genera un plan para el proyecto, del cual se hace un presupuesto inicial, donde se proyecta los costos, el tiempo y se analiza las expectativas de este modelo en la línea de producción.

Luego se elabora un plan de seguimiento preliminar en un diagrama de Gantt, con la proyección sugerida en tiempo.

Tabla 16 Cronograma de actividades en Gantt

Diagrama de Gantt

Id	Nombre de la tarea: Rediseñar Sala Linea 6	Inicio	Final	Duracion	oct-17			nov-17			dic-17			ene-18			feb-18			mar-18			abr-18		
					10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
1	Analizar idea y formular plano propuesto	01-oct	20-oct	10 dias																					
2	Plantear y compartir la propuesta a la gerencia	20-nov	22-oct	2 dias																					
3	Evaluacion de Costos y beneficios por parte de Ingenieria de mantenimiento	01-dic	30-dic	30 dias																					
4	Aprobacion de la obra y Plan de ejecucion	10-ene	30-ene	20 dias																					
5	Compra de materiales	10-feb	28-feb	15 dias																					
6	Trabajos de rediseño de la sala	01-mar	05-abr	45 dias																					
TOTAL HORAS					20			24			12			24			15			25			15		

Para la realización de esta obra de costo de \$2.100 en total aproximadamente, si no salen modificaciones adicionales, se elabora un diagrama de Gantt para todo el proceso, desde el inicio que corresponde a la formulación de la idea y formular un plano deseado, en octubre del 2017, hasta el final con el trabajo de diseño de la obra y entrega del mismo en la última semana de abril 2018.

Para esta variable, se hicieron otros análisis de mejora, por ejemplo de asignar un operador montacargas que dedique exclusividad al proceso, pero esta medida fue descartada por la Gerencia de Coca Cola Femsa, por costo de alquiler de un montacargas y salario de un operador de montacargas, no es rentable; manipularlo en carretillas hidráulicas hasta fuera de la sala, esta fue descartada por la jefatura de salud y seguridad industrial por mucho esfuerzo físico para el operario y las carretillas no soportan tanto peso de las tarimas con producto y se deterioran con rapidez, con costos elevados de reparación, fueron descartadas en jefatura de mantenimiento. La sala de proceso es muy pequeña, no tiene espacio físico; la mejor opción es hacer una entrada/salida al final de la sala para entrega de producto terminado.

5.2.4 Costo/ Beneficio de la obra

El costo para la organización es de **\$2.100**, y el beneficio que representa se describe en:

- Mayor fluidez en el proceso, pasar a un flujo lineal.
- Evitar paros por atrasos al recibir las tarimas con el producto ya terminado, que en el estudio de tiempos, el tiempo estándar para retirar 1 tarima es de **4,7 minutos** y retirar las 4 tarimas nos da **18,8 minutos**, para liberar la entrada a la línea y entregar más producto para el mezclado.

Cálculo:

Se tomaron 10 muestras de tiempos preliminares y la sumatoria nos da 2,741 segundos, aplicando la fórmula para encontrar el tamaño de la muestra, esta nos da que debemos tomar 37 muestras adicionales; la sumatoria del total de muestras de tiempo total nos dan: 12.310 segundos; para sacar la media aritmética:

$$\text{Promedio} = 12,310 / 47 = 261,91 / 60 \text{ segundos} = 4,365 \text{ 248 2 minutos}$$

$$\text{Tiempo Básico} = 4,365 \text{ 248 2} * \text{valoración } 95/100 = 4.15 \text{ minutos}$$

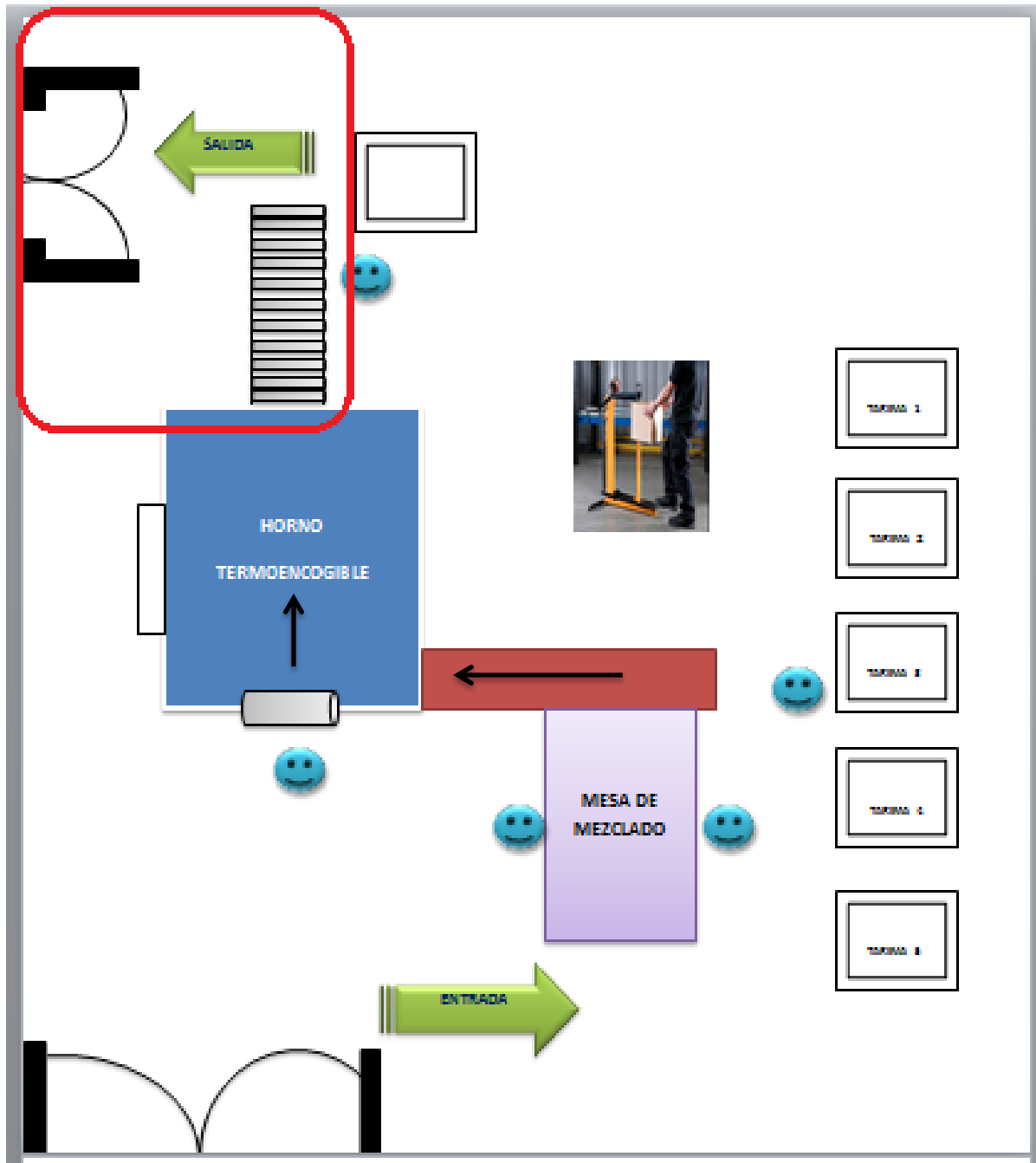
$$\text{Tiempo estándar} = (4,15 * \text{suplementos } 14\%) + 4.15 = 4.7 \text{ minutos}$$

$$\text{TE} = 4,7 \text{ minutos} \text{ (esto para recibir una tarima * 4 tarimas = 18,8 minutos)}$$

Entonces para recibir las 4 tarimas, se demora 18.8 minutos, esta ecuación se puede ver en el Anexo No.18

- Minimizar paros por falta de producto en la línea.
- Mayor seguridad en caso de alguna emergencia, por obstrucción en la salida en una evacuación, por temblor, incendio u otro elemento perjudicial para el trabajador.

La figura siguiente es la idea principal del proyecto, se describe el plano actual, y se identifica el acceso de salida de las tarimas con producto terminado.



Figuras No.36 *Modelo Propuesto en Línea 6*

Elaboración: propia

Este será el modelo o diseño de la planta a mejorar en su sistema de flujo, con la apertura de una salida de tarimas, el equipo de termoencogible se debe hacer un giro de 180°, para un mejor orden, evitar el cuello de botella y flujo general de este proceso.

Esta es la pared de concreto identificada para hacer el acceso de salida del producto.



Figuras No.37 Acceso propuesto en sala de línea 6

Elaboración: propia

Esta es la parte física del área de mezclado, que se proyecta hacer una entrada/salida de tarimas con nos ayudara a congestionar la actual y única entrada que hay en el sitio. Se prevé que el trabajo se facilita grandemente, ya que como se observa hay una puerta falsa sellada y de fácil remover, esto abaratará el costo total de la obra.

5.2.5 Riesgos

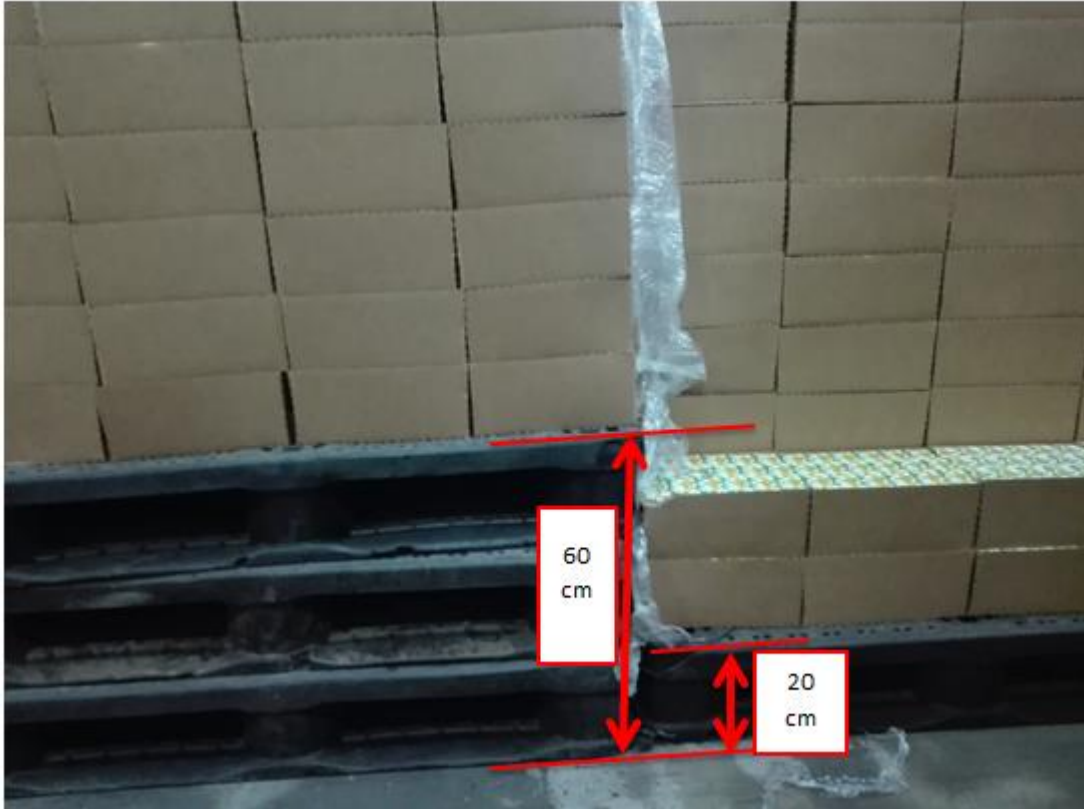
- Para este proyecto el riesgo es que la alta gerencia de la empresa, postergue o cancele la realización del trabajo por el plan de presupuesto u otras disposiciones para la unidad operativa.
- Que el área de ingeniería en mantenimiento genere presión a la gerencia para seguir con el modelo actual de empaque, con la justificación de ajustes, desajustes, tiempos de técnicos en los equipos de encajonadoras.

5.3 Implementar los estándares de procedimientos y métodos de trabajo

Para elevar la productividad en la línea 6, se hace un estudio de tiempos y movimientos, ver en Anexo No. 17 y 18; para hacer mejoras aplicadas los cuellos de botellas, estos 2 enfoques:

5.3.1 Carga de cajas hacia la mesa

Para evitar que los operarios de la línea tengan un ritmo de trabajo de fatiga aumentada con el transcurso de las horas, proceso muy manual se analiza hacer unos cambios, donde no hay inversión económica para la empresa.



Figuras No.38 Mejora ergonómica Implementada

Elaboración: propia

En el estudio de tiempos para el hallazgo de proceso de carga de cajas, se evidenció que el tiempo estándar era de 38,8 segundos por unidad.

Para mejorar este tiempo, se le realizó:

1. Que las tarimas con producto fueran montadas sobre 2 tarimas vacías, para nivelar mejor la posición ergonómica y fatiga del trabajador; la distancia mejora es de 40 centímetros al tomar el nivel más bajo de la tarima.
2. Rotar cada 2 horas el puesto de trabajo.

Luego de estas acciones de mejora, muy enfocada en el ámbito ergonómico o de fatiga del operario, más que el rendimiento de la línea, se hacen nuevamente una toma de tiempos, con el resultado de 34,3 segundos por unidad, es decir se au-

mentó la velocidad en **4,5 segundos por unidad**, ver cálculo en Anexo No.18; obteniendo mejoras de 12,17 unid/ hora.

Paso 1: Se toman una muestra de 10 tiempos

No.	ACTIVIDADES	Tiempos observados (T.O): Hrs () Min () Seg (X)										Totales
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Cargar Mesa de producto	20	22	26	24	25	28	24	22	26	28	245

Paso 2: Hacer sumatoria del total en tiempos de las 10 las muestras= 245

$$20+22+26+24+25+28+24+22+26+28= 245$$

Paso 3: Utilizar en Excel con la siguiente función, para encontrar el tamaño de la muestra (N):

$$=POTENCIA((40*RCUAD(CONTAR(E10:N10)*SUMA.CUADRADOS(E10:N10))-$$

$$POTENCIA(SUMA(E10:N10);2)))/SUMA(E10:N10);2)= **17**$$

Paso 4: Se deben hacer 17 muestras de tiempos, adicionales a las 10 muestras de tiempos preliminares, en total 27.

$$10+17= 27$$

No.	ACTIVIDADES	Tiempos observados (T.O): Hrs () Min () Seg (X)										Totales
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Cargar Mesa de producto	20	22	26	24	25	28	24	22	26	28	245

17 muestras adicionales:

40	40	37	35	37	42	42	38	54	29
36	42	40	34	39	35	38			

Paso 5: Sumar el total de muestras (10 preliminares + 17 del tamaño de muestras= 27), en este caso nos da como resultado= **903 segundos**

Paso 6: Encontrar la media aritmética o promedio del total de muestras; entonces $903/27= 34,44 \text{ seg}$

Paso 7: Sacar el Tiempo básico, utilizando la fórmula:

$$TB= \bar{x} * Valoracion \text{ del ritmo de trabajo}/100$$

$$TB= (34,44*90\%)= 30,10 \text{ seg}$$

Paso 8: Sacar el Tiempo estándar, utilizando la fórmula:

$$TE= (TB* Valor \text{ de Suplementos}/100) + TB$$

$$\text{Tiempo estándar} = (30,10*14/100)+30,10 = 4,214+30,10 = 34,3 \text{ seg}$$

Tiempo Estándar= **34,3 seg**

Ver Anexo No. 5.

Tabla 17 *Estudios de Tiempos*

Carga de cajas a Mesas				
		antes	despues	Diferencia
Seg/ Unidad		38,8	34,3	4,50
Ud/hora	3600 seg	92,78	104,95	-12,17
Diferencia		12,17 unid/hora		

Elaboración: propia

5.3.2 Cuello de botella (emplasticado)

Para evitar que los operarios de la línea manipularan la velocidad de corte y sellado del termoencogible en el horno, sin ninguna autorización de la jefatura, según sus necesidades de ritmo en el trabajo, se decide ponerle un candado al panel de control, donde ellos accedían a cambiar el variador de velocidad.

Se solicita información de algún proyecto de inversión en nuevo equipo, y la gerencia advierte que no hay ninguna posibilidad de un nuevo equipo de horno termoencogible por el momento.



Figuras No.39 Candadejo en panel de control

Elaboración: propia

En el estudio de tiempos para el hallazgo de proceso de emplastado de cajas, se evidencio que el tiempo de la velocidad y corte sellado eran de 29,4 segundos por unidad, ver Anexo No. 17, para mejorar este tiempo, se le realizo:

1. Ajustes al selenoide o electroválvula de presión aire al pistón del empujador.
2. Sincronizar la banda o malla metálica transportadora de la cámara.

Luego de estas acciones por parte de personal técnico, se hacen nuevamente una muestra de observaciones en tiempos, con el resultado de 24,7 segundos por unidad, es decir se aumentó la velocidad en **4,7 segundos por unidad**, ver calculo en Anexo No.5; obteniendo mejoras de 23,3 unid/ hora.

Paso 1: Se toman una muestra de 10 tiempos

5	Emplastado	20	25	24	26	24	25	25	24	26	26	245	8
---	------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	---

Paso 2: Hacer sumatoria del total en tiempos de las 10 las muestras= 245

$$20+25+24+26+24+25+25+24+26+26= 245$$

Paso 3: Utilizar en Excel con la siguiente función, para encontrar el tamaño de la muestra (N):

$$=POTENCIA((40*RCUAD(CONTAR(E10:N10)*SUMA.CUADRADOS(E10:N10)-POTENCIA(SUMA(E10:N10);2)))/SUMA(E10:N10);2)= \underline{8}$$

Paso 4: Se deben hacer 8 muestras de tiempos, adicionales a las 10 muestras de tiempos preliminares, en total 18.

$$10+8= 18$$

8 muestras adicionales:

5	Emplastado	20	25	24	26	24	25	25	24	26	26	245	8
		22	24	24	22	26	24	24	22				
													433

Paso 5: Sumar el total de muestras (10 preliminares + 8 del tamaño de muestras= 18), en este caso nos da como resultado= **433 segundos**

Paso 6: Encontrar la media aritmética o promedio del total de muestras; entonces $433/18 = 24,6$ seg

Paso 7: Sacar el Tiempo básico, utilizando la fórmula:

$$TB = \bar{x} * Valoracion\ del\ ritmo\ de\ trabajo / 100$$

$$TB = (24,6 * 90\%) = 21,65\ seg$$

Paso 8: Sacar el Tiempo estándar, utilizando la fórmula:

$$TE = (TB * Valor\ de\ Suplementos / 100) + TB$$

$$\text{Tiempo estándar} = (21,65 * 14 / 100) + 21,65 = 3,03 + 21,65 = 24,7\ seg$$

Tiempo Estándar= 24,7 seg

Tabla 18 Estudios de tiempos estándar Corte y Sellado

Corte y Sellado				
		antes	despues	Diferencia
Seg/ Unidad		29,4	24,7	4,70
Ud/hora	3600 seg	122,4	145,7	-23,30
Diferencia		23,3 unid/hora		

Elaboración: propia

5.4 Controlar mejoras implementadas

En el diagrama de Realidad situación actual, analizamos que las principales causas de paros operativos y mecánicos el proceso en la línea 6 y las siguientes son en orden de tamaño:

Reprocesar Litro sin plástico: Para evitar esto se debe consolidar el inventario real diario en bodegas y analizar el programa de producción, para validar la cantidad de cajas que deben separarse para hacer el mezclado y pasar de tarimas plásticas a tarimas de madera como lo solicita el cliente de Price Smart.

Constantes cambios de órdenes de producción: Para esto se gestionó una reunión con el programador de producción, jefe de producción y superintendente; esto con el fin de hacer un programa diario que evite o minimice hacer tantos cambio de órdenes en el día.

Falta de operador montacargas: Se gestiona una reunión con el superintendente de la planta, supervisor de bodegas y supervisor de producción, y queda como un acuerdo que, se le debe dar prioridad al servicio prestado en entrega o recibo de producto a la línea 6.

Cubrir tiempos en otras áreas (envasadoras): Se gestiona una reunión con los supervisores de producción y con el superintendente de la planta, para analizar las afectaciones que producen estas malas prácticas operativas y se llega a un

acuerdo de eliminarla para no parar la línea 6, mientras se manda recurso operativo a cubrir tiempos de descanso en envasado.

Con esto nos ahorramos el factor que representa un 13.95% de ineficiencia mensual a la línea.

5.4.1 Mayor supervisión y control del proceso

Para la implementación de estándares en procedimientos operativos, se genera un plan de acción con fechas de entregables y responsables de cada factor.

- **Herramientas de control:** Se genera una hoja de control para los operarios, con la responsabilidad de una persona en el llenado, con tiempos de inicio de cada tarima, anotar el número de la misma, la cantidad de cajas que lleva la tarima según el SKU, la cantidad de persona esto sobre todo si algún miembro del equipo está ausente y no participa en la elaboración de tarima de cajas mezcladas, además si por algún motivo se genera un paro de anotararlo en la casilla de paros/observaciones.

Tabla 19 Control de tiempos (paros en línea)

Control de Tiempos L6						
Fecha:						
Tarima	SKU	Hora Inicio	Hora Fin	Cajas/Tarima	Personas en turno	Paros / Observaciones
1	164527	14:10	14:34	135	5	
2	164527	14:34	15:00	135	5	Salimos a cafe.
3	164527	15:20	15:46	135	5	
4	164527	15:46	16:32	135	5	Atrazo por falta de producto
5	164527	16:32	16:58	135	5	
6	164527	16:58	17:28	135	5	
7	164527	17:28	18:20	135	5	
8	164527	18:30	19:37	135	5	Atrazo por falta de producto
9	164527	19:37	20:06	135	5	monta carga ocupada.
10	164527	20:06	20:38	135	5	
11	164527	20:33	21:00	134	5	
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						

Elaboración: propia

Esta es la hoja de control que se llenara manualmente por parte del operario asignado responsable en el turno, para llevar un mejor control del proceso.

5.4.2 Mantenimiento por fallas en horno

En el diagnóstico que se realizó de los paros más representativos, el fallo en el equipo termoencogible, representa un 7.55% de ineficiencia, por falta de planeación y gestión no se le realiza tiempos de mantenimientos preventivos, solamente correctivos que detienen el proceso.

El mantenimiento productivo total, se enfocará en la mejora continua de operación del equipo y sistemas a través de actividades proactivas de mantenimiento, incluye entre algunas:

- Limpieza y lubricación de operadores: Para los operarios de la línea, se les da un procedimiento de entrega de turno, donde deben hacer lubricación y limpieza general a los equipos y máquinas, que puedan ocasionar 30 minutos antes del final en la jornada diaria.
- Mantenimiento preventivo diariamente: Para esto se acordó con el programador de mantenimientos, hacer en el turno nocturno una breve inspección o mantenimiento diario a la línea, con el técnico responsable de las periferias; esto estará incluido en su check list de revisión.

Visualizar instrucción: resumen operaciones

Propia Externo Cab. Plan

GrHRuta HOMAG002 GRL. 600 HORNO TERMOENCOGIBLE MARIANI ContGrpoHR 2

Resumen general operación

Op.	SOp	PstoTbjo	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T.	Trabajo	Un.	Nº	Dur.	Un.	C %	DistTrbInt	Fac	ClAct
0010		ITECLIN1	RAAC	PM01	MALLA TRANSPORT. REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0020		ITECLIN1	RAAC	PM01	RODAMIENTOS MOTOR REVISAR.	✓	0.5	H	1	0.5	H	2 100		1	PM2001
0030		ITECLIN1	RAAC	PM01	VENTILADOR TUNEL DE ENCOGIMIENTO LIMPI...	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0040		ITECLIN1	RAAC	PM01	VENTILADORES SALIDA REVISAR MOTO	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0050		ITECLIN1	RAAC	PM01	VOLT/AMP MOTOR MEDIR.	✓	0.1	H	1	0.1	H	2 100		1	PM2001
0060		ITECLIN1	RAAC	PM01	TABLERO ELECTRICO PRINCIPAL REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0070		ITECLIN1	RAAC	PM01	RODAMIENTOS MOTOR REVISAR.	✓	0.5	H	1	0.5	H	2 100		1	PM2001
0080		ITECLIN1	RAAC	PM01	MAQUINA LUBRICAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0090		ITECLIN1	RAAC	PM01	CADENA TRANSPORTADOR LIMPIAR	✓	1	H	1	1	H	2 100		1	PM2001

Figuras No.40 Actividades del mantenimiento diario

Elaboración: propia

- Mantenimiento correctivo: La eficiencia del equipo, será potenciabile mente medible en la anterior actividad de preventivo diario; se determinara la eficacia de la revisión y lograr una disminución de los paros para realizar trabajos correctivos en plena operación, se le asigna al técnico del tercer turno este revisión y mante-

nimiento diario, ya que en este horario la línea queda detenida, sin programa de trabajo.

Visualizar instrucción: resumen operaciones

Propia Externo Cab. Plan

GrHRuta HOMAG002 GRL. 150 HORNO TERMOENCOGIBLE MARIANI ContGrpoHR 1

Resumen general operación

Op.	SOp	PstoTbjo	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T.	Trabajo	Un.	Nº	Dur.	Un.	C %	DistTrbInt	Fac	ClAct
0010	ITECLIN1	RAAC	PM01		DEPOSITO ACEITE REVISAR.	✓	0.2	H	1	0.2	H	2 100		1	PM2001
0020	ITECLIN1	RAAC	PM01		CORTINAS TUNEL CALOR LIMPIAR.	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0030	ITECLIN1	RAAC	PM01		MORDAZAS DE SOLDADURA LIMPIAR.	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0040	ITECLIN1	RAAC	PM01		CONEXIONES DE AIRE REVISAR.	✓	0.2	H	1	0.2	H	2 100		1	PM2001
0050	ITECLIN1	RAAC	PM01		SISTEMA DE EMERGENCIA REVISAR.	✓	0.2	H	1	0.2	H	2 100		1	PM2001
0060	ITECLIN1	RAAC	PM01		TAB. DE CONTROL LIMPIAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0070	ITECLIN1	RAAC	PM01		INTERRUPTORES DE LIMITE REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0080	ITECLIN1	RAAC	PM01		CUCHILLA SIST. CORTE Y PELICULA REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0090	ITECLIN1	RAAC	PM01		RODILLOS TRANSPORTE PELICULA REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0100	ITECLIN1	RAAC	PM01		BANDAS TRANSP ENTRADA EMPACADORA REV...	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0110	ITECLIN1	RAAC	PM01		LINEA PRINCIPAL AIRE REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001
0120	ITECLIN1	RAAC	PM01		RODILLOS TRANSP PAQUETES REVISAR	✓	0.3	H	1	0.3	H	2 100		1	PM2001

Figuras No.41 Actividades del mantenimiento semanal línea 6

Elaboración: propia


- Mantenimiento de fallas: En el mantenimiento de fallas, lo que busca es hacer un diagnóstico general del equipo, por medio visual y de reporte por parte de los operarios, para hacer cambio y pedidos de repuestos, antes de que se genere el paro.

5.5 Seguimiento a las mejoras

Para el seguimiento y efectividad de los planes de mejora al control de proceso, se les elabora una hoja de control que será llenado por el operario y supervisado por el supervisor en turno, que con estos datos serán ingresados al sistema para llevar

actualizada la información referente a las producciones y sus tiempo en paros si los hay en el día.

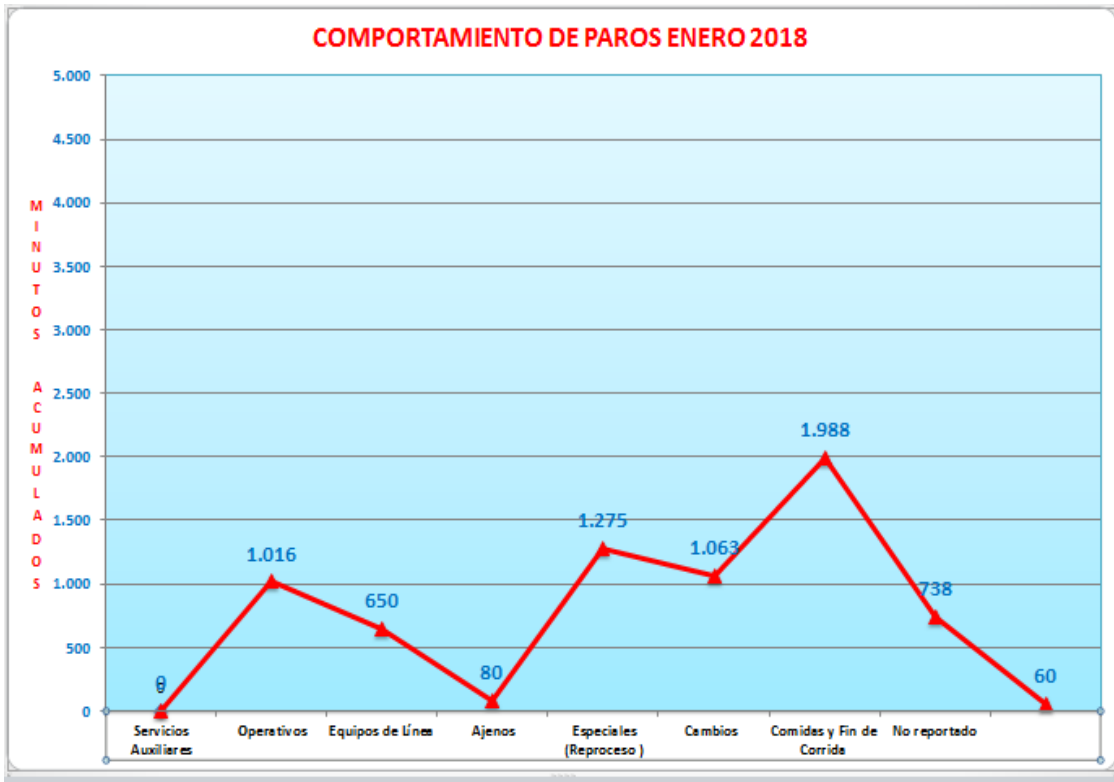
Tabla 20 Hoja Control de producción Línea 6

 Control de Tiempos L6							Promedios		
Fecha: 30-ene _____							SKU1	168441	300
							SKU2	164527	311
							SKU3		
							SKU4		
Tarima	SKU	Hora Inicio	Hora Fin	Cajas/Tarima	Personas en	Paros / Observaciones	Minutos	Cajas / Hora	
1	168441	06:00	07:00	150	5		60	150	
2	168441	07:00	07:20	150	5		20	450	
3	164527	08:00	08:15	135	5		15	540	
4	164527	08:15	08:50	135	5		35	231	
5	164527	08:50	09:20	135	5		30	270	
6	164527	09:20	10:10	135	5		50	162	
7	164527	10:10	11:00	135	5		20	405	
8	164527	11:00	11:45	135	5		20	405	
9	164527	11:45	12:50	135	5		50	162	
10									
11									

Elaboración: propia

Esta es la hoja en Excel que se debe llenar el supervisor con la información que obtiene de la línea diariamente, donde además se incluirá por medio de fórmulas y funciones los minutos por tarima, cajas por hora y según sea el SKU automáticamente genera la el promedio de cajas por hora de todas las tarimas.

Con los datos suministrados se va generando un gráfico lineal para el mes, para medir las principales afectaciones en paros a la línea de producción, y poder actuar en busca de soluciones a los mayores factores de ineficiencia.



Figuras No.42 Gráfico de Comportamientos paros enero 2018

Elaboración: propia

Con la información anterior, se genera automáticamente un gráfico de paros acumulativos, que serán observados diariamente para visualizar donde hay oportunidad de mejora.

5.5 Resultados obtenidos

A continuación en el Cuadro No.2, analizaremos los resultados obtenidos en la aplicación e implementación de las mejoras en la línea 6 de Coca Cola Femsa

Cuadro No. 02 Cuadro de Resúmenes

Cuadro de Resúmenes				
Variables	Promedio Mensual		Ganancia Mensual	Ganancia Anual
	2017	2018		
Costos				
2do. Reempaque	₡ 1.952.164,67	0	₡ 1.952.164,67	₡ 23.425.976.04
Penalización (\$4750 Anual * ₡ 575)	₡ 227.602,25	0	₡ 227.602,25	₡ 2.731.227,00
Tiempos extraordinarios	₡ 912.372,02	₡ 169.157,00	₡ 743.215,02	₡ 8.918.580,24
Totales	₡ 3.092.138,94	₡ 169.157,00	₡ 2.179.766,92	₡ 35.075.783,28
Disminución Económica	₡ 2.179.766,92			
Disminución Porcentual	70.5%			

Variables	Promedio Mensual		Ganancia	Disminucion porcentual
	2017	2018		
Uds,%,Tiempos				
Cajas de material primario (uds)	61.727 uds	0,00	61.727 uds	100%
Eficiencia (%)	72.5%	85%	12.5%	>12.5%
Cargar producto a Mesas (tiempos)	39.82 seg	34.3seg	5,52 seg	13.86%
Emplastificado (tiempos)	29.4 seg	24,7 seg	4,7 seg	15.98%
Reempaques (tiempos)	78.35 hrs	0,00	78.35 hrs	100%
Mano de Obra (horas)	409 hrs	76 hrs	333 hrs	81.41%

Elaboración: propia

Se desglosará el impacto o beneficio que se obtuvo en este trabajo para la empresa Coca Cola Femsa, en datos comparación entre enero y diciembre 2017 y los primeros datos estadísticos entre Enero a Febrero 2018, en las variables que se atacaron para mejorar los sistemas en eficiencia, costos y procedimientos métodos de trabajo en la unidad operativa Multiempaques línea 6.

En eficiencia:

Los resultados generados a partir de las implementaciones en mejoras, y a falta de mejorar el diseño de la sala, con apertura nueva de salida, sin interrupciones al proceso por demoras en el recibo del producto final, estos datos tienen un alcance entre del 01 de enero a febrero del 2108, visualizamos un cambio o un avance de la productividad de la línea 6.

El control del proceso y la estandarización de nuevas formas de trabajo en la línea y los avances cada elemento de la productividad parcial, muy enfocados en la mejora de sus actividades, nos permitirán una normalización en la productividad total para mayor beneficio económico de la empresa.

Menú		Tablero de Indicadores Diarios de Producción		
Coca-Cola FEMSA COSTA RICA		MLSC-FR2074		Fecha: jueves, 08 de marzo de 2018
RUBRO	UME	feb-18	Obj Sat.	mar-18
Paros Mecánicos	%	0,0	7,8	0,0
Paros Equipos Auxiliares	%	0,0	3,8	0,0
Paros Cambios & Saneam	%	0,0	11,6	0,0
Paros Ajenos	%	0,0	0,0	0,0
Eficiencia Línea 4		81,78	77,5	79,87
Paros Operativos	%	1,0	4,8	1,6
Paros Mecánicos	%	7,7	10,8	11,7
Paros Equipos Auxiliares	%	0,1	2,7	1,3
Paros Cambios & Saneam	%	9,4	4,2	5,5
Paros Ajenos	%	0,0	0,0	0,0
Eficiencia Línea 6		88,41	85,0	77,18
Paros Operativos	%	12,5	5,0	11,5
Paros Mecánicos	%	7,4	2,0	1,3
Paros Cambios	%	7,1	8,0	8,4
Paros Ajenos	%	1,1	0,0	0,0
MERMAS:				
Merma de Bebida Terminada	%	0,83	1,20	1,11
Merma de Azúcar (Hasta BT)	%	0,00	0,15	0,00
Merma de Papel	%	1,42	1,41	1,48
Costo de Merma (MM-Colones)		6,52	2,37	2,21

Cuadro 03 Cuadro de Indicadores diarios por líneas

Elaboración: empresa

En este Cuadro No. 03, son reportes diarios que hace la compañía para visualizar la eficiencia diaria y acumulada de las líneas; además del % de paros y mer-

mas de sus materias primas. En esta tabla se refleja la mejoría de la eficiencia actual, en comparación de la eficiencia del 2017, que alcanzaba un promedio de 72,5% mensual.

Eliminación de Reempaque

La medida de eliminar la forma de empaque manual y adoptar el empaque en forma automatizada en las líneas envasadoras de jugos tetrapak. Con esto se ahorran los recursos en tiempo, materiales y mano de obra que con el modelo de empaque anterior se elaboraba en forma manual. Se obtienen los beneficios:

- Ganancias en re empaques por cajas **₡ 152.164,67** mensual y **₡ 23. 425. 976,04** anuales



Figuras No.43 *Empaque automatizado Implementado Te Price Smart 24 unidades*

Elaboración: propia

- Ganancia por tiempo en mano de obra de 78,35 horas mensual en el 2017 a **0** horas en el 2108.
- Ganancia por cajas desechadas de 61.727 unidades mensualmente.

Por penalización por atrasos en entrega

- Gastos de ₡ 227.602,25 en el 2017, a 0 gastos en los 2 primeros meses del 2018

En tiempos extraordinarios

La medición del costo de tiempos extraordinarios para lograr los objetivos de producción pagados a los operarios de la línea 6, con alcance entre el 01 de Enero del 2018 al 10 de marzo del 2018, se observa una fuerte disminución; en este gasto variable del periodo (enero a febrero del 2018) la observación es:

- Minimización de 333 horas, por 76 horas promedio mensual en los 2 meses primeros del 2018, contra las 410 horas promedio mensual del 2017 en horas mano de obra.
- Ganancia en gastos por tiempos extras al pasar de ₡ 912. 372,02, a gastos en los meses de Enero a febrero del 2018 en ₡169.157,00, con una disminución de ₡ 743. 215,02

Cargar producto a mesas (tiempos)

- Se mejoran los tiempos de cargar producto de 39,82 segundos a 34,3 segundos, una disminución de 5,52 segundos.

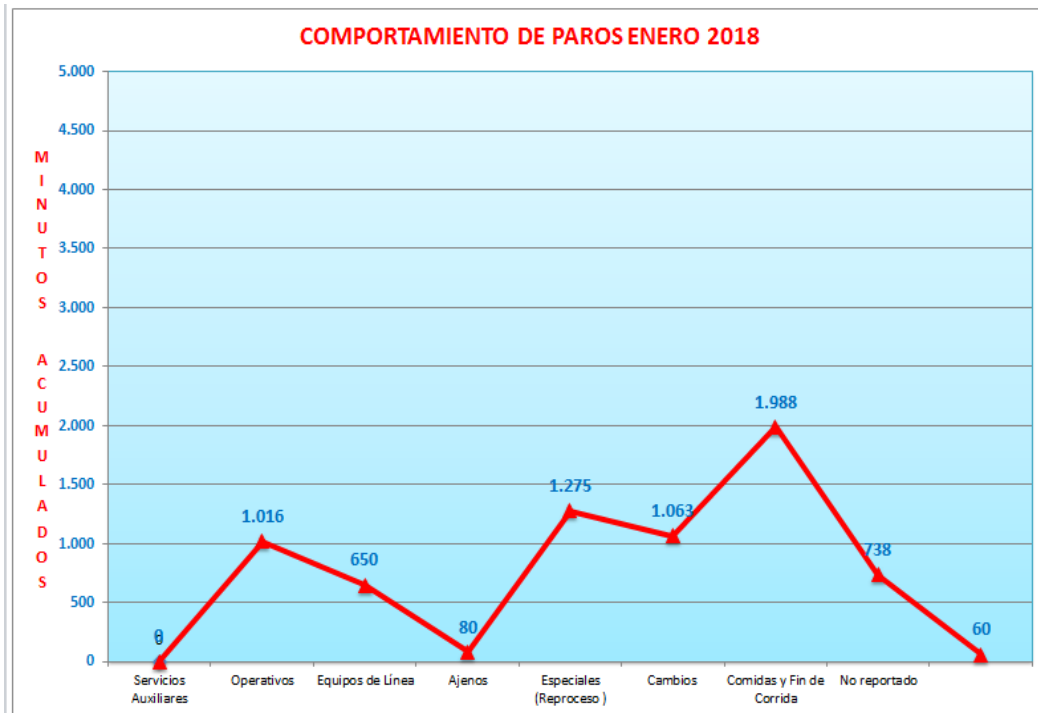
Emplasticado (tiempos)

- Se mejoran los tiempos de cargar producto de 29,4 segundos a 24,7 segundos, una disminución de 4,7 segundos.

5.6 Información al personal

Para crear un mejor empoderamiento a los trabajadores y establecer controles visuales, se les informa por medio de pizarra en la línea 6, de gráficos de avance del programa, rendimiento diario efectivo, de los procedimientos estandarizados comprobados, paros mayores en gráficos y otras informaciones como circulares de políticas de la empresa.

Todos los días se le entregara a la gerencia, el resultado del grafico en paros acumulados del mes, para poder tomar buenas decisiones de mejora en el proceso de la unidad operativa, una copia de este documento será puesto en las pizarras informativas de la sala, para que los operarios tengan un criterio y apoyo en las soluciones que los afectan.



Figuras No.44 Paros de línea 6 enero 2018

Elaboración: propia

Estos gráficos de la Figura No. 44, se presentan en las pizarras informativas al personal de la línea 6, para que tengan una información del comportamiento en los paros que se producen en la operación de mezclado, esto se hace para crear empoderamiento del personal y motivación de mejoramiento.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El este estudio se determinó que los factores que inciden dentro del proceso y las mejoras en la productividad en el modelo de producción actual en la línea 6 de la Empresa Coca Cola Femsa, con la aplicación de la metodología DMAIC, aunado a otras herramientas de ingeniería, se demostró que era necesario para aumentar la productividad en la línea, minimizar los costos de operación y estandarizar sus métodos y procedimientos de trabajo.

- ❖ En este trabajo se realizó un análisis profundo con las herramientas aplicadas en la metodología Dmaic, cuales fueron: los 5 porqués, diagrama de serpientes, sipoc, gráficos, Ishikawa, Pareto, Situación real actual, medición de tiempos y movimientos.
- ❖ Para reducir o eliminar el desecho de cajas de 12 unidades a pasar a empaque de 24 unidades para el cliente Price Smart, se realizara en las maquinas encajonadoras, equipos auxiliares de las envasadoras, con ahorro en mano de obra de ₱168.663,00 mensual, en total 9,26 horas con 5 operarios, para sacar el producto de un mes ventas, y en gasto por cajas desechadas ahorro de ₱1.952.164,67 mensual.
- ❖ Además de la realización de las pruebas de las implementaciones generadas, para estandarizar los métodos de trabajo y procedimientos en la línea se logra disminuir los costos en extras por incumplimiento del programa de producción (desabasto) y por penalización de entrega de mercadería.
- ❖ Por medio de las entrevistas al personal de la línea, nos brindaron información de los factores que más les provocan fatigan, esto fortaleció las observaciones directas realizadas en el área y establecer mejoras.

- ❖ En la tendencia de eficiencia de la línea en el año 2017, que estaba en promedio mensual de 72.5 %, se logró en los 2 primeros meses del año y 10 días hábiles de marzo 2018, alcanzar en promedio un 85,06%; una diferencia de **+12.56%**, superando la meta propuesta al inicio de este trabajo de aumentar la eficiencia mensual en un **10%**.

- ❖ En los tiempos extraordinarios a los operarios de la línea con respecto al año promedio del 2017, que estaba en 409 horas mensuales entre las 10 operarios de la línea, se disminuyó en los enero a febrero de 2018 a 76 horas promedio; en cuanto a el valor económico que esto representaba en promedio mensual es ₡912.372,02 en el 2107, y pasamos a enero a febrero de 2018 a una cifra de ₡169.157,00, con una diferencia de ahorro de ₡743.215,02, un ahorro del 81,45% en tiempos extraordinarios.

- ❖ Para lo anterior se realizaron propuestas que en los primeros datos recopilados nos dan números muy positivos y con buena proyección a futuro, además la propuesta del aumento de la velocidad del equipo de termo, lo permitió evidenciar que la línea de producción si tiene la capacidad, al lograr con las pruebas y validaciones en los cuellos de botellas de hallazgos al proceso, esto en menos tiempo y con el mismo personal asegurando una mejor productividad y calidad para los clientes y consumidores.

- ❖ El control y seguimiento del proceso por los encargados de la línea de producción, son claves para que los procedimientos y métodos de trabajo se mantengan las implementaciones de mejora, optimizar los procesos y control del recurso humano.

- ❖ Para la empresa es muy importante hacer una gestión de modernización de equipos y maquinaria en esta unidad operativa, ya que como lo describimos al principio del trabajo, representa el 25% de las ventas totales de la planta, y requie-

re una mejora continua que le refuerce su productividad ante retos mayores de competitividad en los mercados.

❖ Con la meta objetivo en los costos operativos que era una propuesta de mejoría un 40%, y los resultados de costos promedios entre los 2 primeros meses del 2018 y los costos mensuales promedio del 2017, se observa una disminución de un 70,5%. Este dato puede ser cambiante, pero si se mantiene la disciplina operativa y se siguen con esta tendencia en los siguientes meses, el resultado sería muy positivo para la empresa.

❖ Los desabastos de producto, la penalización de entregas tardías en tiempos acordados con anterioridad y la generación de tiempos extraordinarios se deben a un escaso control de proceso, en ellos métodos de trabajo y procedimientos estandarizados, por lo cual su eficiencia era afectada.

6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 Recomendaciones a Logística

- Se recomienda al departamento de Logística encargado de la programación de órdenes de trabajo, mantener el procedimiento de los cambios de ordenes SKU en un solo día; esto para darle la continuidad a la línea 6, se sugiere hacer 2 órdenes de trabajo solamente, con esto se evitan los paros para cambio de productos y materiales.
- Se recomienda producir al cliente de Price Smart, los pedidos proyectados cada 2 semanas, esto para evitar estar elaborando pequeñas producciones cada semana, en ordenes de trabajo muy pequeñas que baja la velocidad y rendimiento de la línea.
- Se recomienda definir en el programa diario las cantidades de producto separado SIN PLASTICO para los especiales de línea 6, con el inventario actualizado en bodega vs la demanda de pedidos, con el fin de evitar tiempo posteriormente un emplastificado cajas de producto sobrantes.

6.2.2 Recomendaciones a producción

- Se recomienda a producción mantener, controlar los procedimientos estandarizados y métodos de trabajo mejorados implementados del proceso de mezclado en este trabajo, que ayudan a elevar la productividad en la línea.
- Se recomienda a la Superintendencia de producción mantener y controlar el modelo del empaque en línea de envasado, con la maquina automatizada de las presentaciones de Price Smart, para evitar el alto costo de operación en mano de

obra y materiales desechados y realizarlo en las líneas envasadoras en forma automatizada, ya que el equipo lo tiene programado en su sistema.

Adicionalmente, se evita el proceso de engrapado de las cajas de 24 unidades, que además que es muy lento, produce fatiga en los operarios y tiene alto grado de inseguridad industrial.

- Se recomienda solicitar producto y materiales a las bodegas de producto terminado y suministros, con anticipación. Esto para evitar detener la línea por falta de producto o materiales, por no tener control del plan de producción diario.
- Se sugiere evitar la revisión y selección de producto retenido en la línea 6, durante el mezclado; esto por 2 factores: baja la velocidad de la línea y la revisión/selección puede ser deficiente, y luego tener algún reclamo.
- Se recomienda al supervisor y superintendente de la planta, revisar el programa diario de las líneas, con el fin de administrar mejor el personal en tiempos de descanso, y no mover personal de línea 6 a cubrir tiempos comida en el área de envasado.

6.2.3 Recomendaciones a Operaciones

- Se recomienda revisar y administrar mejor el inventario de tarimas vacías para el cliente Price Smart, inclusive compartir las afectaciones que se dan en la línea, al tener que detener la producción por falta de tarimas o producir en otra tarima y luego hacer un trasiego de cajas a la tarima correspondiente, ocupando mano de obra de línea 6.

- Se sugiere mantener la disciplina operativa al operario de montacargas que alimenta a la línea con producto para mezclado, dar la prioridad acordada en el plan de acción.
- Se recomienda no introducir producto con plástico a la línea de mezclado, si se tiene en inventario producto separado para los especiales, para evitar un trabajo extra de quitar el plástico de la caja, y luego generar material de desecho.

6.2.4 Recomendaciones a Mantenimiento

- Se recomienda a mantenimiento revisar y controlar la velocidad o capacidad real al sellado de las cajas en el horno de termoencogible, esto porque en la entrevistas que se les hizo a los operarios, señalan que en un preventivo se varió la velocidad hacia más lenta.
- Se recomienda hacer un plan de mantenimiento diario al equipo con el técnico del tercer turno, donde la línea está detenida (sin programa), para evitar paros mecánicos en el proceso.

4.1.9 Recomendaciones a Salud y Seguridad Industrial

- Se recomienda al área de Salud y Seguridad Industrial de Femsas, analizar y gestionar la instalación de una plataforma industrial de unos 15 cms, para que coloquen las tarimas de mezclado, con el fin de evitar la fatiga del personal o algún tipo de lesión o enfermedad física posterior a los operarios al tener que agacharse hasta nivel del piso a subir las cajas con producto hacia la mesa de mezclado.

- Se sugiere gestionar levantar 10 cm, en la banda de recibo en el empaque final, ya que a los operarios les queda muy baja, así se evitan lesiones futuras, y se mejora la parte ergonómica, este factor se detecta en la mejorías que el personal solicito en la entrevistas escritas generadas en este trabajo.

4.1.10 Recomendaciones a gerencia de la planta

- Se recomienda a realizar una evaluación al equipo de termoencogible, para invertir en un equipo automatizado nuevo, y rediseñar el proceso con el fin de rectificar la productividad de la línea 6, que se adapte a las necesidades o exigencias actuales de demandas/ventas, y evitar el trabajo en forma manual, y rectificar.
- Se recomienda no utilizar la engrapadora manual en la línea o en las otras áreas de la planta y/o en ninguna circunstancia ya que genera un peligro inminente a los operarios, establecer la adquisición de un equipo nuevo con mejores condiciones de seguridad para el personal.
- Se le recomienda darle seguimiento y revisión diaria de aplicación en producción, a los métodos y procedimientos estandarizados que fueron implementados en este tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- Criollo, G. (2005). En *Estudio del Trabajo* (pág. 63). Mexico: Mc Graw-Hill.
- Demings, W. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de La Crisis*. Vol.2. Madrid, España: Diaz de santos.(p.54)
- Demings, W. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de La Crisis*. Vol.2. Madrid, España: Diaz de santos.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batipta Lucio, P. (2014). Desarrollo de la perspectiva teórica: Capítulo 4. En *Metodología de la Investigación*. 6ta ed. (págs. 60-87). México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Enfoque Cuantitativo. En *Metodología de la Investigación*.6ta ed (pág. 5). Mexico D.F: Mc Graw Hill Education.
- Organización para la cooperacion y el desarrollo económico [OCDE]. (2015). *El futuro de la productividad. Mejores políticas para una vida mejor*, (p.2).
- Organización para la cooperacion y el desarrollo económico [OCDE]. (2015). *El futuro de la productividad. Mejores políticas para una vida mejor*, (p.2).
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). En *Ingenieria Industrial: Métodos, Estandares y Diseño del Trabajo*. México: Mc Graw-Hill.
- Prokopenko, J. (1989). En *La Gestión de la Productividad* (pág. 15). Ginebra, Suiza: Organizacion Internacional del Trabajo [OIT].
- W.E.Demings. (1982). *Calidad,Productividad y Competitividad.La Salida de la Crisis*. Vol 1 . Madrid, España: Diaz de Santos.(p.11)

Citas Bibliograficas

(Borja.) (2012) *Amaze*, Universidad Continental. Disponible en:
<https://www.emaze.com/@AOQFICWR>

Chavarria Arce, A. (2014). Diagnóstico y desarrollo de propuesta de mejora en los procesos de preparación y empaques en la empresa Agropiña S.A. Heredia, Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

(Correa, 2007) *Manufactura Esbelta, Lean Manufacturing*. Principales Herramientas. Panorama Administrativo. México, D.F

Garcia, A. M. (2014). Evaluación y propuesta para el mejoramiento de la productividad en los procesos de lecturas Hidrometros, cortas y reconexiones en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José. Costa Rica: Universidad Hispanoamerica.

Gómez, R. y Barrera, S. (2012). Seis Sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ambito empresarial basandose en información científica: Disponible en:
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/515>

Randall, E. R. (2016). Reducción del desperdicio del proceso de producción de Tortillas de Trigo en DEMASA para mayo 2016. Heredia, Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

Ureña, L. C. (2015). Curso Ingeniería de Métodos. (pág. 51). San José, Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

APENDICE

APENDICES No.1 Entrevistas al equipo operativo de línea 6 (Multiempaques)

Coca Cola Femsa

15/12/2017

Área: Línea 6 (Multiempaques) Mejoramiento de la productividad

1. Cuáles cree usted que son los factores que más los retrasan en el proceso?

2. Les entregan el programa de trabajo diario que deben hacer en su línea?

3. Algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en la línea?

4. Cuál es el mayor desperdicio de material o producto que hay en la línea?

5. De 1 a 10, de menos a más. Cuál su nivel de cansancio, luego de 8 horas de trabajo?

6. De 1 a 10, de menos a más. Cuál su nivel de cansancio, luego de 12 horas de trabajo?

Firma Operario: _____

Apéndice No. 2 Identificación de cuellos botella en el proceso

PRODUCTO A ELABORAR	SIX PACK HIC 250 ML			
No.	ACTIVIDADES	Tiempo Estandar Segundos	Tiempo Estandar Minutos	Cuello de Botella
1	Cargar Mesa de producto	38,8	0,65	1
2	Mezclar sabores (6 pack)	11,8	0,20	
3	Engrapar bandejas	7,8	0,13	
4	Poner Carton Frontal	4,3	0,07	
5	Emplasticado	29,4	0,49	
6	Pegar Codigos	3,5	0,06	
7	Empacar	17,6	0,29	
8	Poner caja en tarima	7,1	0,12	
Totales		120,3	2,005	

GLOSARIO

Multiempaques: Es la diversidad de empaques en productos previamente envasados, en cualquier recipiente o envoltura, que se producen dentro de una organización o empresa, que aspira a satisfacer las necesidades a diferentes tipos de clientes o mercados.

DMAIC: Son las siglas en inglés de las cinco fases que componen la metodología: definición (Define), medición (Measure), análisis (Analyze), mejora (Improve) y controlar (Control). Se le nombra así, porque cada fase va definiendo pasos y herramientas por utilizar para alcanzar la mejora deseada

Proceso Productivo: Es la secuencia de actividades requeridas para elaborar bienes que realiza el ser humano para satisfacer sus necesidades; esto es, la transformación de materia y energía (con ayuda de la tecnología) en bienes y servicios, y también inevitablemente residuos.

Presupuesto: Se llama presupuesto al cálculo y negociación anticipada de los ingresos y gastos de una actividad económica, sea personal, familiar, empresarial o pública. Contiene los egresos e ingresos correspondientes a un período.

Ergonomía: Es el término que se utiliza para describir el estudio de la disposición física del espacio de trabajo, así como las herramientas empleadas para realizar una tarea. Con la ergonomía busca adaptarse el trabajo al cuerpo, en vez de esforzar el cuerpo a adaptarse al trabajo.

Cedis: Son centros de distribución de producto que tienen las compañías, en forma de táctica para favorecer las ventas masivas y tener los clientes de escaso recorrido.

ANEXOS

Anexo No.1 Paros que afectan a la línea 6, afectando su eficiencia planeada.

TIEMPOS DE PAROS EN LINEA 6 - SETIEMBRE 2017

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTALES	HORAS	
																MINUTOS		
REPROCESAR LITRO SIN P	9 TAR. ZERO	59	110	590	270											1029	17	
TIEMPO CAFÉ LLENAD			60	75	30	30	30	45	30	30	30	30	40	30	30	490	8	
CAMBIO DE TEFLON			30	90	50	27										197	3	
CAMBIO DE ORDEN			65	60	135	95	50	50	35	35	45	165				735	12	
MONTACARGA (FALTA PRODUCTO)			111	30	20	165	70	20	25	30	40	35	30	30	60	666	11	
RESISTENCIA TUNEL			450													450	8	
REVISION PRODUCTO			60	320												380	6	
TEMPERATURA TUNEL			60	30	55	150	30									325	5	
CODIFICAR EN L-1			100	100												200	3	
NO HABIA PROGRAMA			60	60												120	2	
CUBRIR ENVASADO			108													108	2	
POR INVENTARIO			240													240	4	
CALIDAD EN REVISION			105													240	4	
SOLDADURA PLASTICO			90													90	2	
TRASEGAR LITRO PRICESMART			50	30				80			90				120	370	6	
CAMBIAR DE EMPAQUE			60													60	1	
FALLO EMPLAYADORA			60													60	1	
FALTA DE CARTON FRONTAL			20	30												50	1	
EMPUJADOR PEGADO			45													45	1	
FALTA BANDEJA 330			40													40	1	
LIMPIEZA SALA			40													40	1	
CAPACITACION COCA			30													30	1	
																5965	99	4,5 DIAS

Esta tabla de datos se utilizó para obtener un diagrama de Pareto sobre los principales paros en la línea.

Anexo No. 2 Propuesta para mejorar la ergonomía y rendimiento del operario

Elaboración: propia

Anexos No. 3

Desorden en la línea 6, que genera el proceso de engrapar cajas para pedidos de Price Smart.



Elaboración: propia

Anexo No. 4

Entrevistas a personal de Línea 6, para encontrar oportunidades de mejora en el área.

Coca Cola Femsá

15/12/2017

Área: Línea 6 (Multiempaques) Mejoramiento de la Productividad

1. Cuáles cree usted que son los factores que más los retrasan en el proceso?

Fallo de la maquina, montacarga

2. Les entregan el programa de trabajo diario que deben hacer en su línea ?

A veces

3. Algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en la línea?

- Poner agua, un ventilador, un sillón de tauma, silla para tirar cartón.

- 4.Cuál es el mayor desperdicio de material o producto que hay en la línea?

Cajas que se desajustan cuando se hace producto para pricemark.

5. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 8 horas de trabajo?

5

6. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 12 horas de trabajo?

8

Firma Operario:

Sigdo Urueta U.


Anexo No. 5

Entrevistas a personal de Línea 6, para encontrar oportunidades de mejora en el área.

Coca Cola Femsa

15/12/2017

Área: Línea 6 (Multiempaques) Mejoramiento de la Productividad

1. Cuáles cree usted que son los factores que más los retrasan en el proceso?
 cuando se daña la maquina, Atraso de montacarga
 2. Les entregan el programa de trabajo diario que deben hacer en su línea ?
 A veces ✓
 3. Algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en la línea?
 un ventilador, dispensador de agua, una rampa para poner producto, un asicoto para tirar cartón
 - 4.Cuál es el mayor desperdicio de material o producto que hay en la línea?
 las cajas que se desarmen cuando acumos producto para price
 5. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 8 horas de trabajo?
 #5 ✓
 6. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 12 horas de trabajo?
 #7 ✓
- Firma Operario:  Jelder Perez Calero ✓

Anexo No. 6

Entrevistas a personal de Línea 6, para encontrar oportunidades de mejora en el área.

Coca Cola Femsa

15/12/2017

Área: Línea 6 (Multiempaques) Mejoramiento de la Productividad

1. Cuáles cree usted que son los factores que más los retrasan en el proceso?

Cuando traen el producto con plastico,

2. Les entregan el programa de trabajo diario que deben hacer en su línea ?

De vez en cuando no siempre

3. Algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en la línea?

*que nos ayuden con un ventilador por que ase mucha calor
que nos ayuden con un asiento por que cuando uno tira
cartón se rinde mucho*

4. Cuál es el mayor desperdicio de material o producto que hay en la línea?

*El plastico de los paquetes cuando vienen
emplasticadas y las cajas que se desarmaron con el
producto que va para price.*

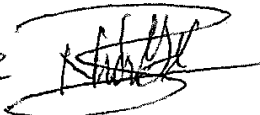
5. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 8 horas de trabajo?

5

6. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 12 horas de trabajo?

7

Firma Operario:

Norvan Gutierrez 

Anexo No. 7

Entrevistas a personal de Línea 6, para encontrar oportunidades de mejora en el área.

Coca Cola Femsa

15/12/2017

Área: Línea 6 (Multiempaques) Mejoramiento de la Productividad

1. Cuáles cree usted que son los factores que más los retrasan en el proceso?

Los montos carga y cuando se da la máquina.

2. Les entregan el programa de trabajo diario que deben hacer en su línea?

Jueces...

3. Algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en la línea?

que nos puedan poner una rampa, que nos puedan poner agua en la línea, un ventilador y una silla para tirar cartón y para llenar bndts.

- 4.Cuál es el mayor desperdicio de material o producto que hay en la línea?

El cartón para pdae.

5. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 8 horas de trabajo?

3

6. De 1 a 10. Cual su nivel de cansancio, luego de 12 horas de trabajo?

6

Firma Operario:

Esmarling Gutierrez

Anexo No. 9 Operaciones para calcular el tiempo estándar de actividades en el proceso

MULTIEMPAQUES LINEA 6: MEDICION DEL TRABAJO																				
PRODUCTO A ELABORAR																				
SIX PACK HIC 250 ML																				
Herramientas Utilizadas: CRONOMETRO, LAPICERO, TABLA Y HOJAS DE APUNTES																				
Condiciones de trabajo: Trabajo manual+ Trabajo mecanico																				
No.	ACTIVIDADES	Tiempo observado (T.O): Hrs () Min () Seg (X)														Totales	n	Promedio	T. BASICO	T. ESTANDAR
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10									
1	Cargar Mesa de producto	35	26	28	20	31	57	30	44	38	33	342	132	37.817	34.04	38.8				
		42	38	54	29	35	38	38	42	34	39									
		36	40	40	37	35	37	37	42	32	29									
		27	34	33	28	31	42	47	43	41	40									
		46	49	36	37	53	55	45	48	46	40									
		38	32	39	33	28	35	37	35	30	34									
		42	48	57	43	38	40	38	55	39	42									
		48	38	32	39	38	49	33	30	37	47									
		38	50	45	40	48	45	42	33	28	30									
		29	39	46	44	41	45	49	56	48	51									
		36	37	31	42	30	28	37	35	34	38									
		25	28	33	30	36	32	30	39	45	31									
		39	32	33	35	25	37	35	30	37	31									
		42	40	38	42	36	40	45	40	28	32									
		36	32	—	—	—	—	—	—	—	—	ΣT								
												5370								

$$n = \frac{40 \sqrt{n} (\sum x^2 - (\sum x)^2 / n)}{\sum x}$$

$$n = \frac{40 \sqrt{10 (35^2 + 26^2 + 28^2 + 20^2 + 31^2 + 57^2 + 30^2 + 44^2 + 38^2 + 33^2) - (342)^2}}{342}$$

$$n = \frac{40 \sqrt{10 (12664) - 116964}}{342}$$

$$n = \frac{40 \sqrt{126640 - 116964}}{342} = n = \left(40 \sqrt{\frac{9676}{342}} \right)^2 = n = 132$$

← Tamaño de Muestra

ΣT n
5370 / 142 = 37.817 Promedio

T. Basico = $\bar{X} * \text{Suplementos basicos (95\%)}$
T.B = 37.817 * 95%
TB = 34.04

T Estandar = TB * Suplementos basicos (14%) + TB
TE = 34.04 * 14% + 34.04
TE = 38.8 Seg.

Anexo No. 11 Operaciones para calcular el tiempo estándar de actividades en el proceso

Poner Carton Frontal		T.	N.	\bar{X}	TB	Te
4		45	83	4,24	3,81	4,3
	6					
	4					
	3					
	4					
	4					
	3					
	3					
	4					
	5					
	5					
	3					
	4					
	3					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	3					
	3					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					
	4					
	5					
	5					
	4					
	4					

Anexo No. 12 Operaciones para calcular el tiempo estándar de actividades en el proceso

Engrapar bandejas	8	7	5	6	8	4	6	9	5	5	N	\bar{X}	TB	TE
3											65	7.56	6.81	7.8
	8	7	5	6	8	4	6	9	5	5				
	7	7	6	6	5	6	6	4	10	8				
	8	11	8	9	6	8	11	7	6	6				
	6	10	8	5	6	7	5	6	9	9				
	6	8	8	9	5	6	8	8	9	8				
	9	5	9	8	9	9	9	9	6	7				
	7	7	7	7	9	8	8	10	12	9				
	8	10	8	8	8	12	8	8	8	6	Σt			
											605			

$$n = \left(40 \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x}} \right)^2 =$$

$$n = \left(40 \sqrt{\frac{10(8^2 + 7^2 + 5^2 + 6^2 + 8^2 + 4^2 + 6^2 + 9^2 + 5^2 + 5^2) - 65^2}{65}} \right)^2 =$$

$$n = \left(40 \sqrt{\frac{10(441) - 4225}{65}} \right)^2 =$$

$$n = \left(40 \sqrt{\frac{4410 - 4225}{65}} \right)^2 =$$

$$n = \left(40 \sqrt{\frac{185}{65}} \right)^2 =$$

$$n = 70 \text{ Tamaño de Muestra}$$

$$\bar{X} = \Sigma t / 80$$

$$\bar{X} = 605 / 80 =$$

$$\bar{X} = 7.56$$

$$TB = \bar{X} * \text{Variación (95\%)} =$$

$$TB = 7.56 * 95\%$$

$$TB = 7.181 \text{ seg}$$

$$T_{\text{Estandar}} = TB * \text{Suplementos (14\%)} + TB$$

$$TE = 7.181 * 14\% + 7.181$$

$$TE = 7.8 \text{ Seg}$$

Anexo No. 14 Operaciones para calcular el tiempo estándar de actividades en el proceso

Poner caja en tarima		6	7	6,5	8	7	7	7	7,5	6	6	6	6,91	TB	TE
8		6	7	6,5	8	7	7	7	7,5	6	6	6	14	6,23	7,1
		8	6	6	7	8	6	6	7	6	7				
		8	8	7	6	-	-	-	-	-	-		Σt		
													166		

$$\bar{X} = 166 / 24$$

$$\bar{X} = 6,91$$

$$TB = \bar{X} \text{ (Valoración 95\%)}$$

$$TB = 6,91 \times 95\%$$

$$TB = 6,123$$

$$\text{Testándar} = (TB * \text{Suplementos } 14\%) + TB$$

$$Te = (6,23 \times 14\%) + 6,123$$

$Te = 7,1 \text{ Seg}$

$$n = \frac{40 \sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} =$$

$$n = \frac{40 \sqrt{10(2^2 + 7^2 + 6,5^2 + 8^2 + 7^2 + 7^2 + 7^2 + 7,5^2 + 6^2 + 6^2)}}{68} =$$

$$n = \frac{40 \sqrt{10(4665) - 4624}}{68} =$$

$$n = \frac{40 \sqrt{4665 - 4624}}{68} =$$

$$n = \frac{40 \sqrt{41}}{68}$$

$n = 14$

Tamaño de la Muestra

Anexo No. 15 Operaciones para calcular el tiempo estándar de actividades en el proceso

Empacador	10	15	18	22	16	18	17	15	14	20	165	n	\bar{x}	TB	TG
	18	15	20	19	17	22	18	15	18	16		59			
	15	15	20	18	18	16	18	15	14	15					
	14	13	17	20	17	15	20	17	20	16					
	19	21	14	16	16	14	16	18	17	18					
	15	18	20	20	18	21	15	15	18	19					
	18	16	19	17	20	22	14	16	16	-		$\sum z$			
											0	1182			

$$n = \frac{(40 \sqrt{n} (\sum z^2) - (\sum z)^2)^2}{\sum z^2}$$

$$n = \frac{(40 \sqrt{10} (10^2 + 15^2 + 18^2 + 22^2 + 16^2 + 18^2 + 17^2 + 15^2 + 14^2 + 20^2 + 20^2 - 165^2))^2}{165}$$

$$n = \frac{(40 \sqrt{10} (100 + 225 + 324 + 484 + 256 + 324 + 289 + 225 + 196 + 400 - 27225))^2}{165}$$

$$n = \frac{(40 \sqrt{10} (28230 - 27225))^2}{165}$$

$$n = \frac{(40 \sqrt{10005})^2}{165}$$

$$n = \frac{(40 \sqrt{10005})^2}{165} =$$

$n = 59$ Tamaño de la muestra.

$$\bar{X} = 1182 / 69$$

$$\bar{X} = 17,13$$

$$TB = \bar{X} \text{ (valoración 95\%)}$$

$$TB = 17,13 \times 95\%$$

$$TB = 15,42$$

$$Tc = TB \times \text{Suplementos } 14\% + TB$$

$$Tc = (15,42 \times 14\%) + TB$$

$$Tc = 17,16 \text{ seg}$$

Anexo No. 18 Hoja de Control de tiempos en producción de línea 6

Control de Tiempos L6						
Fecha: _____						
Tarima	SKU	Hora Inicio	Hora Fin	Cajas/Tarima	Personas en turno	Paros / Observaciones
1	164605	14:35	15:00	135	5	Salimos a tomar Café.
2	164603	15:00	16:00	135	5	
3	164603	16:00	16:45	135	5	Salimos a Cenar.
4	164603	16:45	19:20	135	5	tuvimos un paro de 16:50 a 18:50
5	164603	19:20	20:5	135	5	por composición de banda.
6	164603	20:5	21:00	135	5	10 minutos de paro por temperatura.
7	164603	21:00	21:10			Paro por problema de la máquina
8						de 21:10 a 22:00
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Anexo No. 18 Horno Termo encogible línea 6