



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
“INDUSTRIAS PLÁSTICAS” S.A. A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA SIX
SIGMA.**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de:**

Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía:

Ingeniero José Toscano

Autor:

David Alexander Viteri Terán

2010

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones que regulan los Trabajos de Titulación.”

.....

José Antonio Toscano Romero

Ingeniero

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se ha citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....

David Alexander Viteri Terán

100244461-8

AGRADECIMIENTO

A “Industrias Plásticas” S.A. por abrirme las puertas y colaborar en la realización del presente proyecto, a la Universidad de las Américas por la formación ética y académica. A mis profesores en especial al Ing. José Toscano, quien con paciencia ayudó a culminar esta etapa tan importante de mi vida

DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi fuente de inspiración.
A mis hermanos quienes colocaron su confianza en mi vida y demás personas que aportaron en la realización del presente proyecto.

RESUMEN

“Industrias Plásticas” S.A. debido a la diversidad de productos que brinda al mercado nacional e internacional alcanza una producción anual promedio de 250 toneladas de materia prima transformada.

La metodología Six Sigma sirve como herramienta para mejorar la calidad del producto, optimizar los procesos de producción, la productividad de la empresa y alcanzar una mejora continua, tomando en cuenta que en la actualidad estos aspectos son fundamentales para que una organización sea competitiva en el mercado nacional como internacional.

El aporte que se ofrecerá a la empresa, es mejorar los tiempos de entrega de las ordenes de producción con lo cual, estaría ganando mayores beneficios económicos ya que, si se reduce los tiempos subiría la productividad transformándose en mayor rentabilidad para la organización.

Mediante visitas realizadas a las instalaciones de la fábrica, en un inicio se efectuó el análisis de procesos de la misma para conocer el estado en que se encuentra y tener un conocimiento más amplio del funcionamiento de los procesos de producción.

Entendido el funcionamiento de la empresa, se procedió con la implementación del proyecto de mejora de la calidad mediante Seis Sigma. Para esto se recurrió a la metodología Dmaic, iniciando con la definición del problema y el planteamiento del objetivo principal, para continuar con el diseño de un mapa de procesos, medición de las variables críticas y la determinación

de la capacidad del proceso. Efectuado esto, se procedió con el análisis de los datos obtenidos anteriormente para encontrar y seleccionar las causas principales de los problemas expuestos y así generar y validar soluciones y estrategias para dichos problemas.

Para culminar el proyecto de mejora, se entregó un informe final a la Dirección de la empresa con la recomendación de que el proyecto sea aplicado de forma práctica en la misma y se realice una capacitación al personal involucrado en el proyecto.

Al final, se concluyó que existen varias oportunidades de de mejora dentro de la organización y se recomendó que, para lograr cumplir el objetivo principal es necesaria la aplicación del proyecto propuesto.

ABSTRACT

“Industrias Plásticas” S.A. due the diversity of products that offer to the national and international market the company reaches an annual production between 250 tons of transformed raw material.

The metrology [Six Sigma] works as a tool to improve the product quality, improve the production line and the productivity to get a continue development, knowing that these points are a priority to become a competitive company in the national and international market.

The support that we offer to the company is improve the delivery time of the work orders which helps to get better incomes to the company.

After we visit the plant, in the beginning we did an analysis to know all the process and to know how it works, times, QC, and more about the production line.

After we understood how the company works we implement the project to improve the quality through Six Sigma, to get this we use the Dmaic method, starting with the problem definition and with the planning of the principal objective to continue with the design of a map of the process, measuring the variables and the determination of the process capacity.

After we did this we did an analysis to evaluate all the information we collect to find and select the main causes of the problems and then find solutions and strategies to these problems.

To end our project of improvement, we delivered a final report to the company manager with the recommendation that our project should be apply and the company needs to give a complete training to the people involved on the project.

We finish saying, there are many opportunities to improve all the procedures in the company and we recommend to get be done with the main objective is totally necessary to apply the project we are proposing.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII

Capítulo I

Introducción	1
Introducción	1
Antecedentes de la Empresa	3
Objetivos del Proyecto	5

Capítulo II

2. Marco Teórico	6
2.1 Teoría de Procesos	6
2.1.1 Estrategia de Procesos	6

2.1.2	Estructuración del Proceso de Manufactura	7
2.1.3	Control Estadístico de Procesos	9
2.1.4	Capacidad de Proceso	9
2.2	Ingeniería de Calidad	10
2.2.1	Mejoramiento de los Procesos	11
2.2.2	Mejoramiento Continuo	12
2.2.3	Seis Sigma	13
2.2.3.1	Método DMAIC	15
2.2.3.1.1	Define	16
2.2.3.1.2	Mesure	17
2.2.3.1.3	Analyze	18
2.2.3.1.4	Improve	18
2.2.3.1.5	Control	19
2.3	Herramientas de la Calidad	20
2.3.1	Diagramas de Flujo	20
2.3.2	Cadena De Valor	22
2.3.3	Macro procesos	23
2.3.4	Tiempos y Movimientos	23
2.3.5	Matriz de Priorización	25
2.3.6	SIPOC Detallado	27
2.3.7	Histogramas	29
2.3.8	Diagramas Causa – Efecto	31

2.3.9 Diagrama de Resolución de Conflictos	32
2.3.10 Project Charter	34

Capítulo III

3. Análisis de la Empresa	35
3.1 Macro procesos	35
3.2 Descripción de los Procesos de Producción de INPLA S.A.	40
3.3 Diagrama de Flujo	44
3.4 Estudio de Tiempos y Movimientos	45

Capítulo IV

4. Aplicación del Método Dmaic	48
4.1 Define	48
4.1.1 Herramientas para Definir el Problema	49
4.1.1.1 Entrevistas	49
4.1.1.2 Matriz de Priorización	50
4.2 Measure	62
4.2.1 Mapear el Proceso	62
4.2.2 Definición y Validación del Método de Medición	69

4.2.3	Determinar la Capacidad del Proceso	71
4.3	Analyze	86
4.3.1	Identificar las Causas Potenciales	86
4.3.2	Seleccionar las Causas Primarias	93
4.4	Improve	94
4.4.1	Generar y Validar Soluciones	94
4.5	Control	106

Capítulo V

6.	Conclusiones y Recomendaciones	107
6.1	Conclusiones	107
6.2	Recomendaciones	108
	Bibliografía	109
	Anexos	111

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El proyecto desarrollado a continuación denominado PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS es un tema que se presenta debido a la necesidad de crecimiento constante que cada empresa debería implementar periódicamente, con el fin de ser más competitiva en su campo de acción.

En la búsqueda de una herramienta que nos brinde facilidad de implementación, costos reducidos y sobretodo resultados esperados, se utilizo la metodología Six Sigma y como pieza fundamental el método Dmaic, conociendo la eficacia que ha brindado al ser aplicado en otras empresas.

Como pauta para el manejo de esta metodología, además del conocimiento brindado por la universidad en las horas de clases a y de un curso especializado, fue la búsqueda de resultados satisfactorios en otras empresas, quienes me enfocaron en la utilización de esta herramienta, misma que me ha motivado para una pronta especialización en el mejoramiento continuo de la calidad.

El proyecto presentado pudo ser aplicado en la empresa “Industrias Plásticas” S.A. gracias a la apertura de los directivos INPLA S.A., los mismos que me permitieron realizar pasantías en el área de manufactura, por lo cual, pude tener una visión amplia de sus procesos, adquiriendo bases para el planteamiento del presente proyecto.

La finalidad del trabajo realizado es poder cumplir con los objetivos planteados, y de esta manera demostrar la eficacia de la metodología implementada en la

empresa, además haber cumplido con las exigencias y expectativas tanto del tutor como de la empresa.

Es importante recalcar el debido agradecimiento a la Gerente General de INDUSTRIAS PLASTICAS S.A. Ing. Lorena Albuja Salazar, Gerente de Diseño y Desarrollo Ing. Luis Hernán Albuja Salazar, Tutor Asignado Ing. José Toscano y demás personas que hicieron posible el desarrollo del presente proyecto.

ANTECEDENTES

“Industrias Plásticas” S.A. se consolidó en el año de 1976 al realizar la compra de las instalaciones de la compañía AGUA DEL ECUADOR, ubicada en las calles Maldonado y Sincholagua No. 575, las mismas que fueron readecuadas a la filosofía empresarial de INPLA S.A., y donde actualmente funcionan las Oficinas Administrativas y la Planta; en el año 1981, se modificaron los Estatus de la Compañía, tanto en su capital cuanto en su forma organizacional, en primer lugar deja de ser una Compañía Limitada y paso a formar una sociedad Anónima (S.A.).

En el año de 1986, sucedió un cambio estructural y físico de la compañía, todos sus espacios se readecuaron, se adquirió nueva maquinaria, como consecuencia del progreso de la compañía, la misma que crecía y mejoraba su presentación ante el mercado de consumo masivo.

En la actualidad la dirección administrativa implementa, nuevas políticas de calidad y administración, buscando mantenerse como la primera Industria plástica del Ecuador, en función de satisfacer a sus clientes con productos de alta calidad siendo así líderes en el Mercado.

Cabe destacar que INPLA S.A. cuenta con personal calificado en cada una de las diferentes áreas de trabajo de la empresa para el funcionamiento integral de la misma.

Industrias Plásticas S.A. mediante la utilización de diferentes materiales como PVC (Poli cloruro de vinilo), PEADS PEBDS (Polietileno de alta y baja densidad), PP (Poli Propileno), entre otras, fabrica envases utilizados en productos cosméticos, alimenticios, farmacéuticos y artículos para el hogar.

La empresa debido a la diversidad de productos que brinda al mercado nacional e internacional alcanza una producción anual promedio de 250 toneladas de materia prima transformada, los mismos que se comercializan como envases para aceites, shampoo, rinses Para mi Bebe; talcos Pulvapies; fijador para el cabello Taft; gel para el cabello Biolans; entre otros, siendo sus principales clientes empresas como Zaimella, Henkel, Drocaras, Maderitas, Pinturas Cóndor, etc.

MISIÓN

“INPLA diseña, fabrica y comercializa envases plásticos de calidad orientada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes, brindamos soluciones integrales, mediante el uso eficiente de nuestros recursos humanos, técnicos y financieros para maximizar la rentabilidad de la empresa superando las expectativas de sus colaboradores y socios”¹.

VISIÓN

“Ser el mejor proveedor de envases plásticos de la región”¹.

POLÍTICA DE LA CALIDAD

“Desarrollar soluciones de empaque para la industria apoyados en la aplicación de un sistema de gestión de calidad orientados al mejoramiento continuo de los procesos, equipos e instalaciones asegurando la capacitación constante de su talento humano siendo así una empresa líder en el sector plástico”¹.

¹ www.inpla.com.ec

OBJETIVOS

Objetivo General

Optimizar el proceso productivo de la empresa INPLA S.A. a través de la metodología SIX SIGMA.

Objetivos Específicos

- ∅ Encontrar y definir los problemas que no permiten el funcionamiento correcto y eficiente de la planta realizando estudios y análisis de las características y forma de funcionamiento de la misma, utilizando herramientas estadísticas para observar el estado actual de al misma.

- ∅ Reducir el tiempo de entrega de las órdenes de producción a través del análisis y solución de problemas existentes en el área de planificación de la organización, a través de la metodología DMAIC con la cual se localizará los principales errores y la forma de solucionarlos.

- ∅ Mejorar la Productividad de la empresa realizando un estudio de la capacidad de producción de la empresa, para analizar la forma de que la misma funcione más eficientemente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 TEORÍA DE PROCESOS

Proceso como palabra se origina en el término latino *processus* y la Real Academia de la Lengua lo describe como el conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o una operación artificial.

Proceso de Producción es un conjunto de acciones íntimamente relacionadas de forma dinámica cuyo objetivo principal es agregar valor a la materia prima a través de su transformación para convertirla en un producto terminado.

2.1.1 ESTRATEGIA DE PROCESOS

Se define como: “La serie de decisiones que se toman en la administración de los procesos para que estos realicen sus prioridades competitivas”².

La estrategia de procesos detalla una variedad de decisiones tomadas por la administración para que éstos cumplan con sus prioridades, requerimientos y la capacidad de la organización para obtener los recursos necesarios para el cumplimiento de los mismos.

Dentro de dichas decisiones se puede resaltar entre las más importantes, la identificación de los procesos que se llevaran a cabo internamente y cuales se

² KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHORA, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 120

subcontrataran. También es sumamente necesario considerar el impacto ambiental ya que, la preocupación por la ecología ha cobrado gran importancia dentro del sector manufacturero dada la creación de las normas ISO 14001 (normas para eliminar la contaminación) en 1996.

Estas decisiones son necesarias en la organización cuando:

- ⊗ Se necesita mejorar la calidad de los servicios o productos ofrecidos
- ⊗ Se tiene un desempeño interno inadecuado
- ⊗ Existen nuevas tecnologías disponibles
- ⊗ Se ofrece un nuevo producto o servicio entre otras.

2.1.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA

Para estructurar un proceso es necesaria la Opción de Proceso que se define como: “la manera de estructurar un proceso mediante la organización de los recursos en torno al proceso o en torno a los productos”³. Lo que quiere decir que, refiriéndose al proceso, se debe agrupar todas las máquinas de un tipo específico en un solo lugar para que se pueda realizar la transformación de los materiales que requieran de dicha máquina. A su vez, en lo referente a los productos, es la organización de diferentes recursos humanos y equipo necesario para la producción de un producto específico y dedicarlos exclusivamente a la producción del mismo.

Para realizar esto, la gerencia de la organización puede optar por cuatro opciones como son:

³ KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHORA, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 129

- ⊗ Procesos de Trabajo._ en este se puede producir una gran variedad de productos dada la flexibilidad del proceso. Se puede lograr un alto nivel de personalización y los volúmenes de producción son relativamente bajos. La mayoría de las veces trabajan bajo pedido y no se realizan producciones con anticipación.
- ⊗ Proceso por Lotes._ éste es el más utilizado y común en la práctica, aquí los volúmenes de producción son más altos y se puede producir algunos componentes con anticipación. Ofrece menor variedad de productos que los Procesos de Trabajo y, aunque es un proceso flexible, aquí las rutas se perfilan más dominantes y algunas veces se puede llegar a producir en línea.
- ⊗ Proceso en Línea._ aquí, los volúmenes de producción son altos y los productos que se ofrecen están estandarizados. Existe poca flexibilidad y se intenta reducir al máximo el inventario existente entre cada paso de fabricación. Se trabaja con materiales y equipo especializado y se puede mantener productos en inventario para satisfacer futuras demandas de clientes.
- ⊗ Proceso de Flujo Continuo._ éste representa el extremo de la producción estandarizada, posee volúmenes súper altos de producción y la flexibilidad en el proceso es casi inexistente. Con frecuencia, el proceso funciona 24 horas al día para maximizar los recursos y evitar paros y nuevas puestas en marcha. Su duración puede ser de varios días o meses sin detenerse hasta la culminación del lote en producción.

2.1.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

“Es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con lo que el cliente desea”⁴.

Aquí, las herramientas estadísticas o gráficas de control se utilizan para detectar cambios en el proceso mostrando variación en sus especificaciones o, a su vez, se pueden detectar errores en el producto o servicio que se ofrezca. También puede informar a la gerencia acerca de mejoras en los procesos. Algunas de las informaciones importantes que se puede obtener realizando un Control Estadístico de Procesos son los siguientes:

- ∅ Reducción del número de quejas
- ∅ Disminución en el número de errores presentados
- ∅ Incremento en el número de retrasos existentes, etc.

2.1.4 CAPACIDAD DE PROCESO

“La capacidad de proceso se refiere a la capacidad de un proceso para ajustarse a las especificaciones de diseño de un producto o servicio dado. Las especificaciones de diseño se expresan a menudo como un valor nominal, u objetivo, y como una tolerancia, o margen aceptable por encima o por debajo del valor nominal”⁵

⁴ **KRAJEWSKI**, Lee; **RITZMAN**, Larry; **MALHORA**, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 213

⁵ **KRAJEWSKI**, Lee; **RITZMAN**, Larry; **MALHORA**, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 227

Siempre que la variabilidad de un proceso sea menor, se tendrá con menos frecuencia una producción deficiente. Toda empresa que tenga 2 sigmas de calidad o sea, ± 2 desviaciones estándar, está produciendo un 4.56% de errores, lo que quiere decir 45,600 defectos por millón. De la misma forma una empresa que trabaje con 4 sigmas de calidad, ± 4 desviaciones estándar, produce 0.0063% de errores, 63 defectos por millón de oportunidades. Finalmente empresas que trabajen con 6 sigmas de calidad produce únicamente un 0.000002% de errores lo que quiere decir, 0.002 defectos por millón.

Para que la gerencia de una organización pueda determinar en términos cuantitativos si la capacidad de un proceso, son necesarias dos tipos de mediciones:

- ∅ La razón de capacidad de proceso
- ∅ El índice de capacidad de proceso

En la primera el proceso es capaz siempre y cuando en su distribución los valores extremos se encuentren dentro de los límites superior e inferior de especificación. (los límites de especificación son dos líneas que se ubican en el histograma o graficas de control para indicar hasta donde puede variar un proceso o la tolerancia del mismo). En la segunda el proceso es capaz únicamente cuando la Razón de Capacidad de Proceso se encuentra dentro de las especificaciones de diseño.

2.2 INGENIERÍA DE CALIDAD

La Ingeniería de Calidad fue creada por Genichi Taguchi, siendo: “un enfoque en el que la ingeniería se combina con métodos estadísticos para reducir los

costos y mejorar la calidad mediante la optimización del diseño de los productos y los procesos de manufactura”⁶.

Desde su punto de vista, Taguchi explica que siempre que un producto o servicio posea características de calidad que tengan exactamente el valor objetivo, el costo o la función de pérdida de calidad serán cero. En cambio, cuando dichas características se acercan a los límites de especificación, éste costo aumentará de forma directamente proporcional dado que, si las características de calidad de éstos productos o servicios se acercan a sus límites de control, los mismos parecerían mas defectuosos que perfectos.

2.2.1 MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS

“El mejoramiento de los procesos es el estudio sistemático de las actividades y flujos de cada proceso a fin de mejorarlo”⁷.

El propósito del Mejoramiento de los Procesos es entender el proceso en si mismo ya que, solo cuando se ha logrado comprender el funcionamiento de un proceso es posible mejorarlo. Para esto se debe analizar cada uno de los aspectos de los procesos usando las herramientas estadísticas adecuadas.

Cuando un proceso posee defectos en su funcionamiento, sin importar el talento que exista dentro del personal y su motivación, nunca se logrará conseguir una ventaja competitiva por lo que, las empresas hoy en día, deben perfeccionar sus procesos, adaptarse a los cambios y proponer mejoras en los mismos o simplemente dejan de existir. Para esto se han creado innovaciones importantes como el control de procesos estadísticos, manufactura esbelta, administración de la calidad total, programas Six Sigma, etc.

⁶ **KRAJEWSKI**, Lee; **RITZMAN**, Larry; **MALHORA**, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 230

⁷ **KRAJEWSKI**, Lee; **RITZMAN**, Larry; **MALHORA**, Manos, Administración de Operaciones, Person Education , 2008, pág. 142

Para el mejoramiento de los procesos es necesario realizar un análisis de procesos el cual, permitirá a un analista filtrarse de los indicios de un problema a la raíz del mismo. Para éste Análisis de Proceso, existe un método sistemático sustentado en varios pasos que se enumeran a continuación:

- ⊗ Identificar Oportunidades
- ⊗ Definir el Alcance
- ⊗ Documentar el Proceso
- ⊗ Evaluar el Desempeño
- ⊗ Rediseño del Proceso e Implementar los Cambios

2.2.2 MEJORAMIENTO CONTINUO

El Mejoramiento Continuo está basado principalmente en el Kaizen, concepto japonés, es una filosofía que busca continuamente la forma de mejorar los procesos. La base de ésta filosofía se centra en el convencimiento de que cualquier proceso se puede mejorar y que las personas más indicadas para percibir estas mejoras, son las que se encuentran más cerca de los mismos. Siempre con la mentalidad de anticiparse a los problemas.

Las empresas que tienen al mejoramiento continuo como su política de la calidad, comúnmente, en sus proyectos utilizan el Círculo de Deming (PHVA) para solucionar sus problemas. Este ciclo posee cuatro fases:

- ⊗ Planear._ es la selección de un proyecto de mejora
- ⊗ Hacer._ poner en práctica el plan de mejoramiento creado por el equipo de trabajo
- ⊗ Comprobar._ analizar los datos obtenidas en la fase anterior y comprobar metas cumplidas

∅ Actuar._ dado el éxito del proyecto, documentar el proceso y transmitir a los demás empleados o áreas de la empresa

En el mejoramiento continuo por lo general se enfoca en los procesos que no agregan valor al producto o servicio, su idea principal es reducir o eliminar defectos en el proceso o actividades que no agreguen valor al producto final.

Como proyectos para el Mejoramiento Continuo están: la reducción del tiempo de manejo de materiales, mejorar los métodos de producción, crear un Layout más eficiente, etc.

2.2.3 SEIS SIGMA

“Seis Sigma (SS) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente”⁸.

Sigma es un término que se utiliza para representar la desviación estándar dentro de la estadística. Seis Sigma es una metodología liderada por la alta dirección que busca que un proceso genere como máximo 3,4 defectos por millón de oportunidades, teniendo tres principales áreas de acción que son: satisfacción al cliente, reducción de tiempos, y disminución de defectos. Se presenta como una evolución del *TQM* siendo su enfoque central reducir la variación de factores que se encuentran relacionados directamente con la satisfacción de los clientes.

Seis Sigma fue introducida por Motorola en el año de 1987 con el propósito de reducir los defectos en productos electrónicos y desde entonces ha sido

⁸ GUTIERREZ, HUMBERTO, *Calidad Total y Productividad*, Mc Graw Hill, 2005, pág. 297

implementado por varias compañías alrededor de todo el mundo de manera exitosa logrando resultados espectaculares.

Se apoya en un sistema riguroso y bien definido teniendo como columna vertebral el método DMAIC, ésta es una metodología que consta de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, siendo de vital importancia que se las desarrolle en el orden establecido para alcanzar los resultados esperados y dirigir de forma correcta el proyecto de mejoramiento. Estas fases, contienen un conjunto de herramientas estadísticas que ayudan a los directivos, empleados y a todas las personas involucradas en el proyecto a comprender y mejorar los procesos críticos de una empresa.

Como características principales de Seis Sigma se tiene:

- ∅ Liderazgo de arriba hacia abajo._ Seis Sigma es una estrategia de mejora de la calidad que se inicia en la alta directiva, si estos no se encuentran realmente comprometidos con el proyecto SS, se convertirá simplemente en un proyecto más de mejora. Pero contando con el compromiso de éstos, la estrategia SS va ir creciendo dentro de la organización y mediante la divulgación, capacitación y entrenamiento de los integrantes de cada área, el SS se irá convirtiendo poco a poco en una cultura y de esta forma, se conseguirán los resultados esperados.
- ∅ SS, una iniciativa de tiempo completo._ Si se espera conseguir resultados extraordinarios dentro de una organización, el Seis Sigma debe ser una estrategia de tiempo completo ya que éste no es una actividad complementaria a otros proyectos de mejora.
- ∅ Se orienta al cliente y se enfoca en los procesos._ A través de las necesidades del cliente, se reduce la variabilidad existente en los procesos para que éstos cumplan con dichas necesidades sean estas de calidad, tiempo o servicio.

- ∅ Se dirige con datos._ una proyecto no puede ser implementado al azar, por lo que SS a través de datos y estadística dirigirá y enfocará de manera correcta y efectiva un proyecto de mejora de calidad.
- ∅ Se apoya en una metodología rigurosa._ Obtener los datos es el primer paso para la aplicación de seis sigma, después de esto es necesaria la aplicación de una metodología ya definida, el Dmaic, que será explicada de manera más detallada en el siguiente punto del marco teórico.
- ∅ Se apoya en entrenamiento para todos._ La capacitación es fundamental dentro del SS, como se explicó anteriormente, para obtener los resultados esperados, es necesario el compromiso, conocimiento y entrenamiento de todas las personas involucradas en el proyecto.

En conclusión “La idea central de la gestión Seis Sigma es que puede medir los defectos en un proceso, puede sistemáticamente calcular maneras de eliminarlos y acercarse a un nivel de calidad de cero defectos”⁹.

2.2.3.1 MÉTODO DMAIC

DMAIC significa por sus siglas en ingles Definir (D), Medir (M), Analizar (A), Mejorar (I) y Controlar (C), representa las cinco fases por la que se encuentra constituida la metodología Seis Sigma.

“El contexto DMAIC es la búsqueda incesante de la excelencia, a través de proyectos de mejoramiento de alto impacto, desencadenados a partir del punto de vista del sistema de negocio como un todo, en su meta de satisfacer al cliente”¹⁰.

⁹ BRUE, GREG, Seis Sigma para Directivos, Mc Graw Hill, 2003, pág. 3

¹⁰ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 117

Cada una de estas fases se encuentra constituida por sub fases mismas que son claves y deben ser efectuadas o cumplidas en secuencia y en el orden ya determinado para la obtención de los resultados deseados. Al cumplir con esto, se conseguirá un entendimiento más preciso de cada uno de los aspectos relacionados con un proceso y así, lograr los objetivos planteados a través de un análisis y trabajo más efectivo.

Vale dejar en claro que en lo referente a procesos de mejoramiento de la calidad a través de Seis Sigma, el DMAIC es la columna vertebral para el mejoramiento continuo de dichos procesos.

A continuación se explicará las fases del método DMAIC.

2.2.3.1.1 DEFINE (D)

Esta fase consiste principalmente en definir el problema y consta de varias sub fases para la realización de este propósito como son:

- ∅ Definir el foco de mejora
- ∅ Identificar características críticas
- ∅ Definir objetivo de mejora
- ∅ Formalizar el proyecto¹¹

A más de definir el problema principal con el que se va a trabajar, en esta fase es necesario definir el objetivo principal del proyecto, el cual debe estar expresado de una forma clara en una frase completa que contenga una idea de mejora y se refiera a un proceso o producto. Este objetivo se confirmará en la siguiente fase pero desde ya, se debe estar enfocados en el objetivo de mejora para continuar con el desarrollo del proyecto.

¹¹ **DE MOURA**, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 123

Para definir el problema existen diferentes herramientas especializadas como son las matrices de priorización, diagramas de Pareto, SIPOC macro, etc.

2.2.3.1.2 MESURE (M)

Esta fase consiste en definir y medir todas las variables necesarias para tener una comprensión del estado actual de la empresa. El objetivo final del Measure es conocer la capacidad del proceso en estudio y la confirmación del objetivo planteado anteriormente en la fase Define.

Para esto, el Measure consta de las siguientes sub fases:

- ∅ Mapear el proceso
- ∅ Definir y Validar la medición
- ∅ Determinar la Capacidad del proceso
- ∅ Confirmar el objetivo del proyecto de mejora¹²

Esto se realiza para saber con mayor precisión la magnitud del problema e ir generando bases para la solución del mismo. Para lograr o efectuar éstas actividades también existen herramientas especializadas como: SIPOC detallado, estadística descriptiva, estudio de la capacidad del proceso, etc.

Al final de esta fase se obtendrá una visión clara del proceso, se validará el sistema de medición, se definirá la capacidad del proceso y se confirmará el objetivo de mejora.

¹² DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 133

2.2.3.1.3 ANALYZE (A)

Esta fase consiste en analizar todos los datos recolectados en la fase anterior para buscar cual es el problema, en donde se encuentra el problema y cuales son las causas para que éste se dé. Su principal objetivo es identificar y seleccionar las causas del problema, para lo cual existen las siguientes sub fases:

- ∅ Identificar las causas potenciales
- ∅ Seleccionar las causas primarias¹³

Para lograr esto existen las siguientes herramientas: diagrama de causa efecto, diagrama de dispersión, análisis de fallas potenciales, etc.

Al final de esta fase se obtendrá las causas raíz de los problemas, se seleccionará con cuales se trabajara en la siguiente fase y se identificará las oportunidades de mejoramiento.

2.2.3.1.4 IMPOROVE (I)

En esta fase, con lo ejecutado en la fase previa, se puede desarrollar, implementar y evaluar soluciones que ataquen a las causas raíz, para así eliminar el problema principal y lograr el objetivo de mejora planteado. Para esto, de igual forma que en las fases anteriores, existen sub fases que ayudarán con el propósito principal que es mejorar el proceso:

- ∅ Generar soluciones
- ∅ Validar Soluciones¹⁴

¹³ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 140

Las herramientas que se puede utilizar para este fin son: diagrama de afinidades, diagramas de resolución de conflictos, diagrama de árbol, árbol de contingencia, etc.

Vale dejar en claro la importancia de esta fase y de que se la efectúe lo más seriamente y de la mejor forma posible, ya que es aquí cuando se plantearán las estrategias de mejora para la empresa u organización y, dependiendo de éstas, se conseguirán los resultados esperados desde un inicio en el planteamiento de un proyecto de mejora de calidad a base de Seis Sigma.

Como resultados en esta fase, se obtendrá una solución eficaz para lograr el objetivo planteado y un plan para la implementación de dicha solución.

2.2.3.1.5 CONTROL (C)

Esta fase trata de controlar las mejoras implementadas para que éstas no sean solo momentáneas, sino que las mismas se establezcan como políticas de calidad en la empresa. Para esto existen las siguientes sub fases:

- ∅ Estandarizar las mejoras
- ∅ Finalizar el proyecto de mejora¹⁵

Hay que recordar que si una estrategia de mejora no recibe el seguimiento necesario, se puede perder en el tiempo regresando al estado inicial de la empresa, por lo que es de suma importancia en un proyecto de mejora implementar el control de las mejoras implementadas en la organización mediante la capacitación, estandarización y documentación de todos los procesos que conforman el proyecto de mejora.

¹⁴ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 145

¹⁵ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 150

2.3 HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

2.3.1 DIAGRAMAS DE FLUJO

“Los diagramas de flujo son instrumentos relativamente simples que ilustran el flujo del proceso que está siendo examinado; en este flujo se muestra la secuencia de eventos de este proceso. Son particularmente útiles para comprender la configuración de las entradas, el proceso y las salidas.”¹⁶

Estos ayudan a las personas a comprender de mejor forma los procesos para estudiarlos, ver sus falencias, virtudes y así realizar los cambios, movimientos, reordenación o eliminación de tareas detectando las actividades que añaden valor y cuales no añaden valor al mismo. Utilizan diferentes símbolos para representar un proceso, visualizarlo mejor y entenderlo de forma más simple. A continuación se explican los más utilizados:

- ∅ Inicio o Fin._ Este símbolo se utiliza al inicio de un proceso y al final del mismo.

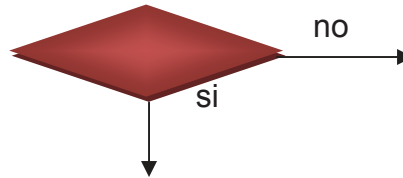


- ∅ Proceso._ Este símbolo se utiliza para representar cualquier actividad que se encuentre dentro de un proceso, siempre debe estar expresado en forma de infinitivo.



¹⁶ JAMES, Paul, Gestión de la Calidad Total, Prentice Hall, 2004, pág. 198

- Decision._ Este símbolo se utiliza cuando el proceso llega a un punto en el que se puede escoger dos caminos, siempre va expresado en forma de pregunta y sus respuestas se limitan a sí o no.



- Flechas Conectoras._ Estos símbolos son los que unen cada una de las actividades, procesos o decisiones dentro del diagrama.



- Conector dentro de Página._ Este símbolo se utiliza cuando se termina el espacio dentro de una hoja y es necesario continuar con el diagrama o a su vez, cuando una actividad está relacionada con otra y no se las pueda unir con flechas conectoras.



- Conector fuera de Página._ Este símbolo se utiliza de la misma forma que el anterior conector con la diferencia que las actividades se encuentran en páginas diferentes.



Estos son los principales símbolos utilizados en el análisis y desarrollo del presente proyecto. Vale dejar en claro la existencia de varios símbolos aparte de los explicados anteriormente, pero dado que no fue necesaria su utilización no se los ha detallado en este capítulo.

Para diseñar un diagrama de flujo se procede de la siguiente forma:

- ∅ Primero se determina y estudia el proceso que se va graficar. Ahora se ubica un símbolo de Inicio o Fin y se escribe en su interior INICIO.
- ∅ Después se ubica una Flecha conectora en la parte inferior del Inicio misma que debe estar en contacto con el mismo.
- ∅ Se ubica un símbolo de Proceso y en su interior se escribe la primera actividad de la cual conste el proceso en cuestión. Este símbolo debe estar en contacto con la flecha conectora. De la misma forma se continúa con todas las actividades de las que se constituya el proceso.
- ∅ Dado que exista alguna decisión, de la misma forma se la ubica en la parte inferior de la última actividad un símbolo de Decisión con una flecha conectora en la parte inferior que será el SI y otro flecha conectora a un costado que representará el NO. El si continúa con el proceso dado que existan más actividades en el mismo mientras que la flecha del NO se la ubicará en la actividad o símbolo que corresponda dependiendo de la pregunta que se haya realizado.
- ∅ Finalmente se ubica un símbolo de Inicio o Fin y en el mismo se escribe FIN.

2.3.2 CADENA DE VALOR

“Se denomina Cadena de Valor al proceso que va de los proveedores a los consumidores finales pasando por los fabricantes”¹⁷

¹⁷ NOORI, HAMID; RADFORD, RUSSELL, Administración de Operaciones y Producción, McGraw Hill, 1997, pág. 28

2.3.3 MACROPROCESOS

Son las principales actividades presentes en un proceso de producción, éstos son tomados de la Cadena de Valor y sirven para lograr un mejor entendimiento de cómo funciona el proceso mediante un gráfico. Estos no son tan descriptivos como un *SIPOC* detallado, pero sirven como base para la creación de éstos.

Cada uno de estos Macro procesos se compone de procesos primarios, los que a su vez se componen de procesos secundarios y éstos finalmente se encuentran compuestos por actividades.

2.3.4 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de Tiempos se precisa como la aplicación de diferentes técnicas para definir el tiempo que se necesita para realizar una actividad determinada. El estudio de Movimientos se define como una representación gráfica de los pasos que se siguen en una serie de actividades que conforman un proceso, identificándolas a cada una de ellas mediante símbolos que las representen.

Con este estudio se consigue, entre otras ventajas, minimizar el tiempo que se requiere para ejecutar algún trabajo o actividad, minimizar costos, reducir y en lo posible eliminar movimientos ineficientes, estandarizar tiempos de ejecución de actividades, reducir costos y proporcionar un producto que posea cada vez mejor calidad y sea más confiable para el cliente.

Para ejecutar un estudio de Tiempos y Movimientos se procede de la siguiente forma:

- ∅ Primero se realiza un registro del estudio para lograr una mejor trazabilidad. En éste deben constar datos como número de estudio,

número de hoja, nombre del especialista que realiza el estudio, fecha, nombre del producto, lugar o departamento donde se lleva a cabo el estudio, número y tipo de máquina, entre otras. Obviamente dependiendo del estudio y el proceso que se estudie se escogerán las opciones que más se apeguen o que más interesen al analista.

- ∅ Listo el registro, se realiza una lista de actividades del proceso que vaya a ser objeto de estudio.
- ∅ Luego se selecciona el lugar en que se va realizar las observaciones, el trabajador o máquina que se va a estudiar y el número de observaciones requeridas para el estudio.
- ∅ Después se realiza un análisis de cada una de las actividades para comprobar si cada una de éstas requiere de solo un actividad o transporte o inspección o espera o por último, almacenamiento y se las representa con los siguientes símbolos:

- Actividad._ toda actividad que se efectúe para realizar un proceso o para producir un bien o servicio sea esta taladrar, inyectar mezclar etc.



- Transporte._ toda actividad que requiera movilización sea de materiales, materia prima, producto terminado, etc.,



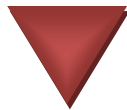
- Inspección._ toda observación o control necesario de realizarse antes, durante o después de la producción o ejecución de alguna actividad específica.



- Espera._ materiales, máquinas, documentos, obreros etc., que esperan para ser utilizados o brindar apoyo en el proceso.



- Almacenamiento._ materia prima, producto terminado, documentos etc., que necesiten de bodegas o almacenamiento.



- ∅ Con el diagrama diseñado, se realiza una descripción detallada de cada una de las actividades de la lista que se enumeró anteriormente.
- ∅ Después se procede hacer la recolección de tiempos y se los anota en una columna a un lado de la descripción de las actividades.
- ∅ Finalmente, para terminar el estudio de Tiempos y Movimientos, se realiza el análisis de los datos obtenidos para descubrir tiempos muertos y verificar si no existen movimientos que no sean necesarios dentro del proceso.

2.3.5 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

La función principal de la Matriz de Priorización, es escoger entre varias alternativas o problemas planteados por un equipo de trabajo el más importante o, priorizar entre los problemas establecidos para definir con cuál de estos se trabajará en un inicio. Cumple la misma función de un Diagrama de Pareto, siendo la Matriz una herramienta que trata con más detalle la priorización de las opciones expuestas.

Para diseñar una Matriz de Priorización se procede de la siguiente forma:

- ⊗ Primero se realiza una reunión con el equipo de trabajo establecido para determinar los principales problemas u opciones que se va a tratar dentro de la matriz.
- ⊗ Con las opciones listas, ahora se van acordar los criterios con las cuales se va a calificar a estas opciones, estos pueden variar en número de igual forma que los problemas dependiendo del proceso en estudio.
- ⊗ Teniendo claro el concepto de cada Criterio planteado anteriormente, se diseña una matriz (ver Tabla 4.1- 1) ubicando los criterios en una columna especificados con letras y en una fila los mismos criterios pero solo descritos con las letras correspondientes.
- ⊗ Realizado esto, se procede a atribuir los pesos de importancia relativa entre los criterios comparándolos de entre sí iniciando con el primero versus todos los demás, otorgándoles calificaciones de 1, 3, 5, 7, 9 siendo 1 mucho menos importante y 9 mucho más importante, en la celda espejo de la diagonal se escribirá la calificación complementaria para que entre ambas sumen 10. De la misma forma se realiza la atribución de pesos con los demás criterios sumando al final los resultados y exponiéndolos en forma de porcentaje.
- ⊗ Terminada la atribución de pesos relativos para los criterios se continúa con el diseño de la siguiente matriz (ver Tabla 4.1- 3), misma que contendrá de idéntica forma a la anterior las Opciones especificadas con letras en una columna y en la fila las mismas opciones pero solo las letras. Aquí, la diferencia se basa en que la calificación se la efectuará en base al primer criterio que se estableció anteriormente con los pesos relativos. De igual forma se califican a todas con el mismo método, se suman los resultados y se los expone en forma de porcentaje.
- ⊗ Se realiza el mismo procedimiento con todos los criterios. Una vez finalizado se diseña la Matriz Síntesis (ver Tabla 4.1- 8), en ésta se ubican en una columna las Opciones y en la fila se ubicarán los Criterios. En una fila situada en la parte inferior de los criterios, se coloca

los pesos relativos y en las demás celdas se ubican los resultados en porcentaje de cada Opción con respecto a cada criterio.

- ∅ Finalmente se realiza el cálculo de las Opciones multiplicando (peso relativo del primer criterio \times resultado de la Opción 1) + (peso relativo del segundo criterio \times el siguiente resultado de la Opción 1) + (peso relativo del tercer criterio \times el siguiente resultado de la Opción 1) y de esta forma se obtiene el resultado de la Opción 1. Así se continúa con las siguientes Opciones para obtener los resultados definitivos y de esta forma terminar con la priorización de las opciones.

2.3.6 SIPOC DETALLADO

SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customers*), que significa proveedores, entradas, proceso, salidas , clientes, conserva el mismo principio del diagrama de flujo con la diferencia o ventaja que es más detallado que el anterior y, aparte de brindar los mismo beneficios, se puede identificar las salidas críticas del proceso, cuellos de botellas entre clientes y proveedores del proceso, cuales son los productos de cada una de las actividades y como más significativa, se puede realizar un estudio mucho más amplio, completo y homogéneo sobre el proceso que se encuentre en estudio a través del correcto diseño y análisis de cada una de las actividades descritas en el mismo.

Aquí se utiliza los mismos símbolos que en el diagrama de flujo con una simple diferencia; como aquí se trata con varios procesos a la vez, el diagrama se conecta con diferentes áreas con lo que las actividades ya no irían sencillamente en dirección inferior, sino que continúa en dirección de las siguientes áreas del proceso.

Para diseñar un SIPOC Detallado se procede de la siguiente manera:

- ⊗ Primero se estudia la Cadena de Valor del proceso, ya que ésta contiene información vital para el diseño del SIPOC.
- ⊗ Obtenida la información de la Cadena de Valor, se diseña un cuadro en el que la primera fila se va a formar cuatro columnas, la primera que será para Proveedor, la segunda Actividades, la tercera Producto y finalmente la cuarta será para Cliente.
- ⊗ En la Columna de Actividades, en la fila inferior se especificarán las actividades de las cuales consta el proceso en estudio denominándose estas Procesos Principales, obtenidas gracias a la Cadena de Valor. Si alguno de los Procesos Principales estaría constituido por otros procesos, a estos se los denominaría Procesos Secundarios y se los ubicaría en una fila inferior a los Procesos Primarios.
- ⊗ Ubicados ya los Proveedores, Actividades, Procesos Primarios y Secundarios, Producto y Cliente se procede a completar el diagrama.
- ⊗ Se coloca una por una las Actividades que comprenden cada uno de los Procesos Primarios o Secundarios, escogiendo para cada una un símbolo que dependerá de las características de la misma, ubicándola en la parte inferior de la actividad anterior siempre y cuando ambas conformen el mismo Proceso. Terminadas las actividades de un proceso, se coloca una flecha conectora lateral al inferior de de la última actividad, se desplaza a la siguiente columna y se continúa con la siguiente actividad, desde el punto en que quedo la anterior.
- ⊗ Siempre que una actividad sea colocada en el diagrama también se llenarán las siguientes columnas Proveedor, Producto y Cliente, siendo Proveedor la actividad o proceso que suministra la información, producto o servicio a la actividad en cuestión. Producto, el resultado obtenido de cada actividad. Por último Cliente, la actividad o proceso a la cual se le suministrará la información, producto o servicio cada actividad.

- ∅ Vale dejar en claro que si se habla de Proveedor, Producto y Cliente trata solo y exclusivamente de cada una de las actividades por las que se encuentra formado cierto proceso.

2.3.7 HISTOGRAMAS

“El histograma es una gráfica de barras que permite describir el comportamiento de un conjunto de datos en cuanto a su tendencia central, forma y dispersión. El histograma hace posible que de un vistazo se pueda tener una idea objetiva sobre la calidad de un producto, el desempeño de un proceso o el impacto de una acción de mejora”¹⁸

Los Histogramas permiten comprender de manera objetiva el comportamiento de un proceso y la forma de una distribución de una población determinada. Mediante este gráfico, a simple vista es posible observar si un proceso sigue un comportamiento normal, si se encuentra dentro de los límites de especificación o la existencia de causas especiales que afecten el desarrollo normal del mismo.

Para diseñar un Histograma se procede de la siguiente manera:

- ∅ Primero, se realiza la recolección de datos del proceso que va a ser objeto de estudio.
- ∅ Después, se realiza un eje horizontal en una hoja de papel mismo que tendrá una escala que dependerá de un rango determinado para cada intervalo.
- ∅ Luego, se grafica un eje vertical en ángulo de 90° con respecto al eje horizontal, este presentará también una escala, pero en este caso será de frecuencia.

¹⁸ GUTIERREZ, HUMBERTO, Calidad Total y Productividad, Mc Graw Hill, 2005, pág. 119

- ∅ Listos ambos ejes, el siguiente paso es contar los datos obtenidos anteriormente para conocer cuántos de estos se encuentran dentro de cada uno de los intervalos establecidos previamente.
- ∅ Con el número de datos obtenido para cada intervalo se realiza los gráficos de cada uno de ellos, agregando a los ejes un rectángulo por cada uno de los intervalos. El tamaño dependerá de cuantas muestras se encuentren dentro de dicho intervalo por lo que, dependiendo de la frecuencia obtenida, el rectángulo será más grande o pequeño.
- ∅ De la misma forma se continúa con los gráficos de los intervalos restantes ubicándolos junto al siguiente sin dejar espacios entre ellos.
- ∅ Por último, para terminar el diseño de un histograma se ubican las líneas de Límites de Control, estas registran la tolerancia previamente acordada en un proceso para el cumplimiento de políticas de calidad del mismo.
- ∅ Otra forma de graficar un histograma es mediante la utilización de un software especializado como el Minitab. En éste, el proceso para diseñar un histograma es el siguiente:
 - Ingresar los datos en una columna
 - Se ingresa en el comando *Graph*
 - Ahí, se ingresa en *Histograms*
 - Luego se escoge el tipo de histograma deseado
 - Finalmente se ingresa la columna de datos en el cuadro de diálogo y la escala de intervalos.
 - Se presiona OK y el histograma está listo.

2.3.8 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

“Diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores”.¹⁹

Este tipo de diagrama es de mucha utilidad para identificar la relación existente entre un problema y sus causas, para esto se subdivide un problema para obtener en cada nivel problemas más simples pero que, a pesar de eso, son de gran importancia para encontrar las causas raíz que están afectando a una determinada característica de calidad. También es llamado Diagrama de Ishikawa gracias a su creador Kaoru Ishikawa, uno de los padres y autores de la gestión de la calidad, quien intentando clasificar diferentes causas que influían en la calidad de la fabrica Kawasaki creó el diagrama Causa – Efecto o Diagrama Espina de Pescado (por su forma) para que luego se popularice por toda la industria japonesa y mundial, siendo ahora una de las herramientas básicas para la gestión de la calidad.

Para diseñar un Diagrama Causa – Efecto se procede de la siguiente forma:

- ∅ Primero se define un problema o una variable de calidad y se la ubica en el costado derecho del medio de una hoja de papel, se lo encierra en un cuadrado y se traza una línea horizontal desde el cuadrado hasta el final de la hoja.
- ∅ Luego se realiza un análisis con el objetivo de determinar con cuál de las 5 M's (métodos, mano de obra, maquinaria, medio ambiente, materiales), se trabajara en el diagrama o cuales de estas se apegan más al problema en cuestión, pudiendo trabajar con todas las M's siendo ese el caso. A estas, se las ubica en la parte superior e inferior de la línea horizontal trazada inicialmente, se las encierra en cuadrados y se conectan a través de flechas diagonales.

¹⁹ KUME, Hitoshi, Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad, Norma, 1996, pág. 28

- ∅ Con esto preparado se procede con el análisis de problemas o factores que afecten directamente a cada una de las M;s denominándose estos Causas Principales, y se las ubica a sus costados, de idéntica forma se las encierra en cuadrados y se conectan con el diagrama mediante flechas conectoras horizontales.
- ∅ Realizado esto, se continúa con el análisis de las Causas Principales, para de igual forma analizar problemas o factores que los afecten designándoles a estas el nombre de Causas Secundarias. Se las ubica en la parte superior e inferior y se conectan con el diagrama mediante flechas conectoras diagonales.
- ∅ Efectuado el mismo análisis en todas las M's., para finalizar el diagrama y cumplir su objetivo, se seleccionan las causas raíz de todo el diagrama, se las encierra en un círculo a cada una para diferenciarlas de las demás y se da por finalizado el diseño del Diagrama de Causa – Efecto.
- ∅ Vale aclarar que este análisis debe ser ejecutado siempre mediante consultas y reuniones con el equipo de trabajo designado.

2.3.9 DIAGRAMA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

Este diagrama es una de las cinco herramientas lógicas del método “ *Thinking Process*” de la Teoría de las restricciones y sirve como generador de ideas o alternativas. Puede ser usado en problemas técnicos como en problemas que no sean técnicos.

Para realizar un Diagrama de Resolución de Conflictos se procede de la siguiente forma:

- Primero se plantea de forma clara un objetivo y se lo encierra en un cuadro en el centro de una hoja de papel.

- Alrededor de este objetivo se escriben las condiciones necesarias para que éste se cumpla, nombrándolas a éstas como Requisitos. De la misma forma se las encierra en cuadros a cada una de ellas y se las conecta con el objetivo general mediante una flecha conectora. Estos Requisitos deben estar siempre presentes para lograr un objetivo razón por la cual la mayoría de las veces son no negociables.
- Teniendo los Requisitos listos, se continúa con la creación de los Prerrequisitos, que se definen como las acciones o decisiones para satisfacer un Requisito. Se las encierra en cuadros y se las conecta con el requisito al que corresponda mediante las flechas conectoras. En este nivel es cuando ocurren los conflictos que se presentan cuando dos diferentes prerrequisitos no pueden existir en el mismo tiempo o espacio.
- Para leer este diagrama se lo hace de izquierda a derecha de la siguiente forma: Para tener “objetivo” debemos tener “requisito”, para tener “requisito debemos tener “prerrequisito”.
- Con el diagrama construido, ahora es el momento de elaborar las Premisas Subyacentes que son las razones del porque es necesario un requisito para el objetivo y de porque es necesario un prerrequisito para un requisito. Por cada una de las flechas existentes en el diagrama se elabora una Premisa Subyacente.
- Ahora es momento de exponer las Premisas No Válidas, acción que se realiza exagerando a las Premisas Subyacentes con frases como siempre, nunca, imposible, etc., de esta forma se podrá escoger a las premisas o prerrequisitos que son absolutamente necesarios para lograr el objetivo general planteado en un inicio.
- Cuando se tienen las Premisas que son absolutamente necesarias para el objetivo general, se continúa con la creación de las Inyecciones que son alternativas para sustituir a un prerrequisito que se encuentre en conflicto. Las Inyecciones pueden sustituir al primer prerrequisito, al segundo prerrequisito o a su vez a ambos.

De esta forma, en el momento que se hayan planteado y aprobado las Inyecciones o Alternativas para la solución de un conflicto, éste queda resuelto y se termina con el diseño de este diagrama.

2.3.10 PROJECT CHARTER

El Project Charter es un informe que es entregado al inicio del proyecto por parte del equipo de trabajo a la dirección de la empresa con la finalidad de formalizar el lanzamiento del proyecto, definir y limitar el proyecto y mantener al equipo enfocado en los objetivos principales del mismo.

Los puntos que debe contener un Project Charter son los siguientes:

- ∅ Tema y alcance del proyecto
- ∅ Objetivo del proyecto
- ∅ Impacto financiero del proyecto
- ∅ Equipo de trabajo
- ∅ Resultados o *deliverables* del proyecto
- ∅ Recursos necesarios y responsables.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA EMPRESA

3.1 MACROPROCESOS EMPRESA INPLA S.A.

Los macro procesos de la empresa, refiriéndose estrictamente a la entrega de las órdenes de producción, se dividen por áreas, teniendo en un principio el área de marketing y ventas en donde se inicia la relación con el cliente, luego pasa al área de producción para finalmente terminar el proceso en el área de despacho de producto terminado hacia el cliente final.

En el diagrama 3.1- 1, se ilustra en una forma más práctica el funcionamiento de los macro procesos en la empresa y a continuación, se explica la figura.

Como se expuso anteriormente, se encuentran los macro procesos o procesos estratégicos que conforman la entrega de las órdenes de producción de la empresa, éstos están ubicados en la parte superior del diagrama, cada uno de éstos contiene procesos primarios u operativos, graficados de la misma forma que los macro procesos pero, ubicados en la parte inferior de los mismos y, finalmente tenemos los sub procesos o procesos de soporte, graficados en cuadros y ubicados en la parte inferior de los procesos operativos.

El macro proceso, en el primer caso sería el área de Marketing y Ventas, éste se encuentra conformado por los siguientes sub procesos:

- Llegada de la orden de producción (O.P.)
- Contacto con el cliente
- Confirmación de las características
- Aprobación de la orden de compra (O.C.)

- Ingreso de la orden de compra al sistema
- Envío de la orden de compra a planificación

Una vez terminado los procesos y sub procesos de Marketing y Ventas, mismos que se leen verticalmente con dirección inferior, se continúa con el siguiente macro proceso, que en este caso sería Producción y de idéntica forma, se prosigue con la lectura del diagrama.

En el macro proceso referente al área de Producción se tiene, a diferencia del anterior, procesos primarios y procesos de soporte. Como procesos primarios:

- Planificación
- Bodega de Materia Prima (M.P.)
- Manufactura
- Bodega de Producto Terminado

Estos procesos, a su vez, se encuentran constituidos cada uno por sub procesos los que, para Planificación serían:

- Recibir la orden de producción
- Revisar el plan de producción
- Incluir la orden de producción (O.P.), en el plan de producción
- Ingresarlo en el sistema
- Enviar el Plan de producción

El proceso de Bodega de Materia Prima constaría de sub procesos tales como:

- Recibir la orden de producción
- Revisar el plan de producción
- Realizar una requisición

- Entregar la materia prima al ayudante
- Realizar egresos de sobrantes
- Realizar el inventario CPI

De este punto, continúa el proceso de Manufactura con los sub procesos que se enumeran a continuación:

- Preparar Materia prima
- Realizar alistamiento externo
- Colocar la materia prima
- Empezar la producción
- Quitar los retales
- Empacar el producto

Para terminar con Producción, se encuentra el proceso de Bodega de Producto Terminado, con sus sub procesos:

- Recibir el producto de Control de Calidad (C.C.)
- Revisar el producto terminado de soplado
- Pesar el producto terminado de inyección
- Elaborar el plan de despacho
- Realizar la factura
- Adjuntarla al plan de despacho

Como se manifestó anteriormente, desde este punto, se continúa con el siguiente macro proceso.

Por último, terminando los macro procesos tenemos Despacho, éste al igual que el primero, cuenta solo con sub procesos o proceso de soporte que se enumeran en seguida:

- Recibir la factura más la guía de despacho
- Cargar el producto
- Enviarlo al cliente final

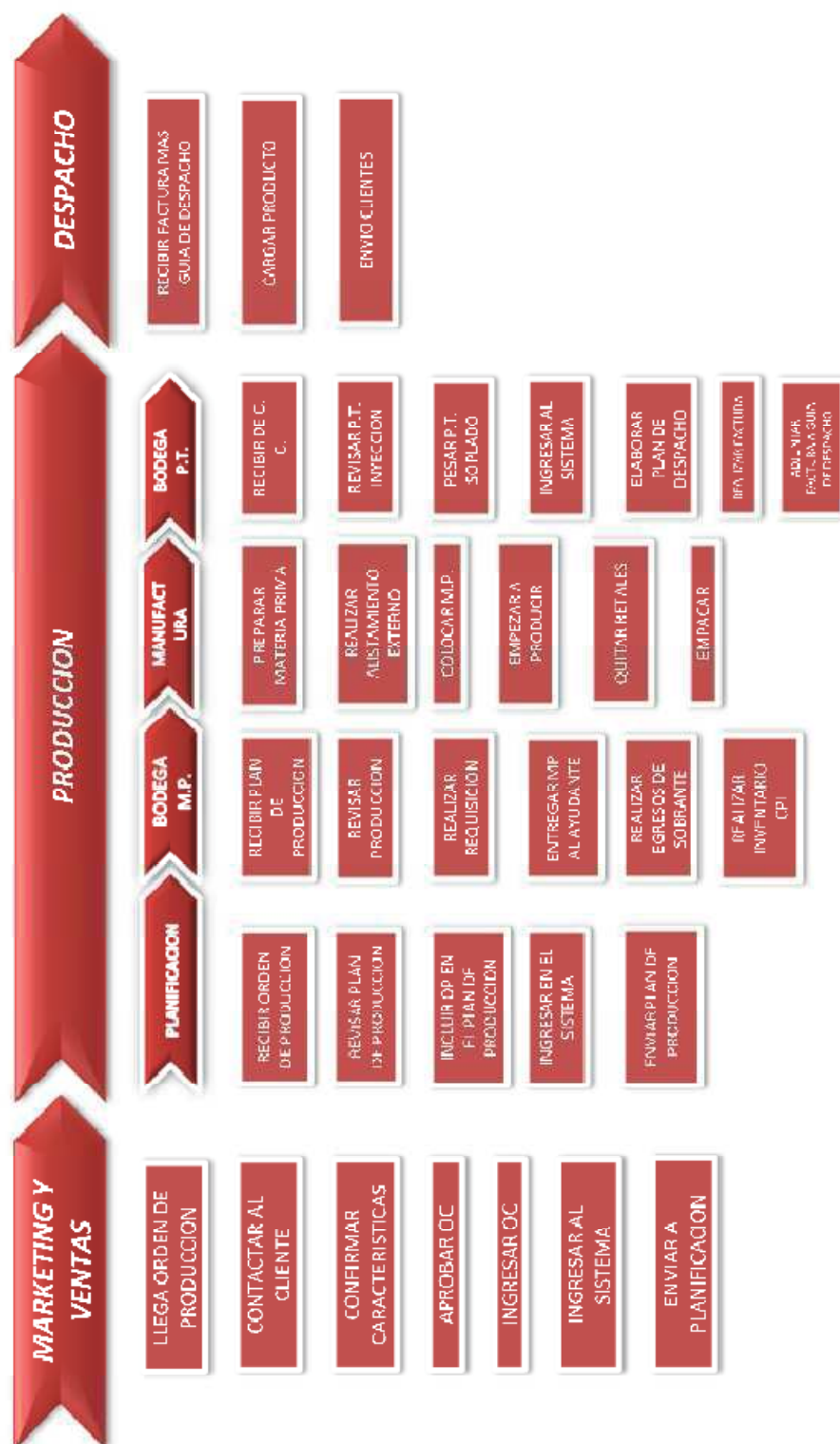
Con esto, concluiría el proceso de Entrega de Ordenes de Producción de la empresa INPLA S.A.

Se destaca, que los macro procesos explicados precedentemente, poseen un Cliente Inicial, quien sería el solicitante del producto u orden de producción y un Cliente Final, al cual se le entrega el producto ya terminado.

De la misma forma, también se debe dejar constancia que todos estos procesos estratégicos, procesos primarios y procesos de soporte, también dependen de procesos de Apoyo tales como: Administrativos, Contables, Financieros y de Capital Humano, para que todo funcione de forma armónica e integral en la empresa.

De esta forma, se ha explicado a groso modo, como se encuentran constituidos los macro procesos de “Industrias Plásticas” S.A., sus procesos y sub procesos, los cuales se detallaran más detenidamente en el siguiente punto del estudio: Descripción de los Procesos de Producción.

TABLA 3.1-1 MACROPROCESOS INPLA S.A.



FUENTE: INPLA S.A.
 DISEÑO: DAVID VITERAN

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE INPLA S. A.

Para tener una idea más clara del funcionamiento de la empresa Industrias Plásticas S.A., se precisará cada uno de los procesos de los cuales consta la entrega de las órdenes de producción de envases plásticos, desde el inicio o llegada de la orden de producción, hasta su culminación, o sea, la entrega del producto terminado al cliente final

A continuación se ilustra cada uno de los procesos de producción:

El proceso inicia con la llegada de una orden de producción al área de marketing y ventas, la misma que es analizada para que a continuación, el encargado del área, se comunique con el cliente en cuestión confirmando las características del producto, la cantidad que necesita y la fecha de entrega, (suponiendo que éste ya se haya producido anteriormente en las instalaciones de la fábrica). Realizado éste y confirmadas las características se procede a ingresar la orden de producción al sistema y enviarlo hacia el área de planificación.

En el caso de que el cliente solicite un producto nuevo, se lo envía al área de diseño y desarrollo en donde de la misma forma, se especifican sus necesidades y requerimientos tales como: peso, tamaño, forma y color entre otras, para fabricar un nuevo molde y luego de realizar las pruebas necesarias hasta que el diseño se encuentre aprobado y enviarlo al área de planificación.

En el área de planificación, se revisa primero la disponibilidad de las máquinas y fechas de entrega; luego se lo adjunta al plan de producción para ingresarlo en el sistema y enviar el nuevo plan de producción al área de alistamiento externo.

Cuando la orden de producción va a ingresar al área de manufactura, se revisa el stock de materiales directos e indirectos para realizar una producción continua entre los cuales se encuentran: la materia prima dependiendo de el

requerimiento del cliente y si las máquinas se encuentran en óptimo estado para la producción. Una vez comprobado esto, pasaría al área de alistamiento externo.

En el área de alistamiento externo primero se revisa que el kit, específico para el producto solicitado, se encuentre completo y en buenas condiciones, (el kit consta de el molde del envase, las placas y tornillos para ensamblarlo a la máquina además de la boquilla y el soplador necesario). Una vez comprobado esto, se procede al alistamiento del molde, proceso en el que se pule el mismo para eliminar cualquier aspereza o imperfección en la superficie, después se lubrica y realiza un mantenimiento a los orificios de los tornillos para que presten el ajuste necesario en la máquina, finalmente, se revisa las guías de refrigeración, comprobando que no existan fugas en las mismas. Una vez que el molde se encuentra listo, se adjunta las demás partes del kit y se lo almacena en un anaquel para entregárselo al área de montaje.

El equipo de montaje se encarga del ensamble del kit en la máquina, cuando este se encuentra listo, se realizan las pruebas necesarias para que el producto salga en óptimas condiciones.

El momento en que la máquina se encuentra lista para empezar la producción, se pasa al área de bodega de materia prima en donde, se revisa el plan de producción para realizar una requisición de material, aquí consta la cantidad que egresa y para que orden de producción se destina la materia prima. Realizado esto, se entrega al ayudante el material para que sea transportado hacia la máquina.

La principal actividad que se realiza en la preparación de la materia prima es mezclarla dependiendo si el producto final tiene algún color específico o si, el color solicitado es simplemente natural. Para cuando el color es natural, se agrega a la materia prima virgen el material molido que se recicla en un porcentaje de: 80% virgen y 20% como cantidad máxima de molido, se lo mezcla y se lo coloca en las tolvas de las máquinas. Para cuando el producto final demanda algún color específico, lo que se realiza es preparar el pigmento,

dependiendo de si éste sea un color estándar ya creado en la empresa, o si es un color nuevo, mismo que deberá ser fabricado mediante la mezcla de diferentes pigmentos en cantidades determinadas hasta lograr el color deseado o solicitado por el cliente, para luego agregarlo a la mezcla de materia prima virgen y molido en cantidades de 15 kg por mezcla para de igual forma, ingresarla en las tolvas para que inicie la producción.

El proceso de producción de los envases plásticos en las máquinas es prácticamente automático y consiste en calentar el material que se encuentra en la tolva hasta una temperatura específica, dependiendo del tipo de polímero que se esté utilizando, para que éste pase a un tornillo quien presiona el material hacia la boquilla para que éste salga en forma de tubo. En éste punto es cuando el molde se traslada hasta el material, en donde se juntan ambas piezas ensamblándose así el molde. Cumplido esto, el soplador procede a emanar aire hacia el material a una presión anteriormente determinada, dando así la forma deseada o establecida según el molde del producto final. Después, una corriente de agua recorre las guías del molde refrigerando el mismo y enfriando el envase, lo que proporciona la dureza requerida por el cliente. Luego de varios segundos, que dependen del tamaño del producto, el molde se retira dejando caer el envase para que los operadores procedan a quitar los retales o excesos de material y empaquen el producto final.

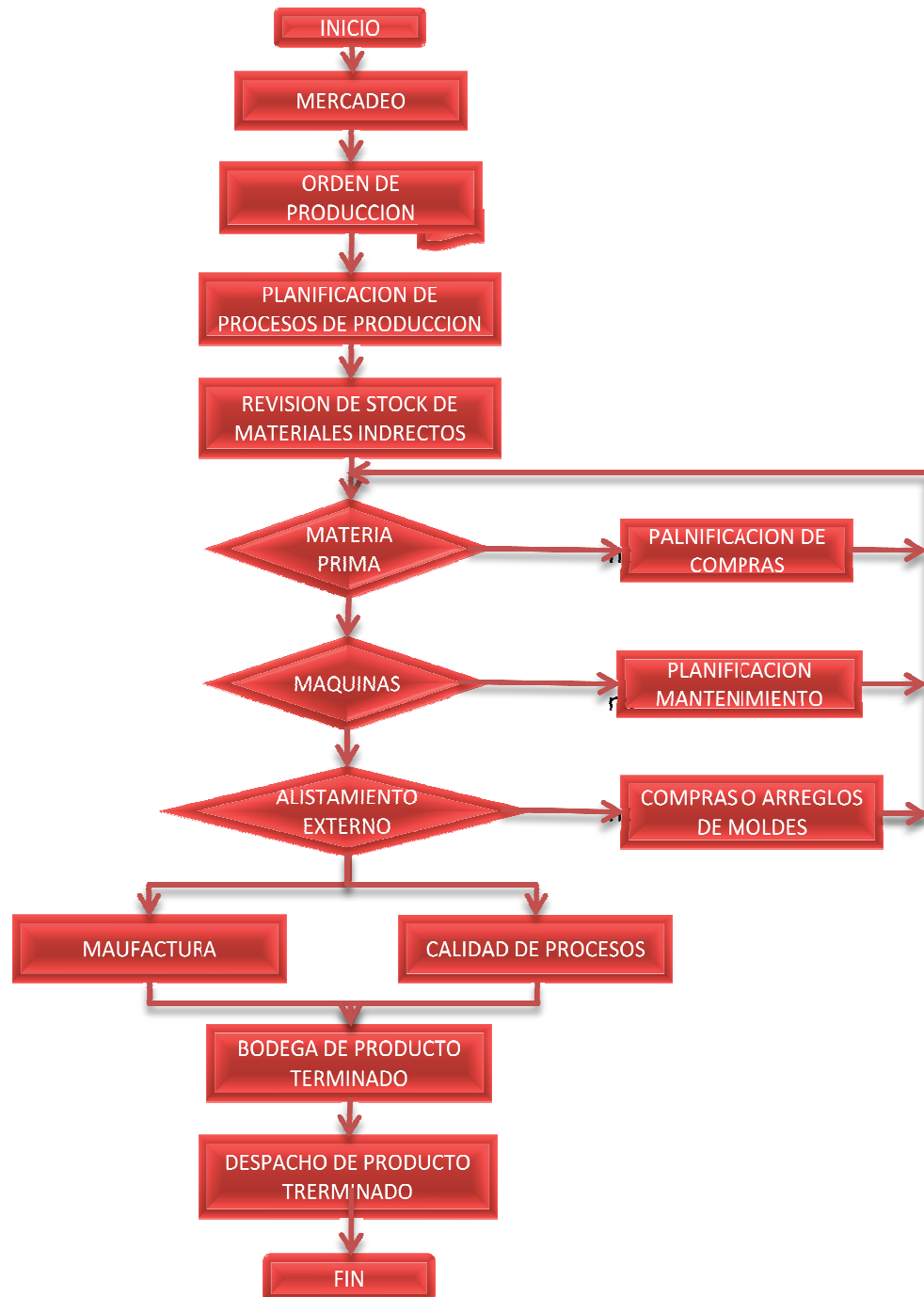
Vale recalcar que mientras todo el proceso se encuentra en marcha, el área de Calidad Total o Control de Calidad de la empresa, inspecciona que todos los productos cumplan con los estándares de calidad requeridos tanto por la empresa como por el cliente.

Ya empacados los envases, se trasladan a la bodega de producto terminado, quien los recibe de Control de Calidad en donde son contados y pesados para ingresar las cantidades al sistema, con lo que se va controlando la cantidad ya producida y cuanto falta por producir en las máquinas. Finalmente se elabora un plan de despacho y se realiza las facturas, las cuales, se adjuntan a la guía de despacho.

Finalmente la producción pasa al área de despacho, en donde el chofer recibe la factura más la guía de despacho, carga el producto y luego lo transporta hacia los clientes finales.

3.3 DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA 3.1- 2 DIAGRAMA DE FLUJO EMPRESA INPLA S.A.



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

3.4 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Los objetivos de este estudio son:

- ∅ Identificar tiempos muertos en el proceso de fabricación de envases plásticos,
- ∅ Reducir o eliminar en lo posible los tiempos ineficientes o tiempos muertos identificados.,
- ∅ Proporcionar mayor fluidez al proceso de fabricación desde su inicio hasta ser entregado al cliente final.

A continuación se detalla el proceso realizado:

Primero, se efectuó un estudio sobre cómo funciona el proceso de fabricación de envases plásticos, desde que la orden de producción llega a la empresa hasta que tenemos el producto terminado.

En este estudio se conoció que la orden de producción primero llega al área de marketing y ventas en donde es receptada, se comprueba características del producto solicitado por el cliente, cantidad, precio y fecha de entrega, en donde, luego de realizado esto, es enviada al área de planificación, ahí se ubica en el plan de producción para empezar la producción cuando llegue su turno.

Cuando la orden de producción entra a manufactura, el primer proceso que se analizó fue el retiro de materia prima de bodega en donde, el encargado de bodega entrega una requisición con la cantidad solicitada para después proceder a retirar y entregar la materia prima a la persona encargada del transporte y preparación de la misma.

Mientras la orden es ingresada en el plan de producción semanal, en el área de mecánica se empieza a preparar el molde, procedimiento que consta de recoger el molde, pulirlo, lubricarlo, comprobar si hay fugas y finalmente

completar el kit con la boquilla, el soplador y tuercas necesarios para su instalación en la máquina.

El área de alistamiento externo es la encargada de retirar el kit de mecánica, colocarlo en la máquina y calibrarla hasta que el producto salga en perfectas condiciones y así, poder empezar la producción.


Una vez realizado esto, la persona encargada de la preparación de materia prima transporta la misma hasta la zona de preparación; sea necesario preparar un color con la adición de algún colorante específico o simplemente mezclarlo con materia prima molida, donde luego es trasladada hasta la máquina para cuando sea necesario ingresar la materia prima a la tolva para empezar a producir.

En las máquinas sopladoras, cuando la producción se encontraba en perfectas condiciones, se ejecutó el cronometraje para verificar cuanto se demora cada producto individualmente en salir y así dar por terminado el estudio de uno de los productos y empezar el siguiente.

Todos y cada uno de estos procedimientos fueron medidos, cronometrados, estudiados detenidamente y reiterados para cada uno de los productos en estudio con lo cual, ahora se conoce cuanto tiempo toma el efectuar cada una de las actividades descritas anteriormente en condiciones normales, se estandarizó estos tiempos y se buscará reducir en lo posible, los tiempos muertos encontrados en las mismas para con esto tener una fluidez necesaria en el proceso de fabricación de envases plásticos. Al mismo tiempo se absorbió, cada vez de mejor forma, el conocimiento de cómo funciona el proceso en sí, adiestrando al autor cada vez más en los procesos de producción industrial.

Se recomienda observar las hojas de medición utilizadas para cada uno de los procesos en las cuales consta tiempos y especificaciones de cada uno y que se encuentran ubicadas en la sección de anexos del presente documento.

DIAGRAMA 3.4- 1 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EMPRESA INPLA S.A.

		SEGUIMIENTO DE ORDENES DE PRODUCCION ZAIMELLA			CODIGO:		
					DVT - 012	Fecha de Vigencia: 01-04-2009	
NUMERO DE ESTUDIO:	1	INSPECTOR:	Ing. Hernan Albuja				
NUMERO DE HOJA:	1	ANALISTA:	David Viteri Teran				
FECHA:	01/04/2009	O. DE PRODUCCION:					
LUGAR:	Quito - Ecuador						
NOMBRE DEL PRODUCTO:	Frasco 250 Transparente Zaimella PVC						
ACTIVIDAD	ACTIV	TRANS	INSPECC	ESPERA	ALMAC	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	TIEMPO
1 Recepcion De Orden de Produccion						recibir orden de produccion de clientes, comprobar características y enviar a planificacion	0
2 Envio a Planificacion						recepcion de la orden de produccion y ubicacion de la misma en el plan de produccion semanal	24 horas
3 Preparacion de Molde						verificacion de las condiciones de molde, pulir, lubricar, comprobar fugas y plizas, y lavar las piezas del kit	20 - 25 min
4 Montaje de l Kit						montar el kit en la maquina y calibrar la maquina	3 horas
5 Sacar Materia P. de Bodega						entregar requisicion, comprobar cantidad y retirar de bodega de materia prima	8 min
6 Preparacion de Materia Prima						comprobar que color se necesita, alistar colorante, mezclar y llevar a la maquina	20 min
7 Produccion						entra materia prima y sale producto terminado	11 - 18 seg
8 Almacenamiento						separa lo que sigue la cantidad necesaria de las maquinas, contarla, empacarla y llevarla a esta bodega de producto terminado	

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

CAPÍTULO IV

4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DMAIC

4.1 DEFINE (D)

Concluido en el capítulo anterior, es conveniente iniciar con la explicación de la metodología Six Sigma para hallar problemas y definir las oportunidades de mejora que se puedan presentar en el transcurso de este proyecto.

“Seis Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente”²⁰.

El método Dmaic comprende de 5 fases principales para su correcta aplicación las cuales son: Definir el problema, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

A continuación se desarrolla las fases descritas.

Definir el problema es una variable importante, por no decir, la fundamental, siendo el punto de partida del proyecto, aquí se analizan los posibles inconvenientes con los que se podría trabajar o posibles oportunidades de mejora que se presentan en la empresa, escogiendo de esta manera, la más factible y así, utilizar de mejor forma los recursos disponibles.

Una vez seleccionada la opción con la que se trabajará, se definirá el alcance, el equipo que se va a conformar y los objetivos del proyecto para evitar desviar el enfoque principal y optimizar tiempo, energía e ideas de trabajo.

²⁰ GUTIERREZ, HUMBERTO, Calidad Total y Productividad, McGraw Hill, 2005, pág. 297

4.1.2 HERRAMIENTAS PARA DEFINIR EL PROBLEMA

Para definir el problema las herramientas que se utilizaran son:

- ⊗ Entrevistas

- ⊗ Matriz de Priorización

4.1.2.1 ENTREVISTAS

En las entrevistas realizadas por el Autor del proyecto a los principales dirigentes de cada área de la empresa, fue entregado un cuestionario sencillo, el mismo que contenía la siguiente interrogante: Cuáles son los principales problemas que afectan el funcionamiento de la empresa?.

Una vez enumeradas los que para su criterio, son los principales inconvenientes, se pidió el respectivo comentario del por qué de sus respuestas para conocer de mejor forma la situación de la empresa y tener un acercamiento más profundo a los problemas de la misma.

El resultado de Las Entrevistas fue el siguiente:

- ⊗ Planificación
- ⊗ Producto Devuelto
- ⊗ Comunicación Interna
- ⊗ Serigrafía
- ⊗ Tiempos de Entrega
- ⊗ Alistamiento Externo

Recopilados los principales problemas especificados por los dirigentes de la empresa, se procederá a realizar una Matriz de Priorización.

4.1.2.2 MATRIZ DE PROIRIZACIÓN

La Matriz de Priorización es una herramienta que sirve principalmente para evaluar diferentes opciones, comparándolas o calificándolas con relación a diferentes criterios, dependiendo del campo que se esté analizando. Su principal objetivo es mediante las evaluaciones de los problemas, analizar cual es el que necesita mayor atención o, en este caso, definir el problema con el que se va a trabajar.

Para realizar la Matriz de Priorización, se convocó a una reunión en la que se definió con qué criterios se va a analizar a cada uno de los problemas, con el siguiente resultado:

- ⊗ Bajo Costo de Implementación
- ⊗ Facilidad de Implementación
- ⊗ Mayor Impacto en la Operatividad de la Empresa
- ⊗ Nivel de Satisfacción de los Clientes

Vale dejar en claro que los criterios mencionados, deben estar descritos con frases claras y que tengan un sentido positivo.

En la misma reunión, se trataron diferentes puntos por el Autor del proyecto, entre ellos: el funcionamiento de la matriz, el objetivo de la misma y la forma en que se va a llenarla. A continuación se relata la explicación.

Inicialmente se explicó los criterios, para que, cada asistente comprenda de mejor manera el desarrollo de la Matriz, siendo de vital importancia, que los presentes tengan muy en claro a que se refiere cada uno de estos:

- ⊗ Bajo Costo de Implementación.- El costo que generaría la aplicación del proyecto a cada problema en particular.

- ⊗ Facilidad de Implementación.- Que tan posible es resolver cada uno de estos problemas, y que tan fácil es la aplicación del proyecto en cada uno de ellos.
- ⊗ Mayor Impacto en la Operatividad de la Empresa.- Como se reflejaría la solución en las demás áreas de la empresa.
- ⊗ Nivel de Satisfacción de los Clientes.- Cuando, por los problemas ocurridos en la empresa, no se ha podido satisfacer las necesidades del cliente reflejándose esto en quejas, alejamiento de los cliente o creación de una mala reputación para la empresa.

Entendido el significado de cada uno de los criterios por todos los presentes en la reunión, se inicia el diseño de la Matriz de Priorización, siendo el primer paso el otorgar la importancia debida a cada uno de ellos, comparándolos entre sí de la siguiente forma:

- ⊗ Se diseña una primera matriz como la que se muestra a continuación:

TABLA Nº 4.1- 1: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIOS

	A	B	C	D
A. BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION				
B. FACILIDAD DE IMPLEMENTACION				
C. MAYOR IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA				
D. NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES				

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

- ⊗ En esta matriz se tiene en la primera columna, la lista de los criterios con los que se va a realizar el estudio, enumerados alfabéticamente de A – D. y, en la primera fila se tiene los mismos, pero descritos solo con la letra correspondiente. De esta forma se podrá comparar a cada uno de ellos, con respecto a los demás. (Obviamente en los cuadros

en los que se compara entre los mismos criterios, como A con A, se los tacha o se los pinta de negro.)

∅ Así, se empieza por la primera fila (A. Bajo costo de implementación), y se procede a llenar los cuadros realizando la pregunta:

“Cuál es la importancia de este criterio (fila) con relación a este otro (columna)?”²¹.

∅ Luego se procede a calificar con la siguiente puntuación:

- 9 Muy importante ?
- 7 Importante ?
- 5 Igualmente Importante ?
- 3 No Importante ?
- 1 Nada Importante ?

∅ En el cuadro que corresponde a la misma comparación, por ejemplo, de A con B, la celda B con A se debe escribir la puntuación complementaria para que, entre ambas, sumen 10 puntos.

∅ Terminada las calificaciones se suman y escriben los porcentajes en las siguientes columnas destinadas para ello, como muestra la siguiente tabla:

TABLA Nº 4.1- 2: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIOS

	A	B	C	D	SUMA	%
A. BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION		5	3	5	13	21,60%
B. FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	5		5	3	13	21,60%
C. MAYOR IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	7	5		3	15	25,00%
D. NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	5	7	7		19	31,60%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

²¹ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 162

∅ Verificados los resultados, se procede a sacar los pesos de importancia relativa que son los mismos porcentajes. (Los pesos de importancia relativa son importantes ya que serán utilizados en la matriz final).

∅ NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	31,6%
∅ MAYOR IMPACTO EN OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	25,5%
∅ FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	21,6%
∅ BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	21,6%

Con los Criterios ya ordenados, se continua con el diseño de una matriz de priorización para cada uno de ellos. Para esto, se creó alternativas, de la misma forma que se lo hizo anteriormente con el siguiente resultado:

- ∅ Proceso de Serigrafiado
- ∅ Proceso de Producción
- ∅ Proceso de Alistamiento Externo
- ∅ Proceso de Planificación
- ∅ Proceso de Entrega de Ordenes de Producción

Reiteradamente se explicó a todos los participantes de la reunión el significado de cada una de estas alternativas teniendo:

- ∅ Proceso de Serigrafiado.- La forma en que se realiza este proceso, los procesos que lo conforman y los problemas de organización que presenta.

- ∅ Proceso de Producción.- Todo lo referente a la producción de envases plásticos, las máquinas, el proceso, la materia prima, lo que se refiere a la transformación de la materia prima en producto final.

- ∅ Proceso de Alistamiento Externo.- Refiriéndose al área del mismo nombre, los problemas que ésta tiene en la preparación de los kits o de moldes de los envases, la existencia de repuestos y materiales necesario.

- ∅ Proceso de Planificación.- Refiriéndose al área de Planificación de la empresa, quiere decir la forma en que se realizan las producciones, para cuando se programan los pedidos de los clientes, la existencia de materiales indirectos, etc.

- ∅ Proceso de Entrega de Ordenes de Producción.- Cuanto se demoran en ser entregadas las órdenes de producción, desde el momento en que ingresan al sistema, hasta que llegan al cliente final, que se encuentren en el rango establecido por la Política de la Calidad de la empresa.

Efectuada la explicación, se diseñó la siguiente matriz:

TABLA Nº 4.1- 3: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIOS Y OPCIONES

CRITERIO	1	2	3	4	5
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO					
2. PROCESO DE PRODUCCION					
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO					
4. PROCESO DE PLANIFICACION					
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION					

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

∅ Después, se prosigue con el siguiente punto que es la calificación de las alternativas entre sí, con respecto al primer criterio. Para realizar esto, se formuló la siguiente pregunta:

“Cuanto esta alternativa (fila) cumple con este criterio, con relación a esta otra (columna) ?”²².

∅ Luego se califica la matriz con la siguiente puntuación:

- 9 Cumple mucho mas
- 7 Cumple mas
- 5 Cumple Igualmente
- 3 Cumple menos
- 1 Cumple mucho menos

∅ Ahora se realiza la votación, calificando a cada uno de las actividades de la misma forma que se lo hizo en la primera matriz, pero esta vez, teniendo una relación directa con el criterio que estemos analizando. Como por ejemplo:

Cuanto el Proceso de Serigrafiado, cumple con el criterio de Nivel de Satisfacción de los Clientes, con relación al Proceso de Producción?

∅ La ubicación de las alternativas en la matriz se ha dispuesto de la misma forma que se explicó en el punto anterior, con la diferencia de que se enumeran del 1 – 5 en forma ascendente.

∅ Terminada la calificación, otra vez se suman los resultados y se sacan los porcentajes de cada alternativa en las celdas correspondientes como indica la Tabla 4.3

²² DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 166

TABLA Nº 4.1- 4: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIO #1

1er CRITERIO: NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	1	2	3	4	5	SUMA	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO		5	3	1	5	14	14%
2. PROCESO DE PRODUCCION	5		5	3	7	20	20%
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	7	5		3	5	20	20%
4. PROCESO DE PLANIFICACION	9	7	7		7	30	30%
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	5	3	5	3		16	16%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

De la misma forma se continua con las siguientes matrices para cada uno de los criterios:

TABLA Nº 4.1- 5: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIO #2

2do CRITERIO: FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	1	2	3	4	5	SUMA	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO		7	7	9	7	30	30%
2. PROCESO DE PRODUCCION	3		7	7	9	26	26%
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	3	3		7	7	20	20%
4. PROCESO DE PLANIFICACION	1	3	3		9	16	16%
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	3	1	3	1		8	8%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

TABLA Nº 4.1- 6: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIO #3

3er CRITERIO: IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	1	2	3	4	5	SUMA	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO		5	1	1	5	12	12%
2. PROCESO DE PRODUCCION	5		3	3	7	18	18%
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	9	7		3	7	26	26%
4. PROCESO DE PLANIFICACION	9	7	7		9	32	32%
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	5	3	3	1		12	12%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

TABLA Nº 4.1- 7: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CRITERIO #4

4to CRITERIO: BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	1	2	3	4	5	SUMA	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO		1	1	1	1	4	4%
2. PROCESO DE PRODUCCION	9		5	1	3	18	18%
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	9	5		1	3	18	18%
4. PROCESO DE PLANIFICACION	9	9	9		1	28	28%
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	9	7	7	9		32	32%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Finalizadas las calificaciones de las alternativas con respecto a todos los criterios, se continúa con el siguiente punto, que es el diseño de la Matriz de Priorización final.

Para realizar la última matriz (Matriz Síntesis) , que es la que decidirá con que alternativa se trabajará, se seguirán los siguientes pasos:

☉ Primero se diseña la siguiente matriz:

TABLA Nº 4.1- 8: MATRIZ SÍNTESIS

	NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO					
2. PROCESO DE PRODUCCION					
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO					
4. PROCESO DE PLANIFICACION					
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION					

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Ø En la primera fila se colocan los resultados de la primera matriz, o sea, los pesos de importancia relativa de los criterios:

TABLA Nº 4.1- 9: MATRIZ SÍNTESIS CON PESOS RELATIVOS

	NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	
	31,6	25	21,6	21,6	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO					
2. PROCESO DE PRODUCCION					
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO					
4. PROCESO DE PLANIFICACION					
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION					

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Ø Realizado esto, se procede a llenar los siguientes cuadros de la matriz, con los resultados de las alternativas para cada criterio:

TABLA Nº 4.1- 10: MATRIZ SÍNTESIS CON RESULTADOS

	NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	
	31,6	25	21,6	21,6	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO	14	12	4	30	
2. PROCESO DE PRODUCCION	20	18	18	26	
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	20	26	18	20	
4. PROCESO DE PLANIFICACION	30	32	28	16	
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	16	12	32	8	

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

- ∅ Cuando todos los cuadros se encuentren completos, se procede a sacar los porcentajes de la siguiente forma:

$$(\text{peso importancia relativa primer criterio} * \text{alternativa1 primer criterio}) + (\text{p i r segundo criterio} * \text{alternativa 1 segundo criterio}) + (\text{p i r tercer criterio} * \text{alternativa 1 tercer criterio}) + (\text{p i r cuarto criterio} * \text{alternativa 1 cuarto criterio})$$

Por ejemplo, para el primer caso, que es, el Proceso de Serigrafiado:

$$(31,6 * 14) + (25 * 12) + (21,6 * 4) + (21,6 * 30)$$

Teniendo como resultado:

14,6 %

- ∅ De la misma forma se continúa con las siguientes alternativas hasta culminar con todas.

TABLA Nº 4.1- 11: MATRIZ SÍNTESIS FINAL

	NIVEL DE SATISFACCION DE LOS CLIENTES	IMPACTO EN LA OPERATIVIDAD DE LA EMPRESA	FACILIDAD DE IMPLEMENTACION	BAJO COSTO DE IMPLEMENTACION	
	31,6	25	21,6	21,6	%
1. PROCESO DE SERIGRAFIADO	14	12	4	30	14,60%
2. PROCESO DE PRODUCCION	20	18	18	26	20,20%
3. PROCESO DE ALISTAMIENTO EXTERNO	20	26	18	20	20,90%
4. PROCESO DE PLANIFICACION	30	32	28	16	26,80%
5. PROCESO DE ENTREGA DE ORDENES DE PRODUCCION	16	12	32	8	16,60%

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Finalizada la Matriz Síntesis se tiene:

⊗ <i>El Proceso de Planificación con</i>	26,8%
⊗ El Proceso de Alistamiento Externo con	20,9%
⊗ El Proceso de Producción con	20,2%
⊗ El Proceso de Entrega de O. de Producción con	16,6%
⊗ Y el Proceso de Serigrafiado con	14,6%

Con los resultados listos, se realiza el análisis de los mismos mediante un consenso entre todos los asistentes para seleccionar la mejor alternativa con la que se va a trabajar, sin olvidar que la definición del problema es de suma importancia para el éxito del proyecto.

En este caso, se seleccionó el *Proceso de Planificación*, ya que, obtuvo el primer lugar en la matriz y, entre todos los presentes, se acordó que esta es la mejor opción para tratarla en el proyecto. Vale dejar en claro que dentro del Proceso de Planificación existen diferentes problemas, por lo que, también se tomó la decisión de enfocar el proyecto estrictamente en:

- ⊗ Tiempos de Entrega de Ordenes de Producción

El mismo que va a ser el tema principal del estudio que se va a realizar y del que va a depender los objetivos y metas que se plantearán a continuación. Dejando a las demás situaciones para futuros estudios o futuros proyectos que se podrán cumplir cuando el presente haya terminado.

Definido el problema, se cumplió con el principal objetivo de esta fase y para culminar con este capítulo, se plantearán objetivos cuantificables y medibles a corto plazo para comprobar la efectividad y funcionamiento del proyecto.

El objetivo principal del Proyecto se precisó como:

- ⊗ Reducir los tiempos de entrega de las Ordenes de Producción

Con el mismo, se espera obtener beneficios tangibles tales como: económicos y aumento en la producción a través del uso eficiente de las instalaciones de la fábrica, e intangibles como: incrementar la buena reputación de la empresa y siempre mantener la mejora continua en la imagen que proyecta la misma a sus clientes.

En el punto 4.2, se analizará la siguiente fase de la metodología dmaic, el Measure (M), se realizarán las mediciones y recolección de datos necesarios, se ratificará el motivo del estudio y por último se confirmará el objetivo del proyecto.

4.2. MESURE

4.2.1 MAPEAR EL PROCESO

Para mapear el proceso de producción de la fábrica INPLA S.A., se utilizó el diagrama SIPOC detallado (proveedores, entradas, procesos, salidas, cliente), puesto que es una herramienta que explica paso a paso el avance del proceso, desde que entra una orden de compra hasta que es entregada al cliente final. En seguida se explicará como se construyó este diagrama.

Primero se diseñó la Cadena de Valor, definiendo primeramente el cliente inicial y el cliente final, luego de esto se determinó los procesos gerenciales, procesos productivos y los procesos de apoyo de la organización, teniendo como procesos gerenciales: la Gerencia, como procesos productivos: marketing y ventas, producción y despacho y finalmente como procesos de apoyo tenemos procesos administrativos, financieros, contables y de administración del capital humano obteniendo la siguiente Cadena de Valor:

TABLA 4.2- 1: CADENA DE VALOR



FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Una vez lista la cadena de valor, se enfocó en los procesos productivos y se los tomó como punto de partida para diseñar el mapa de proceso de Industrias Plásticas SA. Estos procesos productivos se convertirán en los procesos primarios en el diagrama, dado que cada uno de ellos se encuentra conformado por sub procesos o procesos secundarios, los mismos que a su vez, constan de varias actividades. Este diseño se lo explicó anteriormente en el punto 3.1 Macro procesos. Aquí, se explicará detenidamente como se conectan cada uno de los procesos primarios, secundarios y sus actividades para formar un todo y lograr así el funcionamiento armónico de la planta, y con esto regirse única y especialmente al diagrama de procesos de producción.

Primero, se grafica 4 columnas en las que se ubicarán los proveedores, las actividades, el producto y el cliente de cada una de las actividades que se menciono anteriormente. A continuación se explica como se llenan cada una de estas columnas.

Se empieza con la columna de las actividades, aquí se coloca a los procesos principales, formando una columna diferente dentro de la columna de actividades. En cada uno de los mismos, se ubican en la parte inferior respectivamente sus procesos secundarios. Teniendo situados a los procesos primarios y secundarios, se empieza a colocar cada una de las actividades en orden, desde la llegada de la orden de compra hasta la entrega del producto al cliente final.

Las actividades se van situando en la parte inferior del proceso primario o secundario al cual corresponda. Por ejemplo la actividad Revisar Disponibilidad de Máquinas corresponde al proceso secundario Planificación el mismo que a su vez pertenece al proceso primario de Producción.

Vale recalcar que cada que se ubique una actividad en el diagrama, la siguiente obligatoriamente deberá ubicarse en la parte inferior de la anterior.

Cada vez que una actividad sea ubicada en la columna y sitio correspondiente a su vez se tiene que completar las columnas de Proveedores, Producto y

Cliente. Para explicar la forma en que se realiza esto tenemos el siguiente ejemplo: para Revisar Disponibilidad de Máquinas, el Proveedor de esta actividad es el departamento o proceso que lo antecede, en este caso como la actividad anterior Revisar Existencia de Materia Prima se encuentra en el mismo Departamento y corresponde al mismo proceso Secundario por ende, el Proveedor será Planificación. Para los casos en que las dos actividades se encuentren en diferentes columnas o sea, diferentes departamentos o procesos, de la misma forma el Proveedor siempre será el departamento de la actividad que la antecede. Por ejemplo para la actividad Revisar Plan de Producción, que se encuentra en la columna del proceso Secundario de Bodega de Materia Prima, su Proveedor será el departamento de Planificación ya que, la actividad que antecede a ésta es Ingresar Plan de Producción y la misma se encuentra ubicada en la columna de Planificación.

La columna de Cliente se llena de la misma manera anteriormente explicada, con la única diferencia que, a cambio de ser el departamento o proceso de la actividad anterior, es el de la actividad que lo sigue. Como ejemplo en la actividad Empacar, que se encuentra dispuesta en el proceso Secundario de Manufactura, su Cliente vendría a ser el departamento o proceso de la actividad siguiente que es Recibir Producto de Control de Calidad, la misma que se encuentra ubicada en la columna del proceso, Bodega de Producto Terminado siendo este el cliente.

Finalmente, para completar el diagrama, se continúa llenando la columna de Producto de la siguiente forma:

El Producto de cada actividad es el resultado que se obtiene al haber realizado dicha actividad, como ejemplo para la actividad Producir Envases Plásticos el producto sería el Envase Plástico Producido. Para este diagrama, en el caso de la actividad Aprobar Orden de Producción ubicado en Marketing y Ventas, el Producto sería la Orden de Producción Aprobada, o para la actividad Preparar Materia Prima el Producto sería la Materia Prima Lista.

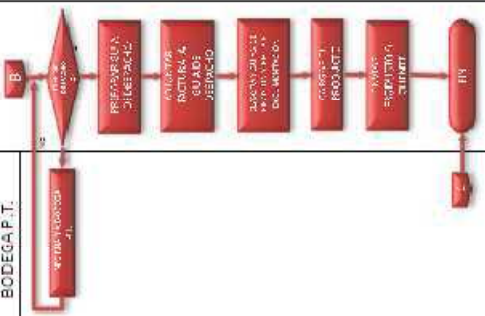
Una vez terminadas todas las actividades de uno de los procesos sea primario o secundario, se continúa con las actividades del siguiente, pero siempre recordando que deberá situarse en la parte inferior de la actividad anterior, en la siguiente columna, pero siempre en la parte inferior de la actividad anterior.

Para terminar con el Diagrama de Procesos de Industrias Plásticas SA se colocan las flechas conectoras las mismas que ya fueron explicadas en el Capítulo II en el Marco Teórico de los Diagramas de Flujo.

DIAGRAMA 4.2- 1 SIPOC DETALLADO

PROVEEDOR	ACTIVIDADES					CLIENTE	
	MARKETING Y VENTAS	PLANIFICACION	BODEGA M.P.	MANUFACTURA	BODEGA P.T.		DESPACHO
CLIENTE							
MARKETING	<p>PLANIFICACION</p> <p>CONFIRMAR CANTIDADES CON CLIENTE</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					O.P. RECIBIDA	MARKETING
MARKETING	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					O.P. RECIBIDA	MARKETING
MARKETING	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					O.P. RECIBIDA	PLANIFICACION
PLANIFICACION	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					PLAN DE PRODUCCION REVISADO	PLANIFICACION
PLANIFICACION	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					MATERIA PRIMA REVISADA	PLANIFICACION
PLANIFICACION	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					MAQUINAS REVISADAS	PLANIFICACION
PLANIFICACION	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					P.P. INGRESADO	BODEGA M.P.
PLANIFICACION	<p>PLANIFICACION</p> <p>REVISAR PLANIFICACION</p> <p>¿MATERIAS PRIMAS OK?</p> <p>SI: APROBADO</p> <p>NO: REVISAR PLANIFICACION</p>					PLAN DE PRODUCCION REVISADO	BODEGA M.P.
<p>M.P.: MATERIA PRIMA P.T.: PRODUCTO TERMINADO P.P.: PLAN DE PRODUCCION O.P.: ORDEN DE PRODUCCION C.C.: CONTROL DE CALIDAD</p>							

PROVEEDOR	ACTIVIDADES				CLIENTE
	MARKETING Y VENTAS	PLANIFICACION	PRODUCCION	DESPECHO	
BODEGA M.P.		BODEGA M.P.	MANUFACTURA	BODEGA P.T.	REQUISICION LISTA
BODEGA M.P.					M.P. ENTREGADA
BODEGA M.P.					M.P. LISTA
MANUFACTURA					AUSATAMIENTO EXTERNO LISTO
MANUFACTURA					M.P. COLOCADA
MANUFACTURA					PRODUCTO LISTO, REVISADO Y EMPACADO
MANUFACTURA					BODEGA P.T.
BODEGA P.T.					BODEGA P.T.
BODEGA P.T.					BODEGA P.T.
MARKETING					FACTURA LISTA
BODEGA P.T.					PLAN DE DESPACHO ENTREGADO
BODEGA P.T.					PLAN DE DESPACHO RESIBIDO
<p>M. P. : MATERIA PRIMA P.T.: PRODUCTO TERMINADO P.P.: PLAN DE PRODUCCION O.P.: ORDEN DE PRODUCCION C.C: CONTROL DE CALIDAD</p>					

PROVEEDOR	ACTIVIDADES				PRODUCTO	CLIENTE
	MARKETING Y VENTAS	PRODUCCION				
	PLANIFICACION	BODEGA M.P.	MANUFACTURA	BODEGA P.T.	DESPACHO	
DESPACHO					GUIA DE DESPACHO LISTA FACTURA Y GUIA LISTAS DOCUMENTACION BODAS Y GUIAS LISTAS PRODUCTO CARGADO PRODUCTO ENVIADO	DESPACHO DESPACHO DESPACHO DESPACHO CLIENTE FINAL
M.P. : MATERIA PRIMA P.T.: PRODUCTO TERMINADO P.P.: PLAN DE PRODUCCION O.P.: ORDEN DE PRODUCCION C.C.: CONTROL DE CALIDAD						

FUENTE: INPLA S.A.
 DISENADOR: DAVID VITERI

4.2.2 DEFINICIÓN Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN

Para el objetivo planteado anteriormente en la fase DEFINE, ahora se precisará un método de medición para que el proyecto continúe y de ésta forma, plantear cuales serán las variables medidas, de qué forma de recolectará los datos, definir el método de medición y por último validar dicho método de medición.

Para la realización de esto se plantean las siguientes preguntas:

1. Cuáles serán las variables medidas ?

La variable principal que será medida son las Órdenes de Compra (ver anexos) mismas que, junto con el Plan de Despachos, indicarán cual es la demora existente en la entrega de las órdenes de producción al cliente final, desde el momento en que ingresa hasta que el producto terminado es despachado.

2. De qué forma serán recolectados los datos ?

Mediante el estudio y revisión de las Ordenes de Compra y Plan de Despachos con lo que se obtendrá una base de datos histórica de los últimos seis meses de producción del presente año para con esto, conseguir un antecedente de las entregas y tiempos en que las mismas se han realizado hasta el momento para luego de ser implementado el proyecto (previa aprobación del mismo por el grupo de trabajo), realizar en un futuro nuevas mediciones de las mismas variables y de esta forma verificar la eficacia del mismo.

3. Cuál es el método de medición ?

Como método de medición se utilizará en un inicio los Histogramas para representar gráficamente el estado en que se encuentra el problema, un diagrama SIPOC detallado para la correcta explicación y diseño del

Mapa del Proceso y para concluir con la fase del MESURE, el estudio de la Capacidad del Proceso (CP).

Con respecto a la Validación del Método de Medición, se convocó a una reunión con el grupo de trabajo, en donde se expuso las preguntas antes señaladas y las respuestas sugeridas por el Autor y luego de aceptar y sumar sugerencias e ideas expuestas, se logró la aprobación y validación de método de medición.

Con la tabla lista, son clasificadas las Órdenes de Compra que fueron recibidas por parte de los clientes principales: Zaimella, Drocaras y Henkel, se revisan los datos antes mencionados y se reúne todas las Ordenes de Compra que cada uno de ellos han realizado en el período de tiempo establecido. Las organizan en primer lugar por cliente obtenido esto, se junta las Ordenes de Compra por número de OC organizándolas desde la primera que consta en enero, hasta la final que consta en el mes de junio (esto se pudo realizar con los números de órdenes de compra los cuales se los manejan dependiendo de cada cliente). VER ANEXO 4.2- 1

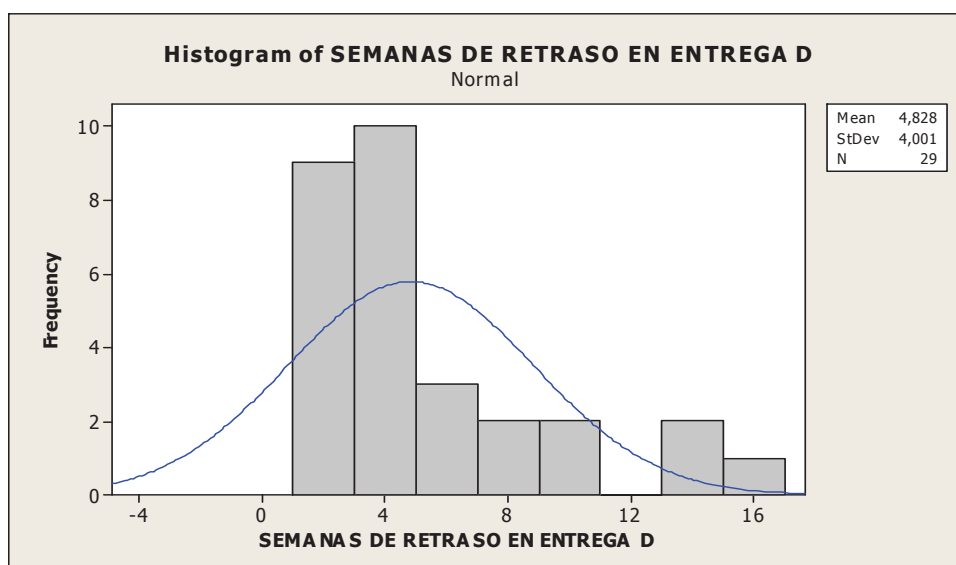
Con esta lista también se obtiene la fecha de ingreso de las Ordenes de Compra, cuando empezaron a producirse y cuando terminó la producción, lo que facilitará en adelante obtener los datos necesarios para este estudio: Retraso Existente en la Entrega de cada una de las Ordenes de Producción. Realizado esto, se ordenó por el tipo de producto y se determinó el tiempo de demora existente en cada uno de los productos que conforman cada una de las órdenes de producción. La lista fue examinada, empezando por cada uno de los clientes para verificar si existiese algún producto que se repita, algo que se da puesto que existen ocasiones que la producción sufre alguna para obligada o no prevista por diferentes razones o, a su vez, se programa el mismo producto en diferentes días. En este caso, ese detalle no influye en mucho o nada ya que, lo que interesa es saber cuanto demoró la Orden de Compra en ser entregada. VER ANEXO 4.2- 2

Con todos los datos ordenados, ahora sí se podrá determinar el tiempo de demora de cada una de las órdenes de producción, tomando en cuenta desde la fecha en que la misma ingreso al área de planificación de la empresa, hasta la fecha en que el último producto salió del área de manufactura y serán contabilizadas en semanas ya que, en la empresa, como política de calidad

consta el entregar quince días después del ingreso todas las órdenes de compra recibidas. Obteniendo la siguiente tabla: VER ANEXO 4.2- 3

Con estos resultados se obtuvo un histograma, mismo que muestra cómo se encuentra la distribución en la entrega de las órdenes de producción en el tiempo establecido, las semanas que ha tardado cada orden de producción en ser entregada y cuantas órdenes se han entregado por cada número de semanas transcurridas, datos que en un futuro, serán útiles para el análisis de las soluciones y para realizar una comparación entre el estado actual de la empresa y después de la implementación el proyecto en la misma.

GRÁFICO 4.2-1: HISTOGRAMA SEMANAS DE RETRASO ENTREGA DE ÓRDENES DE COMPRA



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Ahora se procede a calcular la capacidad del proceso de manufactura de la empresa para lo cual, después de algunas reuniones con el equipo de trabajo, se determinó las variables que serán recolectadas para utilizarlas en la medición del cp.

Para éste estudio se realizarán tres etapas diferentes de medición:

Primero, recolección de datos. Para esto se determinó un Plan de Observaciones que consta de un número de 100 medidas de las variables que se recolectará de la siguiente forma: 50 datos en una etapa inicial, en un período de tiempo determinado, especificado a continuación. Previamente se determinó que se va a medir, en donde se va medir, a que hora se realizarán las mediciones y que productos serán medidos:

∅ Qué se va a medir ?

El tiempo que tarda cada inyectada en segundos.

∅ En dónde se va a medir ?

En el área de manufactura de la empresa, en la sopladora #3.

∅ A qué hora se realizaran las mediciones ?

A las diez de la mañana durante tres días.

∅ Qué producto se va a medir ?

Frasco Zaimella 250 PVC Transparente.

Al siguiente día, a la misma hora, se tomarán 25 nuevas mediciones, cuidando que las condiciones que se presenten sean normales y dado que exista alguna anormalidad en el proceso apuntarlo y explicarlo debidamente. Finalmente se realizará un tercer período de 25 nuevas mediciones con las mismas condiciones explicadas anteriormente.

TABLA 4.2- 4: TIEMPOS POR CADA INYECTADA EN SEGUNDOS

TIEMPO POR CADA INYECTADA EN SEGUNDOS				
13,08	13,08	13,23	13,21	13,15
13,15	13,24	13	13,19	13,09
13,21	12,97	13,17	13,19	13,19
13,22	13,29	13,08	13,22	13,19
13,29	13,14	13,09	13,22	13,03
13,14	12,91	13,13	13	13,15
13,03	13,22	13,23	13,09	13,09
13,03	13,13	13,17	13,22	13,1
13,24	13,05	13,12	13,03	13,03
13,01	13,04	13,04	13,25	12,75
13,13	13,1	13,13	13,18	13,19
13,1	13,19	12,97	13,15	13
12,96	13,17	13,03	13,19	12,97
12,98	13,14	13,06	13,31	13,15
13,01	13,1	12,97	13,1	13,13
13,05	13,04	13,09	13,04	13,12
13,03	13,1	12,85	13,12	13,06
13,17	13,16	13,19	13,21	12,88
13,08	13,1	13,03	13,06	13,13
13,16	12,96	13,03	13,25	13,03

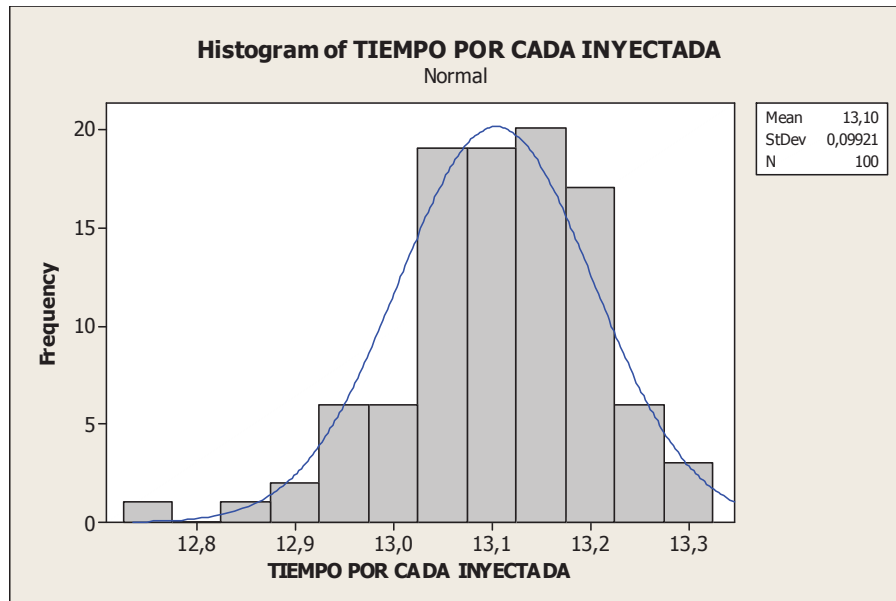
FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Dado el caso de que se presenten valores raros o fuera de lo común, cerciorarse si no se trata de un error de medición o de digitación para luego investigar si se ha presentado algún suceso especial en el proceso durante el tiempo que se realizó la medición. Si todas estas opciones han sido descartadas o explicadas debidamente ahí y solo ahí se podrá eliminar el punto discrepante o anormal.

El número de muestras presentado se determinó gracias a la recomendación existente en el manual de Formación de Especialistas Six Sigma Green Belt.

Realizado esto, se ingresan los datos a un programa especializado para obtener los gráficos y resultados correspondientes al cálculo del Cp obteniendo los siguientes resultados:

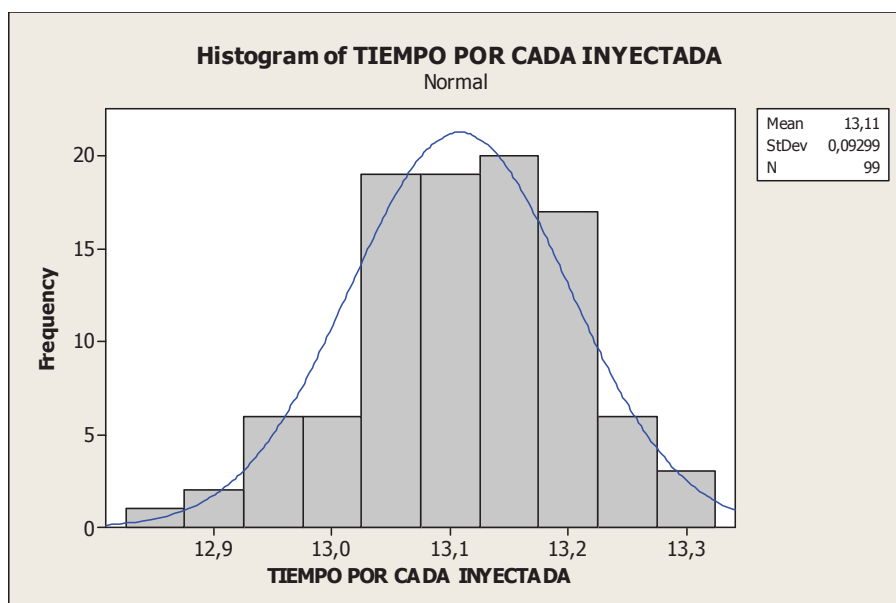
GRÁFICO 4.2- 2: HISTOGRAMA DE TIEMPOS DE INYECTADA



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Eliminada una de las mediciones por error en toma de tiempos en la recolección de datos se obtiene el siguiente histograma:

GRÁFICO 4.2- 3: HISTOGRAMA NORMALIZADO DE TIEMPOS DE INYECTADA

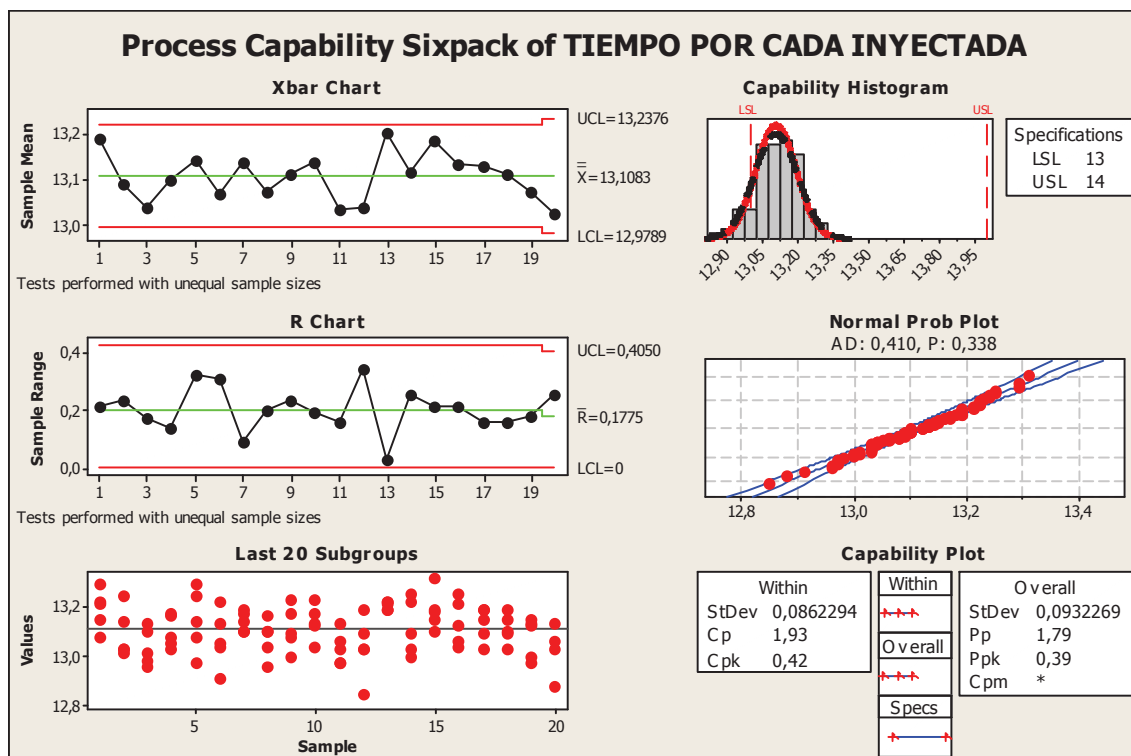


FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Vale dejar en claro que los valores de los límites superior e inferior se establecieron en LIE = 13 y LSE = 14 ya que, si baja de 13 segundos en cada soplada se puede producir problemas en el enfriamiento del envase, lo que ocasionaría fallas en la calidad del producto tales como dureza, transparencia entre otras y, si sube de 14 segundos también puede causar problemas en la calidad y terminado superficial del producto.

Con esta información, se puede realizar un *Process Capability Sixpack* (seis diferentes gráficos que con sus resultados ayudan al análisis de la capacidad del proceso), los que se muestran a continuación:

GRÁFICO 4.2- 4: ANÁLISIS SIX PACK DE TIEMPOS DE INYECTADA



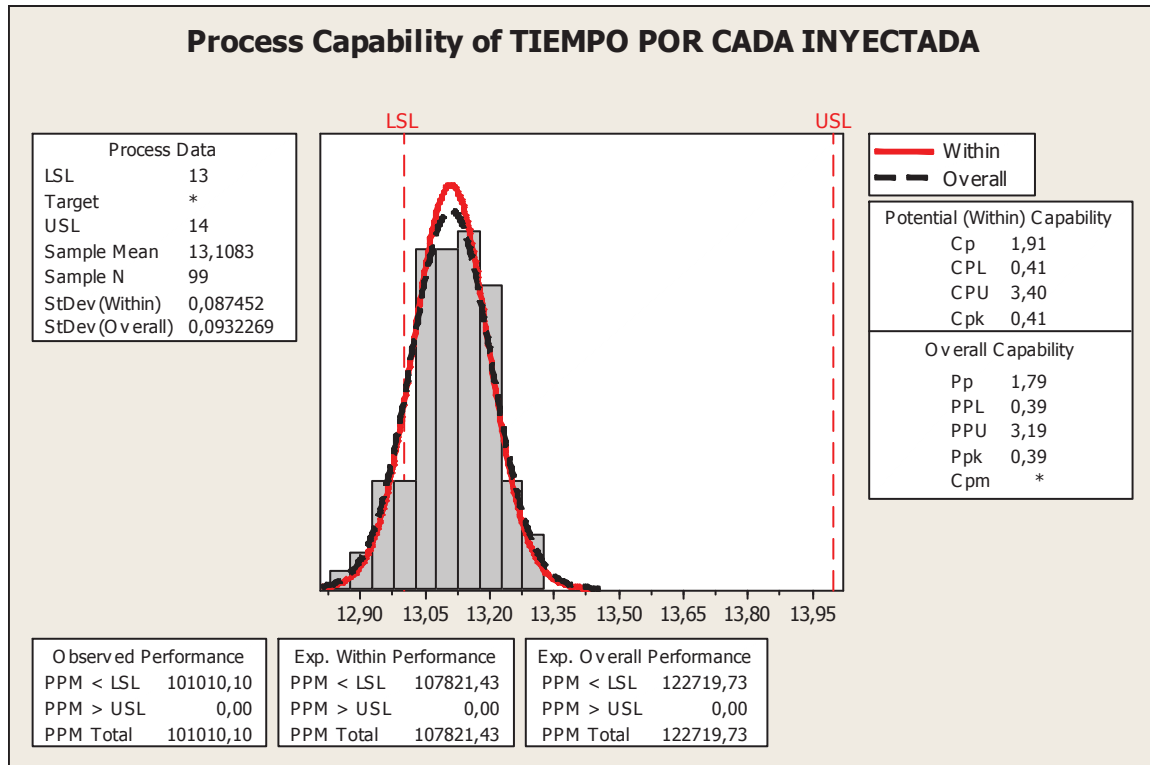
FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Realizando un análisis a los gráficos de control de la media y del rango se puede decir que el proceso se encuentra bajo control estadístico ya que:

- ∅ no existen puntos fuera de los límites de control.
- ∅ no existen rachas o longitudes de puntos en un solo lado de la línea central.
- ∅ dada la existencia de una tendencia en el gráfico de la media, esta no pasa los siete puntos por lo que se considera una situación normal.
- ∅ aunque se presenta un acercamiento a una de las líneas de límite de control de uno de los puntos, en los gráficos de la media y rango, se revisó el por que de este acontecimiento y como se explicó anteriormente, esto se da por un error en la toma de los tiempos por lo que, con el análisis y explicación de este punto, se lo puede eliminar del gráfico de control.
- ∅ no existe un acercamiento de varios puntos sobre la línea central.
- ∅ en el caso de la regla de la periodicidad, como uno de los puntos en el gráfico del rango presenta esta característica, se analiza el por que de esta ocurrencia y se llegó a la conclusión de que es el mismo punto antes tratado en el acercamiento a las líneas de control por lo que, dado que ya se encontró el problema presente en el mismo, se lo puede eliminar.

Para completar el análisis, se efectúa un *Capability Analysis* (análisis de la capacidad de la normal).

GRÁFICO 4.2- 5: CAPABILITY ANALYSIS DE TIEMPOS DE INYECTADA



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Obtenidos gráficos y resultados, se procede a analizar los datos para ver si el patrón observado de variación es común o tiene patrones especiales de variación.

Analizando los datos anteriores, se obtiene que el Proceso de Manufactura *SI ES CAPAZ*, ya que la variación natural es menor que su tolerancia. Esto se determinó con uno de los datos que se encuentran en el gráfico de *Process Capability Sixpack*: el Cp. Dado que este es mayor que uno, siendo 1,75 se concluye que el proceso es completamente capaz, por lo que, obviamente, en el área de Manufactura no se encuentra el problema.

Con esta información se estudiará la capacidad del proceso de la Planificación de la empresa.

Para esto, se procede con los pasos ejecutados anteriormente en el análisis de la capacidad del Proceso de Manufactura, efectuando algunos cambios, los mismos que se detallaran a continuación:

Primero se realiza la recolección de datos. Para esto, como en el caso anterior, se fija un Plan de Observación que contiene: que se va a medir, como se va a medir y cuando se va a medir:

∅ Qué se va a medir ?

Las Órdenes de Compra.

∅ Cómo se va a medir ?

Se registrará las fechas de ingreso de las órdenes de compra a la empresa y al área de manufactura.

∅ Qué periodo de tiempo se va a medir ?

Se medirán las órdenes de compra ingresadas a la empresa en los meses de septiembre, octubre y noviembre del presente año.

Luego, se diseña una tabla que contenga: Número de la Orden de Compra, Cliente, Fecha de ingreso de la Orden de Compra, Fecha de ingreso al área de Manufactura y Tiempo en semanas que tardó en ingresar a manufactura.

TABLA 4.2- 5: LISTA DE RETRASOS EN PLANIFICACIÓN

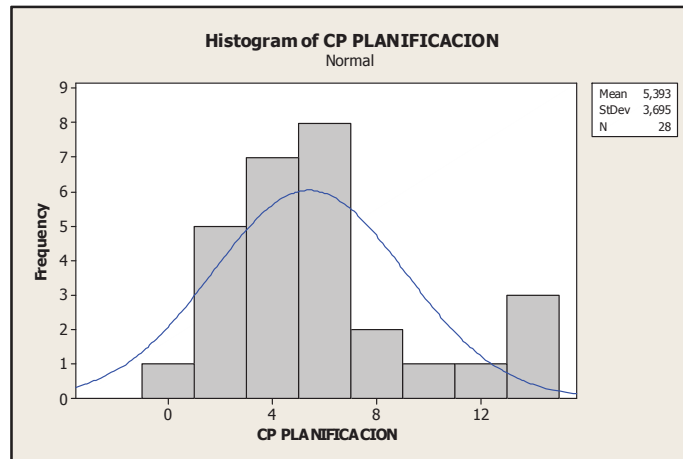
Nro.	ORDEN DE COMPRA	CLIENTE	FECHA INGRESO O.C	FECHA INGRESO A PRODUCCION	TIEMPO (SEMANAS)
1	5696	Aseo Total	20/08/2009	06/10/2009	6
2	014-09	Fitoterapia	28/09/2009	27/10/2009	4
3	679	Envapress	24/09/2009	28/10/2009	5
4	5753	Drocaras	29/09/2009	01/10/2009	0
5	9289	C.C. Laboratorios	24/09/2009	28/10/2009	5
6	629	Envapress	24/09/2009	08/10/2009	2
7	152-1	Care	17/09/2009	22/10/2009	5
8	26/08/2009	Montero	26/08/2009	28/10/2009	9
9	3329	Quala	08/07/2009	08/10/2009	13
10	24180	Zaimella	04/09/2009	13/10/2009	5
11	24429	Zaimella	28/10/2009	12/11/2009	2
12	5931	Calcograf	22/09/2009	21/11/2009	8
13	96441	Life	04/09/2009	19/10/2009	6
14	3382	Quala	01/07/2009	01/10/2009	13
15	5856	Drocaras	01/10/2009	29/10/2009	4
16	06/08/2009	Maderitas	06/08/2009	13/11/2009	14
17	697	Henkel	11/11/2009	02/12/2009	3
18	636	Envapress	29/10/2009	06/11/2009	1
19	96903	Life	22/09/2009	20/10/2009	4
20	153-2009	BaselPharma	23/10/2009	29/10/2009	1
21	9319	C.C. Laboratorios	22/10/2009	26/11/2009	5
22	8883	Salgraf	22/09/2009	15/10/2009	3
23	04-00060	Ecoenvases	07/10/2009	30/11/2009	7
24	21/08/2009	Ecoenvases	21/08/2009	06/11/2009	11
25	13114	Solubles Instantáneos	19/10/2009	03/11/2009	2
26	13102	Solubles Instantáneos	12/10/2009	14/11/2009	4
27		Qualco	26/10/2009	30/11/2009	5
28		Rene Chardon	12/10/2009	11/11/2009	4

FUENTE: INPLA S.A.
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Obtenidas 28 muestras en el período de tiempo establecido, se continúa realizando un histograma idéntico al anterior de Manufactura, con los nuevos datos y límites. Los límites superior e inferior se establecieron en $LIE = 0$ y $LSE = 2$ como el tiempo se encuentra establecido en semanas, el 0 representa el ingreso a Manufactura el momento de llegada de la Orden de

Compra y el 2 representa las dos semanas o quince días que la empresa tiene como política de calidad para la entrega de las Ordenes de Producción.

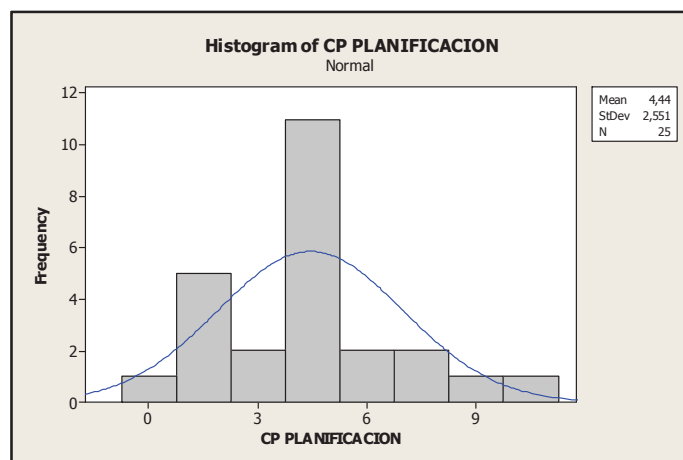
GRÁFICO 4.2- 6: HISTOGRAMA RETARASOS PLANIFICACIÓN



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Listo el histograma se efectúa la normalización del mismo, eliminando puntos extremos, errores de medición o de apreciación, antes se debe tener la explicación de lo sucedido en cada uno de estos puntos y documentarlo debidamente para su estudio y eliminación de posibles errores.

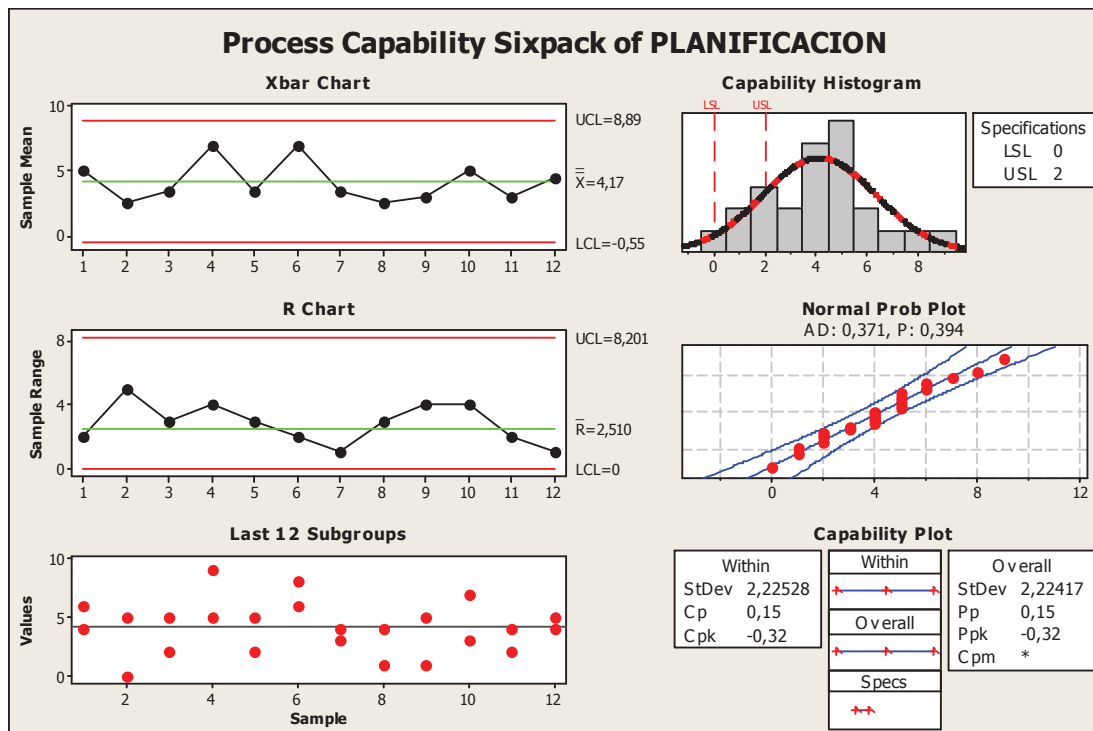
GRÁFICO 4.2- 7: HISTOGRAMA NORMALIZADO RETRASOS PLANIFICACIÓN



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Normalizado el histograma, ingresan los datos al Minitab igual que en el cálculo del Cp anterior, para efectuar el análisis *Sixpack*, con los siguientes resultados:

GRÁFICO 4.2- 8: ANÁLISIS SIX PACK PLANIFICACIÓN



FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Para el proceso de Planificación también se debe analizar si el mismo se encuentra bajo control estadístico para lo que, a continuación, se realiza un estudio de los gráficos de control de la media y del rango como se realizó en el proceso de inyección:

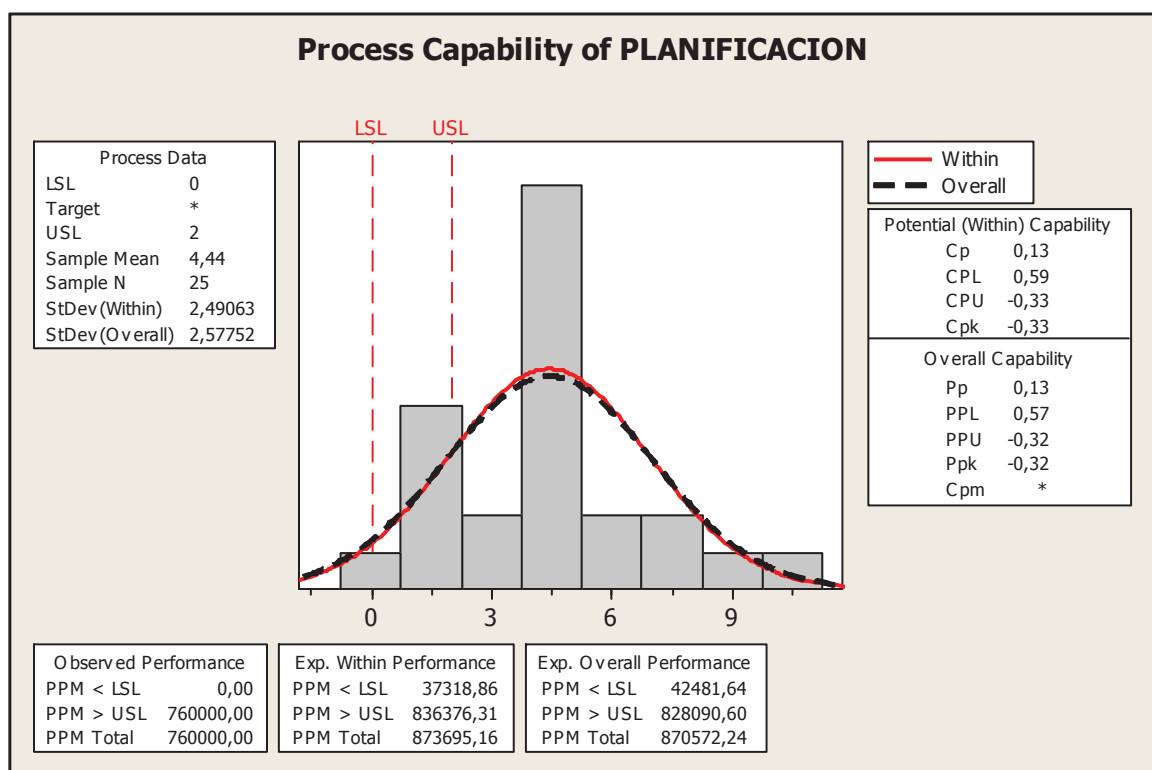
- ∅ ningún punto se encuentra fuera de los límites de control.
- ∅ en el gráfico del rango existe una racha, pero como esta no supera los siete puntos se considera una situación normal.

- ∅ de la misma forma la tendencia existente en el gráfico del rango no supera los siete puntos por lo que se considera normal.
- ∅ no existe un acercamiento a los límites de control en ninguno de los dos gráficos de control.
- ∅ tampoco existe un acercamiento a la línea central en los gráficos.
- ∅ respecto a la periodicidad, tampoco se presenta ésta regla en los gráficos.

Efectuado este análisis se puede concluir que el proceso se encuentra bajo control estadístico y de esta forma se puede continuar con el siguiente análisis.

Finalmente se realiza el *Capability Analysis* que se muestra a continuación:

TABLA 4.2- 13: CAPABILITY ANALISIS DE PLANIFICACIÓN



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Con los datos, gráficos y resultados listos, se procede al análisis de los mismos.

De idéntica forma a la anterior, observamos el valor de Cp. obtenido en el Process Capability Sixpack, si éste es menor que uno el proceso no es capaz, si el valor es igual a uno el proceso se ajusta (esto quiere decir que el proceso es parcialmente capaz o en otras palabras la capacidad del proceso está llegando a su límite) y, finalmente, si el valor es mayor que uno nos indica que el proceso es capaz y que la variación natural es menor a la tolerancia.

En este caso se obtuvo un valor de $C_p = 0,13$ y un $C_{pk} = -0,33$ lo que demuestra que la variación natural del proceso es mucho mayor a la tolerancia establecida, en sí, que el Proceso de Planificación *No es Capaz*, y es justamente aquí en donde se debe realizar un estudio de problemas, aplicar los cambios e implementar las mejoras para que con esto, se REDUZCA LOS TIEMPOS DE ENTREGA DE LAS ORDENES DE PRODUCCIÓN, confirmando así el objetivo planteado anteriormente en la etapa Define.

4.3 ANALYZE (A)

Una vez terminada la fase Measure, se continúa con la fase Analyze que trata del análisis de los posibles problemas existentes en el proceso de Planificación; identificar las causas para que acontezcan estos problemas y por último, seleccionar las principales para con éstas, saber a cual se podrá atacar y en la siguiente fase, utilizando las herramientas adecuadas, encontrar las posibles soluciones a estos problemas.

Para esto es se realizaron dos procedimientos, los cuales se explican a continuación:

4.3.1 IDENTIFICAR LAS CAUSAS POTENCIALES

La identificación de causas potenciales es un proceso crucial en la etapa de Analyze y en sí para todo el proyecto ya que, si no se identifican correctamente los problemas, las fuentes de variación y sus causas, el proyecto de mejora se desviaría de su propósito esencial, la mejora continua y, al final no se verían los resultados deseados pues se estaría enfocando la mejora en dirección equivocada, lo que sería causa de pérdida de tiempo y recursos para la empresa y para el gestor de este proyecto. De similar forma, si las causas son identificadas correctamente, aparte de obtener resultados deseados en menor tiempo y sin desperdicios de recursos, el proyecto estaría enfocado correctamente y se atacará a las verdaderas razones del por que de los problemas, se identificarán las oportunidades de mejora existentes en el proceso, se aseguraría la eficacia del mismo y por consiguiente una mejora continua dentro de la organización.

Para esto, existen ciertas herramientas estadísticas que ayudan al mejor entendimiento de posibles causas. En este caso se utilizó principalmente dos de dichas herramientas, mismas que serán descritas a continuación:

Existiendo el principio que reza: atrás de todo efecto existen causas, para identificar a estas se utilizó el análisis de Causa y Efecto, con lo que se podrá expandir el pensamiento para lograr el mayor número posible de causas potenciales y a través de los datos recogidos en la fase anterior, el Measure, confirmar y seleccionar las causas raíz de los problemas existentes en el proceso.

En un inicio se utilizó la técnica de los “5 whys” o los cinco por qué? Creada por Taichi Ohno, que expresa que ante todo problema se pregunta cinco veces por qué, con lo cual se conocerá la causa raíz.

Con este propósito, se recurrió a los datos recogidos en la fase anterior en la medición del Cp de Planificación, listas las 28 muestras recogidas y establecido el tiempo que tardó desde que llegaron a la fábrica hasta que entraron al área de manufactura, se analizó una por una y en reunión sostenida con el equipo de trabajo, se llegó a la conclusión que la mejor manera de realizar esta técnica sería analizar los variables como un todo ya que, todas se rigen por los mismos problemas y de esta forma encontrar los motivos porque se dieron las demoras obteniendo los siguientes resultados:

- ⊗ PROBLEMA: Demora en el ingreso de la orden de compra al área de Manufactura

- ⊗ *Por qué* se demoró en ingresar al área de Manufactura ?
Falta de Materia Prima

- ⊗ *Por qué* hubo falta de Materia Prima ?
Falta de liquidez en la empresa
Retrasos en la entrega de Materia Prima

⊗ *Por qué* existió la falta de liquidez en la empresa ?

Subió el precio de la Materia Prima

⊗ *Por qué* subió el precio de la Materia Prima ?

Cambio de proveedores

Comprar a proveedores locales

⊗ *Por qué* se recurrió al cambio a proveedores locales ?

Por cambio de políticas de pago con proveedores anteriores

Una vez llegado al último por qué, se procede a analizar las razones o respuestas recibidas por parte del equipo de trabajo para alcanzar la causa raíz o las causas potenciales sobre las que se podrá trabajar en la siguiente fase y, sobre las que se posee un posible control o poder para intervenir y que no sean afectadas por factores externos tales como: políticas de gobierno, paros, etc.

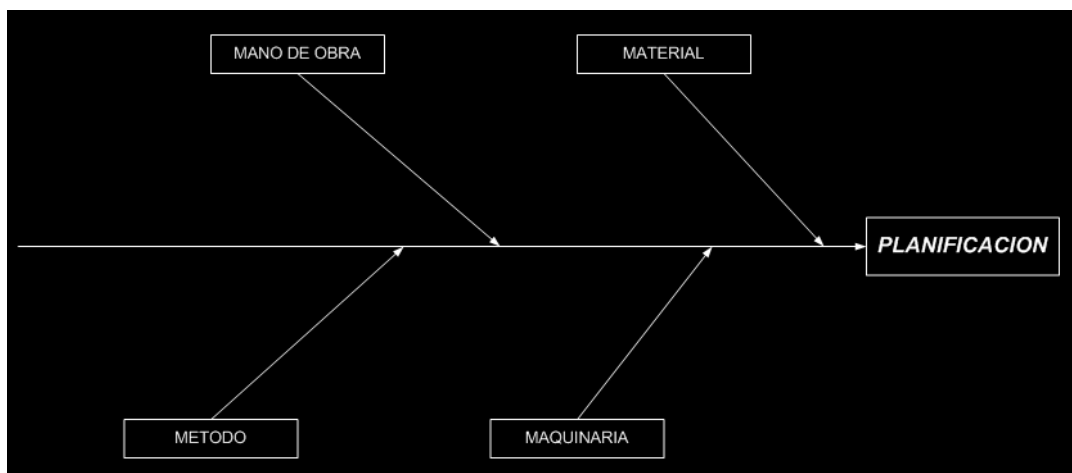
Como resultado, se consiguió excelente información de las causas principales por las que ocurre la falta de materia prima en la empresa pero como la mayoría de las causas enumeradas anteriormente en la técnica *5 whys* están controladas por factores externos y se encuentran fuera del alcance de este proyecto, se procederá a efectuar otra herramienta de excelente importancia e utilidad para el propósito de este punto que es Identificar las Causas Potenciales.

El diagrama de Ishikawa, facilitará el llegar a las causas raíz del porque existe la variabilidad en el proceso de Planificación, jerarquizándolas y logrando así, identificar las causas específicas o primarias. Para ejecutar este diagrama se realizó lo siguiente:

Para iniciar, se describió el efecto que están causando estos problemas, para este caso sería, variabilidad en la Planificación de la empresa. Después, se seleccionaron cuatro grandes categorías mismas que vienen de las cinco m's

(máquina, mano de obra, método, medio ambiente, *management*), siempre analizando cuales son las que más se apegan al caso que se quiera tratar. Para este caso: Material, Mano de Obra, Métodos y Maquinaria. Luego se las ubica de la siguiente forma:

DIAGRAMA 4.3- 1: DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO #1



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

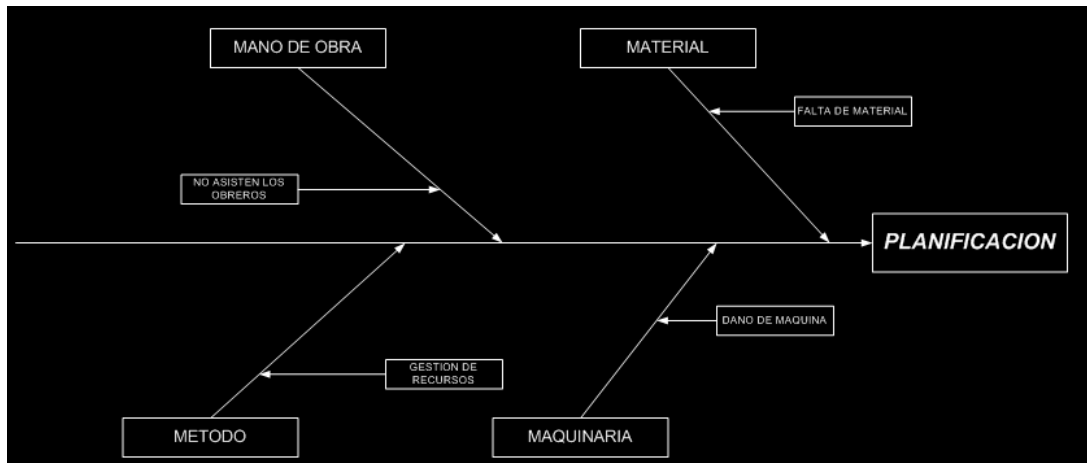
Con esto, se procede a ejecutar el levantamiento de las causa potenciales. Esto se efectúa a través de un *brainstorm* con el equipo de trabajo o también se lo realiza haciendo preguntas básicas tales como:

- ⊗ Qué puede causar el efecto?
- ⊗ Por qué esto sucede?²³

Una vez obtenidas las respuestas, se las ubica dependiendo de para que M aplique, dentro del diagrama de la esta forma:

²³ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 361

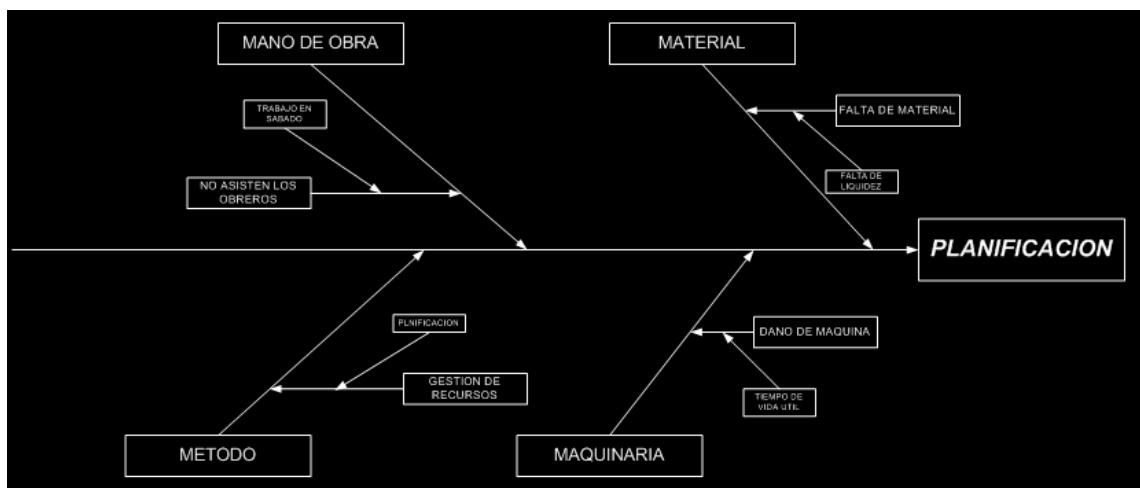
DIAGRAMA 4.3- 2: DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO #2



FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Se continúa de similar forma para profundizar el detallado del diagrama, siendo cada vez más específico en cada una de las causas que se expongan pero sabiendo parar cuando cada causa lo amerite, para no divagar y no cansar a las personas que conforman el grupo de trabajo.

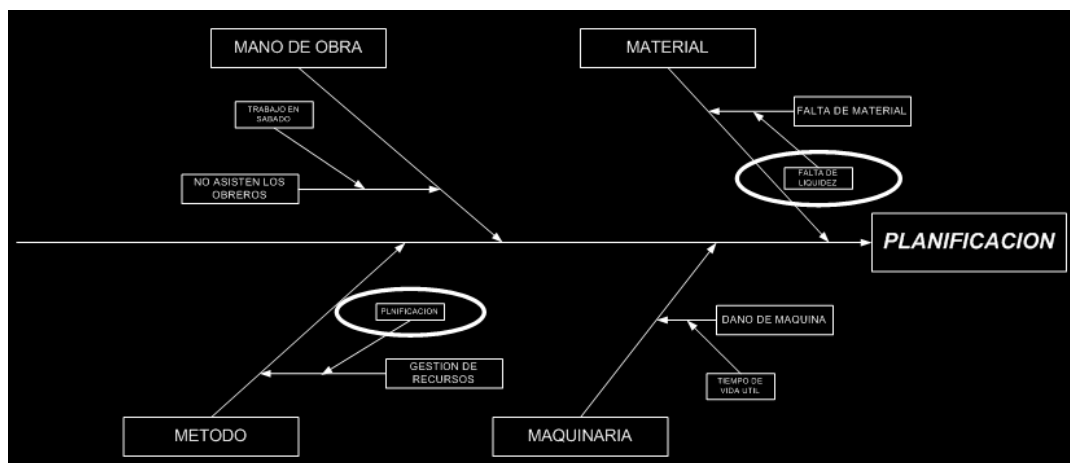
DIAGRAMA 4.3- 3: DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO #3



FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Finalmente, se seleccionan las causas primarias que generalmente se encuentran en los niveles más específicos del diagrama. Esto se puede realizar observando cuales se repiten varias veces, en varios problemas o en varias M's, observando cuales son las que nunca antes se había pensado o analizado y, siempre evitando la votación pero si, escogiéndolas por consenso con el equipo de trabajo. Para terminar simplemente se realiza en el diagrama las causas seleccionadas.

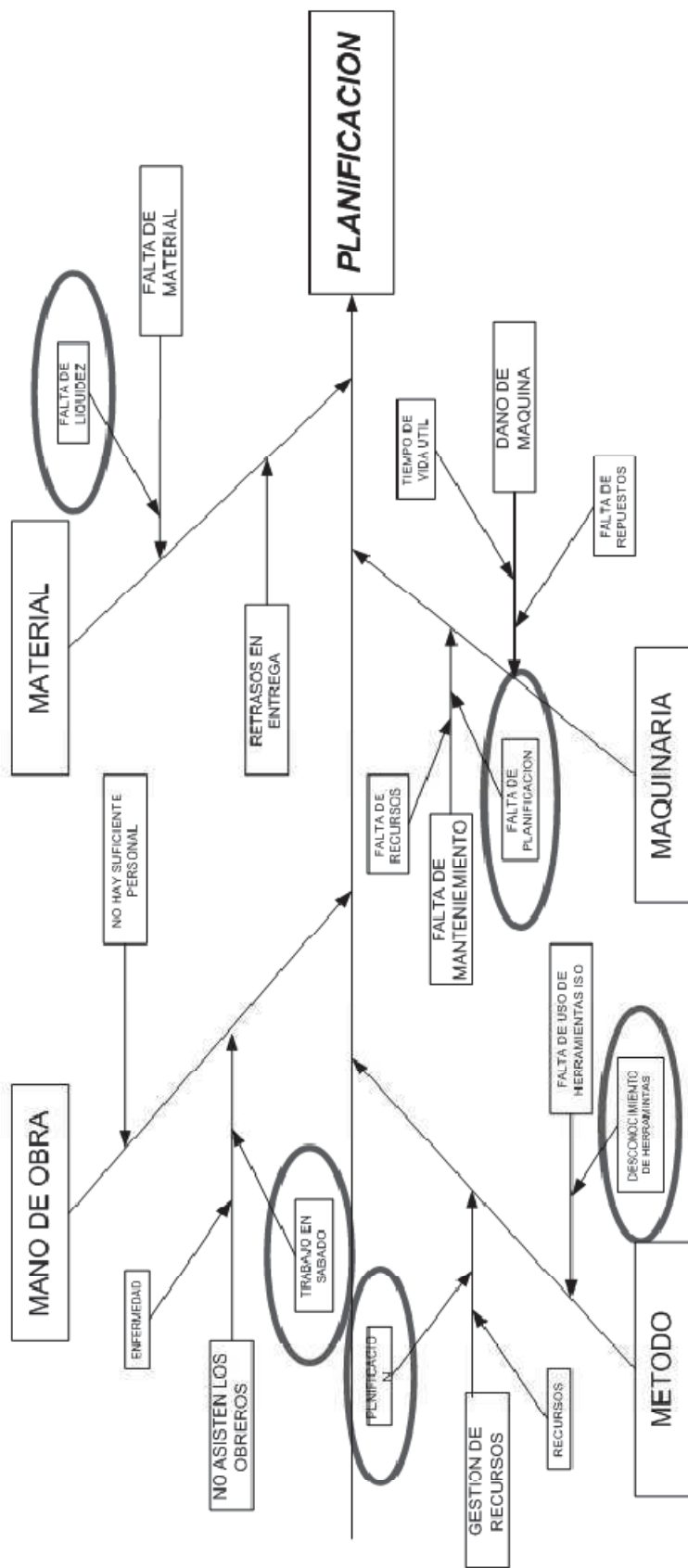
DIAGRAMA 4.3- 4: DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO #4



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

Con esto se ha logrado u obtenido las causas potenciales del porque se está sucediendo la variación dentro del proceso de Planificación. Ahora se escogerá las más importantes, las más factibles de tratar o mejorar y que las tengan mayor impacto en el proceso.

DIAGRAMA 4.3 – 5: DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO FINAL



AUTOR: DAVID VITERI TERAN
FUENTE: INPLA S.A.

4.3.2 SELECCIONAR LAS CAUSAS PRIMARIAS

En el diagrama de Ishikawa, se identificó las causas potenciales para la existencia de problemas en el área de Planificación, a continuación, se las enumera para proseguir con el proyecto y pasar a la siguiente fase, el Improve en donde, de idéntica forma que se ha venido trabajando hasta el momento, a través de herramientas estadísticas de calidad, se presentará un plan de mejora para parar, evitar y en lo posible suprimir dichas causas raíz y con esto, controlar el proceso de planificación y lograr una mejora continua en la Reducción del Tiempo de Entrega de las Ordenes de Producción.

- ∅ Falta de liquidez

- ∅ Planificación en gestión de recursos

- ∅ Desconocimiento de herramientas de la Norma ISO 9001-2000

- ∅ Falta de planificación en mantenimiento preventivo

- ∅ Trabajadores que no cumplen con sus horarios de trabajo

4.4 IMPROVE (I)

Con la fase Analyze concluida, se prosigue con la siguiente en el método Dmaic, la cual es el Improve.

En el Improve, el objetivo principal es la generación de soluciones y validación de las mismas, para esto se utilizará herramientas especializadas mismas que brindan una gran ayuda para el logro de dichos objetivos.

Al finalizar esta etapa, se habrán planteado las soluciones necesarias para el proceso razón por la que, el Improve, es el fragmento más importante de este proyecto de mejora y dada la aprobación de las mismas, se las podría poner en práctica como pruebas piloto para comprobar su efectividad. Por otro lado, solo restaría estandarizar las mejoras y, por último finalizar el proyecto, lo cual es parte de la fase Control.

Soluciones eficaces para lograr los objetivos planteados, actualización del proyecto de mejora y un plan de contingencias son entre otros los resultados que se obtendrán al finalizar el Improve.

A continuación, los procedimientos para la generación y validación de las soluciones de mejoras.

4.4.1 GENERAR VALIDAR SOLUCIONES

Aquí, se identificarán y estudiarán algunas de las variables que tengan un impacto mayor sobre el proceso para obtener resultados lo más óptimos posibles. Para esto, se utilizó la información recogida en la fase anterior, donde se seleccionó las causas principales para el problema en estudio, pero aquí ya no se las verá como problemas, sino como objetivos a cumplir.

Después de estudiar ciertas herramientas recomendadas para la generación de ideas, se concluyó que la más efectiva para este caso sería un Diagrama de Resolución de Conflictos mismo que se explica a continuación.

Para el diseño de este diagrama se siguió varios pasos, el primero de ellos es crear o plantearse los objetivos, como se explicó anteriormente, para esto se utilizó la información obtenida en la fase anterior, pero dado que esos son problemas, aquí, se los planteará como objetivos:

- ⊗ Reducir la Falta de Liquidez

- ⊗ Crear una Gestión de Recursos Eficiente

- ⊗ Mejorar el Conocimiento de las herramientas de la Norma ISO 9001-2000

- ⊗ Planificar un Mantenimiento Preventivo

- ⊗ Mejorar la Asistencia de los Trabajadores en horarios de trabajo

Una vez listos los objetivos, se continuó con el segundo paso que sería plantear Requisitos, estos “son condiciones necesarias para alcanzar un objetivo en otras palabras se logra en objetivo satisfaciendo uno o más requisitos”²⁴.

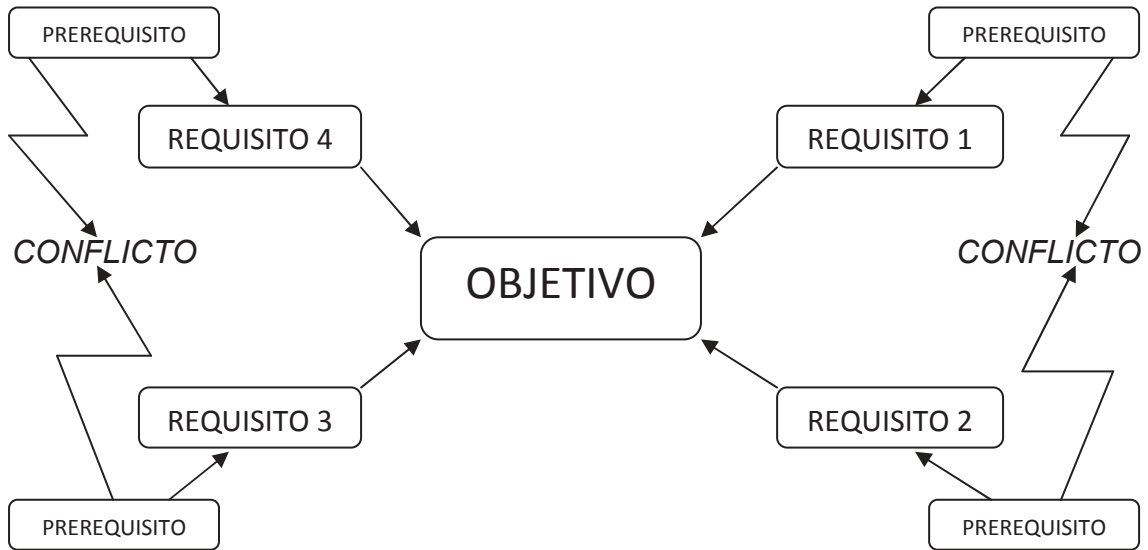
Como siguiente paso se procede a plantear Prerrequisitos, mismos que son acciones o decisiones para satisfacer un requisito.

Obviamente, antes de continuar con el planteamiento de los mismos y de aquí en adelante, se necesita un muy buen entendimiento de este concepto y los que se traten en un futuro.

Comprendido esto se procedió a diseñar el diagrama:

²⁴ **DE MOURA**, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 466

DIAGRAMA 4.4- 1: DIAGRAMA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

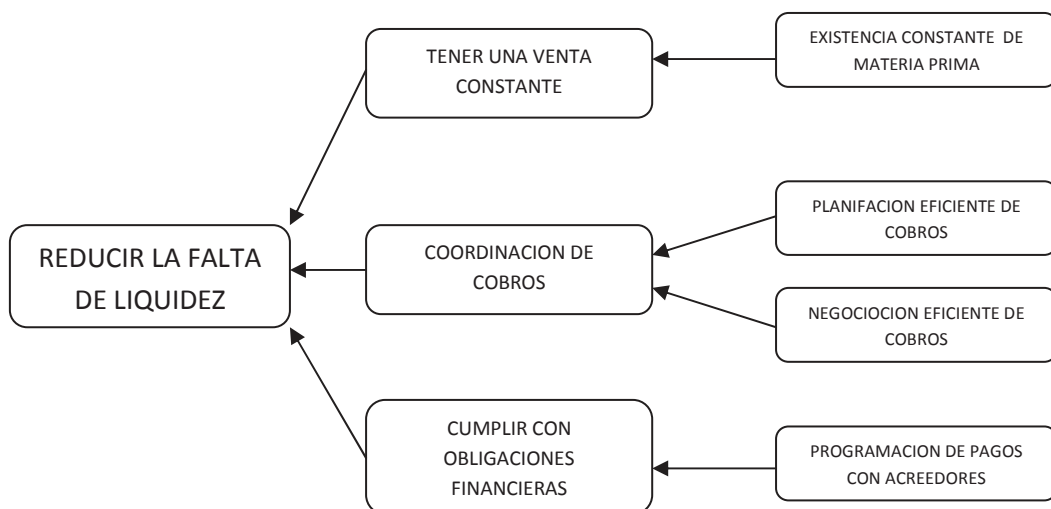


FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

En este caso, para cada objetivo, se han planteado dos requisitos y para cada uno de estos requisitos, se han planteado uno o dos prerequisitos como muestra la siguiente figura:

DIAGRAMA 4.4- 2: DIAGRAMA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

OBJETIVO #1



FUENTE: INPLA S.A
 DISEÑADOR: DAVID VITERI

Para entender el diagrama de manera más eficiente, se recomienda leerlo de la siguiente forma:

“ Para tener OBJETIVO debemos tener REQUISITO. Para tener REQUISITO debemos tener PRERREQUISITO”²⁵.

En este caso:

- ∅ Para tener REDUCCION DE FALTA DE LIQUIDEZ debemos tener UNA VENTA CONSTANTE. Para tener UNA VENTA CONSTANTE debemos tener EXISTENCIA CONTINUA DE MATERIA PRIMA.

- ∅ Para tener Reducción de Falta de Liquidez, debemos tener una Coordinación en Cobros. Para tener una Coordinación en Cobros, debemos tener una Planificación Eficiente de Cobros.

- ∅ Para tener Reducción de Falta de Liquidez, debemos tener una Coordinación en Cobros. Para tener una Coordinación en Cobros, debemos tener una Negociación Eficiente con los Clientes.

- ∅ Para tener Reducción de Falta de Liquidez, debemos Cumplir con las Obligaciones Financieras. Para Cumplir con las Obligaciones Financieras, debemos tener una Programación de Pagos con los Acreedores.

Comprendido el diagrama se procede a crear las Premisas Subyacentes, mismas que servirán para identificar cuáles son las razones de cada uno de los requisitos y prerrequisitos, cuáles son realmente válidos, cuales son indispensables para la identificación, solución o desecho de los conflictos.

²⁵ DE MOURA, EDUARDO, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008, diapositiva 471

PREMISAS SUBYACENTES

- ∅ Para tener una Reducción de Falta de Liquidez, debemos tener una Venta Constante *PORQUE* teniendo más clientes o pedidos podemos generar mejores ganancias.
- ∅ Para tener una Venta Constante, debemos tener Existencia Continua de Materia Prima *PORQUE* se necesita de materia prima para poder producir y satisfacer las necesidades de los clientes.
- ∅ Para tener una Reducción de Falta de Liquidez, debemos tener una Coordinación de Cobros *PORQUE* se necesita recuperar los pasivos de la empresa para mejorar su liquidez.
- ∅ Para tener una Coordinación de Cobros, debemos tener una Planificación Eficiente de Cobros *PORQUE* si no se recupera los pasivos surge la falta de liquidez en la empresa.
- ∅ Para tener una Coordinación de Cobros, debemos tener una Negociación Eficiente con los Clientes *PORQUE* se podría perder clientes si a estos no se les explica de manera adecuada o se cambia el sistema de cobros de la empresa.
- ∅ Para tener una Reducción de Falta de Liquidez, debemos Cumplir con las Obligaciones Financieras *PORQUE* necesitamos confiabilidad y credibilidad de parte de nuestros proveedores y trabajadores.
- ∅ Para Cumplir con las Obligaciones Financieras, debemos tener una Programación de Pagos con los Proveedores y Trabajadores *PORQUE* necesitamos confianza para tener los insumos necesarios en casos de emergencia y compromiso con la empresa de parte de los trabajadores.

Vale recordar que, en el caso que existieran Conflictos en este diagrama, estos se darían entre los Prerrequisitos, dado esto, se crearían algunas Alternativas las cuales suprimirían a uno u otro de los prerrequisitos o a su vez a los dos.

Conflictos son los problemas que se dan entre dos Prerrequisitos cuando no se pueden cumplir o no pueden existir en el mismo tiempo o espacio.

En caso de que no existiesen Conflictos, se prosigue con el siguiente paso en el diseño del diagrama que trata de crear Alternativas e Inyecciones que satisfagan a los Requisitos para que, de esta forma, también se cumpla el Objetivo pero con un diferente enfoque o, en otras palabras, se cumplirá el Objetivo con nuevas Soluciones generadas en este proyecto.

A continuación se exponen las Alternativas o Inyecciones propuestas para el cumplimiento del Objetivo planteado Reducción de la Falta de Liquidez en la empresa.

- ∅ Como Alternativa o Propuesta para este Objetivo, se plantea la creación de un nuevo Sistema de Cobros, aplicable principalmente para nuevos clientes y, paulatinamente para aquellos que posean más antigüedad en la empresa. Este sistema trata básicamente de tener fechas específicas para que los clientes realicen los pagos de sus facturas y, una reducción en el tiempo que estas facturas son canceladas en su totalidad, de la misma forma, promoviéndolo con los clientes nuevos, continuando con clientes pequeños de la empresa, para finalizar con las clientes Tipo A. Esto se realizará con la finalidad de estandarizar los cobros de la empresa y lograr cumplir a tiempo los pagos a proveedores y, si es posible, crear un fondo de contingencia para casos de emergencia en los que sea necesaria más materia prima de la presupuestada.

- ∅ De la misma forma y basándose en el sistema y fechas de cobros anterior, negociar los pagos de materia prima en fechas específicas para con esto, tener la liquidez suficiente para realizar los pagos a tiempo generar confianza en los proveedores y garantizar la fluidez continua de materia prima en la empresa.

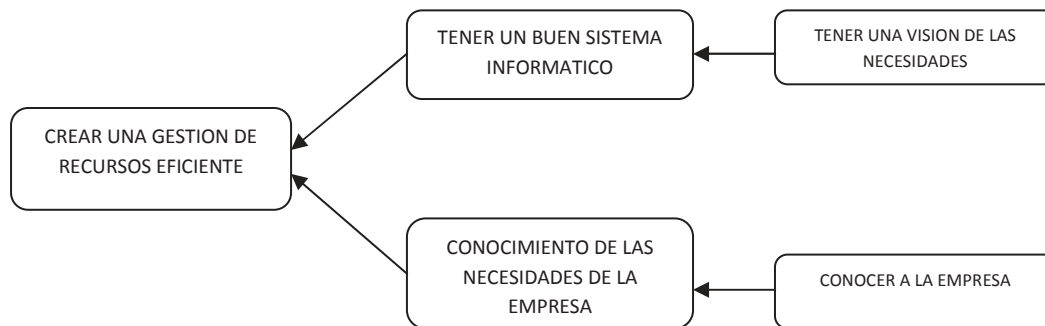
- ∅ Otra Alternativa para lograr una mejor Liquidez en la empresa es la implantación de la estrategia Pronto Pago, misma que trata de premiar a los clientes que cumplan con sus pagos a tiempo y en lo posible que realicen anticipadamente la cancelación de sus facturas. La premiación para dichos clientes se traduciría en un descuento en el valor total de sus facturas.

- ∅ Finalmente otra estrategia que podría solucionar este problema sería el 40 – 60. Esta trata de negociar los pagos de forma que el momento en que se realice la factura, esta sea cancelada en un 40% para que el restante 60% sea cancelado el momento de la entrega del producto terminado.

Ahora, se continuará con el diseño del Diagrama de Resolución de Conflictos de los siguientes Objetivos:

Objetivo: Crear una Gestión de Recursos Eficiente

DIAGRAMA 4.4- 3: DIAGRAMA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS OBJETIVO #2



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

- ∅ Para Crear una Gestión de Recursos Eficiente, debemos tener un Buen Sistema Informático. Para tener un Buen Sistema Informático debemos tener una Visión de las Necesidades de la Empresa.
- ∅ Para Crear una Gestión de Recursos Eficiente, debemos tener Conocimiento de las Necesidades de la Empresa. Para tener Conocimiento de las Necesidades de la Empresa debemos Conocer a la Empresa.

PREMISAS SUBYACENTES

- ∅ Para Crear una Gestión de Recursos Eficiente debemos tener un Buen Sistema Informático *PORQUE* de esta forma se tendrá conocimiento de la situación de cada una de las áreas de la empresa, sus insuficiencias y necesidades para que puedan cooperar entre sí.
- ∅ Para tener un Buen Sistema Informático debemos tener una Visión de las Necesidades de la Empresa *PORQUE* no todos los sistemas sirven o funcionan en todas las fábricas.

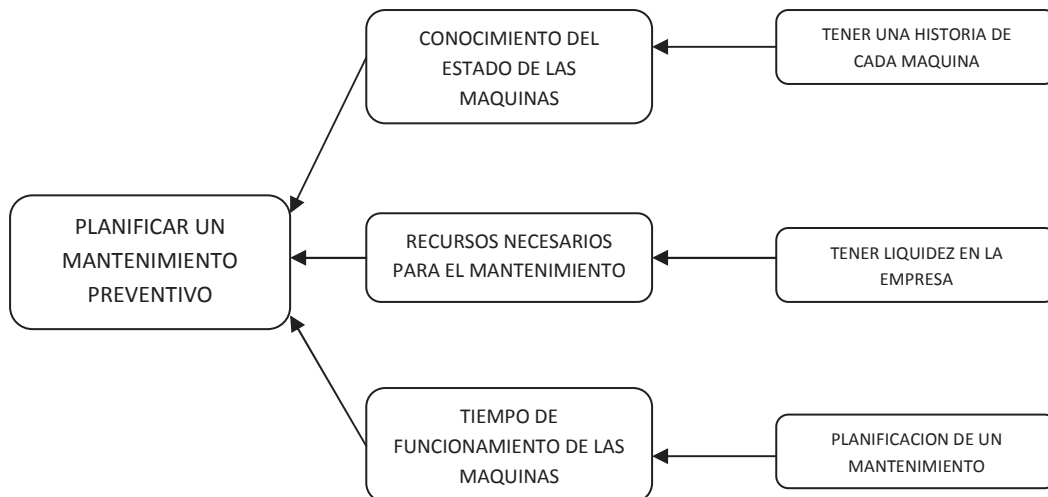
- ∅ Para crear una Gestión de Recursos Eficientes, debemos tener un Conocimiento de las Necesidades de la Empresa *PORQUE* con esto podemos minimizar el despilfarro, utilizar de mejor forma los recursos existentes en la empresa y así ayudar dependiendo de las necesidades que se vayan presentando en cada una de las áreas de la empresa.
- ∅ Para tener un Conocimiento de las Necesidades de la Empresa, debemos Conocer a la Empresa *PORQUE* con esto se aprende las debilidades de la empresa, se van aclarando y apareciendo sus necesidades para así, poder atacarlas de forma más directa.

A continuación, las Alternativas propuestas para el Objetivo de Crear una Gestión de Recursos más Eficiente:

- ∅ Como Alternativa para este Objetivo se presenta la creación de un Sistema Informático el cual incluiría todos los requerimientos, repuestos o necesidades de cada una de las áreas de la Empresa, con una alarma misma que se activará al detectar si un ítem ha bajado de un nivel establecido y así, enviar una notificación al área de Planificación de la empresa para analizar la petición, enviar la solicitud de compra y poder restablecer con tiempo el ítem en cuestión. Con esto aparte de reducir el desperdicio y despilfarro de recursos en la empresa, se reducirá y eliminará muchas de las paras innecesarias en la producción.
Obviamente, solo la persona responsable de la Planificación de la empresa sería la responsable de manipular este sistema, para poder aprobar compras, eliminar peticiones, etc., las personas encargadas de las demás áreas de la empresa, únicamente estarían habilitadas para agregar sus peticiones, requerimiento o sugerencias en el sistema para que así, este no pierda su objetivo y el sistema no tenga fallas en su funcionamiento.

Objetivo: Planificar un Mantenimiento Preventivo

**DIAGRAMA 4.4- 4: DIAGRAMA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS
OBJETIVO #3**



FUENTE: INPLA S.A
DISEÑADOR: DAVID VITERI

- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos tener Conocimiento del Estado de las Máquinas. Para tener Conocimiento del Estado de las Máquinas, debemos tener una Historia de Cada Máquina.
- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos tener Recursos para el Mantenimiento. Para tener Recursos para el Mantenimiento, debemos tener Liquidez en la empresa.
- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos saber el Tiempo de Funcionamiento de las Máquinas. Para saber el Tiempo de Funcionamiento de las Máquinas, debemos tener una Planificación en el Mantenimiento.

PREMISAS SUBYACENTES

- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos Conocer el estado de las Máquinas PORQUE se necesita saber en qué estado se encuentra cada máquina para programar su mantenimiento respectivo.

- ∅ Para tener Conocimiento del estado de la Máquinas, debemos tener una historia de cada Máquina PORQUE se debe conocer, estudiar y tener en claro todos sus parámetros y el estado actual en el que estos se encuentren.

- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos tener Recursos Necesarios para el Mantenimiento PORQUE estos son necesarios para cubrir los costos del mantenimiento, repuestos, etc.

- ∅ Para tener Recursos Necesarios para el Mantenimiento, debemos tener Liquidez en la Empresa PORQUE si la empresa no posee liquidez necesaria no va a estar en condiciones de apoyar al proyecto de mantenimiento.

- ∅ Para Planificar un Mantenimiento Preventivo, debemos conocer el Tiempo de Funcionamiento de las Máquinas PORQUE dependiendo el tiempo de vida útil que tenga cada máquina se escogerá el tipo y clase de mantenimiento que se le dará a la misma.

A continuación, las Alternativas propuestas para el Objetivo de Planificar un Mantenimiento Preventivo.

- ∅ Para este caso, se recomienda realizar un RCM (*Reliability - Centred Maintenance*) para cada una de las máquinas en el área de soplado en un inicio, para terminar con las máquinas del área de inyección. El RCM consiste básicamente en estudiar y seleccionar cuales son las posibles fallas que se dan o se pueden dar en cada máquina, después, establecer los modos de falla de cada una de estas, mismos que pueden ser varios dependiendo de la cual sea la falla. Con los modos de falla bien establecidos procedemos a estudiar las causas para que se estos se den para, finalmente, terminar el RCM estableciendo las prevenciones necesarias para cada una de las causas estudiadas anteriormente. Los beneficios que se obtienen al implantar un RCM en una línea de producción son entre otros: Reducir los costos directos e indirectos, cumplir las normas de seguridad, mejorar y asegurar la calidad del producto, entre los más importantes.

NOTA: RCM (Mantenimiento centrado en la Confiabilidad) es un proceso mismo que determina cuales acciones referentes a mantenimiento son las adecuadas para implementarlas en cualquier activo físico de la empresa.

4.5 CONTROL (C)

Para finalizar el proyecto de mejora, es necesaria la entrega de un informe final en el cual, conste las mediciones y resultados obtenidos después de haber sido aplicado el proyecto propuesto en la organización. Para esto se realizará un nuevo *Project Charter* con los nuevos datos obtenidos, objetivos y resultados.

Además, es indispensable el estandarizar y documentar los nuevos procesos propuestos mediante las estrategias anteriormente planteadas en la fase Improve.

Finalmente, hay que realizar una capacitación a todo el personal involucrado en el proyecto de mejora para que con esto, se cumpla de mejor forma los nuevos procesos y queden sentados para que en el futuro se sigan cumpliendo a cabalidad.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ∅ El problema principal por el que existen retrasos en la entrega de las órdenes de producción no se encuentra en el área de Manufactura como se planteó en un principio sino, en la Planificación de la empresa.
- ∅ Las máquinas, por sus años de vida y tiempo de uso, están ocasionando bastantes problemas y paras significativas en la producción de la planta, lo que origina retrasos en las entregas.
- ∅ Factores externos afectan a la empresa y su organización causando la falta de liquidez, misma que ocasiona la mayoría de los retrasos existentes en la entrega de órdenes de producción.
- ∅ La falta de comunicación existente entre las diferentes áreas de la empresa es causante de varios problemas, aunque no de forma directa, pero la comunicación ayuda a la resolución de pequeñas situaciones con lo que se podrían evitar los mismos.
- ∅ SIX SIGMA y su herramienta principal el método Dmaic, son excelentes opciones para utilizarlas en proyectos de mejoramiento de la calidad por su objetividad y facilidad de aplicación, aparte de la obtención de resultados insospechados con un mínimo de recursos invertidos.

5.2 RECOMENDACIONES

- ∅ La principal recomendación estaría en la aplicación del proyecto propuesto para mejorar la calidad de la empresa con la eliminación de los errores detectados en el mismo, obteniendo así beneficios económicos y también, aportando para que la empresa alcance cada día una mejor reputación dentro del mercado nacional e internacional.
- ∅ Dada la aprobación del proyecto de mejora, capacitar a todas las personas involucradas en el desarrollo del mismo para conseguir los mejores resultados posibles y así crear conciencia de mejora dentro de todos los integrantes de la organización.
- ∅ Realizar un mantenimiento a todas las máquinas de la planta para evitar las paradas innecesarias o inesperadas, cuellos de botella en la producción y retrasos en las entregas de órdenes de producción.
- ∅ Utilizar una nomenclatura propia dentro de la empresa en lo referente a clientes, órdenes de producción, materia prima, etc., para mejorar la trazabilidad existente dentro de la misma.
- ∅ Continuar con una política de mejora continua en la empresa implementando constantemente proyectos de mejora y de ningún modo sentirse conformes con la calidad lograda para así, estar siempre en continuo movimiento y evolución para el bien de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

- ⌘ **DE MOURA, EDUARDO**, Formación de Especialistas SIX SIGMA GREEN BELT, 2008
- ⌘ **ECKS, GEORGE**, El Six Sigma para Todos, Norma, 2004
- ⌘ **BRUE, GREG**, Seis Sigma para Directivos, Mc Graw Hill, 2003
- ⌘ **PULIDO GUTIERREZ, HUMBERTO; DE LA VARA SALAZAR, ROMAN**, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, Mc Graw Hill, 2004
- ⌘ **NOORI, HAMID; RADFORD, RUSSELL**, Administración de Operaciones y Producción, Mc Graw Hill, 1997
- ⌘ **JAMES, PAUL**, Gestión de la Calidad Total, Pretience Hall, 2004
- ⌘ **GUTIERREZ, HUMBERTO**, Calidad Total y Productividad, Mc Graw Hill, 2005
- ⌘ **KRAJEWSKI, LEE; RITZMAN, LARRY; MALHOTRA, MANOS**, Administración de Operaciones, Person Education, 2008
- ⌘ **KUME, HITOSHI**, Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad, Norma, 1985

WEBGRAFÍA

⌘ <http://www.gestiopolis.com>

⌘ <http://es.wikipedia.org>

⌘ <http://www.gestiopolis.com>

⌘ <http://www.elprisma.com>

⌘ <http://winred.com>

⌘ <http://www.monografias.com>

ANEXOS

PROYECT CHARTER

TEMA:

OPTIMIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA "INDUSTRIAS PLASTICAS" S.A. A TRAVES DE LA METODOLOGIA SIX SIGMA.

OBJETIVO:

Reducir el tiempo de entrega de las Ordenes de Producción.

ALCANZE DEL PROYECTO:

- ∅ Estudio Del estado de los procesos de producción, métodos y estructura del área de manufactura de la empresa.
- ∅ Propuesta y análisis del proyecto de mejora a través del método Dmaic de la metodología de mejora continua Six Sigma .

IMPACTO FINANCIERO:

- ∅ Aumentar la capacidad productiva.
- ∅ Reducir averías de máquinas.

EQUIPO DE TRABAJO:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| ∅ Ing. Lorena Albuja | Gerente General |
| ∅ Ing. Luis H. Albuja | Diseño y Desarrollo |
| ∅ Fabiola Ulloa | Area de Manufactura |
| ∅ David Viteri Terán | Analista Six Sigma |

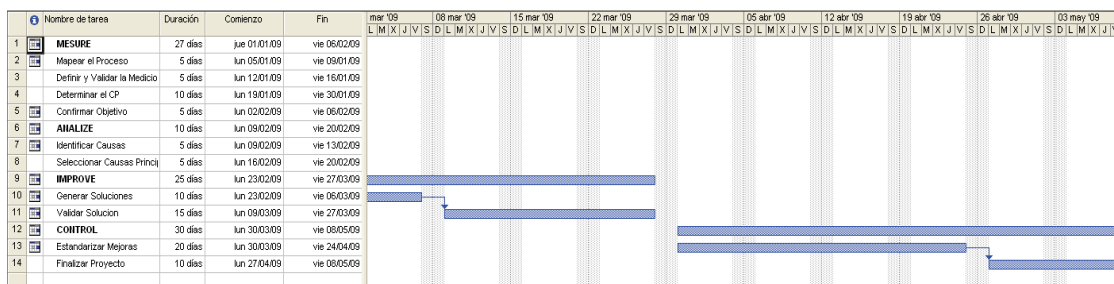
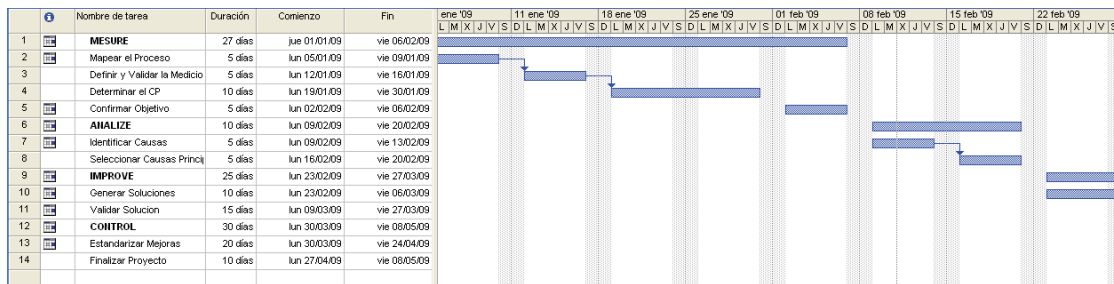
RESULTADO:

Informe final mismo que incluye estudio, análisis y desarrollo del método Dmaic, técnica con la que se desarrolló el proyecto de mejora.


RECURSOS NECESARIOS:

- ⊗ Autorización por parte de la Gerencia para realizar visitas a las instalaciones de la planta mientras sean necesarias.
- ⊗ Información necesaria para el desarrollo del proyecto.
- ⊗ Materiales básicos de oficina
- ⊗ Viáticos para movilización, alimentación, etc.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:




ANEXO 4.2-1

		LISTA DE ORDENES DE COMPRA EN ESTUDIO					CODIGO:	
							DVT - 007	Fecha de Vigencia:
				08/07/2009				
Nro	Nro de O.C.	CLIENTE	PRODUCTO	FECHA DE INGRESO DE O.C.	FECHA DE INICIO DE PRODUCCION	FECHA DE FIN DE PRODUCCION		
1	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	31/10/2008	14/01/2009	15/01/2009		
2	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	31/10/2008	05/01/2009	06/01/2009		
3	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	31/10/2008	21/01/2009	22/01/2009		
4	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	31/10/2008	22/01/2009	23/01/2009		
5	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Naranja	31/10/2008	23/01/2009	24/01/2009		
6	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	01/12/2008	05/01/2009	07/01/2009		
7	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	01/12/2008	07/01/2009	16/01/2009		
8	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	28/01/2009	11/02/2009	14/02/2009		
9	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	28/01/2009	16/02/2009	18/02/2009		
10	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Naranja	28/01/2009	25/02/2009	27/02/2009		
11	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	28/01/2009	05/02/2009	06/02/2009		
12	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Amarillo	28/01/2009	06/02/2009	10/02/2009		
13	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	28/01/2009	11/02/2009	13/02/2009		
14	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	09/02/2009	17/02/2009	20/02/2009		
15	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	09/02/2009	20/02/2009	25/02/2009		
16	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	09/02/2009	27/02/2009	02/03/2009		
17	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	09/02/2009	11/02/2009	15/02/2009		
18	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	09/02/2009	19/02/2009	25/02/2009		
19	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	09/02/2009	25/02/2009	26/02/2009		
20	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	09/02/2009	02/03/2009	02/03/2009		
21	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 50 Transparente	10/02/2009	26/02/2009	02/03/2009		
22	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	10/02/2009	16/03/2009	23/03/2009		
23	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	10/02/2009	02/03/2009	05/03/2009		
24	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 50 Transparente	10/02/2009	02/03/2009	02/03/2009		
25	21064	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	26/02/2009	18/03/2009	18/03/2009		
26	21064	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	09/02/2009	17/03/2009	23/03/2009		

27	21069 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	26/02/2009	11/03/2009	18/03/2009
28	21225 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	10/03/2009	20/03/2009	25/03/2009
29	21225 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	10/03/2009	01/04/2009	15/04/2009
30	21227 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	10/03/2009	16/03/2009	24/03/2009
31	21227 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	10/03/2009	22/03/2009	29/03/2009
32	21227 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	10/03/2009	14/04/2009	14/04/2009
33	21227 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	10/03/2009	17/04/2009	23/04/2009
34	21227 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Amarillo	10/03/2009	07/04/2009	14/04/2009
35	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo Perlado	10/03/2009	15/04/2009	16/04/2009
36	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	27/03/2009	08/04/2009	17/04/2009
37	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	27/03/2009	20/04/2009	22/04/2009
38	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo Perlado	10/03/2009	07/05/2009	08/05/2009
39	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	27/03/2009	11/05/2009	16/05/2009
40	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	27/03/2009	14/05/2009	25/05/2009
41	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	27/03/2009	11/05/2009	15/05/2009
42	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	27/03/2009	15/05/2009	24/05/2009
43	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	27/03/2009	27/05/2009	29/05/2009
44	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	27/03/2009	02/06/2009	03/06/2009
45	21616 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	27/03/2009	03/06/2009	05/06/2009
46	22001 Zaimella	Frasco Zaimella PE 300 Blanco	28/04/2009	22/05/2009	23/05/2009
47	22001 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	28/04/2009	21/05/2009	23/05/2009
48	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	28/04/2009	20/05/2009	22/05/2009
49	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	28/04/2009	01/06/2009	05/06/2009
50	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	28/04/2009	05/06/2009	17/06/2009
51	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	28/04/2009	01/06/2009	03/06/2009
52	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	28/04/2009	11/06/2009	18/06/2009
53	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	28/04/2009	05/06/2009	20/06/2009
54	22003 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo Perlado	05/06/2009	14/07/2009	18/07/2009
55	22186 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	14/05/2009	18/06/2009	20/06/2009
56	22186 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	14/05/2009	20/06/2009	22/06/2009
57	22186 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	14/05/2009	22/06/2009	23/03/2009
58	22291 Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	20/05/2009	16/06/2009	19/06/2009
59	22529 Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Blanco	05/06/2009	20/07/2009	21/07/2009
60	22530 Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	05/06/2009	07/07/2009	09/07/2009

61	22530	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	05/06/2009	10/07/2009	19/07/2009
62	22530	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	05/06/2009	10/07/2009	15/07/2009
63	22530	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	05/06/2009	06/07/2009	10/07/2009
64	4984	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/09/2008	16/01/2009	16/01/2009
65	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	16/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
66	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	16/01/2009	04/02/2009	06/02/2009
67	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	16/01/2009	02/02/2009	04/02/2009
68	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	16/01/2009	05/02/2009	07/02/2009
69	5155	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	04/02/2009	12/02/2009	17/02/2009
70	5155	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	04/02/2009	02/03/2009	02/03/2009
71	5255	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	04/02/2009	18/02/2009	01/03/2009
72	5253	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	10/03/2009	17/04/2009	20/04/2009
73	5253	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	10/03/2009	20/04/2009	21/04/2009
74	5253	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	10/03/2009	23/05/2009	28/05/2009
75	5253	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	10/03/2009	28/05/2009	29/05/2009
76	5533	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	29/05/2009	18/06/2009	20/06/2009
77	5533	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/05/2009	22/06/2009	25/06/2009
78	5535	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	29/05/2009	08/07/2009	08/07/2009
79	5535	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/05/2009	08/07/2009	10/07/2009
80	343	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 500 Transparente	09/02/2009	02/04/2009	18/04/2009
81	390	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	09/02/2009	01/04/2009	01/04/2009
82	433	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	24/03/2009	27/04/2009	04/05/2009
83	433	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	24/03/2009	04/05/2009	06/05/2009
84	444	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 500 Transparente	25/03/2009	08/05/2009	13/05/2009
85	444	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 500 Transparente	25/03/2009	16/05/2009	19/05/2009
86	444	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Azul	25/03/2009	09/06/2009	18/06/2009
87	444	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 250 Transparente	25/03/2009	02/07/2009	11/07/2009
88	444	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Transparente	25/03/2009	07/07/2009	09/07/2009
89	492	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Azul	25/03/2009	09/06/2009	18/06/2009
90	492	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	24/03/2009	30/07/2009	01/08/2009
91	492	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Transparente	24/03/2009	16/07/2009	19/07/2009


ANEXO 4.2- 2

		LISTA DE ORDENES DE COMPRA EN ESTUDIO					CODIGO: DYT - 007 Fecha de Vigencia: 08/07/2009	
Nro	Nro de O.C.	CLIENTE	PRODUCTO	FECHA DE INGRESO DE O.C	FECHA DE INICIO DE PRODUCCION	FECHA DE FIN DE PRODUCCION	SEMANAS DE RETRASO	
1	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	31/10/2008	14/01/2009	15/01/2009	9	
2	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	31/10/2008	05/01/2009	06/01/2009	7	
3	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	31/10/2008	21/01/2009	22/01/2009	10	
4	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	31/10/2008	22/01/2009	23/01/2009	10	
5	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Naranja	31/10/2008	23/01/2009	24/01/2009	11	
6	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	31/10/2008	05/01/2009	07/01/2009	7	
7	19624	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	31/10/2008	07/01/2009	16/01/2009	9	
8	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	28/01/2009	11/02/2009	18/02/2009	1	
9	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Naranja	28/01/2009	25/02/2009	27/02/2009	2	
10	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	28/01/2009	11/02/2009	13/02/2009	0	
11	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	28/01/2009	05/02/2009	06/02/2009	-1	
12	20473	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Amarillo	28/01/2009	06/02/2009	10/02/2009	0	
13	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	09/02/2009	27/02/2009	02/03/2009	1	
14	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	09/02/2009	17/02/2009	20/02/2009	-1	
15	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	09/02/2009	20/02/2009	25/02/2009	0	
16	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	09/02/2009	11/02/2009	15/02/2009	-1	
17	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	09/02/2009	19/02/2009	25/02/2009	0	
18	20700	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	09/02/2009	25/02/2009	26/02/2009	0	
19	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	10/02/2009	16/03/2009	23/03/2009	3	
20	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	10/02/2009	02/03/2009	05/03/2009	1	
21	20739	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 50 Transparente	10/02/2009	26/02/2009	02/03/2009	1	
22	21064	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	09/02/2009	17/03/2009	23/03/2009	4	
23	21064	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	26/02/2009	18/03/2009	18/03/2009	0	
24	21069	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	26/02/2009	11/03/2009	18/03/2009	0	
25	21225	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	10/03/2009	01/04/2009	15/04/2009	3	
26	21225	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	10/03/2009	20/03/2009	25/03/2009	0	
27	21227	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	10/03/2009	16/03/2009	24/03/2009	0	
28	21227	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo	10/03/2009	14/04/2009	23/04/2009	4	
30	21227	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	10/03/2009	22/03/2009	29/03/2009	0	

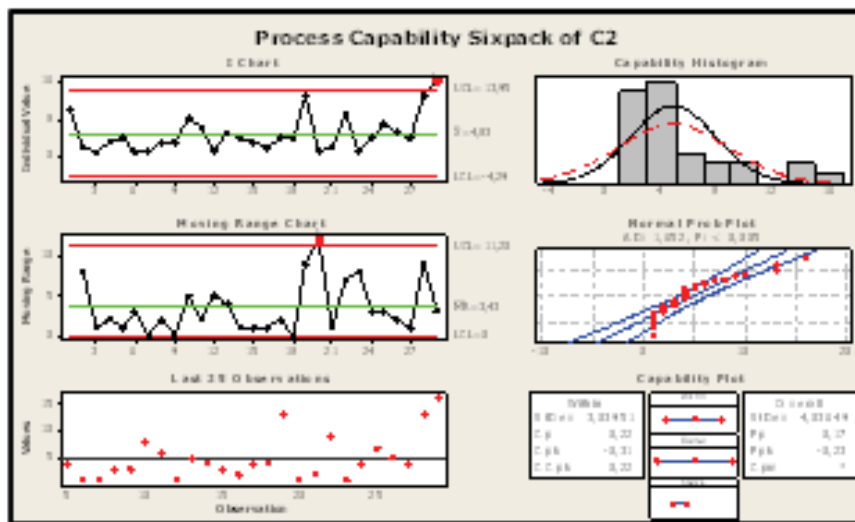
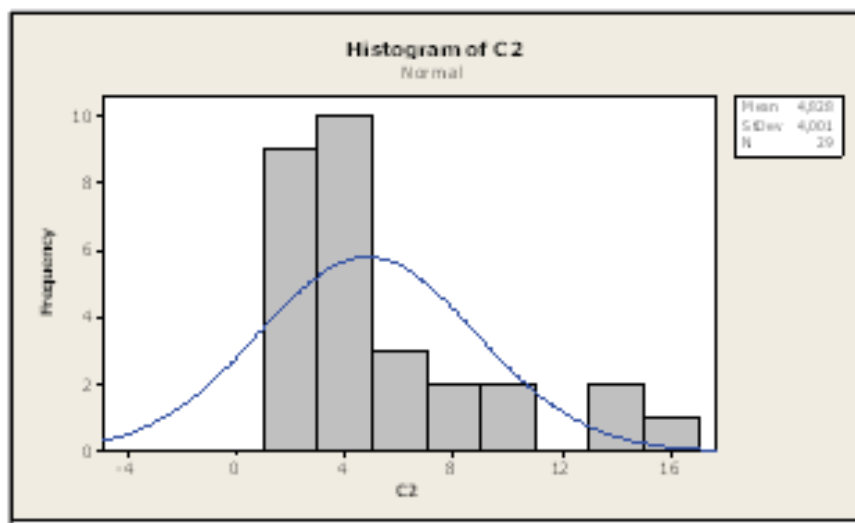
31	2.227	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Amarillo	10/03/2009	07/04/2009	14/04/2009	3
32	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	27/03/2009	08/04/2009	16/05/2009	5
33	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	27/03/2009	03/06/2009	05/06/2009	8
34	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	27/03/2009	14/05/2009	25/05/2009	6
35	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Turqueza	27/03/2009	02/06/2009	03/06/2009	7
36	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo Perlado	10/03/2009	15/04/2009	08/05/2009	6
37	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	27/03/2009	15/05/2009	29/05/2009	7
38	2.1616	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	27/03/2009	20/04/2009	15/05/2009	5
39	2.2001	Zaimella	Frasco Zaimella PE 300 Blanco	28/04/2009	22/05/2009	23/05/2009	1
40	2.2001	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	28/04/2009	21/05/2009	23/05/2009	1
41	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	28/04/2009	01/06/2009	03/06/2009	3
42	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 500 Transparente	28/04/2009	11/06/2009	18/06/2009	5
43	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	28/04/2009	20/05/2009	22/05/2009	1
44	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	28/04/2009	05/06/2009	17/06/2009	5
45	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Amarillo Perlado	05/06/2009	14/07/2009	18/07/2009	4
46	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Transparente	28/04/2009	05/06/2009	20/06/2009	5
47	2.2003	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	28/04/2009	01/06/2009	05/06/2009	3
48	2.2186	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 340 Transparente	14/05/2009	18/06/2009	20/06/2009	3
49	2.2186	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	14/05/2009	22/06/2009	23/06/2009	3
50	2.2186	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Naranja	14/05/2009	20/06/2009	22/06/2009	3
51	2.2291	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Blanco	20/05/2009	16/06/2009	19/06/2009	2
52	2.2529	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Blanco	05/06/2009	20/07/2009	21/07/2009	4
53	2.2530	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 800 Transparente	05/06/2009	10/07/2009	15/07/2009	3
54	2.2530	Zaimella	Frasco Zaimella PVC 250 Transparente	05/06/2009	07/07/2009	09/07/2009	2
55	2.2530	Zaimella	Frasco Zaimella PE 250 Transparente	05/06/2009	10/07/2009	19/07/2009	4
56	2.2530	Zaimella	Frasco Zaimella PE 100 Turqueza	05/06/2009	06/07/2009	10/07/2009	3
57	4984	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/09/2008	16/01/2009	16/01/2009	13
58	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	16/01/2009	04/02/2009	06/02/2009	1
59	160109	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	16/01/2009	28/01/2009	07/02/2009	1
60	5156	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	04/02/2009	12/02/2009	17/02/2009	0
61	5156	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	04/02/2009	18/02/2009	01/03/2009	1
62	5258	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	10/03/2009	20/04/2009	29/05/2009	9
63	5258	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	10/03/2009	17/04/2009	28/05/2009	9
64	5533	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	29/05/2009	18/06/2009	20/06/2009	1
65	5533	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/05/2009	22/06/2009	25/06/2009	2
66	5535	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 9 on Blanco	29/05/2009	08/07/2009	08/07/2009	3
67	5535	Drocaras	Frasco Talco Rico PVC 4 on Blanco	29/05/2009	08/07/2009	10/07/2009	4

68	348	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 500 Transparente	03/02/2009	02/04/2009	18/04/2009	7
69	390	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	03/02/2009	01/04/2009	01/04/2009	5
70	433	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	24/03/2009	27/04/2009	06/05/2009	4
71	444	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 500 Transparente	25/03/2009	08/05/2009	19/05/2009	5
72	444	Henkel	Frasco Pote Gel PVC 250 Transparente	25/03/2009	02/07/2009	11/07/2009	13
73	444	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Transparente	25/03/2009	07/07/2009	09/07/2009	13
74	444	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Azul	25/03/2009	09/06/2009	18/06/2009	10
75	492	Henkel	Frasco Taft PVC 150 Azul	24/03/2009	30/07/2009	01/08/2009	16
76	492	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Transparente	24/03/2009	16/07/2009	19/07/2009	14
77	492	Henkel	Frasco Taft PVC 75 Azul	25/03/2009	09/06/2009	18/06/2009	10

ANEXO 4.2-3

		LISTA DE ORDENES DE COMPRA EN ESTUDIO					VALORES
							LM - CC
Fecha de Vigencia:							
08/07/2009							
Nro	Nro de O.C.	CLIENTE	FECHA DE INGRESO DE O.C.	FECHA DE INICIO DE PRODUCCION	FECHA DE FIN DE PRODUCCION	SEMANAS DE RETRASO	
1	19624	Zaimella	31/10/2008	05/01/2009	24/01/2009	10	
2	20473	Zaimella	28/01/2009	05/02/2009	27/02/2009	2	
3	20700	Zaimella	09/02/2009	11/02/2009	02/03/2009	1	
4	20739	Zaimella	10/02/2009	26/02/2009	23/03/2009	3	
5	21064	Zaimella	09/02/2009	17/03/2009	23/03/2009	4	
6	21064	Zaimella	26/02/2009	18/03/2009	18/03/2009	1	
7	21069	Zaimella	26/02/2009	11/03/2009	18/03/2009	1	
8	21223	Zaimella	10/03/2009	20/03/2009	15/04/2009	3	
9	21227	Zaimella	10/03/2009	16/03/2009	23/04/2009	3	
10	21616	Zaimella	27/03/2009	08/04/2009	05/06/2009	8	
11	21616	Zaimella	10/03/2009	15/04/2009	08/05/2009	6	
12	22001	Zaimella	28/04/2009	21/05/2009	23/05/2009	1	
13	22003	Zaimella	28/04/2009	20/05/2009	20/06/2009	3	
14	22003	Zaimella	05/06/2009	14/07/2009	18/07/2009	4	
15	22188	Zaimella	14/05/2009	18/06/2009	23/06/2009	3	
16	22291	Zaimella	20/05/2009	16/06/2009	19/06/2009	2	
17	22523	Zaimella	05/06/2009	20/07/2009	21/07/2009	4	
18	22530	Zaimella	05/06/2009	09/07/2009	19/07/2009	4	
19	4884	Docenas	29/09/2008	16/01/2009	16/01/2009	13	
20	160109	Docenas	16/01/2009	28/01/2009	07/02/2009	1	
21	3136	Docenas	04/02/2009	12/02/2009	01/03/2009	2	
22	3258	Docenas	10/03/2009	17/04/2009	29/05/2009	9	
23	3333	Docenas	29/05/2009	18/06/2009	25/06/2009	1	
24	3339	Docenas	29/05/2009	09/07/2009	10/07/2009	4	

25	348	Henkel	09/02/2009	02/04/2009	18/04/2009	7
26	390	Henkel	09/02/2009	01/04/2009	01/04/2009	5
27	433	Henkel	24/03/2009	27/04/2009	06/05/2009	4
28	444	Henkel	25/03/2009	09/05/2009	11/07/2009	13
29	492	Henkel	25/03/2009	09/06/2009	01/08/2009	16



MUCHAS GRACIAS

DAVID ALEXANDER

VITERI TERAN

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS