



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“Proyecto Green Belt para ahorro en línea  
de producción de Bristol Myers Squibb”**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Manuel Espinosa Garrido

**ASESOR DE INFORME**

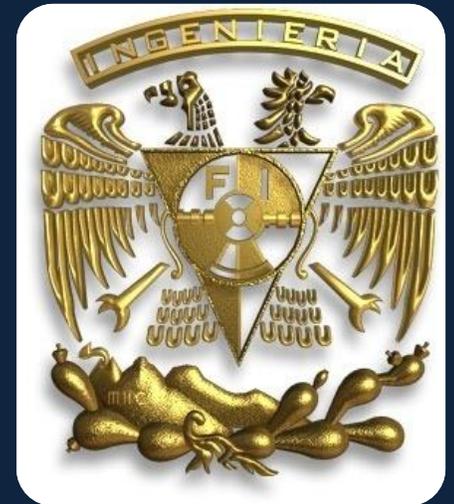
M.I. Pablo Luis Mendoza Medina



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Ingresada 2017

# 2017

## Trabajo por experiencia Profesional “Proyecto Green Belt para ahorro en línea de producción de Bristol Myers Squibb”



**Espinosa Garrido Manuel**

Facultad de Ingeniería

Agosto/2016

## Índice

### **CAPITULO I – Razón de ser del proyecto**

Objetivo.....	6
Descripción del problema.....	7

### **CAPITULO II – Conociendo la empresa**

Bristol Myers Squibb Tlalpan: Productos y líneas de negocio.....	9
Acta constitutiva; Misión, Visión y Valores.....	11
Historia.....	12
Organigrama.....	22
Roles y responsabilidades.....	23
Como impactó mi formación personal al proyecto.....	25

### **CAPITULO III – Aplicación de la metodología**

Marco teórico.....	29
Manufactura esbelta y la eliminación de desperdicio.....	30
Six Sigma y su nivel de desempeño .....	31
Enfoque sistemático y sinergia (Lean Six Sigma).....	32
La metodología DMAIC.....	33
Roles y rangos de Lean Six Sigma.....	40

**CAPITULO IV – Desarrollo del proyecto**

Implementación .....	43
Selección .....	45
Definir .....	57
Medir.....	61
Analizar.....	68
Mejorar.....	72
Control.....	86

**CAPITULO V – Evaluación y conclusiones**

Evaluación final de resultados.....	100
Conclusiones.....	104
Agradecimientos.....	105

# CAPÍTULO I

## Razón de ser del proyecto

## Objetivo

Diseñar un plan de acción para reducir costos y el tiempo ciclo del proceso de manufactura y empaque de Nal-con en un 25%, utilizando la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) y herramientas Lean, sin afectar negativamente otros métricos como eventos de calidad, Ship to Promise, y OEE.



### CONFIDENTIAL

Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

**Nota de confidencialidad:** El objetivo de este documento es presentar el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma para la resolución de un problema en la industria farmacéutica. Para estar apegados a políticas de la compañía se modificaron intencionalmente algunos datos como; velocidad de equipos, tiempo ciclo, nombre de los productos, ahorros reales, etc. Sin embargo, la estructura y métodos utilizados se presentan tal cual se ejecutaron.

## Descripción del problema

Con la vasta cantidad de industrias farmacéuticas en el ramo de OTC (Over The Counter) y el alto grado de competitividad, los sitios de manufactura tanto locales como transnacionales están buscando continuamente nuevos métodos para ganar más market share e incrementar sus ganancias al tiempo que se reducen costos.

Con base en la estrategia de OTC, los resultados del negocio (Bristol Myers Squibb) tenían algunas áreas de oportunidad para cumplir con las expectativas de nuestro cliente (Reckitt Benckiser), en Abril 2014 nos encontrábamos afrontando varios retos de desempeño especialmente para algunos productos de alto volumen..

BMS manufactura Nal-con para la empresa multinacional de bienes de consumo Reckitt Benckiser (RB), la cual distribuye el producto en el mercado brasileño. La demanda de Nal-con en Brasil ha aumentado año con año. Para finales del 2013 el pronóstico de la demanda de volumen prevista de Nal-con se incrementó en un 45% para el 2014. Para finales del Q4 del 2013 el sitio no contaba con la capacidad instalada para cubrir los requerimientos de volumen adicional pronosticados para el siguiente año, por lo tanto se vio en la necesidad de contratar personal extra y generar acciones de mejora las cuales resultaron en un costo adicional para la planta de aproximadamente -\$1.5 M por año.

Es fundamental para BMS cumplir con la demanda adicional prevista por RB, ya que el volumen adicional no solo representa un beneficio para el sitio (el cual se verá reflejado en los principales indicadores como absorción y eficiencia), sino que de no hacerlo podemos arriesgarnos a perder el convenio de producción de dicho producto.

## **CAPÍTULO II**

### **Conociendo la empresa**

## **Bristol Myers Squibb Tlalpan: Productos y líneas de negocio:**

Bristol-Myers Squibb (BMS) es una compañía global BioPharma enfocada firmemente en su objetivo de descubrir, desarrollar y proporcionar medicinas innovadoras que le ayuden a los pacientes a sobrellevar enfermedades graves.

En México BMS cuenta con un edificio Corporativo y una planta localizada en Tlalpan, la cual es una de las dos plantas del network que manufactura productos OTC. Nuestra planta produce anualmente más de 50 MM de unidades de producto para los mercados de México, Latino América (Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Chile) y Estados Unidos. El sitio abarca 40,000 metros cuadrados de los cuales 3,840 metros cuadrados son de manufactura, 5,760 metros cuadrados son de almacenes y el resto se forma de oficinas, laboratorio y áreas verdes.



BMS Tlalpan cuenta con diferentes líneas de negocio, entre los principales están los de Especialidades (virología, inmunología y oncología) y los Cardiovascular/Metabólicos. Además de la comercialización de nuestros productos contamos con una planta de manufactura – Global Manufacturing and Supply y un área de Investigación Clínica para el seguimiento de las fases de los estudios clínicos de nuestros medicamentos. Como OTC hemos manufacturado, analgésicos / antipiréticos y antiácidos. Tenemos la capacidad de producir nuestros productos en diferentes formas, ya sea comprimidos, líquidos orales , polvos , supositorios y polvos efervescentes.

Las líneas de empaque primario y secundario nos permiten tener presentaciones de empaques, blisters e inyectables. Además contamos con Laboratorios de Control de Calidad y un laboratorio de Microbiología.



El medio ambiente es un aspecto esencial para el sitio, es por esa razón que en los últimos años se ha invertido en una planta de tratamiento de agua, sanitarios ahorradores (con los cuales se ha ahorrado un 14% del consumo de agua), un sistema integral de residuos y la utilización de aguas residuales para la irrigación de áreas verdes. Cada año usamos más de 60,000 giga joules y consumimos más de 30,000,000 litros de agua.

El éxito como líder BioFarma ha sido impulsado por nuestro enfoque innovador por medio del reforzamiento de la investigación, siendo consecuencia del mismo el aumento de nuestros productos en desarrollo, a través de una serie de adquisiciones, alianzas, colaboraciones y acuerdos.

Estas estrategias han ayudado a equilibrar nuestra cartera y crear una mayor habilidad en las principales áreas terapéuticas, donde existe una gran necesidad médica no cubierta. Contratamos personal calificado, adquirimos productos de gran potencial y nos hemos posicionado como un fuerte socio en los círculos de la biotecnología demostrando nuestra capacidad para fomentar la innovación, generar un uso eficiente de los recursos y desarrollar nuestro talento.

Como plata de manufactura nuestra mayor parte de volumen lo conforman el portafolio de productos de Reckitt Benckiser, la alta competitividad y respuesta ágil del sitio llevó a RB a ejercer la opción comprar la planta en un futuro. Entre los principales productos que manufacturamos están; Sal de Uvas Picot, Nal-con, Tempra y Luftal (gotas y tableta).



## Acta Constitutiva:

- **Misión**

Descubrir, desarrollar y proporcionar medicamentos innovadores que ayuden a los pacientes a sobreponerse de enfermedades graves

- **Visión**

Seremos la compañía BioFarma líder, brindando acceso a soluciones innovadoras para atender las necesidades de salud en México, bajo los más altos estándares de ética, calidad y servicio.

- **Valores:**

De acuerdo a nuestra misión, apoyamos a un medio ambiente limpio y saludable, alineado a las políticas y prácticas que ameritan la confianza de nuestra sociedad.

Además de apoyar a ONGs como "Dar una sonrisa" y participar en programas de voluntariado en desastres, Bristol-Myers Squibb mantiene negocios y una cultura basada en la ética e integridad en toda la organización. Es indispensable que todos los empleados, además de los contratistas, consultores, proveedores y personas que hacen negocios con Bristol-Myers Squibb, conozcan y se adhieran a nuestros altos estándares de ética e integridad.

- **-Cambiamos:**

A finales del año 2013 nació en México la iniciativa de "Cambiamos", con el objetivo de mejorar la cultura del sitio para volvernos más competitivos y adaptarnos con mayor facilidad a las necesidades del mercado con la frase "al cambiar nosotros nuestra cultura cambiará". Últimamente "Cambiamos" se ha vuelto una plataforma en la que nos apoyamos para la transición con RB, conservando nuestros valores y buenas prácticas de BMS al mismo tiempo que cumplimos con los requerimientos de RB.

Toda la iniciativa de "Cambiamos" está sustentada en 5 valores, los cuales son elementos que todo miembro de BMS debe de tener y se convierten en los pilares a través de los cuales se está llevando el cambio.



## Historia:

BMS cuenta con un importante legado de innovación que comenzó en Nueva York en 1858 cuando Edward R. Squibb, MD, fundó una empresa farmacéutica en Brooklyn, y en 1887 cuando dos amigos, William McLaren Bristol y John Ripley Myers compraron una empresa de fabricación de fármacos llamada Clinton. Juntos, sentaron las bases de nuestra empresa – siendo hoy el líder mundial BioFarma que continúa este legado de innovación.

### 1858



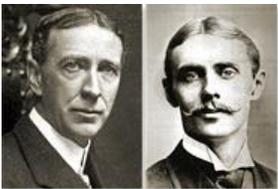
Cuando era un joven médico en la marina de los EE.UU., Edward Robinson Squibb (1819-1900) se impresionó tanto por la mala calidad de los medicamentos disponibles en los barcos durante la guerra de E.U.A. contra México que los lanzó por la borda. En 1858, fundó su propio laboratorio farmacéutico en Brooklyn, Nueva York. ER Squibb, MD y se dedicó a la producción de medicamentos puros y de alta calidad.

### 1860



Squibb se convirtió en la fuente de medicinas para el Ejército de la Unión durante la Guerra Civil. El inventó la maleta-Squibb un cofre compacto de madera con unos 50 medicamentos para el tratamiento de víctimas en el campo de batalla. El cofre se vendía en alrededor de \$ 100 dólares, e incluía éter y cloroformo para su uso como anestésico durante las amputaciones, la quinina y el whisky para tratar los síntomas de la malaria, y los tratamientos a base de hierbas para la disentería y otras enfermedades provocadas por la insalubridad de los devastados campos militares.

### 1887



William McLaren Bristol (a la izquierda) y su amigo, John Ripley Myers, invirtieron \$ 5.000 dólares en la Compañía Farmacéutica Clinton, una empresa de fabricación de fármacos en su defecto situada en Clinton, Nueva York. La empresa se constituyó oficialmente el 13 de diciembre de 1887, con Bristol como presidente y Myers como vice presidente.

**1895**



Squibb se retiró en 1895 y pasó la mayor parte de la gestión de la empresa a sus hijos, Charles y Edward. La compañía llegó a ser conocido como E.R. Squibb & Sons.

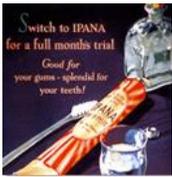
**1898**



El primer producto reconocido a nivel nacional de Bristol-Myers, creado por el químico Leroy J. Webber, era una sal mineral laxante que, cuando se disolvía en agua, se reproducía el sabor y los efectos de las aguas minerales naturales de Bohemia. Bautizado Sal Hepatica, el nuevo producto fue vendido modestamente. En 1903, la Sal Hepatica fue un best seller.



Bristol y Myers cambiaron el nombre de Clinton a Bristol, Myers Company (un guión iba a reemplazar la coma después de la muerte de Myers en 1899, cuando la compañía se convirtió en una sociedad anónima). No es hasta el año de 1900 que el guión en Bristol-Myers ha permanecido en el nombre de la empresa.



Otro gran éxito de esta época fue Ipana una pasta de dientes, la cual fue la primera en incluir un desinfectante en su fórmula contra la infección de las encías sangrantes. La demanda de Sal Hepatica e Ipana transformaron a Bristol-Myers de una empresa regional a internacional.

**1905**



Los hijos Squibb vendieron la compañía a Lowell M. Palmer y Weicker Theodore. Ese mismo año, un terreno fue comprado en New Brunswick, Nueva Jersey, para el establecimiento de una planta de producción de éter. Aproximadamente al mismo tiempo, el prototipo del logo de Squibb fue diseñado. El logotipo representa la uniformidad del producto, pureza, eficacia y confiabilidad basado en la investigación.

**1921**



El lema de Squibb era: "El ingrediente sin precio en cada producto es el honor y la integridad de su creador" Era la copia de publicidad más efectiva jamás usada por Squibb A la izquierda es un anuncio de 1920 para la crema dental y el aceite de hígado de bacalao.

**1924**



Los ingresos brutos de Bristol-Myers superaron el millón de dólares, y sus productos se vendían en 26 países. Las acciones eran mantenidas por los herederos de John Myers las cuales llegaron a estar disponibles para la venta, lo que provocó una serie de movimientos que, en 1929, Bristol-Myers se convirtió en una empresa que cotizaba en bolsa (New York Stock Exchange).

**1938**



La depresión de la posguerra hizo que Bristol-Myers dejara su negocio farmacéutico y se dedicara por completo a sus especialidades: Sal Hepatica e Ipana, además de una docena de artículos clasificados como antisépticos y jarabes para la tos. La sede de la compañía se estableció en Manhattan y, después de haber incursionado en los productos de consumo, Bristol-Myers comenzó a anunciar nuevos productos, como el tónico para el cabello Vitalis y un desodorante.



Se estableció el Instituto de Investigaciones Médicas Squibb en New Brunswick, Nueva Jersey. El instituto hizo grandes avances en el mundo farmacéutico, especialmente en relación a los antibióticos.

**1940**



Squibb obtuvo cultivos de *penicillium notatum* del Reino Unido y desarrolló procesos de fermentación en grandes tanques para la producción de penicilina. En 1943, Squibb estaba produciendo 15,000 galones de penicilina en la planta de New Brunswick, en ese entonces, la mayor planta de producción de penicilina en el mundo.

**1943**



Bristol-Myers compra Laboratorios Cheplin en Syracuse, Nueva York. Se da comienzo a la construcción de una nueva planta de penicilina. Cheplin se convirtió en uno de los proveedores clave de la penicilina para las fuerzas armadas aliadas durante la Segunda Guerra Mundial. Después de la guerra era evidente que la penicilina y otros antibióticos eran una gran oportunidad para Bristol-Myers. Cheplin fue denominado Laboratorios Bristol en 1945 y Frederic N. Schwartz fue puesto a cargo.



Desde 1945 hasta los años 1960's, Bristol-Myers y Squibb eran participantes importantes en la era de los antibióticos, con la ampliación de sus instalaciones y la producción de estreptomicina, tetraciclina y otros descubrimientos.

### 1946



Se consolida Squibb International, la compañía se expandió hacia América del Sur y Europa, construyendo plantas de producción en México, Italia y Argentina.

### 1955



Squibb recibió el Premio Lasker, uno de los premios científicos más respetados en el mundo, por descubrir las propiedades de un antibiótico usado para tratar la tuberculosis.

### 1961



ER Squibb & Sons comercializaron el primer cepillo de dientes electrónico en el mundo en 1961. En 1990, más de 150 marcas de cepillos de dientes automáticos fueron introducidas, los cuales en su mayoría imitaban el modelo original de Squibb inventado por el profesor Philippe G. Woog.

### 1967



Bristol-Myers adquirió Mead Johnson & Company, líder en ciencia basada en nutrición de lactantes y niños. Mead Johnson presentó su fórmula para bebé por primera vez en 1910 y durante décadas se expandió en vitaminas, productos farmacéuticos y nutrición prenatal.



Squibb profundizó en la investigación del cáncer, descubrió y desarrolló la hidroxiurea para la leucemia y el cáncer de ovario avanzado.

### 1970



Durante un tiempo, Bristol-Myers estuvo en el mundo del espectáculo. En 1970, la compañía formó "Palomar Pictures", que produjo "The Taking of Pelham One, Two, Three", protagonizada por Walter Matthau y Robert Shaw, y "The Stepford Wives", protagonizada por Katharine Ross y Prentiss Paula. Palomar desapareció en 1974.

**1971**

Squibb estableció su sede central en Princeton, Nueva Jersey. También amplió las instalaciones del Instituto Squibb en Princeton. Esta expansión permitió a Squibb tener los descubrimientos y los avances más revolucionarios en la investigación médica.

**1973**

En la década de 1970, Bristol-Myers presentó varios medicamentos tempranos, comenzando en 1973 con medicamentos para tratar cánceres de células escamosas, cáncer de cabeza y cuello, y los linfomas no-Hodgkin, seguido en 1974 para tratar el cáncer de hueso, tumores de estómago y páncreas; en 1976 con un producto de quimioterapia para el cáncer de cerebro y linfoma de Hodgkins, en 1977 desarrolló un medicamento para el tratamiento de cánceres de cerebro y linfáticos.

**1975**

Los investigadores de Squibb, Miguel A. Ondetti (a la izquierda) y David W. Cushman crearon el primero de una nueva clase de agentes inhibidores para la presión arterial alta. Este fue un importante descubrimiento médico para el tratamiento de pacientes con presión arterial alta.

**1978**

Squibb vende un vendaje dental en la década de 1970 que mantiene su adherencia en superficies húmedas y cálidas. Squibb formó ConvaTec como una división separada en 1978 para desarrollar barreras adhesivos para la piel y productos que podrían dar a las personas con ostomía una mayor libertad. Con sede en Skillman, Nueva Jersey, ConvaTec se convirtió en una compañía global con 3.000 empleados en 100 países.

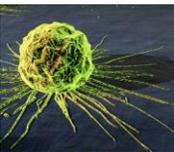
**1986**

Bristol-Myers abrió un complejo centro de investigación en Wallingford, Connecticut, diseñado para albergar a más de 800 científicos y personal de apoyo. En 1995, esta instalación fue nombrada Centro de Investigación y Desarrollo Farmacéutico Richard L. Gelb.

**1989**

Bristol-Myers se fusionó con Squibb, creando un líder mundial en la industria del cuidado de la salud. Con la fusión se creó Bristol-Myers Squibb Company, que entonces era el segundo laboratorio farmacéutico más grande del mundo.

En este año fue aprobado un medicamento para el tratamiento de cáncer de ovario recurrente.



**1991**



La FDA en EE.UU. aprobó dos medicamentos cardiovasculares



Bristol-Myers Squibb desarrolló un nuevo compuesto para el tratamiento del cáncer. La compañía invirtió cientos de millones de dólares para suministrar este nuevo compuesto en ensayos clínicos, preparar los datos para la presentación regulatoria y el desarrollo de fuentes alternativas ya que en un principio era un derivado de la corteza del árbol "Pacific Yew" en peligro de extinción. Se lanzó en 1993.

**1992**



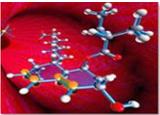
Fue aprobado un antibiótico revolucionario para la compañía

**1994**



La compañía completó la adquisición de "Union Pharmaceutique Scientifique Appliquee" (UPS A), líder en la fabricación de medicamentos farmacéuticos y de consumo, con sede en Francia.

**1995**



La empresa contaba con más de 60 líneas de productos con \$ 50 millones de dólares o más en ventas mundiales de forma anual.

**1997**



La compañía abrió un campus de investigación en Hopewell, Nueva Jersey. Dos nuevos e importantes medicamentos cardiovasculares co-desarrollados con Sanofi-Sythelabo recibieron las aprobaciones de dos medicamentos cardiovasculares , los cuales se convirtieron en los productos líderes de la compañía.

**1998**



La FDA concedió la autorización un medicamento enfocado al alivio de la migraña y los síntomas asociados, este se convirtió en el primer medicamento para la migraña disponible a los consumidores sin una receta médica.



El presidente Bill Clinton le otorgó a Bristol-Myers Squibb-Estados Unidos la Medalla Nacional de la Tecnología del más alto honor por la innovación tecnológica, "para extender y mejorar la vida humana a través de la investigación clínica innovadora por medio del desarrollo farmacéutico y la redefinición de la ciencia del estudio clínico".

**1999**



Bristol-Myers Squibb anunció el inicio SECURE THE FUTURE®, un compromiso de \$ 100 millones de dólares para adelantar los programas de investigación y extensión de VIH / SIDA a las comunidades en siete países africanos: Botswana, Namibia, Lesotho, Swazilandia, Uganda, Burkina Faso y Tanzania.

**2000**



Bristol-Myers Squibb, junto con otras cuatro compañías farmacéuticas y los organismos internacionales, se unió a la Iniciativa de la ONU: "UNAIDS Drug ACCESS Initiative". El programa ACCESS estaba destinado a hacer que los medicamentos antirretrovirales y tratamientos de VIH/SIDA contaran con una mayor disponibilidad en los países africanos mediante la reducción de los costos. La compañía ofreció bajar los precios de los medicamentos en los países en un 90 por ciento.



Bristol-Myers Squibb se comprometió con un monto \$ 15 millones de dólares para ampliar el programa SECURE THE FUTURE® en cuatro países de África Occidental, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Malí y Senegal.



Bristol-Myers Squibb anunció una nueva estrategia que incluye una mejor definición de los medicamentos y un programa agresivo de desarrollo externo. Como parte de esta nueva estrategia, la compañía vendió Clairol.

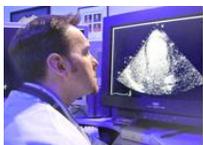
**2001**



Bristol-Myers Squibb fue elegida "Empresa Farmacéutica más admirada de Estados Unidos" por la revista FORTUNE.



Bristol-Myers Squibb inauguró en marzo de 2001 el Hospital para niños como parte del Robert Wood Johnson University Hospital en New Brunswick, Nueva Jersey. El hospital ofrece atención sin tener en cuenta la capacidad de pago de la familia y ofrece más de 45 especialidades pediátricas.



La compañía anunció la compra de DuPont Pharmaceuticals Company por \$ 7,8 mil millones, con la intención de fortalecer aún más los negocios de medicamentos de Bristol-Myers Squibb. La compañía también adquirió Bristol-Myers Squibb Medical Imaging.

**2009**



Bristol-Myers Squibb estableció una colaboración global con ZymoGenetics de Seattle, Washington para desarrollar y comercializar un nuevo tratamiento para la hepatitis C.



Bristol-Myers Squibb estableció una colaboración global con Nissan Chemical Industries y Teijin Pharma para el desarrollo y comercialización de una dosis oral de un medicamento auricular selectivo antiaritmico.



A finales de julio, Bristol-Myers Squibb anunció la aprobación de la FDA para un medicamento del área metabólica.



plazo

Bristol-Myers Squibb adquirió Medarex Inc., una empresa de biotecnología y un socio desde 2005. Esta adquisición amplió significativamente el portafolio de oncología en Bristol-Myers Squibb y los productos en desarrollo de inmunología, posicionando a la compañía a largo plazo con el liderazgo en productos biológicos.



Bristol-Myers Squibb estableció una colaboración global con Alder biofarmacéuticos Inc. de Seattle, Washington, para desarrollar y comercializar un producto biológico para el tratamiento de la artritis reumatoide.



El 23 de diciembre, la compañía completó la división estratégica de sus acciones de Mead Johnson. Bristol-Myers Squibb se convirtió completamente en un negocio biofarmacéutico, y completó la transformación de la empresa a un líder BioFarma.

**2010**



Bristol-Myers Squibb y Allergan, Inc. anunciaron un acuerdo global para el desarrollo y comercialización de un medicamento oral para el tratamiento del dolor neuropático.



En diciembre, Bristol-Myers Squibb adquirió los derechos mundiales de Oncolys BioPharma Inc.

**2011**



A principios del 2011 el sitio de BMS Tlalpan fue mejorado en la línea de empaque para blisters, manufactura, empaque para líquidos orales y granulación húmeda.



En marzo, fue aprobado por la FDA de los EE.UU. un medicamento para el cáncer de piel. En julio, Bristol-Myers Squibb e Innata Pharma anunciaron un acuerdo global para el desarrollo y comercialización de una investigación de inmuno-oncología biológica.



En septiembre, Bristol-Myers Squibb adquiere Amira Pharmaceuticals, una pequeña compañía farmacéutica centrada en el descubrimiento y desarrollo primario de compuestos para el tratamiento de enfermedades inflamatorias y fibróticas.



En septiembre, Bristol-Myers Squibb y Ono Pharmaceutical Co., Ltd., firmaron un acuerdo estratégico para ampliar los derechos territoriales de Bristol-Myers Squibb para una inmunoterapia del cáncer en fase de investigación.



En septiembre, Bristol-Myers Squibb y Ambrx, Inc., anunciaron una colaboración para la investigación, desarrollo y comercialización de productos biológicos novedosos en los programas de diabetes e insuficiencia cardíaca.



Los laboratorios de Control de Calidad de BMS Tlalpan se expandieron y se instaló un laboratorio Microbiológico.



En octubre, Bristol-Myers Squibb y Gilead Sciences, anunciaron un acuerdo de licencia para el desarrollo y la comercialización de la nueva píldora de combinación de dosis fija para las personas que viven con VIH.



En noviembre, Bristol-Myers Squibb y de Productos Farmacéuticos ASLAN anunciaron una alianza innovadora para desarrollar un compuesto en investigación oncológica.

**2012**



En febrero de 2012, Bristol-Myers Squibb adquiere Inhibitex, Inc. En agosto de 2012, Bristol-Myers Squibb adquirió Amylin Pharmaceuticals, una compañía biofarmacéutica especializada en la investigación, desarrollo y comercialización de una franquicia para el tratamiento de la diabetes tipo 2.

**2013**

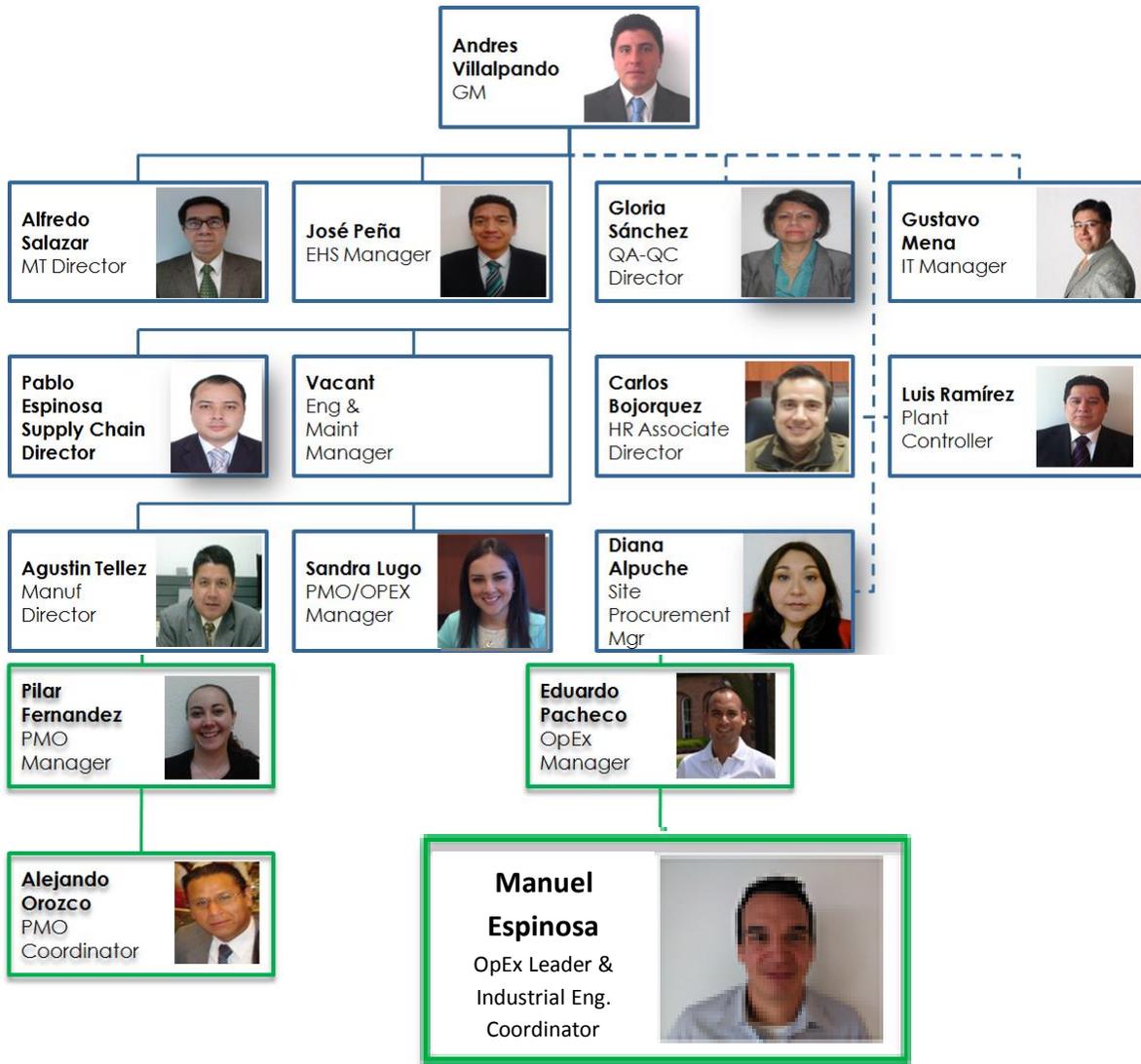
Nace la iniciativa Cambiamos en BMS Tlalpan, a través de la cual hemos obtenido una ventaja competitiva al reflejar nuestros valores en el día a día de la operación. Esto además nos ha servido como puente para la transición con RB.

**2014**

En febrero de 2014, Bristol-Myers Squibb vendió su participación global en el negocio de diabetes a AstraZeneca. La transacción incluyó los derechos que Bristol-Myers Squibb tenía como parte de su alianza con AstraZeneca, la antigua planta de manufactura en West Chester, Ohio y la futura venta de su planta en Mount Vernon, Indiana, aproximadamente 18 meses después del cierre de la operación.

**Organigrama:**

Al igual que otras compañías, el éxito de BMS Tlalpan se debe al esfuerzo de un equipo de trabajo de diferentes áreas. El área en la cual laboro es la de Ingeniería industrial y Excelencia Operativa (OpEx), y pertenecemos al departamento de Oficina de Proyectos (PMO) y Excelencia operativa.



- Comité directivo (Reporta BMS México)
- Comité directivo (Reporta BMS HQ)
- OPEX /PMO

## Roles y responsabilidades:

Desde mi ingreso a la compañía como Trainee, mi posición ha cubierto principalmente 2 áreas; OpEx (Operation Excellence) e Ingeniería Industrial. Recientemente fui promovido a Líder de OpEx y Coordinador de Ingeniería Industrial, si bien he permanecido dentro de las mismas áreas, mi nueva posición ha traído consigo una carga de responsabilidades mayor y un enfoque más estratégico a mis procesos. Debido a la naturaleza multifuncional de OpEx e Ingeniería Industrial y por tratarse de áreas que brindan servicio y soporte a otras entidades del negocio, mi trabajo está muy involucrado con otros departamentos que están directa o parcialmente relacionados con las 2 áreas antes mencionadas. A continuación presento las principales actividades fijas de las que estoy a cargo, las cuales representan un 40% de mi trabajo diario.

- **OEE:** Seguimiento diario del OEE de cada una de las líneas en la planta. Recopilación y evaluación del OEE mensual. Entrenamiento a operadores e implementación del OEE en nuevas líneas.
- **5S's:** Promotor de la cultura 5S's y responsable directo de su implementación dentro del sitio. Encargado de dar entrenamientos semanal y semestral de 5S's a través de talleres al personal que así lo requiera. Soporte a nuevos proyectos y seguimiento a proyectos existentes. Encargado de realizar auditorías y calificar el desempeño de las áreas en la implementación de 5S's.
- **Proyectos de mejora:** Facilitador para las áreas por medio de la implementación y ejecución de herramientas de Lean Manufacturing como VSM, SMED, Kan Ban, Estándar Work, Poka Yoke, etc.
- **PMO (Project Management Office):** Soporte a las actividades de la oficina de proyectos como son elaboración de planes de trabajo, priorización y seguimiento de proyectos, actividades diversas.
- **Ingeniería industrial:** Creación y modificación de rutas, apoyo en la elaboración de budget, SAP, obtención y cotización de precios.
- **Atención a Proveedores y BMS HQ, Manati, Siracusa, Humacao:** Doy servicio y atención al personal extranjero que nos visita a la planta, tanto proveedores (Prodieco) como personal de BMS que trabaja en otros sitios (Norteamérica y Puerto Rico).
- **Branding y comunicación:** Integrante del equipo de B&C, responsable de la elaboración de medios de comunicación (carteles, videos, comunicación electrónica) eventos especiales y comunicación continua, apoyo a las diferentes campañas tanto internas como externas.



## ¿Cómo impactó mi formación personal al proyecto?:

Si bien es cierto que el proyecto está fundamentado principalmente en la metodología DMAIC y herramientas Lean Six Sigma, fueron necesarios otros conocimientos sin los cuales difícilmente se hubiera llegado al resultado esperado.

Es importante lo anteriormente mencionado ya que DMAIC es solo una guía para encontrar soluciones a problemas y cuellos de botella dentro de los procesos, sin embargo, si no se complementa con una formación de ingeniería, es probable que la obtención de datos no sea la más correcta, dando como resultado un mal análisis de la situación.

Durante el proyecto fue necesario hacer uso de estudios de tiempos y movimientos, ergonomía, ingeniería industrial, contabilidad, por mencionar algunos. A continuación se presenta una breve recopilación de aquellos temas que mayor impacto tuvieron en el proyecto junto con sus respectivas asignaturas.

Más adelante, cuando revisemos la implementación de la metodología, iremos analizando de que manera fueron aplicados cada una de las asignaturas de una manera más detallada.

- **Reingeniería de sistemas y Proyectos de Ingeniería:** Estas dos asignaturas fueron las que conformaron los pilares no solo de éste proyecto, sino de las labores que realizo día a día en el departamento de OpEx. Estas dos asignaturas me dieron herramientas de aplicación y me enseñaron los conceptos básicos de la metodología Lean Six Sigma (DMAIC, Kaizen, VOC, tipos de desperdicio, etc), lo que conforma casi en su totalidad el desarrollo de este proyecto. Además de herramientas complementarias como Calidad en el servicio al estilo Disney y talleres de consultoría.
- **Ingeniería industrial y productividad:** Como mencioné en la sección de roles y responsabilidades, el departamento de ingeniería industrial es una de las 2 áreas en las cuales yo estoy directamente involucrado, además, de ser realmente útil en este proyecto sobre todo en la parte de evaluación y justificación de costos, no solo por los conceptos básicos de la Ingeniería Industrial (The evolution of the Management Theory, entorno organizacional, Diagramas de flujo, etc) sino por actitudes que aprendí durante la asignatura, como el hecho que un ingeniero industrial no puede ser introvertido o la frase "siempre hay un método mejor" la cual siempre he tenido presente a lo largo de mi carrera profesional.

- **PCP (Planeación y Control de la Producción):** Me ayudó a tener un mejor conocimiento y entendimiento de los sistemas y modelos de inventarios y la planeación de la producción, capacidad y materiales.
- **Ergonomía:** Durante el desarrollo del proyecto nos dimos cuenta de varias oportunidades en ergonomía, por ejemplo, la colocación de tapetes de anti stress para amortiguar el impacto de las vibraciones en los operadores que permanecían demasiado tiempo parados (en jornadas extendidas).
- **Estudio del trabajo:** De vital importancia para los estudios de tiempos y movimientos en programas como SMED.
- **Diseño de sistemas productivos:** Tal vez en una menor manera que PCP, pero también me fue útil de una manera indirecta, es decir, para conocer los antecedentes que se tienen que tener en los parámetros para localización de una planta, principios generales de movimiento y almacenaje de materiales, y tipos de mantenimiento.
- **Probabilidad y estadística/ Estadística aplicada/ Sistemas de Calidad:** No habría podido llevar a cabo un curso de Green Belt sin tener buenas bases de Probabilidad y Estadística, materias como Estadística aplicada y Sistemas de Calidad afilaron mis conocimientos y me dieron modelos de aplicación.

- **Sistemas de planeación/Desarrollo empresarial:** No solo en la empresa en la que estoy laborando actualmente, sino en todas las empresas en las que he estado he sabido identificar la metodología de la planeación estratégica, análisis FODA, comprensión de activos y pasivos, elaboración de un plan estratégico, estrategia competitiva hacia clientes y proveedores, etc. Todo lo anterior me ha sido de mucha utilidad, sin embargo, fueron 2 factores por los cuales esta asignatura me ha dado una ventaja competitiva: las juntas de consejo (presentaciones) y las pepitas de oro. Las primeras no solo me permitieron conocer cómo se debe presentar un proyecto si no como prepararlo y que criterios son los más importantes para los inversionistas/clientes, el segundo punto, las pepitas de oro, si bien no todas las he hecho parte de mi vida, hay algunas ( "es importante pensar en el futuro porque es donde vamos a pasar el resto de nuestras vidas", "un diagnóstico equivocado genera una mala planeación", "no se deben atacar causas sino problemas", etc) que de no haberlas aplicado en su momento no hubiera generado el resultado logrado.

A pesar de que las asignaturas anteriormente mencionadas fueron las que tuvieron un mayor impacto en éste proyecto en particular, todas las asignaturas, especialmente las de ciencias básicas, han sido importantes en cada una de las tareas que he realizado profesionalmente, lo anterior lo digo porque materias como cálculo vectorial, termodinámica, electricidad y magnetismo, Ecuaciones diferenciales y algebra lineal me han dado una formación ingenieril en la resolución de problemas.



## **CAPÍTULO III**

### **Aplicación de la metodología**

## **Marco Teórico:**

Si bien es cierto que fueron necesarios varios conocimientos y aptitudes para la realización de este proyecto, para su implantación se siguió una estructura de tipo DMAIC, la cual forma parte de la metodología de Lean Six Sigma, la gran mayoría de las herramientas y métodos de análisis que veremos más adelante forman parte de ésta metodología. Para poder explicar de una mejor manera lo que es Lean Six Sigma, será necesario hacer primero un análisis por separado de lo que es Lean (Manufactura esbelta) y Six Sigma, y luego de la forma en la que se relacionan estas dos metodologías.

Durante esta sección iremos de lo general a lo particular, revisando la parte teórica de este proyecto, abordando primero las metodologías para posteriormente dar paso a las herramientas que fueron utilizadas en cada una de ellas. El objetivo no es ver de qué manera se aplicaron en la empresa (eso lo abordaremos más adelante) es simplemente dar a conocer todos aquellos conceptos que fueron utilizados.

Para todo lo anterior no nos basaremos de una sola fuente o libro, sino que más bien, los conceptos estarán fundamentados en la manera en la que se aplican en BMS, es decir, el conocimiento estará sostenido principalmente en la experiencia laboral.

### Manufactura esbelta (Lean Manufacturing) y la eliminación de desperdicio:

La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros.

El Laboratorio de Diseño de Sistemas de Producción (Production System Design Laboratory) o PSD del instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) define que " la producción esbelta está enfocada en la eliminación de desperdicio en todas las áreas de producción, incluyendo relaciones con clientes, diseño de producto, redes de suministro, manufactura, etc. Su objetivo principal es reducir, entre otras cosas; el esfuerzo humano, los inventarios, el tiempo de desarrollo de productos, el espacio, etc. Todo con la finalidad de convertirse en una organización altamente responsiva a la demanda del cliente al tiempo que se producen productos de máxima calidad de la manera más eficiente y económica posible".

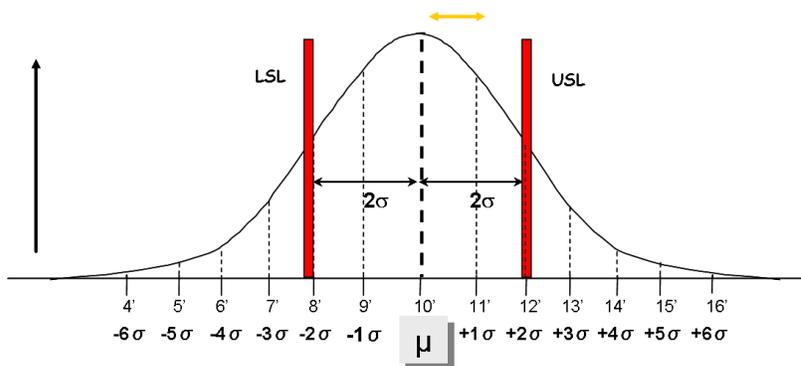
En pocas palabras la manufactura esbelta se enfoca en la reducción o eliminación de cualquier tipo de desperdicio. Para una empresa el desperdicio es todo aquello que no añade valor a un producto o servicio, es decir, todo aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar y que sin embargo impactan en el coste del producto. Existen 8 tipos de desperdicios los cuales son; Sobre-producción, Inventario, Movimiento, Esperas, Retrabajo, Sobreproceso, Transporte, Gente (no aprovechar sus habilidades).



**Six Sigma y su nivel de desempeño:**

La metodología Seis Sigma es una serie de herramientas y métodos (empíricos y estadísticos) cuyo objetivo es mejorar la calidad de nuestros resultados o salidas (producto y servicio que brindamos al cliente) por medio de la identificación y reducción máxima de la variabilidad en un proceso, no atacando el resultado sino la causa raíz del problema. La metodología Seis Sigma se apoya en un equipo formado por una infraestructura de personas que son impactadas por un proceso determinado (Stake Holders), cada miembro del equipo tiene roles y responsabilidades bien definidos.

Podemos afirmar que, más que solo un nombre y una técnica, Seis Sigma se conceptualizó como un métrico de calidad. Es un término que inició en los procesos de manufactura, y es asociado con modelado estadístico. Cuando decimos que un producto o servicio llega a un nivel de desempeño Seis Sigma nos referimos a que tan solo 3,4 partes por millón salen de nuestros límites de control. La forma más fácil de explicar la variabilidad de un proceso es mediante la curva de la distribución normal.



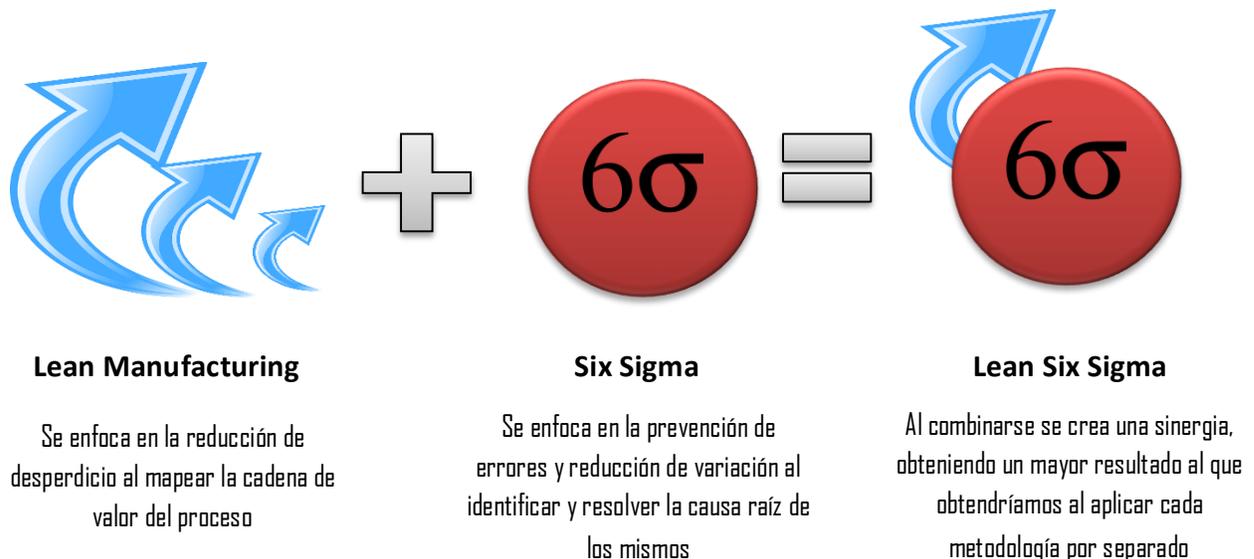
La desviación estándar (representada por la letra griega Sigma σ) nos señala la distancia que hay entre el eje de las Abscisas (X), y la media ( μ ). Como puede observarse en la curva, entre mayor es la distancia mayor la difusión de los valores encontrados. Podemos ver también los límites de especificación, los cuales se representan con LSL (límite de control inferior) y USL (límite de control superior). En este caso los límites de control se encuentran a una distancia de 2σ, lo que significa que nuestro proceso tiene una tolerancia de 308,537 defectos por millón (DPMO). De esta manera al ir aumentando las sigmas se va reduciendo nuestra tolerancia a errores dramáticamente. Como vimos anteriormente, un nivel Seis Sigma se obtiene cuando tenemos 3.4 defectos por millón.

Nivel de desempeño Sigma	
Nivel Sigma	Defectos por Millón (DPMO)
1	690,000
2	308,537
3	66,807
4	6,210
5	233
6	3.4

**Enfoque sistémico y Sinergia entre Six Sigma y Lean manufacturing (Lean Six Sigma ):**

Muchas personas llegan a confundir Six Sigma y Lean Manufacturing como si se tratara de la misma metodología. sin embargo, cada una tiene un objetivo diferente, así como un enfoque y herramientas diferentes. No es solamente el hecho de que estas hayan nacido en compañías diferentes y en años diferentes, de hecho, tanto Manufactura Esbelta como Six Sigma pueden utilizarse de manera independiente sin requerir una de la otra. Entonces en este punto podemos preguntarnos ¿porqué si son dos metodologías diferentes se utilizan en conjunto? La respuesta es la “sinergia”. El concepto de sinergia es utilizado para nombrar a la acción de dos o más causas que generan un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos individuales. El enfoque sistémico considera a todo objeto como un sistema o como componente de un sistema, entendiendo por sistema un conjunto de partes entre las que se establece alguna forma de relación que las articule en la unidad que es precisamente el sistema.

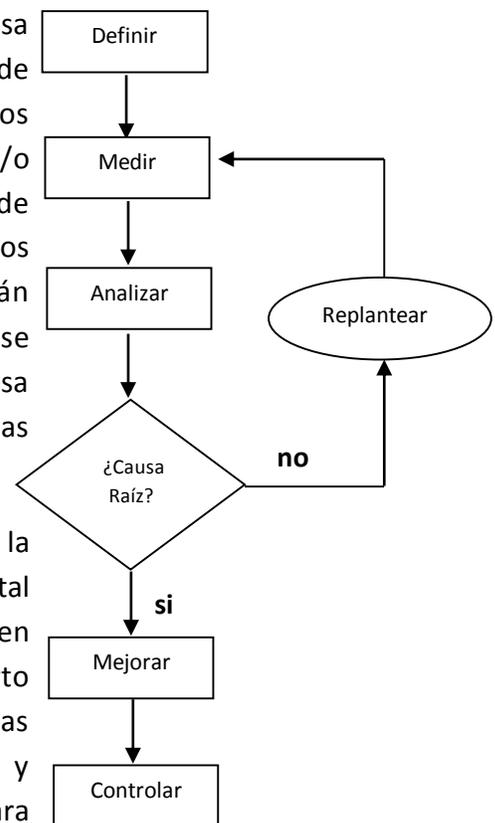
Como ya vimos anteriormente Seis Sigma es una metodología empresarial de eliminar la variación en un producto y la prevención de errores. Al eliminar la variación, eliminamos defectos, y cada producto o servicio que damos funciona a la perfección, al igual que la anterior. Sin embargo, la eliminación de las variaciones es un proceso largo y complicado. Lean Seis Sigma toma herramientas tanto de Seis Sigma como de manufactura esbelta para de esta manera producir resultados más rápidamente.



**La metodología DMAIC:**

La metodología Seis Sigma se basa en un proceso de cinco pasos llamado DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) la cual puede verse como un camino para la resolución de problemas o la mejora de un producto o servicio. Derivado de la metodología DMAIC nace DFSS (Design for Six Sigma) que no es otra cosa que diseñar áreas y estructuras de trabajo para que sean lo más afines a implementar la metodología, sin embargo, por su complejidad prácticamente todas las compañías comienzan por ejecutar primero la metodología DMAIC y una vez dominada continúan con la ejecución de DFSS.

Cada etapa de la metodología DMAIC debe tener un tiempo de duración bien definido, así como entregables específicos, todo lo anterior debe registrarse en el Project Charter. Algo importante a mencionar es que, a pesar de parecer una metodología muy lineal y explícita es importante tener un enfoque muy flexible al utilizarla, ya que, al no conocer la causa raíz del problema, muchas veces nos veremos en la necesidad de regresar a una etapa anterior de la metodología o replantearnos el problema. Esto ocurre principalmente cuando los Black Belt y/o Green Belts se encuentran analizando la información (etapa de analizar), y se dan cuenta que la forma en la que se recabaron los datos no fue la correcta (etapa de medición), por lo cual deberán regresar una etapa. También puede darse el caso que en la fase de mejora nos damos cuenta que no estamos atacando la causa raíz del problema, por lo tanto habría que regresar unas etapas para replantear el escenario.



La flexibilidad de la metodología DMAIC no solo aplica en la libertad que tenemos para regresar una o varias fases, es de vital importancia que sepamos qué herramientas vamos a utilizar en cada una de las etapas, ya que, aunque cada etapa tiene un cierto número de herramientas a utilizar, no siempre se utilizan todas ellas. Esto hace de especial importancia la participación y experiencia de un Black Belt (y a veces de los Green Belts) para saber qué herramientas son las más adecuadas en un proyecto determinado. El seleccionar las herramientas adecuadas nos va a evitar el estar retrocediendo etapas una vez que el proyecto se encuentre en una etapa más madura.

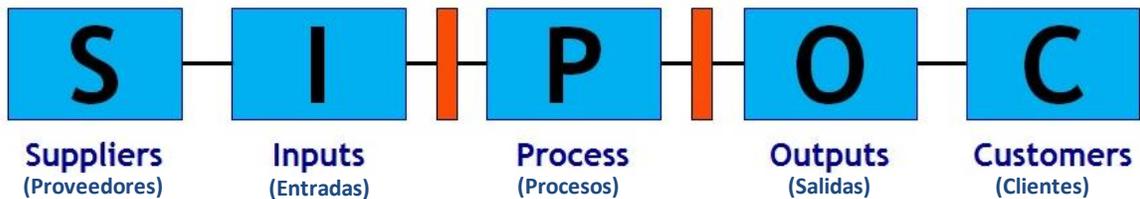
A continuación presento una breve descripción de lo que consiste cada una de las etapas, así como las herramientas que se utilizan en cada una de ellas (por las características de nuestro proyecto en particular no todas las herramientas fueron utilizadas, solamente las que consideramos necesarias).

**-Selección de Proyecto:** Si bien propiamente la selección no entra dentro de la metodología DMAIC, es un paso igual de importante que los otros ya que, debido a que siempre los recursos en una empresa son limitados, debemos saber con toda claridad cuál es el proyecto en el que debemos enfocarnos. Lo anterior no siempre es fácil de saber y, al igual que con las etapas de DMAIC, utilizamos una serie de herramientas para la selección. Para nuestro caso el hecho de tener que prepararnos para una demanda de volumen inminente y la cual no podíamos cubrir, determinó el por qué seleccionamos dicho proyecto. Sin embargo, hay que mencionar que para justificar esta decisión usamos una matriz de priorización, la cual es una herramienta que nos sirve para asignar una calificación de manera objetiva cada uno de los criterios que impacta un proyecto (los criterios son definidos con base en las necesidades de la empresa) y de esta manera elegir aquel proyecto que requiere prioridad.

**-Definir (Define):** En esta primera etapa nos preguntamos ¿Qué es lo que queremos lograr con este proyecto? La etapa de Definir es el primer paso en el proceso de mejora de Lean Six Sigma. En esta etapa los líderes de proyecto definen las bases del mismo, por ejemplo, los recursos a utilizar, el equipo, el alcance del proyecto, etc. Es una etapa en la que se trabaja mucho con los altos directivos de la empresa, ya que son ellos quienes autorizan los recursos y en cierta medida establecen las prioridades de la compañía. En esta etapa comenzamos a entender cuáles son las necesidades de nuestro cliente y definimos el VOC (Voice of the Customer). Es una etapa crítica en la cual el equipo de trabajo establece hacia donde serán dirigidos sus esfuerzos en un futuro.

- **Project Charter:** es un documento que permite balancear las intenciones y alinear las necesidades de los interesados en el proyecto. Además, proporcionará un acuerdo respecto a cuándo podrá considerarse exitoso el proyecto. No deberá ocupar más de una página y en su preparación deberán participar todos los interesados

- SIPOC: es un acrónimo de las palabras en inglés de “Supplier, Input, Process, Output, Customer”, y Nos provee de una vista macro del flujo del proceso o producto y sus interrelaciones dentro del negocio además de que define los límites del proceso, el punto de inicio y final del proceso que necesita una mejora.



- Análisis de StakeHolders: Definimos cuales serán todas las personas que se verán impactadas, positiva o negativamente, por el proyecto. Dichas personas no necesariamente tienen que formar parte del equipo de mejora.
- Definición de CTQ's (Critical to Quality): Definimos toda aquella característica que satisface un requerimiento clave para el cliente o el proceso.
- Recopilación de VOC (Voice of the customer): sirve para alinear todas las actividades de la organización hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes.

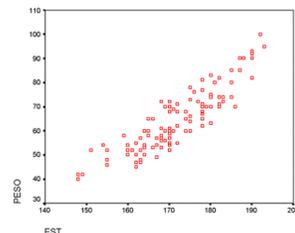
**-Medir (Measure):** En esta segunda etapa nos preguntamos ¿De qué manera se comporta el proceso actual? La medición es una etapa crítica a través de todo el ciclo de vida del proyecto. El equipo debe tener dos prioridades en esta etapa. Primero debe determinar el punto de inicio o línea base del proceso, esto nos va a permitir saber que tanto avanzamos en la etapa de Mejorar, ya que si no tenemos un punto de partida, difícilmente podremos compararnos. La segunda prioridad es buscar pistas o evidencias de la verdadera causa raíz del proyecto. Suele ser una de las etapas más largas de todo el proceso, ya que la recolección de información no siempre es rápida y muchas veces requiere de recursos adicionales:

- Diagrama de Flujo del proceso: Nos ayuda a mapear las acciones que deben de llevarse a cabo para realizar el proyecto
- Plan de recolección de Información: Es la manera en la que estaremos recopilando la información

- **Benchmark:** Es la acción de compararse y compartir las buenas prácticas de un sitio. El benchmark puede ser de 3 tipos, el primero es cuando comparamos dos áreas dentro de una misma empresa, la segunda cuando comparamos 2 sitios dentro de una misma empresa (por ejemplo, BMS México y BMS PuertoRico) y la tercera es cuando comparamos a 2 empresas, sean del mismo ramo o no.
- **Gage R&R:** Es el estudio donde se determina si un sistema de medición es confiable o no. Es una combinación de los estudios de respetabilidad y reproducibilidad. Gage significa “Instrumento de medición” y R&R significa respetabilidad y reproducibilidad.
- **VOC:** También se utiliza en la etapa de medir, ya que es importante determinar si lo que estamos midiendo es importante para nuestro cliente.
- **Cálculo de Sigma del proceso:** En qué nivel de Sigma nos encontramos con base en el número de defectos por millón de mi proceso.

**-Analizar (Analyze):** En esta tercera etapa nos preguntamos ¿Qué nos dice la información que recabamos anteriormente? Esta etapa normalmente esta interrelacionada con la etapa de medición, ya que al irse recabando los datos por etapas se van analizando también por etapas. Algo muy normal que sucede en esta etapa es que, mientras el equipo va analizando la información, pueden decidir hacer un reajuste al plan de recolección de información para incluir ya sea datos adicionales o diferentes. El objetivo final de esta etapa es que, al analizando la información, podamos llegar a la causa raíz del problema a la vez que identificamos desperdicios y defectos.

- **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, permite 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.
- **Diagrama de Pareto:** Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan; Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.



- Diagrama de dispersión (Scatter Plot): se utilizan para analizar la relación o correlación entre dos variables o entre dos conjuntos de datos.
- Diagrama causa y efecto (también conocido como diagrama de pescado): Muestra la relación entre una característica de calidad y los factores de influencia, para encontrar las causas posibles.
- 5 ¿por qué? (5 Whys): es una técnica de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" 5 veces o hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema.
- Prueba de hipótesis: ayuda a evitar los altos costos en los esfuerzos experimentales mediante el uso de los datos existentes. La probabilidad de ocurrencia se basa en una confianza estadística predeterminada.
- VSM: permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas.

**Mejorar (Improve):** En esta cuarta etapa nos preguntamos ¿Cómo vamos a arreglar el problema? Esta etapa llega una vez que el equipo de trabajo Lean Six Sigma está satisfecho con la información recabada y analizada, podemos decir que ya no es necesario seguir juntando datos para entender la causa raíz del problema. Ahora es momento de movernos al desarrollo de la solución. En esta etapa el equipo se enfoca a desarrollar e implementar ideas para eliminar la causa raíz.

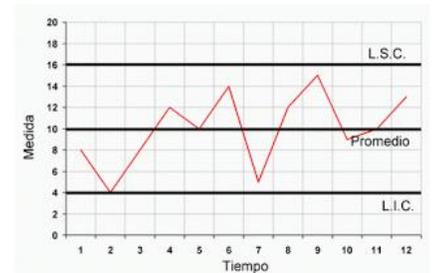
- Brainstorming (Lluvia de ideas): es una técnica efectiva para generar ideas sobre un asunto específico, para luego determinar qué idea –o ideas- presenta la mejor solución. Se hace en equipo, y consiste en que los miembros del mismo propongan todas las ideas que se les ocurren para la solución de un problema.
- Sistema a prueba de error: Se implementa un sistema para evitar, o hacer muy visible, cualquier tipo de error en la línea de producción en el momento en el que esta ocurriendo, de esta manera el error no avanza a la siguiente fase de producción.

- Diseño de experimentos (DOA): sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no controlamos y que debemos ajustar para optimizarlo.
- Despliegue de funciones de calidad (QFD): es un proceso para entender la voz del cliente y traducir sus expectativas en parámetros técnicos de diseño.
- FMEA (Failure Mode and Effects Análisis): identifica y evalúa defectos que podrían resultar en la reducción de la calidad de un producto. Los defectos dentro de la metodología son definidos por el VOC.
- Simulación en Software: La utilización de ciertos programas de cómputo para simular un proceso en específico, y de esta manera poder evaluar las mejoras a implementar.
- SMED: Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute. Se entiende por cambio de herramientas el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria.
- 5S's: Metodología cuyo objetivo es lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

**Contolar (Contol):** Una vez que encontramos la solución a la causa raíz nos debemos preguntar ¿cómo mantenemos las mejoras realizadas? Por lo general, esta es la etapa más larga de la metodología (incluso más que la etapa de medir) ya que el equipo Lean Six Sigma busca construir una infraestructura de trabajo que les permita documentar de manera exacta como se comporta el proceso una vez realizada la mejora. También es importante establecer una estrategia para transmitir esta estructura de trabajo a los empleados involucrados en el proceso.

Una vez que alcanzamos una etapa madura en la fase de Controlar, es momento de comunicar los resultados a las personas involucradas en el proyecto (Desde Champion hasta stakeholders) y celebrar los logros obtenidos. Las herramientas más importantes de esta etapa son:

- Cálculo de nivel Sigma: Aquí se compara nuestro nivel de Seis Sigma con el que obtuvimos en la etapa de medir, de esta manera sabemos a ciencia cierta los beneficios del proyecto.
- Gráficos de control: Es una gráfica que muestra la variabilidad de un proceso en el tiempo con respecto a dos límites de control determinados estadísticamente, lo cuales se denominan Límite Superior de Control (L.S.C.) y Límite Inferior de Control (L.I.C.) y se colocan equidistante a ambos lados de la línea que indica el promedio del proceso.
- Cálculo de ahorros y evasión de costos (cost avoidance): Al final de nuestro proyecto debemos saber cuál fue el beneficio, para eso utilizamos 2 conceptos; los ahorros y la evasión de costos. Aunque parecen similares no lo son ya que el primero representa la cantidad de dinero que obtengo como beneficio por haber implementado un proyecto, mientras que el segundo representa el dinero que la compañía “ha dejado de gastar” gracias a la implementación de mi proyecto. Para ser más claros pondremos un ejemplo; un ahorro sería si yo reduzco la cantidad de material que se utiliza para fabricar una botella de plástico, una evasión de costo sería que gracias a mi proyecto he dejado de enviar a destrucción el 50 % de mis mermas.
- Plan de Control: La manera en la que vamos a cerciorarnos que el proyecto está bajo control. Se dice que el proceso está bajo control estadístico cuando no hay otras causas asignables presentes. Esto es equivalente a decir que el proceso permanezca estable, es decir que los parámetros de la distribución permanezcan invariables y por lo tanto puede realizarse una predicción del intervalo en el que se encontrarán los valores de la característica de respuesta.



### Roles y rangos dentro de Six Sigma:

Como lo hemos visto Six Sigma es una metodología multidisciplinaria, ya que aquellos que la practican deben de manejar diferentes tipos de conocimientos, desde gestión de proyectos hasta análisis estadístico. Sin embargo, no todos los miembros de una organización colaboran de igual manera en un proyecto de Six Sigma, incluso los miembros dentro del equipo tienen diferentes roles y responsabilidades, las cuales deben de quedar siempre muy claras para poder implementar con éxito cada uno de las iniciativas. Un equipo de proyecto va más allá de los cinturones y certificaciones de sus miembros, ya que casi siempre abarca todos los niveles de la organización, desde directivos hasta operadores de primera línea. A continuación veremos de qué manera se desempeña cada miembro de la organización dentro de un proyecto de Six Sigma:

- **Dueños del proceso:** Tal como su nombre lo indica, son los responsables de un proceso en específico en un área determinada, sea Legal, Marketing, etc. Suelen ser puntos de referencia y de consulta en cuanto al proyecto para los Green Belts y Black Belts.
- **Yellow Belt:** Se trata de un profesional que tiene un conocimiento general de Six Sigma (a través de algún entrenamiento formal) y que aporta experiencia o conocimientos especializados de su área de trabajo al proyecto a realizar. Son personas con un buen conocimiento técnico de su trabajo y normalmente forman parte del equipo que se define en el charter, trabajan muy de cerca con los Green Belts.
- **Green Belt:** Profesional que trabaja a tiempo parcial en el desarrollo de un proyecto de Six Sigma, normalmente dedica un 80% de su tiempo laboral a temas propios de su rol como trabajador y un 20% al desarrollo de proyectos de mejora. Normalmente trabaja muy de cerca con los Black Belts como miembro de un proyecto o liderando proyectos pequeños. Además de tener conocimientos en su área de trabajo, tiene un buen manejo de los métodos de Six Sigma y las herramientas de estadísticas básicas.

- **Black Belt:** A diferencia del Green Belt se trata de un profesional que trabaja tiempo completo en proyectos de mejora de Six Sigma, y actúa como líder de equipo relacionándose con otras áreas. Su formación es más compleja que la del Green Belt y lleva varios años de experiencia, debe tener un avanzado uso de herramientas estadísticas y, habilidades de liderazgo y manejo de personal.
- **Master Black Belt:** Se trata de un Black Belt altamente experimentado y con buenos logros en cuanto a sus proyectos. Se le puede considerar un experto en todos los métodos y herramientas de Six Sigma y análisis estadístico. Es responsable directo del coaching y la formación de Black Belts, además de brindar apoyo a todos ellos para cada uno de sus proyectos. Un Master Black Belt no se enfoca a un solo proyecto, sino que participa dando seguimiento a los mismos y facilitando la viabilidad del proyecto con los Champions manteniendo las prioridades claras. Es raro que en una organización haya más de un Master Black Belt, normalmente hay uno por cada 7-16 Black Belts.
- **Champion:** Se trata de un ejecutivo de nivel medio-alto que patrocina un proyecto específico de Six Sigma, asegurando que los recursos necesarios estén disponibles y facilitando los equipos multi-funcionales.
- **Leader Six Sigma:** Ejecutivo de alto nivel que es responsable de la implementación de Six Sigma dentro de la empresa. Puede o no ser líder de algún proyecto, sin embargo, en él recae la responsabilidad directa de que la organización se maneje bajo los principios de Lean y Six Sigma.

## **CAPÍTULO IV**

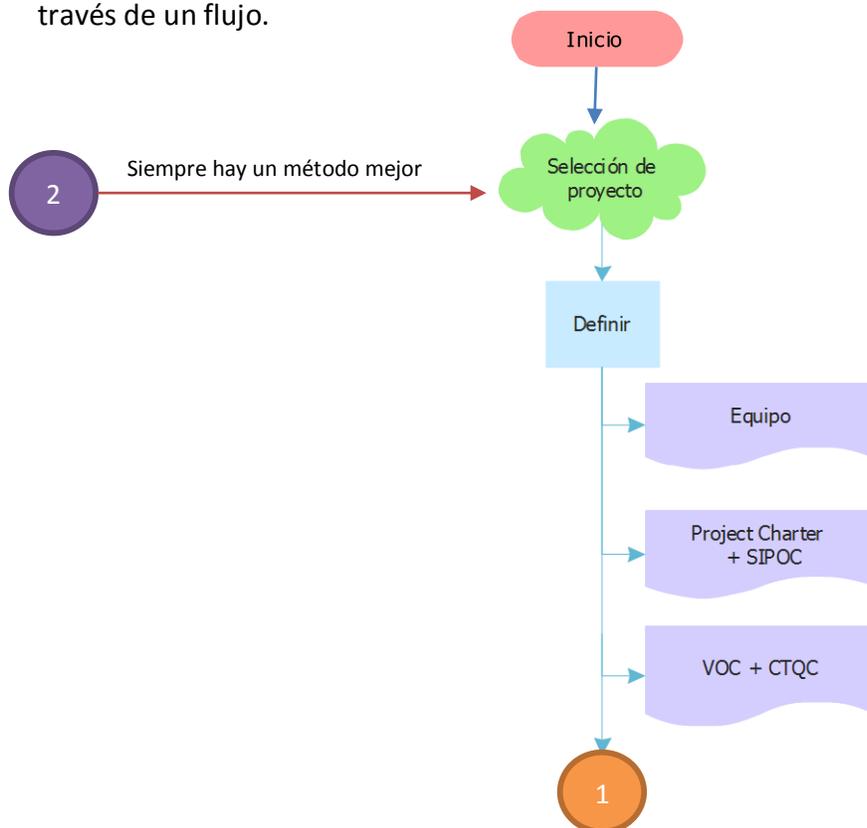
### **Desarrollo del proyecto**

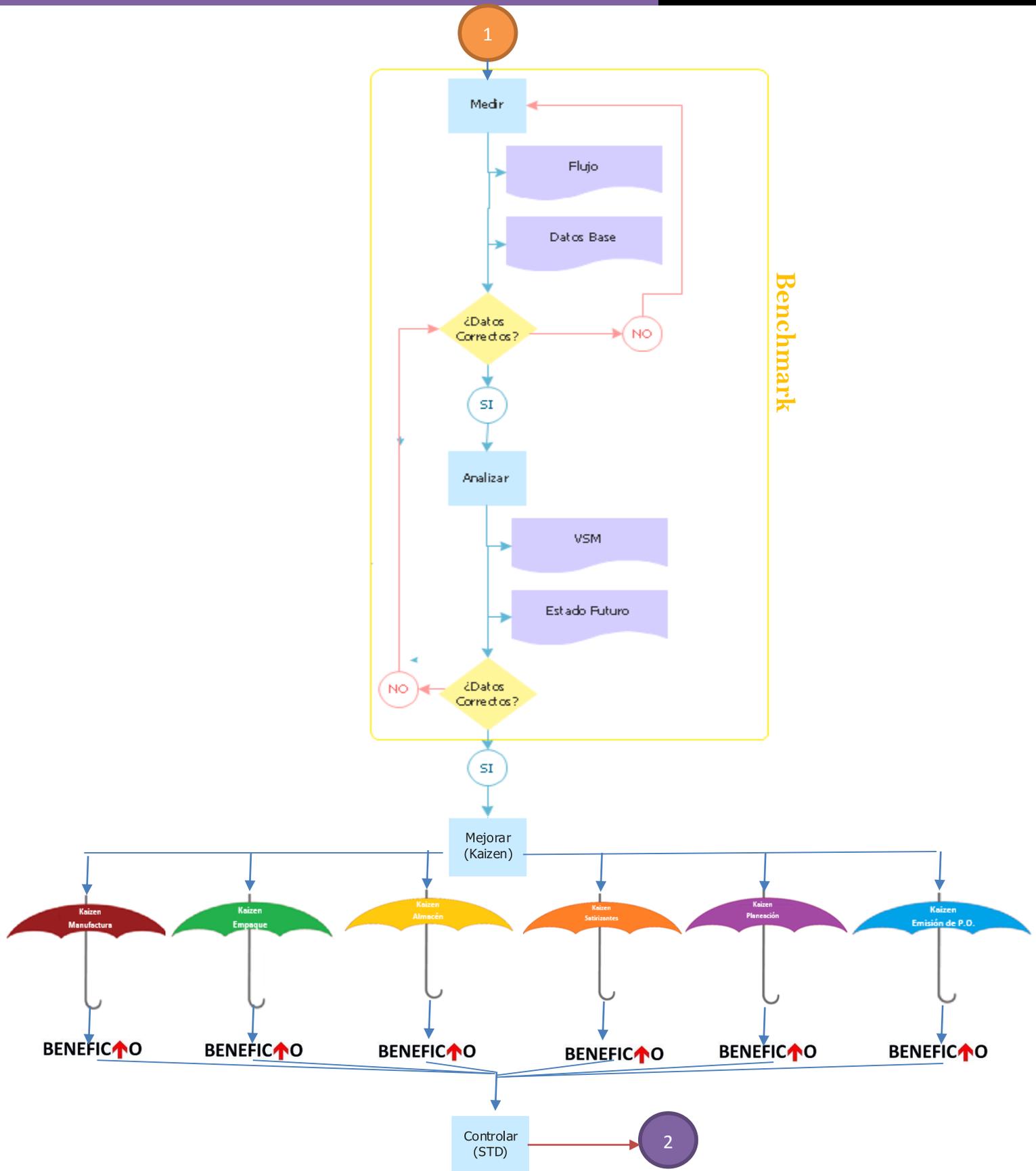
**Implementación:**

Todo este capítulo abarca el cómo fue la implementación del proyecto de reducción de tiempo ciclo para Nal-con. Como se mencionó anteriormente se utilizó la metodología DMAIC, por lo tanto, se irá evaluando paso a paso cada una de las etapas de la misma.

Sería prácticamente imposible y poco práctico hacer un desglose detallado de lo que fue cada una de las actividades, ya que no todas fueron relevantes o llevadas a cabo, es por ello que he preferido enfocarme en aquellas herramientas que realmente fueron representativas y en las cuales estuve involucrado. Antes de continuar es importante mencionar 2 cosas; la primera es que, siendo Lean Six Sigma una metodología flexible, no es necesario el uso de todas las herramientas vistas anteriormente, ya que las herramientas a utilizar deben de irse adaptando a las necesidades del proyecto, el segundo punto es que todavía no hablaremos de los resultados de cada una de las herramientas, eso lo revisaremos más adelante en el capítulo 5 .

A continuación presento de manera muy concreta lo que fue el desarrollo del proyecto a través de un flujo.





Benchmark

## **Selección de Proyecto:**

Debido a que los recursos de nuestra compañía son limitados, antes de iniciar nuestro proyecto fue importante hacer una pre-evaluación con base en las necesidades que en ese momento presentaba la empresa, para de esta manera asegurarnos que nuestras actividades y tiempo tengan un impacto significativo en el negocio.

De esta manera el primer paso para realizar el proyecto fue saber qué proyecto elegir. Como es natural en todas las empresas transnacionales siempre se tiene una enorme cantidad de proyectos o necesidades que necesitan ser atendidas, sin embargo no todas pueden ser cubiertas al mismo tiempo por las limitantes propias de cada una (inversión, tiempo, mano de obra, etc). Para principios del 2014 había varios proyectos los cuales necesitaban soporte del área de OpEx e Ingeniería Industrial, sin embargo había que priorizarlas primero. Para decidir qué actividad debería ser con la que debíamos iniciar, nos basamos en las necesidades y estrategia de la empresa, además de construir una matriz de priorización. La matriz de priorización nos permitió seleccionar una opción a partir de una lista de opciones con base en variables o criterios elegidos previamente por nosotros, un criterio es una pauta o parámetro que permite evaluar y tomar una decisión colectiva por consenso. Para construirla realizamos los siguientes pasos:

### **1-Línea de Proyectos:**

Se puede decir que fue la etapa previa a la construcción de la matriz, y consistió en agrupar en una lista todos los posibles proyectos en los que nos podíamos enfocar. De esta manera obtuvimos 11 proyectos que eran candidatos a evaluar.

- Incremento del throughput en la línea de líquidos orales
- Ahorros en Luftal GTS
- Incremento de capacidad de la línea Bosch
- Optimización del proceso de PKG (empaques) en Tempra Inyectable
- Reducción de uso de agua
- Adición de HotMelt para línea de empaques de Sal de Uvas
- Instalación de equipo Nordson
- VTA para tabletas Tempra
- Cambio de formato para presentaciones de 6's y 8's
- Reducción de tiempo ciclo de Nal-con
- Incremento de rendimiento en el tamaño de lote para Luftal gotas

**2- Definir los criterios de ponderación:**

Esta etapa seleccionamos aquellos criterios que eran relevantes para el proyecto y que nos sirvieron como guía para determinar qué proyecto elegir. Por eso fue importante seleccionar adecuadamente cada criterio. En nuestro caso seleccionamos los siguientes.

- ✓ Importancia para el cliente
- ✓ Costo de implementación
- ✓ Probabilidad de éxito
- ✓ Impacto en otros procesos

**3- Proyectos P1 y P2:**

En el sitio clasificamos los proyectos de 2 maneras, los proyectos P1 y los proyectos P2. Adicional a los criterios previamente establecidos, decidimos también utilizar esta clasificación no como criterio de ponderación, sino en un principio como un factor decisivo en caso de tener proyectos con calificaciones muy similares, sin embargo, después de hablarse con el comité directivo, esta clasificación se volvió un criterio excluyente, ya que nos pidieron enfocarnos únicamente en los proyectos de prioridad 1 . La forma en la que clasificamos los proyectos fue utilizando los siguientes criterios de la compañía.

P1 (Prioridad 1 Project)	P2 (Prioridad 2 Project)
<b>Estos proyectos son revisados y aprobados por el comité directivo. Todos los proyectos P1 requieren seguimiento y visibilidad por parte de la Oficina de Proyectos (PMO) a un nivel corporativo.</b>	<b>Todos aquellos proyectos que no son considerados P1</b>
+ Son proyectos de significancia estratégica tanto para el sitio como para <span style="float: right;">GMS</span> + Son considerados de naturaleza compleja + El sitio les determina una demanda significativa de recursos, la cual puede ampliarse una vez iniciados los proyectos + Están comprometidos a garantizar su cumplimiento	+ Tienen una duración menor a 3 meses + Bajo-Medio nivel de complejidad + No requieren muchos recursos + Se tiene un capital limitado de gasto.

#### 4- Asignación de valores:

Para cada uno de los criterios asignamos en consenso un valor, puede ser de carácter cualitativo o cuantitativo, es decir, se le puede asignar un número con una escala de calificación o un calificativo (bueno, regular, malo). En nuestro caso asignamos una calificación en una escala del 1 al 5 para números enteros, siendo 5 el criterio más favorable y 1 el menos favorable. El objetivo es que, al finalizar el análisis, podamos sumar los valores y así conocer en qué proyectos debemos enfocarnos.

#### 5-Construcción de la matriz:

Una vez realizado los pasos anteriores, nos reunimos con cada una de las áreas involucradas para poder asignar valores de manera conjunta. La matriz quedó construida de la siguiente manera.

#### Matriz de priorización:

Proyecto	¿Se conoce la solución?	Importancia para el cliente		Costo de implementación		Factibilidad (Probabilidad de éxito)		Reducción de costo		Leverage (Impacto positivo en otros procesos)		Prioridad total del proyecto
		Calificar 1 al 5 Alto = 5 Bajo = 1	X	Calificar 1 al 5 Alto = 1 Bajo = 5	X	Calificar 1 al 5 Alto = 5 Bajo = 1	X	Calificar 1 al 5 Alto = 5 Bajo = 1	X	Calificar 1 al 5 Alto = 5 Bajo = 1	X	
Incremento de tasa de salida de Líquidos Orales		5	X	3	X	4	X	3	X	2	X	360
Mejora en tiempo ciclo de Naldecon		5	X	4	X	5	X	5	X	2	X	1000
Lfti Gotas	Control de Cambios		X		X		X		X		X	
Optimización de proceso de PKG para Trmp Inyectable	Control de Cambios	3	X	4	X	4	X	2	X	2	X	192
Incremento de capacidad de línea Bosch	Control de Cambios		X		X		X		X		X	
Pct Marchesini (Hot Melt)			X		X		X		X		X	
Reducción de uso de agua		1	X	3	X	2	X	2	X	5	X	60
Incremento lote Pct Marchesini y Universal	Instalación de equipo Nordson		X		X		X		X		X	
Incremento de Yield en lote de Lfti		3	X	3	X	4	X	4	X	2	X	288
Mejora costo Tmo Tableta	Proceso de transferencia a IMA C 9		X		X		X		X		X	
Evaluación herramental 6's y 8's	Piezas intercambiables		X		X		X		X		X	

Como se mencionó anteriormente, por recomendación del comité directivo, se decidió solamente enfocarnos en los proyectos P1.

Una vez realizado el análisis, observamos que el proyecto en el cual debíamos enfocarnos era “Reducción de tiempo ciclo de Nal-con”. Sin embargo, no quisimos basarnos solamente en la matriz de priorización para tomar esta decisión, había otros factores que fueron fundamentales para su selección.

- 1- **Conocimiento de la solución:** Uno de los beneficios de aplicar la metodología DMAIC es que nos permite encontrar la solución a un problema por medio de la utilización de diferentes herramientas (Pareto, diagramas de pescado, 5 porqués). Para todos los proyectos de tipo P2 ya se tenía un camino bien definido para llegar a su resolución, sin embargo, para los proyectos P1 y en especial para la mejora de la línea de Nal-Con, no sabíamos que era lo que teníamos que hacer para conseguirlo.
- 2- **Correlación con otras áreas:** Aunque no sabíamos la solución, estábamos seguros que, por la naturaleza de la línea de producción, el proyecto de Nal-Con impactaría a muchas otras áreas, por lo tanto el seleccionar este proyecto haría que de una manera indirecta beneficiáramos a otros departamentos como laboratorios y almacén.
- 3- **Tiempo extra:** En el sitio contábamos con un problema de tiempo extra por parte de los operadores en prácticamente todas las líneas, el utilizar Nal-Con como proyecto piloto nos serviría para fijar una base de reducción de tiempo extra para después aplicarla a otras líneas.
- 4- **Incremento de demanda previsto:** Era una prioridad para el sitio el incrementar la capacidad productiva en caso de un posible incremento de volumen de nuestro cliente. Lo anterior es un requerimiento del sitio, no propiamente la Voz del Cliente. Más adelante revisaremos el análisis de VOC para este proyecto,

**Definir:**

Como ya vimos anteriormente la etapa de definir consiste en establecer qué queremos del proyecto, cuál será el equipo que lo integra y si es posible hacer un Kick-Off con los líderes y personas involucradas. En esta etapa considero que el mayor reto fue definir el alcance del proyecto así como seleccionar a los miembros del equipo de manera que estuvieran todos comprometidos.

**Creación de equipo:**

La creación del equipo fue un tema clave para el éxito del proyecto, y debido a la exigencia del mismo y cambios en el organigrama laboral, algunos miembros iniciales tuvieron que abandonar el equipo.

Lo más importante fue crear un equipo multidisciplinario, ya que de esta forma pudimos tener un enfoque total y no parcial de la situación del proyecto, además que las debilidades de un área son compensadas con las fortalezas de otra.

Por la importancia e impacto del proyecto contamos con el apoyo de soporte externo al sitio, es decir, de un Master Black Belt de casa matriz (Kelly Kujan), la cual nos fue guiando durante todo el proceso. Ya bien definidos los miembros del equipo y lo que queríamos del proyecto, registramos ese y otros datos en nuestro Charter el cual veremos a continuación.

**Project Charter:**

En este punto ya teníamos identificadas las prioridades de los proyectos de Lean Six Sigma del sitio, y sabíamos bien que este era el proyecto al que debíamos enfocarnos, de igual manera teníamos el compromiso y apoyo del recién formado equipo, el siguiente paso fue elaborar un acta del proyecto o "Project Charter". El Project Charter nos ayudó a definir la misión y el alcance de la acción del equipo. El project Charter fue revisado y aprobado por el Campeón (Champion) del proyecto, con el fin de dar autorización al equipo de poder dedicar recursos de la organización para el cumplimiento del proyecto.

Otra gran ventaja que nos dio el Project Charter fue que nos ofreció una buena orientación para el equipo y nos hizo tener siempre presentes cuál es el objetivo sin perder el rumbo hacia el cual debíamos dirigirnos. Nos dimos cuenta que nuestro Project Charter era efectivo cuando daba respuesta a la totalidad de las siguientes preguntas de nuestro proyecto Lean Six Sigma:

- ¿Cuál es el objetivo (misión) del proyecto?
- ¿Por qué estamos persiguiendo este objetivo (planteamiento del problema / oportunidad)?
- ¿Cómo se relaciona con el plan de negocio y de la estrategia del sitio ?
- ¿Cuáles son todos los entregables de este proyecto?
- ¿Quiénes son el líder de equipo, los miembros del equipo, el patrocinador?
- ¿Cuándo se inicia el equipo?
- ¿Cuándo se completará el proyecto?
- ¿Cómo vamos a medir si el proyecto tiene éxito?

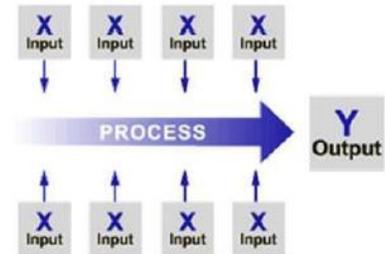
El Project Charter se convirtió en un documento vivo durante todo el proyecto, ya que a medida que íbamos realizando las acciones y el equipo se fue desarrollando, fuimos actualizando continuamente el Charter. Sin embargo, al tratarse de un documento formal y controlado, todas las revisiones y cambios fueron justificadas y posteriormente aprobadas por el Campeón definido.

**Project Charter :**

<b>Título:</b> Mejora de tiempo ciclo de Nal-con																						
<b>Oportunidad</b>	<b>Entregables</b>		<b>Project Sponsor</b>																			
Tlalpan manufactura Nal-Con para el Mercado Brasileño . La demanda del volumen de este producto se ha incrementado un 45%, esto representa una utilización de capacidad de 95% en los centros de trabajo de granulación húmeda, manufactura y empaque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea base para tiempo ciclo actual</li> <li>Linea base para pérdida actual de producto</li> <li>Kaizens y ganancias rápidas para seguir reduciendo el tiempo ciclo y rendimiento</li> <li>Proyectos de incrementode capacidad para mejora continua</li> </ul>		Andrés Villalpando/ GM																			
<b>Objetivo</b>	<b>Milestones Principales</b>		<b>Team Leader</b>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las limitaciones de tiempo de ciclo en toda la cadena de valor para el desarrollo del VSM futuro, eliminando actividades de residuos y de no valor agregado para mejorar el programa de entrega y cumplir con la meta del tiempo de ciclo</li> <li>Evaluar las inversiones de capital para aumentar el rendimiento y la capacidad</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td>Definir</td> <td>Done</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobar Charter</li> <li>Desarrollar VSM estado actual</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Medir</td> <td>Done</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir estandares de operación y confirmar/validar lineas bases para tiempo ciclo y rendimiento</li> <li>Identificar Kaizens y ganancias rápidas</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Analizar</td> <td>Done</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y priorizar las variables de entrada clave</li> <li>Estimación del impacto insumo clave</li> <li>Dar prioridad a la causa raíz y actualizar el Charter</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mejorar</td> <td>Apr – July 2014</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar el plan de acción</li> <li>Desarrollar/prueba piloto de diferentes soluciones</li> </ul> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Control</td> <td>Jun - Aug 2014</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Validar impacto, identificar efectos en otras áreas y controles</li> </ul> </td> <td></td> </tr> </table>	Definir	Done	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobar Charter</li> <li>Desarrollar VSM estado actual</li> </ul>		Medir	Done	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir estandares de operación y confirmar/validar lineas bases para tiempo ciclo y rendimiento</li> <li>Identificar Kaizens y ganancias rápidas</li> </ul>		Analizar	Done	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y priorizar las variables de entrada clave</li> <li>Estimación del impacto insumo clave</li> <li>Dar prioridad a la causa raíz y actualizar el Charter</li> </ul>		Mejorar	Apr – July 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar el plan de acción</li> <li>Desarrollar/prueba piloto de diferentes soluciones</li> </ul>		Control	Jun - Aug 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validar impacto, identificar efectos en otras áreas y controles</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Manuel Espinosa / OPEX</li> <li>Eduardo Pacheco / OPEX</li> </ul>
Definir	Done																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobar Charter</li> <li>Desarrollar VSM estado actual</li> </ul>																						
Medir	Done																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir estandares de operación y confirmar/validar lineas bases para tiempo ciclo y rendimiento</li> <li>Identificar Kaizens y ganancias rápidas</li> </ul>																						
Analizar	Done																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y priorizar las variables de entrada clave</li> <li>Estimación del impacto insumo clave</li> <li>Dar prioridad a la causa raíz y actualizar el Charter</li> </ul>																						
Mejorar	Apr – July 2014																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar el plan de acción</li> <li>Desarrollar/prueba piloto de diferentes soluciones</li> </ul>																						
Control	Jun - Aug 2014																					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Validar impacto, identificar efectos en otras áreas y controles</li> </ul>																						
<b>Alcance</b>			<b>OpEx Coach</b>																			
Nal-con <ul style="list-style-type: none"> <li>Granulación húmeda</li> <li>Compresión</li> <li>Empaque</li> <li>Laboratorio</li> </ul>			Kelly Kujan																			
<b>Beneficios / Ahorro</b>			<b>Stakeholders</b>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>25% Mejora de tiempo ciclo - Objetivo: 121 days</li> <li>Eventos de calidad – 8 (2014)</li> <li>Ganancias de productividad de \$ 40K</li> <li>Evasión de costos de \$167 K</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Agustin Tellez– Manufactura</li> <li>Pablo Espinosa – Supply Chain</li> <li>Jose Crespi – Finanzas</li> <li>Alfredo Salazar – Mfg Technology</li> <li>Lucia Reza – Quality Operations</li> <li>Jose Peña– Ingeniería</li> </ul>																			
			<b>Equipo</b>																			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén – Yazmin Quintero</li> <li>Supply Chain – Dulce Mendez</li> <li>QA – Aaron Herrera</li> <li>Guille Sanchez Operador</li> <li>Fernando Garcia Operador</li> <li>Gabriel Murillo Operador</li> <li>Manuel Rubio Operador</li> <li>Empaque– Abraham Cariño / Claudia Sanchez / Manuel Espitia</li> <li>Eng. – Aureliano Lopez, Mechanic</li> <li>Lab – Frida Acala / Iliana Mendiola</li> </ul>																			
			<b>Dependencias críticas</b>																			
			N/A																			
<b>Costo Estimado</b>		<b>Presupuestado (Y/N)</b>																				
N/A		Bajo	No																			

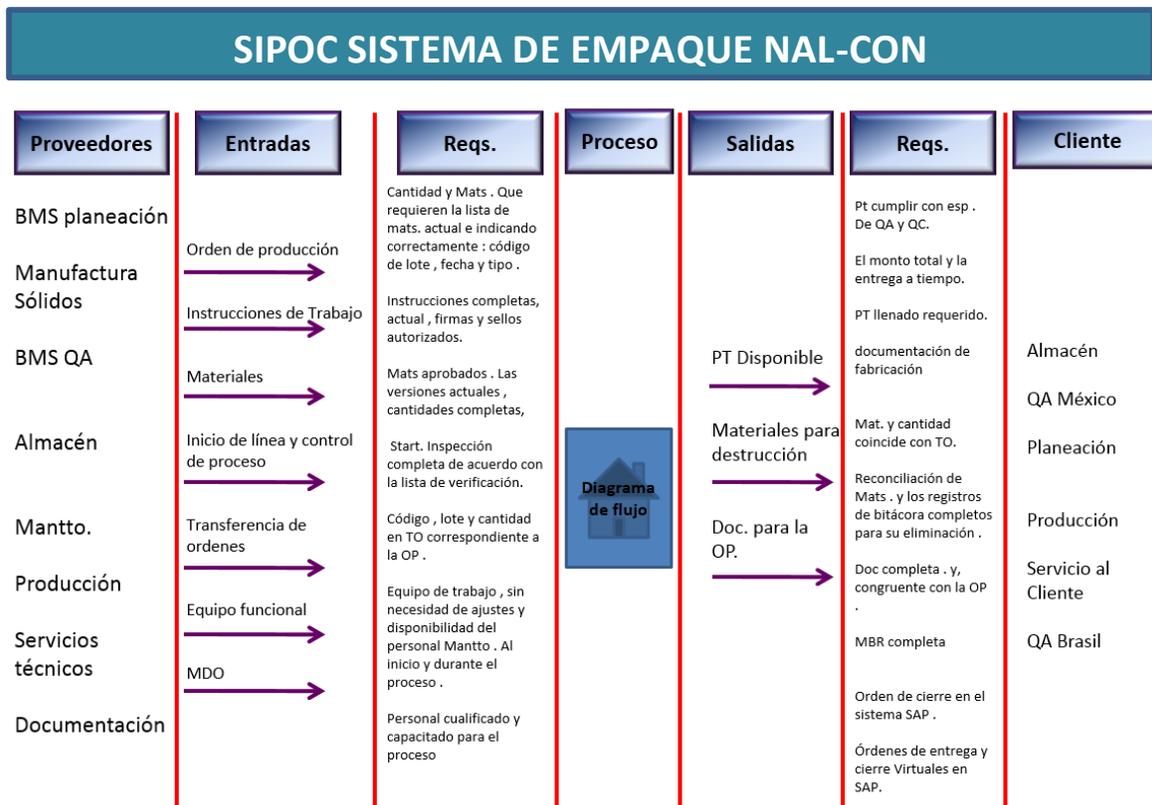
## Definición de entradas/salidas del proyecto y construcción de SIPOC:

La filosofía básica detrás de Lean Six Sigma es la idea de que al eliminar la variabilidad de las operaciones (input) de un proceso produciremos resultados libres de defectos (Output). Comúnmente definimos a las entradas con la letra "X", y las salidas con la letra "Y". Como es de esperarse puede haber más de una entrada y más de una salida para un proceso. La salida que nos preocupa se le conoce como "Característica Crítica para la calidad" (CTQC). Y para definirla hacemos uso de una herramienta conocida como SIPOC, por sus siglas en inglés Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer.



Para la construcción del SIPOC fue necesario reunir no solo a todo el equipo del proyecto, sino también a todas las áreas con las que teníamos alguna relación. Nuestro objetivo fue mapear, de manera general y macro, todo el proceso, es decir, un end-to-end o puerta-a-puerta, sin embargo al tratar de hacer esto nos encontramos con una de nuestras primeras dificultades. Lo que sucedió fue que, una herramienta tan macro como es el SIPOC, no nos daba detalles en algunos procesos muy específicos que necesitaban ser analizados. Lo que hicimos fue entonces generar no solo uno, sino varios SIPOCs, haciendo un Drill-In en todos aquellos procesos que queríamos analizar.

La siguiente imagen es un ejemplo de uno de los SIPOCs que realizamos (realizamos más de un SIPOC para el proyecto), en el cual nos enfocamos específicamente en el proceso de empaque de Nal-con. Como puede observarse contamos con diferentes áreas (Planeación, mantenimiento, producción, etc) y cada etapa fue analizada cuidadosamente. Es importante mencionar que , no quisimos “contaminar” el SIPOC realizando el flujo del proyecto, ya que esa etapa la definiríamos más adelante, aquí solo quisimos enfocarnos en los proveedores, entradas, salidas requerimientos y cliente (tanto interno como externo). El SIPOC, además de ayudarnos a definir los alcances de cada operación, sentó las bases para la construcción de la herramienta más importante del proyecto, el VSM, el cual veremos en la etapa de medir.



## **Definir la Voz del cliente (Voc):**

Este proceso consistió en determinar cuáles eran las expectativas de nuestros clientes (tanto positivas como negativas) para el proyecto en cuestión.

La voz del cliente nos ayudó a delimitar aquellos procesos que son fundamentales para cumplir con los requerimientos del cliente y ayudó al equipo de proyecto a desarrollar nuestros CTQ( Critico para Calidad ) . En otras palabras el VOC nos determinó lo que es importante para nuestro cliente, y de qué manera percibían los defectos en la calidad de un producto o en un servicio.

La teoría nos dice que hay muchas maneras en las que podemos conocer la Voz del Cliente, en nuestro caso particular nos fue fácil conocerla por el trato tan directo que tenemos con RB. El proceso que seguimos para conocer la voz del cliente tenía el siguiente patrón.



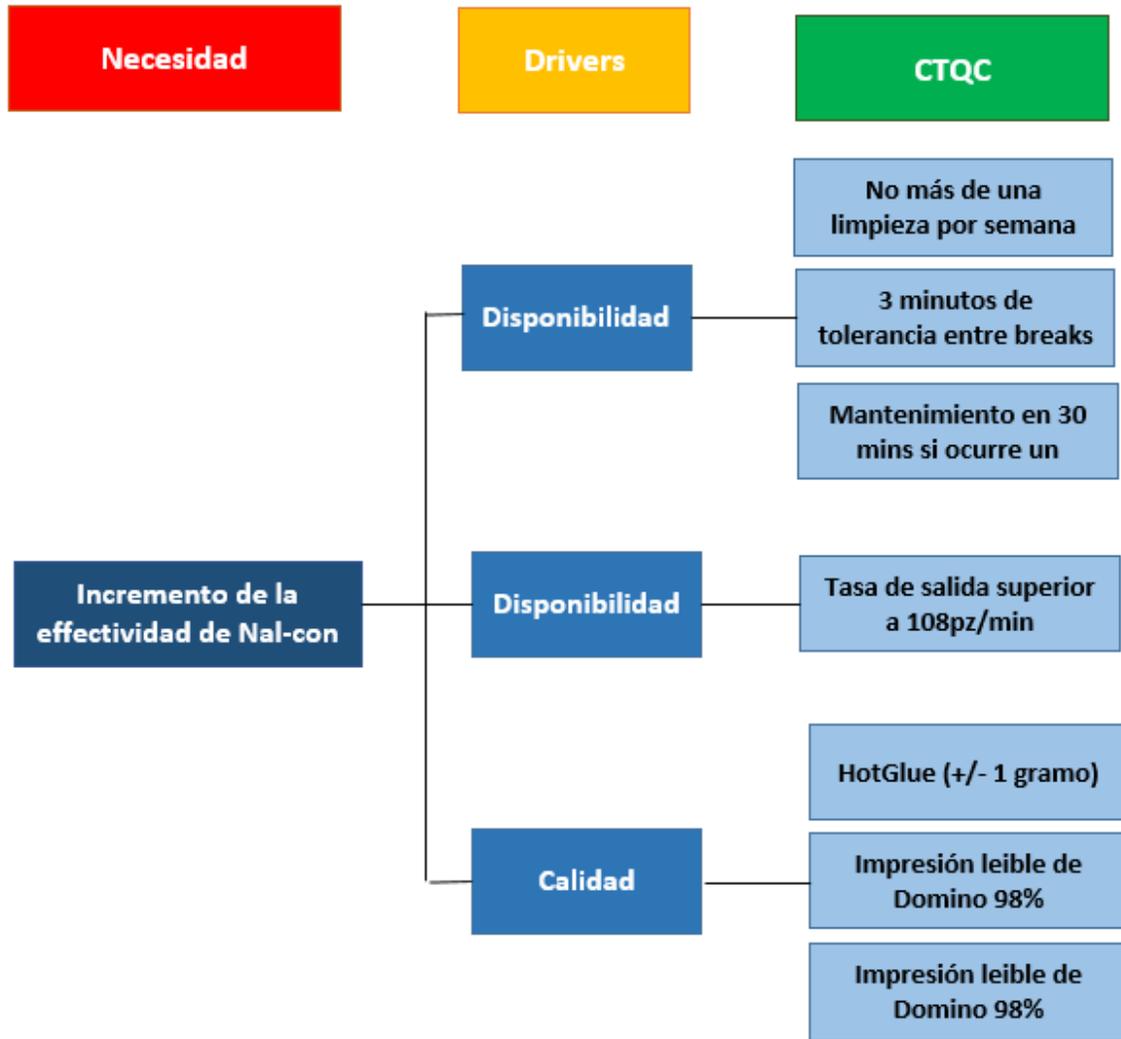
## **Matriz de CTQ's:**

Cuando estábamos definiendo el VOC, en específico en la parte de Desarrollar tuvimos un gran reto, ya que si bien conocíamos las necesidades de nuestro cliente no sabíamos como dar el siguiente paso y esas necesidades en oportunidades para nuestro negocio. En esta etapa construimos una matriz de CTQ, la cual nos ayudó a transformar la Voz del Cliente en objetivos y metas concretas.

Con base en la teoría, construimos nuestra matriz con 3 elementos, una necesidad (que puede verse como el objetivo final), líneas de negocio (o business drivers) y los CTQC (Critical to Quality Characteristics).

Para la construcción de nuestro diagrama de CTQ seguimos los siguientes pasos:

1. Apartamos un área de trabajo y solicitamos el apoyo del personal responsable de los procesos involucrados
2. Por medio de una lluvia de ideas se fueron generando diferentes propuestas
3. Comenzamos por definir el “Qué” queríamos
4. Basados en el VOC definimos aquellos Drivers de los cuales partirían nuestros estándares. En nuestro caso decidimos utilizar disponibilidad, desempeño y calidad. Más adelante veremos que son los mismos indicadores para medir un OEE, y la razón por la cual los elegimos es porque el OEE se convirtió en nuestra principal fuente de medición.
5. Cada uno de nuestros Drives fueron analizados con mayor detalle para poder medirlos de la manera más directa posible
6. Constantemente regresábamos a las etapas anteriores para confirmar que no estábamos omitiendo nada.



De esta manera convertimos objetivos difíciles de medir y muy generales en acciones específicas y fáciles de medir.

Todo lo anterior fue esencial para dar paso a nuestra siguiente tapa de DMAIC, Medir.

## **Medir:**

De todo el proyecto, esta fue sin duda, junto con la fase de implementar, la fase que más tiempo y esfuerzo nos llevó. Algo que me gustaría señalar es que a partir de este punto prácticamente nunca dejamos de medir datos, ya que la medición se convirtió en nuestra manera de saber si estábamos haciendo bien o mal las cosas, sobre todo en términos de beneficios para el negocio. En esta etapa hicimos algo que no habíamos hecho en la etapa de Definir, y fue el darnos a conocer o abrirnos con otros sitios por medio del Benchmark. Al igual que con las mediciones, a partir de este punto nunca dejamos de hacer Benchmark. Nos pasó más de una vez que, después de implementar una acción de mejora, regresábamos a la fase de medición, ya fuera porque queríamos conocer las salidas o resultados de la misma o porque algo no había salido como esperábamos.

## **Diagrama de Flujo:**

Si bien es cierto que durante la etapa de Definir pudimos hacernos una idea general de los procesos gracias a la herramienta de SIPOC, en esta etapa de medir teníamos que entrar más a detalle y conocer paso a paso cada una de las etapas. Quisimos ser muy ambiciosos con el mapeo del proyecto y lo que decidimos fue mapear todo el proceso, recordemos que esto fue algo que ya habíamos tratado de hacer con el SIPOC y que no pudimos realizar. Sin embargo, el diagrama de flujo, al ser más detallado pudo darnos el nivel de complejidad que necesitábamos para esta etapa. Sin embargo, nuestro diagrama de flujo no fue un diagrama de flujo convencional, ya que, sabiendo que construiríamos un VSM, quisimos que el diagrama de flujo sentara las bases para su construcción, por lo cual decidimos dividirlo en etapas y tomar mediciones en cada una de ellas. Entre algunas de las mediciones que tomamos fueron; rendimiento del proceso, número de operadores, tiempo ciclo, etc.

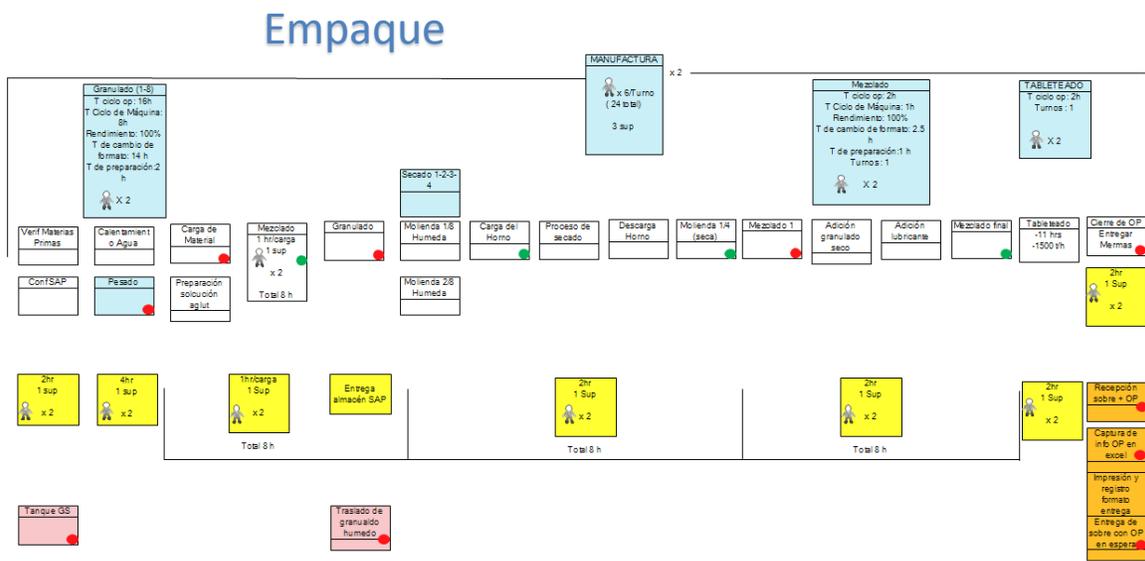
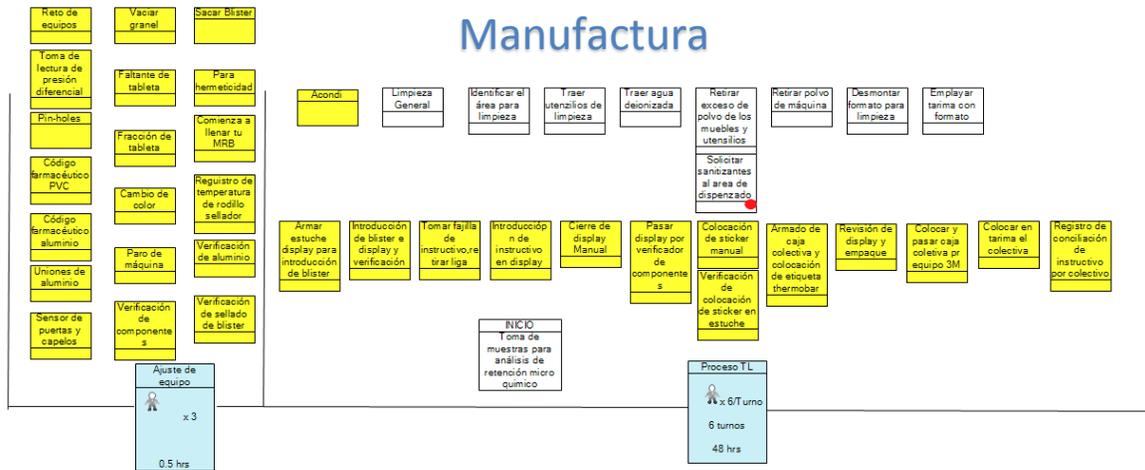




Al igual que con otras herramientas, fue necesario juntar a diferentes equipos de trabajo para construir el flujo. Lo anterior no se realizó en una, sino en varias sesiones periódicas, ya que para cada etapa fue necesario realizar mediciones.



A continuación presento 2 secciones (Manufactura y empaque) de nuestro diagrama de flujo para el proceso de Nal-con. En ellos pueden verse algunas de las mediciones que tomamos como son el número de operadores para cada proceso y el flujo que debe seguirse.



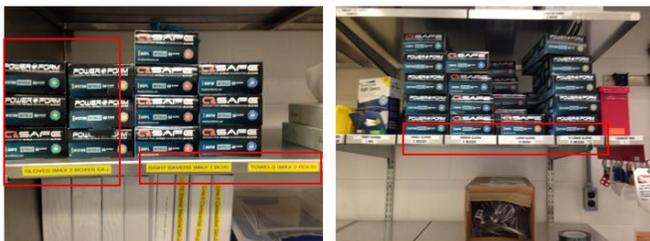
**Benchmark:**

Cada miércoles por la mañana (7:00 am) tenemos una reunión inter-sitios llamada “OpEx Call”, en la cual compartimos con otras plantas del network de BMS (Francia, Puerto Rico, EU, Japón, China, etc) cuales son nuestros avances y logros en OpEx. Durante varias de estas sesiones compartimos nuestros avances del proyecto y de la utilización de cada una de las herramientas. Lo que conseguimos con esto fue recibir feedback de diferentes líderes de OpEx que ya habían realizado proyectos similares, sabiendo así qué cosas estábamos haciendo bien y qué errores podríamos evitar. Al igual que como dije al principio, nunca dejamos de medir, de igual manera, nunca dejamos de hacer Benchmark con otros sitios, ya que no solo nos ayudó a evitar contratiempos, sino que cada uno de nuestros logros también les sirvió a ellos.

En concreto recuerdo que los eventos de Benchmark y el apoyo de nuestra Sponsor nos ayudaron mucho con la implementación de 5S’s en los cuartos de formato, en la construcción VSM y en la realización de los eventos Kaizen para mitigar las áreas de oportunidad que fuimos encontrando.

Todo se fue dando por medio de presentaciones en Power Point y discutiendo vía telefónica los hallazgos y recomendaciones. A continuación puede verse un par de slides de cómo la planta de Agnani (Francia) utiliza el etiquetado y color coding en la herramienta de 5S’s en sus racks y formatos.

**Empaque**



**Empaque**



Me gustaría cerrar este segmento diciendo que no podría enfocarme en Medir como una sola etapa, ya que, como dije anteriormente, nunca dejamos de tomar mediciones, nunca dejamos de compararnos con otros sitios por medio del Benchmark, aún más, en la etapa de Controlar teníamos que seguir midiendo para asegurarnos que lo que el proceso seguía bajo control.

Algo clave de esta etapa es que también tuvimos que asumir riesgos, ya que debido a las fechas establecidas, no podíamos tener todas y cada una de las mediciones para asegurar que el análisis de datos fuera 100% correcto, tuvimos también que hacer uso del análisis de la información para acelerar el proceso. Aun así esta etapa involucró un 35% del total del proyecto.

## Analizar:

Una vez que tuvimos la cantidad de información necesaria y el flujo del proceso detallado obtenido en la etapa de medir, nos dimos paso a la siguiente etapa, en la cual haríamos uso de nuestro sentido analítico y habilidades de ingeniería para trabajar con los datos. Como su nombre lo dice, en esta fase analizamos las principales causas que podrían llevarnos al cumplimiento de nuestros CTQ's. Para este caso encontramos de especial utilidad el tener un enfoque de análisis que fuera de lo particular a lo general y viceversa. Lo que hicimos en la fase de medir fue identificar de que manera los componentes (entradas) podían afectar nuestro resultado obtenido (salidas), en esta fase de analizar juntamos por áreas dichos componentes para trabajarlos nuevamente en eventos Kaizen durante la fase de Mejorar. Si bien es cierto que desde el principio del proyecto fuimos ubicando algunas áreas de oportunidad, no fue sino hasta la etapa de Analizar donde realmente nos enfocamos en traer a la luz todos los desperdicios y causas raíces que restaban valor añadido y creaban variabilidad en nuestro proceso. Una vez ubicadas las áreas de oportunidad, o como las llamamos nosotros, los Pain Points. Todo lo anterior nos ayudó mucho ya que la velocidad y los resultados son ingredientes clave para la continuación de un proyecto de Six Sigma dentro de una organización, porque era una de nuestras prioridades cerrar el proyecto dentro de plazos acordados.



## **VSM:**

Comenzaré con el VSM, ya que considero que fue la herramienta más importante que desarrollamos durante nuestro proyecto, para construirlo nos basamos en el diagrama de flujo y las mediciones realizadas. A diferencia de nuestro diagrama de flujo anterior, el VSM (Value Stream Mapping) tiene la ventaja de evaluar toda la cadena de creación de valor para el cliente, es decir, a lo largo del ejercicio fuimos identificando elementos de valor agregado y elementos de no valor agregado para al final identificar y eliminar/reducir los desperdicios o todo aquello que no genere valor para el cliente.

En nuestro caso particular el VSM fue la herramienta que más nos ayudó a entender y medir el proceso, ya que, si bien teníamos como departamento de OpEx un conocimiento general de todo el flujo, el VSM nos ayudó a entender la cadena de valor, así como identificar cuellos de botella y tener una visión mucho más estratégica de donde debíamos enfocarnos.

La construcción del VSM no fue una tarea sencilla, y con base en recomendaciones de nuestra Master Black Belt, Kelly Kujan, y gracias al Benchmark con otros sitios, dividimos el proceso de VSM en tres etapas;

1. Definición del estado actual,
2. Identificación de valor agregado y no valor agregado
3. Definición del estado futuro.

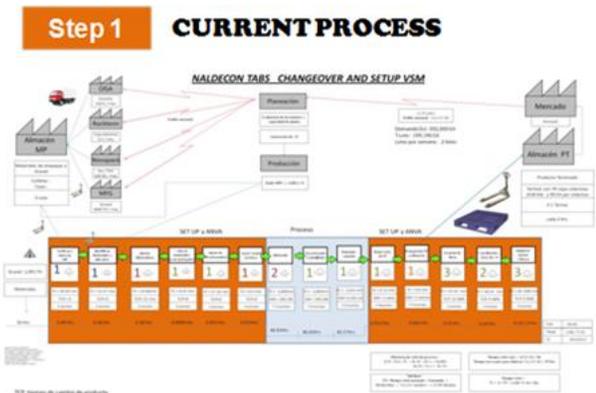
### 1-VSM definición de estado actual:

En este primer evento Kaizen se construyó un VSM para mapear el proceso completo de Nal-con, para lo cual fue necesario contar nuevamente con representantes de cada uno de las áreas involucradas; documentación, almacén, operadores, laboratorios, etc. (los cuales ya estaban familiarizados con nuestro proyecto)

Su construcción fue de flujo contrario al proceso productivo, comenzando desde el cliente y finalizado en la emisión de la orden. Entre otras cosas se midió el inventario que hay entre un proceso y otro, tiempos de operación, tiempos para cambios de formato (changeover), número de personas necesarias para realizar cada proceso, etc. El mayor beneficio de la construcción de esta primera etapa del VSM fue crear una imagen homologada del proceso para todos los miembros del equipo así como representantes de cada área.

**Nota:** Un punto muy importante a considerar es que el proceso debe registrarse “tal cual ocurre” y no “como debería ocurrir”. Menciono lo anterior debido a que llegamos a caer en el error de tomar los datos tal cual aparecen en los procesos de documentación o con información de años atrás.

Otros elementos clave fue el determinar nuestro tiempo ciclo y nuestro Takt Time. Para ambos casos nos apoyamos mucho de los históricos y de las mediciones que tomamos en la etapa anterior. Fuimos analizando cada proceso no solo por producto (Nal-Con) sino también por presentación.



**Tiempo Ciclo:**

Ejemplo de volumen mensual

Material	Descripción de material	Clasif	Enero Qty	Feb Qty
1196857	NAL-CON DAY TAB 400/20mg (25blpx4) BR	FIN	-	52,823
1196860	NAL-CON NIGHT TAB (50BLPX4) BR	FIN	-	15,840

**Estamos considerando un Blister como nuestra unidad de medida (EA) tanto para 50x4 como 25x4**

Total = 68,663 EA

Al final, y gracias al análisis de los datos, pudimos determinar no solo el tiempo ciclo (óptimo) del proceso (el cual creíamos conocer en un principio), sino que pudimos obtener por cada una de las etapas o procesos su tiempo ciclo con los datos que necesitábamos para nuestro VSM de estado actual

**Empaque**

	Día Display 25Bx4
Tiempo total (Hrs)	126
Total producido (EA)	1317102
Tiempo total (Seg)	452088
<b>Tiempo Ciclo (Seg/EA)</b>	<b>0.343</b>

	Noche Display 50Bx4
Tiempo total (Hrs)	23
Total producido (EA)	667020
Tiempo total (Seg)	224568
<b>Tiempo Ciclo (Seg/EA)</b>	<b>0.337</b>

**Manufactura**

	400mg x20
Blisters	2,048,486
Tiempo (hrs)	1317102
Tiempo (seg)	452088
<b>Tiempo Ciclo (Seg/EA)</b>	<b>0.343</b>

	400mg x 4
Blisters	797,826
Tiempo (hrs)	71
Tiempo (seg)	255600
<b>Tiempo Ciclo (Seg/EA)</b>	<b>0.32</b>

**CONFIDENTIAL**  
Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

**Takt Time:**

El Takt Time o tiempo Takt no es más que la velocidad en la que debemos de trabajar para cumplir con los requerimientos de nuestro cliente. Muchas veces podría parecer un término muy elemental y obvio, sin embargo, no lo es. Muchas veces nos enfocamos solamente en la capacidad de nuestros equipos, sin ni siquiera detenernos a pensar si a la velocidad a la que trabajamos es la adecuada para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, o si todos los equipos trabajan a la misma velocidad.

El Takt Time fue un elemento clave para localizar donde estaban nuestros cuellos de botella dentro del VSM.. La verdad fue muy impactante ver que no todos los procesos trabajaban a la misma velocidad. Para obtenerlo hicimos uso de la información con la que ya contábamos previamente.

**Tiempo disponible**

$$7.75 \text{ hrs/turno} * 2 \text{ turno} * 12 \text{ días} * 60 \text{ min./hr} * 60 \text{ sec/min} = 1,227,600 \text{ sec/mes}$$

$$\text{Paros} = 45 \text{ min} * 2 \text{ shifts} * 12 \text{ días} * 60 \text{ sec/min} = 118,800 \text{ sec/mes}$$

$$1,227,600 - 118,800 = 1,108,800 \text{ Segundos por mes}$$

**Determinar los requerimientos del cliente:**

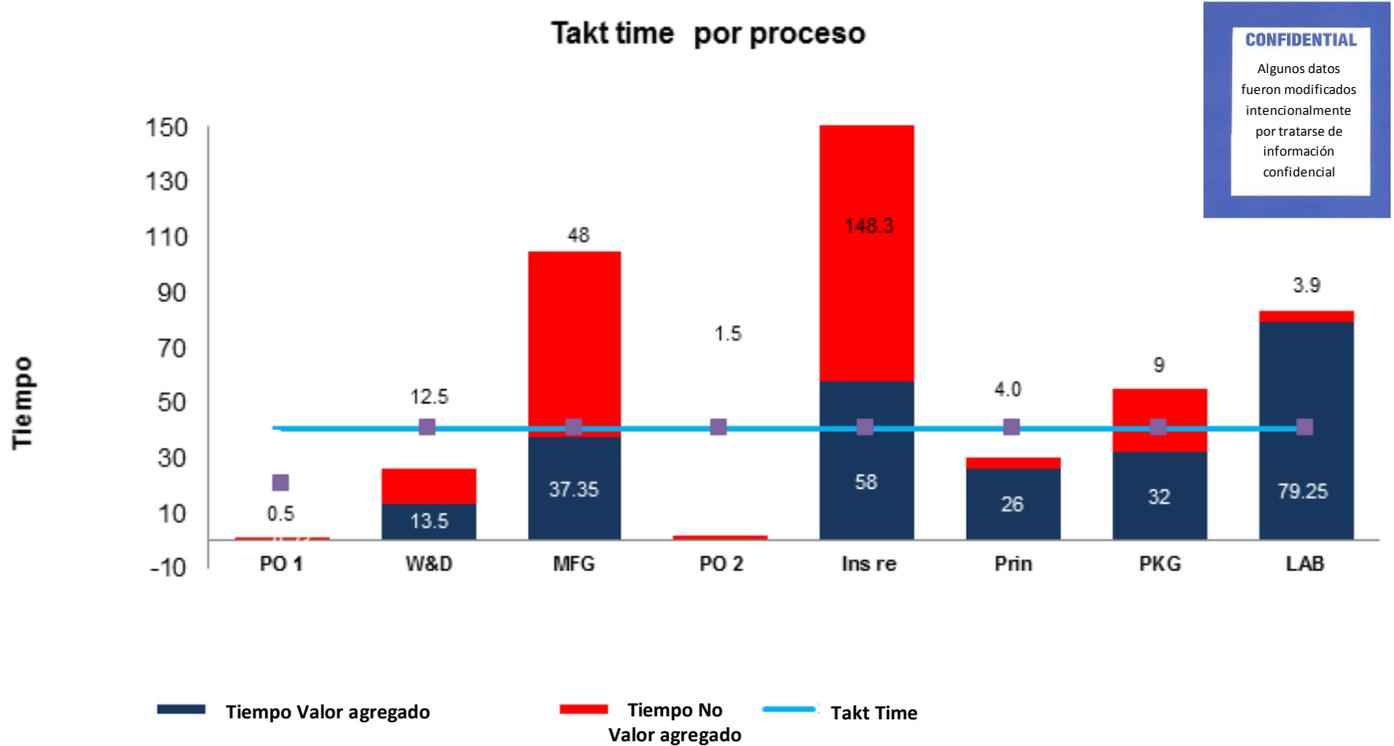
- Número de piezas por mes

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda del cliente}} = \text{X seg/blz}$$

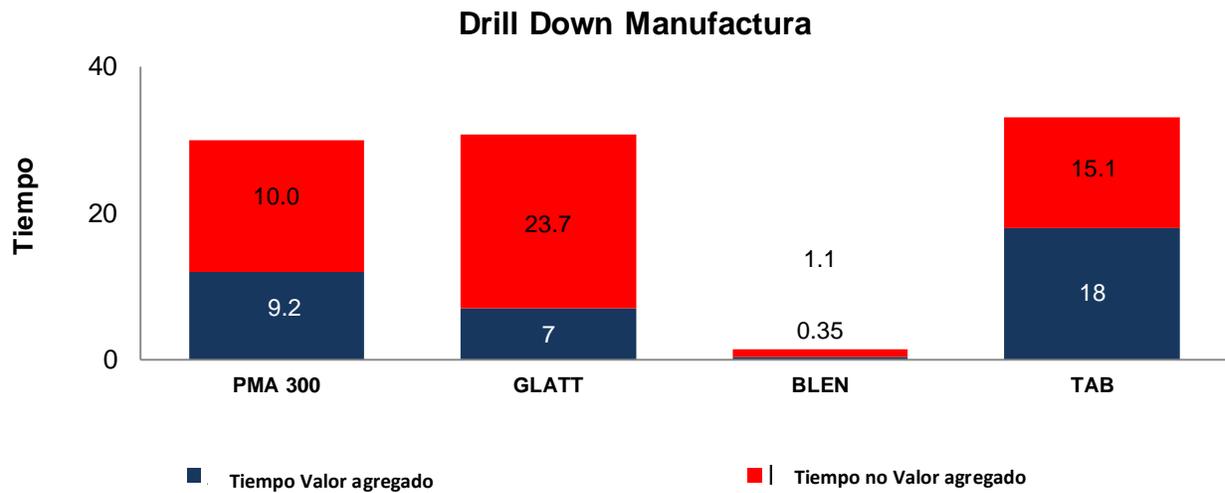
$$\text{Takt Time} = \frac{939,600 \text{ Seg/mes}}{2,112,757 \text{ blz}} = .4448 \text{ seg/blz}$$

Al igual que con otras herramientas que fuimos utilizando, nos dimos cuenta que el Takt Time general nos serviría para establecer una base de información, pero si realmente queríamos encontrar donde podíamos mejorar tendríamos que hacer un análisis más detallado de cada uno de los procesos por medio de un Drill-In.

Gracias a la obtención de nuestro takt time nos dimos cuenta cuales eran las operaciones más críticas en las cuales debíamos enfocarnos, por ejemplo, tal vez previamente habíamos encontrado muchas áreas de oportunidad en el proceso de impresión (Prin), sin embargo poco impacto tendría en la reducción de ciclo general si no atacábamos antes áreas como Manufactura (MFG) o Lectura de instructivo (Ins re).



El separar las actividades por valor agregado y no valor agregado también nos permitió enfocarnos en aquellas que tenían más campo de acción, por ejemplo, podemos ver como el proceso de análisis de calidad en los laboratorios (Lab) esta por arriba de nuestro takt-time, sin embargo no tenía tantas áreas de oportunidad como Manufactura.



Una vez que identificamos aquellos procesos generales que requerían de nuestra atención dividimos cada una de esas áreas y analizamos cada uno de sus procesos internos por medio de un Drill-In.

Estimación Takt	Valor	Unidades
<b>Demanda del cliente (lote)</b>	0.53	Lotes por día
<b>Tiempo disponible</b>	21.5	Horas por día
<b>Takt Time (lote)</b>	41	Horas por lote
<b>Producción actual</b>	0.4	Lotes por día

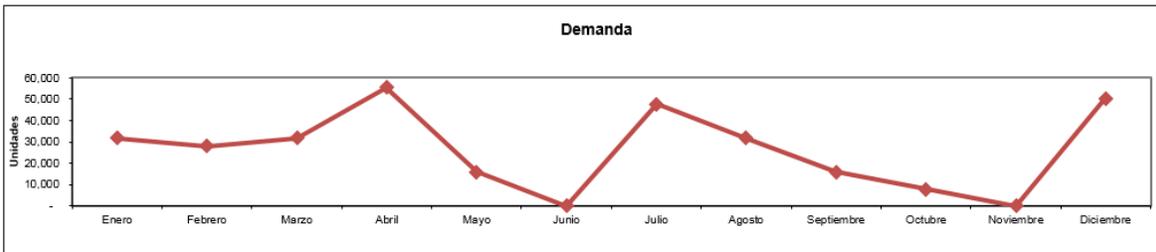
Toda la información fue registrada y compartida con las diferentes áreas, estableciendo de esta manera el Takt Time como una meta a la cual todos debíamos de llegar.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
4x25	31,840	12,120	31,840	15,920	15,920	-	47,760	15,920	15,920	-	-	2,840	190,080
4x50		15,840		39,600		-		15,840	-	7,920	-	47,520	126,720
<b>Total</b>	<b>31,840</b>	<b>27,960</b>	<b>31,840</b>	<b>55,520</b>	<b>15,920</b>	<b>-</b>	<b>47,760</b>	<b>31,760</b>	<b>15,920</b>	<b>7,920</b>	<b>-</b>	<b>50,360</b>	<b>316,800</b>

		<b>Demanda mensual</b>		<b>26400</b>
Días productivos	22	Tiempo Disponible	1305	mins
hrs./turno	7.75	Demanda diaria	1200	
Turno	3			
Paros/Turno (min)	45	TAKT TIME	1.0875	min./unit

**CONFIDENTIAL**  
 Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

**El cliente comprará un Naldecon cada 1 minute**

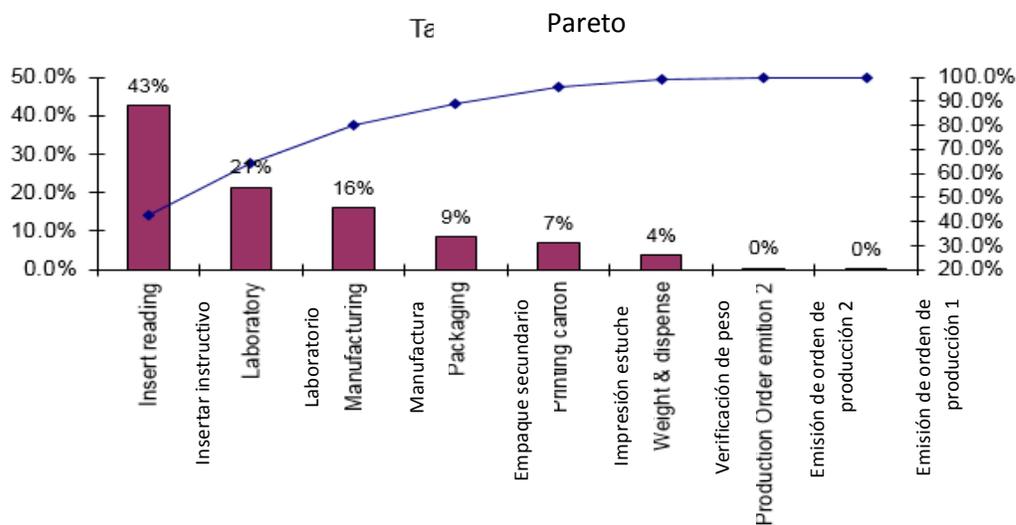


**Pareto:**

Quisimos tener otro enfoque para la información obtenida anteriormente, y asegurarnos que estábamos trabajando por el camino correcto, por lo tanto decidimos hacer un diagrama de Pareto. A diferencia de otras herramientas, el diagrama de Pareto fue construido únicamente por el departamento de OpEx y sin apoyo de otras áreas.

TOTAL	371.129661		
Category	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Rel Freq
Insertar Instructivo	158	43%	43%
Laboratorio	79	21%	64%
Manufactura	60	16%	80%
Empaque	32	9%	89%
Impresión Estuche	26	7%	96%
Pesado y dispensado	14	4%	99%
Emisión orden de P 1	2	0%	100%
Emisión orden de P 2	1	0%	100%

El diagrama de Pareto nos ayudó en nuestro proyecto pues nos permitió tomar decisiones en función de prioridades, dividiendo cada área y obteniendo las frecuencias en cada una de ellas.



**2- Separa actividades de valor agregado y no valor agregado, identificar “Pain Points”:**

Una vez que construimos el proceso completo tal cual ocurría, comenzamos a separar las actividades a desarrollar en 4 tipos diferentes y aplicando una estrategia diferente para cada una de ellas con base en siguiente criterio:

		Tipo de actividad	
		Valor agregado	No valor agregado
¿Es necesaria?	Si	Mantenerla	Reducirla
	No	Hacerla a notar al cliente	Eliminarla

Durante el ejercicio nos dimos cuenta que había un buen número de elementos concretos que representaban un problema en la operación, a estos elementos los definimos internamente como “Pain Points” y fueron agrupados según su área. En total se encontraron 41 Pain Points, de los cuales más adelante se haría una evaluación para reducir la lista a 35 , esta reducción la hicimos con base en nuestros hallazgos de Takt Time.

De igual manera el equipo identificó qué procesos representaban los principales cuellos de botella basándonos en TaktTime como en los datos de tiempos de espera. Después de trabajar con la información llegamos a las siguientes conclusiones:

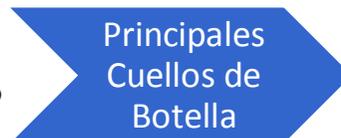
**Con base en el número de Pain Points, las áreas críticas son:**

1. **Manufactura**
2. **Empaque**
3. **Actividades transaccionales**



**Los datos recabados mostraban que nos debíamos enfocar en:**

1. **Granulación Húmeda**
2. **Proceso de inserción de instructivo**
3. **Empaque IMA C 90 II**

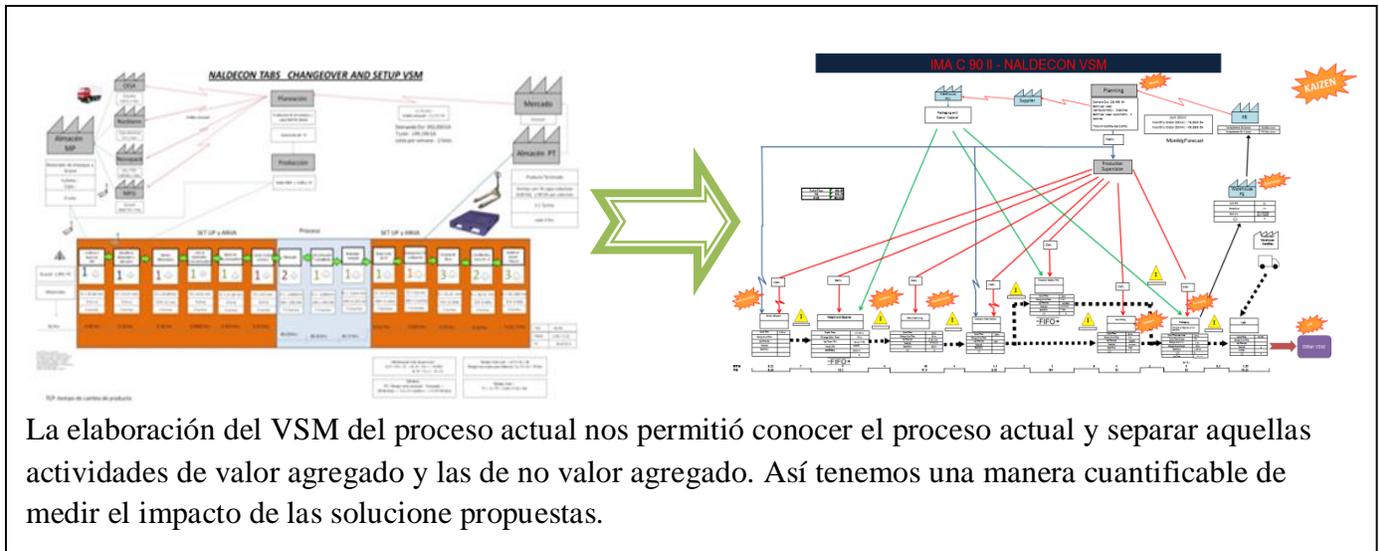


- **VSM estados futuro:**

Una vez construido el VSM, y habiendo revisado todas las áreas de oportunidad y cuellos de botella del proceso. Se construyó un nuevo VSM llamado “VSM de estado futuro” el cual respresentaba el estado optimo a alcanzar que queriamos alcanzar.

La experiencia previamente obtenida en la construcción del VSM del estado actual nos permitió no solo construir el VSM de estado futuro a una velocidad mucho mayor, sino adecuarlo a las necesidades que se tenían en ese momento. Se agregaron elementos que no considerábamos antes, por ejemplo, flujos de información.

Otra cosa que hicimos fue agrupar los diferentes “Pain Points” por area de trabajo, esto con el objetivo de identificar aquellas áreas en donde más adelante deberíamos implementar un proyecto Kaizen para reducir todos los desperdicios.



**Matriz de Priorización:**

En este momento del proyecto nos encontrábamos en una etapa en la que “teníamos mucho por hacer”, afortunadamente nos dimos cuenta que había muchas áreas que podíamos analizar, muchas elementos que requerían nuestra atención, sin embargo había que priorizar para saber por donde debíamos empezar. De los 42 “Pain Points” identificados 7 fueron descartados en una primera evaluación por tratarse de actividades que no eran prioritarias de acuerdo al análisis del Takt Time. El siguiente problema a analizar fue por que actividad debíamos de comenzar, ya que difícilmente se puede dar seguimiento a 35 actividades a la vez.



## **Mejorar:**

Es algo curioso mencionarlo, pero a pesar de haber trabajado tanto, hasta este punto poco o nada se había hecho en términos de cambios para mejorar el proceso actual. En esta etapa era momento de comenzar a hacer todas aquellas mejoras que ya teníamos bien identificadas y medidas. Muchas mejoras que implementaron fueron “Quick Hits” o tareas que no demandaban demasiado esfuerzo, otras más complicadas requirieron el uso de eventos Kaizen para resolverlas, por último tenemos las mejoras radicales y de alto consumo de recursos y tiempo, como fueron las 5S’s en el cuarto de reactivos y el proyecto de SMED, herramientas que por sí solas representan un proyecto cada una.

En esta sección nos enfocaremos en como fue el proceso de Mejora de una manera general, sin entrar tanto a detalle a cada una de las mejoras, ya que sería imposible mencionarlas todas.

## **Eventos Kaizen:**

Nos dimos cuenta que muchos de los problemas que teníamos dentro del proceso se debían a fallas que habíamos venido acumulando con el tiempo, es decir, las cosas se estaban haciendo de dicha manera solo por costumbre o porque “siempre se han hecho así”. Para la gran mayoría de las mejoras nos enfocamos a realizar eventos Kaizen. Kaizen es una palabra en japonés que significa “cambio a mejor”, y es un esfuerzo de mejora que se desarrolla en un periodo corto (desde unas cuantas horas hasta una semana). Lo que buscábamos con nuestros eventos Kaizen era realizar cambios inmediatos por medio de un evento bien organizado de corta duración. Una vez identificada la mejora a la que nos queríamos enfocar, reuníamos un grupo de trabajo normalmente formado por la fuerza laborar y operadores de las líneas junto con sus respectivos coordinadores o supervisores. De esta manera atacábamos el problema para que una vez llevadas las acciones correctivas y la revisión de los hallazgos evaluáramos finalmente los resultados y los compartiéramos con todo el equipo.

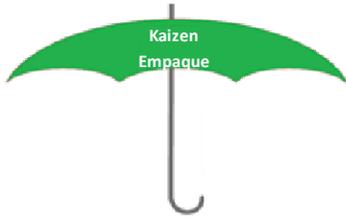
Para facilitarnos el trabajo dividimos los Kaizen por área, para de esta manera poder crear sinergia y resolver más de uno a la vez, ya que las mejoras de uno también ayudaban a otro.

Las áreas más importantes fueron aquellas determinadas como prioritarias para el negocio y definidas con base en nuestro Takt Time .

A continuación se presenta la manera en la que se agrupo cada uno de los Kaizen, el avance aproximado así como el beneficio obtenido a Junio 2015. Más adelante se explicará el beneficio total obtenido en el proyecto.



Milestone	Avance	Beneficio	Comentarios
Remover proceso adicional de pesado en manufactura	100%	Iniciativa cancelada	Imposible remover debido a GMP's
Impresora conectada a una computadora en el área de Glatt	50%	Reducción de hasta 2 hrs de NVA debido a movimiento en granulación húmeda	*CAR en proceso *Implementación 2015
Mejora en proceso de impresión de MBR	80%	10 min cada MBR	*El proceso fue modificado por medio de la eliminación de firmas y registros innecesarios *Proceso en validación
Tanque GS en Niro PMA	100%	*10.5 más de horas productivas por semana * Eliminación de cuello de botella en el proceso *\$43,228 de ahorro para Dic 2014	Implementado
Incluir 4 nuevos BIN's en el proceso de granulación húmeda	20%	* Hasta 8hrs de reducción en campaña	Control de cambio en proceso de validación
Incrementar la capacidad del proceso con Manesti I y medición de OEE	100%	Identificar áreas de oportunidad en el proceso (disponibilidad, desempeño y calidad)	Entrenamiento de OEE para operadores en línea
Reducción de limpiezas por medio de modelo de campaña	100%	4Hrs de reducción en proceso de limpieza	Implementado



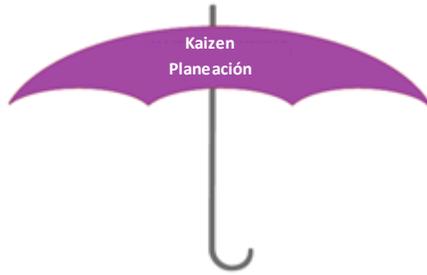
Milestone	Avance	Beneficio	Comentarios
Fecha de expiración	50%	*20% reducción de paros por emisión de orden *Incrementar flexibilidad de operadores	En proceso de elaboración de análisis de riesgo por manufactura
Reducción de tiempo de preparación por materiales	100%	*0 paros debido a surtido de materiales	Proceso de solicitud de materiales con 24 hr de anticipación
Implementación de SMED	80%	*Reducción de 30 % (2hrs) en tiempo de Set Up	Reducción de cambio de formato por medio de tarjetas de operación, de manera que cada operador sabe bien que hacer  Ser capaces de medir el tiempo de cada tarea e identificar la causa ocasional de los paros
Checklist	100%	*Seguimiento de ordenes	Los operadores recibieron el entrenamiento y se aseguraron de un correcto llenado del Checklist
Implementación de etiquetadora	50%	*7.5% incremento de tasa de salida	Implementación en proceso
Reducción de actividades de documentación (MBR)	100%	*Reducción de actividades 50% * El operador destinará más tiempo al proceso productivo	
Optimización de inserción de empaque	100%	Incremento de tasa de salida 5%	Se implementó plan de revisión continua con mantenimiento
Reducción de Proceso de muestras lab	100%	Reducción de tiempo ciclo (2%)	



Milestone	Avance	Beneficio
Proceso de registro de emisión de PO	50%	Reducción de tiempo ciclo de 10 mins por O.P.
Mejora en la expiración de granel	100%	No se tomó ninguna acción, beneficio debido a campaña



Milestone	Avance	Beneficio
Raw and packaging materials process assortment from WH to weight & dispense area	100%	50% downtime reduction
Implementación de 5S's	100%	Reducción en tiempo de búsqueda



Milestone	Avance	Beneficio	Comentario
Plan de Producción semanal de Niro	100%	Conocimiento de volumen, poder prevenir a futuro	En palabras del operador, el programa de producción ha ayudado debido a la visibilidad de trabajo futuro
Plan de producción semanal IMA C 90 II	100%	Conocimiento de volumen, poder prevenir a futuro	En palabras del operador, el programa de producción ha ayudado debido a la visibilidad de trabajo futuro
Junta diaria en línea de producción (coordinadores, supervisores, operadores, mantenimiento)	100%	Alineamiento de principales urgencias áreas	Desde su implementación, se han podido detectar diferentes áreas de oportunidad

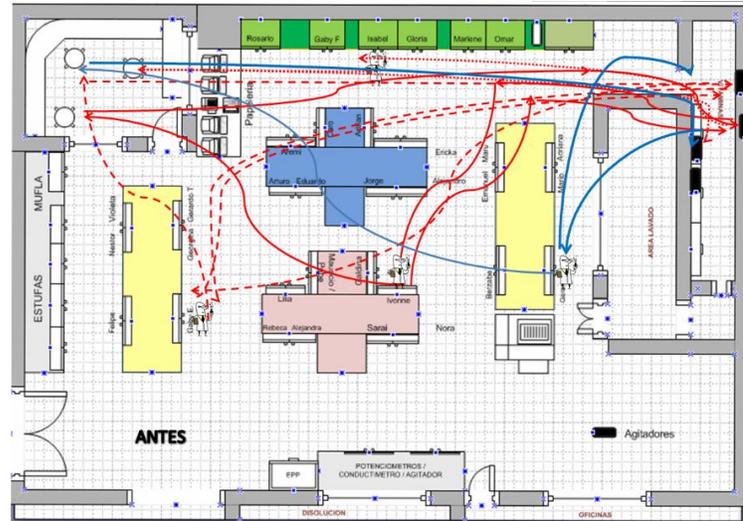


Milestone	Avance	Beneficio
Nueva adquisición de tanque de sanitizante, por color conforme a área	100%	Reducción de espera de surtido de sanitizante
Actualización del procedimiento de requisición de surtido de sanitizantes	100%	Evitar pérdidas de información que causan el surtido tardío
Implementar el Nuevo flujo de proceso	100%	*\$2.628 (ahorros mensuales)

### Eventos Kaizen Más representativos:

Una vez agrupados los eventos Kaizen por categorías comenzamos con su implementación por medio de equipos de trabajo. El objetivo de esta sección es presentar más a detalle los proyectos más significativos como fueron 5S, SMED, Trabajo Estándar, entre otras.

Aprovecho para mencionar que algunas mejoras en áreas como empaque, Manufactura y almacén no solo tuvieron efectos positivos en nuestro proyecto, sino que mejoraron otros aspectos propios de cada una que no teníamos considerados en un principio. Un ejemplo de lo anterior fue en los laboratorios (área que impactaba la liberación de Nal-con y por tanto nuestro tiempo ciclo), en los cuales hicimos un evento Kaizen para la medición de los recorridos llevados a cabo dentro del mismo, nos dimos cuenta que con algunos cambios podíamos reducir considerablemente los flujos y traslados dentro del área, aspecto que no solo beneficio nuestro proyecto sino también algunas operaciones internas del laboratorio.



Todos los resultados y logros alcanzados por medio de los eventos Kaizen eran compartidos también con el sitio por medio de los boletines de mejora (comunicados internos para dar a conocer las acciones de mejora llevadas a cabo).



CONTINUOUS IMPROVEMENT: E. Pacheco

BRISTOL MYERS SQUIBB DE MÉXICO S. DE R.L. DE C.V.  
PLANTA TLALPAN

### BOLETÍN DE MEJORA

Responsable:	No. Solución	Maquina/Equipo:	Fecha/mejora	Inversión
Guillermina Sanchez, Manuel Espinoza, Eduardo Pacheco	12	IMA C 90 II	24 abril 2014	\$ 0.00
<b>Condiciones Antes de la Mejora</b>		<b>Condiciones después de la mejora</b>		
No se tiene definidas claramente los roles y as actividades de los diferentes cambios de formato en la IMA C 90 II		Desarrollar una matriz de roles y responsabilidades de los diferentes cambios de formato que se llevan a cabo en la línea IMA C 90 II  <b>Avance:</b> Se realizó la matriz de roles y responsabilidades en poster, se imprimió y se colocó en la línea de producción, se diseño un formato para que el personal capture los tiempos por actividad , para establecer tiempos estándar. - Medición de mejora en cambios de formato 0% (30 Mayo) - <b>Beneficios:</b> Roles definidos en las actividades de cambio de formato.		
<b>Foto del Antes</b>		<b>Foto del Después</b>		

## 5S's:

Como ya vimos anteriormente la metodología de las 5S's es una herramienta Lean utilizada para mejorar el lugar de trabajo. Su nombre se deriva de la letra inicial en japonés de cada una de las etapas que conforman esta metodología. Con esta metodología nos enfocamos en cómo organizar el cuarto de formatos para la eficiencia y la eficacia mediante la identificación y el almacenamiento de los elementos realmente utilizados (muchos formatos no se utilizaban). Un punto importante es que por medio de las 5S's buscábamos el sostenimiento de la zona y elementos, por medio de varias herramientas queríamos conservar el nuevo orden y no regresar a un estado anterior. En algunas empresas (como la nuestra) se agrega una sexta "S" : Seguridad.

Junto con SMED este fue una de las acciones de mejora que más esfuerzo exigió, no solo en su implementación sino en el cambio de cultura de las personas involucradas para que realmente respetaran la nueva forma de hacer las cosas. A continuación describiremos como fue todo el proceso.

### Implementación De las 5'S en el área de formatos para la IMA C 90 II

Parecerá curioso, pero uno de los problemas que encontramos en la línea de producción era un tiempo que estaba fuera del tiempo productivo, es decir, una de los tiempos muertos más grandes estaba en la búsqueda de formatos para el equipo.

Lo que sucedía es que teníamos un área de formatos en muy mal estado, desordenada y sin ningún control sobre quien tomaba las piezas. Llegamos a estar un punto en el cual los operadores no sabían si se encontraba un formato en el área o no, quien lo había tomado, y donde estaba. Todo lo anterior nos provocaba retrasos en la producción.

El describir como fue el proceso sería demasiado complicado y largo, ya que nos tomó un tiempo de casi 4 meses de prueba y error para estandarizar el área, a continuación veremos de una manera muy concisa como fue la implementación de la metodología junto con varias imágenes que fueron parte de la documentación de este proceso:



**Entrenamiento y preparación:** Esta fue una fase previa a la implementación de las 5S's, se dio una capacitación a todo el personal involucrado en el área en la cual se les explico cómo sería el proceso y las fechas de entrega comprometidas. Sobre todo era hacerles ver el objetivo del programa: Reducir los tiempos de localización en el área de formatos.

**1S: Seleccionar: (Seiri)** En esta etapa removimos todos los elementos innecesarios o poco usados en el cuarto de formatos. Se puede decir que “depuramos” un área de trabajo eliminando material en exceso (teníamos muchos formatos que ya no se utilizaban o estaban en mal estado). Un elemento importante fue la utilización de la técnica de etiquetas rojas, la cual consiste en colocar una etiqueta roja en todo elemento que no consideremos útil, llevarlo a un lugar de resguardo y ver si alguien pregunta por él en un periodo de un mes, de no ser así el elemento es desechado.



Las mejoras que realizamos en esta etapa fueron:

- Identificación, clasificación y separación de 973 piezas de herramientas
- Técnica de la etiqueta roja
- Lista de obsoletos

**2S: Ordenar: (Seiton)** Una vez que tuvimos solo aquellos formatos que realmente utilizábamos, el siguiente paso fue ordenarlos de tal forma que faciliten el trabajo diario. Utilizamos varios criterios como frecuencia de uso (más de una vez por día, 3 veces por semana, 1 vez por mes, etc) o en orden de utilización.



Las mejoras que realizamos durante esta etapa fueron:

- Delimitación de Racks
- Establecer la localización adecuada para los formatos
- Listado de cada formato

- Asignar código de color para los herramientas (dependiendo el formato)
- Dibujar los contornos para cada pieza (a manera de saber si alguna pieza estaba en uso)

**3S: Limpieza Seiso** : En este punto ya tenemos los elementos necesarios y en el orden adecuado, el siguiente paso es mantener limpia el área. Algo importante a mencionar es que esta tercera etapa no ve por si sola a la limpieza como tal, sino que, ve a la limpieza como un sistema de control e inspección, por lo tanto la limpieza nos ayuda a saber si todos los formatos están en correcto estado y buen orden. Es tan importante el considerar a la limpieza como una herramienta de control que en esta etapa hicimos formatos de rutinas de limpieza. Algo importante a mencionar es que le dejamos claro a los operadores que esta etapa no se trataba de limpiar más sino de ensuciar menos.



Las mejoras que realizamos durante esta etapa fueron:

- Generar instrucciones de limpieza para Racks
- Hoja de control para rutinas de limpieza
- Entrenamiento de limpieza para operadores

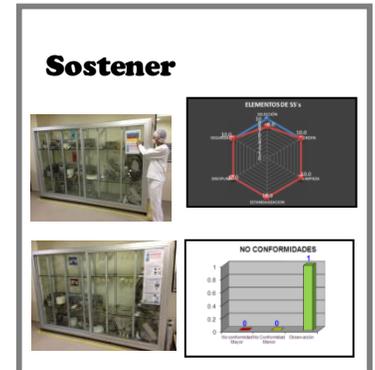
**4S: Estandarizar Seiketsu** : De muy poco nos serviría el haber llegado a la tercera “S” si en un par de meses regresamos al estado anterior. En esta cuarta etapa buscamos estandarizar las buenas prácticas en el área, mantener altos niveles de organización laboral en todo momento, y lo más importante, no regresar al estado anterior. El uso de apoyos visuales como etiquetado, la creación de manuales, y color coding fue lo que nos permitió estandarizar el área.



Las mejoras que realizamos durante esta etapa fueron:

- Procedimiento para administración de herramientas y formatos
- Mapa de localización para cada utensilio
- Catálogo de partes

**5S: Sostener Shitsuke:** Esta última etapa fue la más sencilla en su implementación pero la que más tiempo nos ha llevado, ya que consiste en un cambio cultural el cual se alcanza solamente con el tiempo. Como líder de OpEx estoy encargado de llevar constantes auditorías y entrenamientos periódicos para asegurar que todo el mundo tiene una clara visión de las 5S's. Algo que vivimos en esta etapa es que nos dimos cuenta que los operadores ya hacen las cosas por el simple beneficio de la metodología, no porque se les ordene.



Las mejoras que realizamos durante esta etapa fueron:

- Entrenamiento de operadores para procedimientos
- Checklist para auditorías internas de 5S's realizadas por el departamento cada 3 meses.

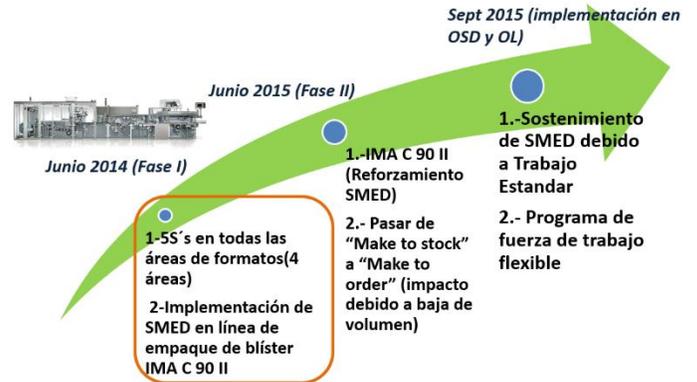
**Safety (Seguridad):** Parte de los beneficios de las 5S's está el tener un área de trabajo segura. No abordaremos tanto este tema ya que el departamento de EHS (Environmental, Health and Safety) es el encargado de la implementación de estas medidas, por lo cual esta etapa queda fuera del alcance de este proyecto, sin embargo si mencionaremos que las 5S's fueron una herramienta que se reconoció como promotora de la seguridad dentro de planta y áreas de trabajo.

Aunque las 5S's no sean una herramienta que utilice análisis estadísticos y sea una metodología "sencilla" de entender, su integración y aplicación en las áreas de trabajo requiere de mucha dedicación, sobre todo en hacerle cambiar a la gente su manera de trabajo. 5S's fue una de las herramientas que mayores beneficios nos trajo y con una inversión muy modesta. Los resultados tanto de 5S's como de SMED se analizarán más adelante ya que impactaron positivamente los métricos generales del proyecto.

**SMED:**

Junto con 5S's fue una de las herramientas de mejora que más exigió por parte del equipo, nuestro objetivo fue **que por** medio de SMED poder evitar variaciones y retrabajo . Aunque formalmente el SMED se enfoca en los cambios de formato, nosotros decidimos llevarlo más allá y aplicarlo con el siguiente criterio "cualquier operación que esté comprendida entre la fabricación de la última pieza del lote anterior y la primera pieza correcta del siguiente lote y tenga detenido el equipo durante ese tiempo". De esta manera no solo aplicamos esta herramienta en los cambios de formato, sino en los despejes de lote a lote, limpiezas menores, limpiezas mayores y ajustes.

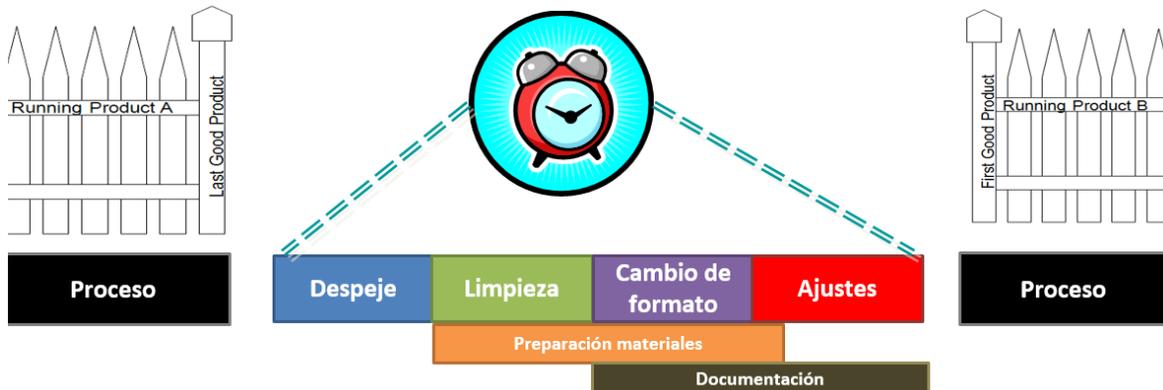
**CAMINO SMED TLP**



Al igual que otras herramientas SMED no hubiera podido implementarse sin las mejoras que aplicamos anteriormente y las cuales formaron parte de nuestro plan de implementación. Todo lo anterior se debe a que se crea sinergia entre cada una de las herramientas. De esta manera dividimos SMED en 3 fases generales, en las cuales consideramos desde su preparación con la implementación de 5S's hasta la aplicación de SMED dentro del programa de "Fuerza de trabajo flexible"

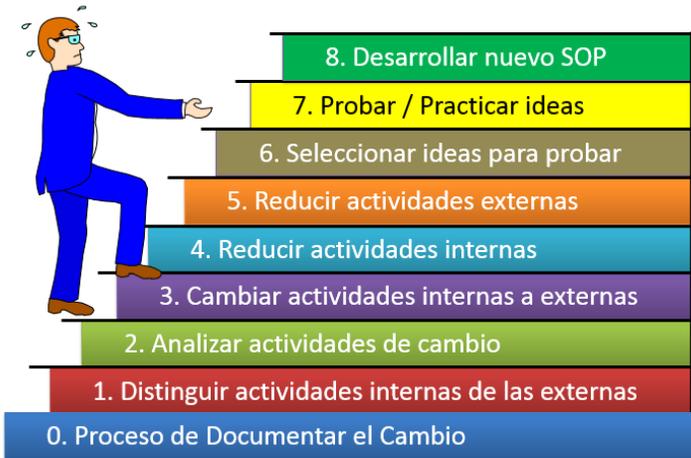
Para tener un mejor entendimiento del proceso, dividimos cada operación en 6 etapas; Despeje, limpieza, Cambio de formato, Ajustes, surtido de material, y documentación.

**Alcance de SMED**



Una vez que tuvimos definidos las etapas de SMED y que sabíamos que debíamos aplicarlo

en las operaciones que hay entre un lote y otro (no importando si era cambio de formato, limpieza mayor, etc) nos basamos en una metodología bien establecida, es decir 8 pasos a seguir para su implementación. Los cuales involucraron desde la toma de mediciones en el proceso de Documentar el cambio (es por eso que en capítulos anteriores mencionamos que nunca dejamos de medir) hasta el desarrollo de trabajo estándar para evitar regresar a etapas anteriores.



Entrenamos y capacitamos al personal con el uso de la herramienta, esto fue de vital importancia pues necesitábamos a los operadores de línea para que nos ayudaran a registrar los tiempos de SMED con la ayuda de formatos.



## Registro de tiempos y seguimiento

Los formatos eran llenados a mano, recopilados y capturados en nuestra base de datos, para después ser analizados y poder tomar acciones de mejora con respecto a la información obtenida.

Al analizar la información fuimos identificando cuellos de botella en los procesos y otras variantes que afectaban el mismo, como por ejemplo, el hecho de que no todos los operadores trabajaban de la misma manera o a la misma velocidad, o el factor de curva de aprendizaje para operadores nuevos, la vinculación de otros programas como soporte de los cambios de formato, etc.

**1**

**2**

**3**

Sustaining Lean Gains  
Sostener ganancias



Entrenamiento de operadores en dispensador IMA

Matriz de roles y responsabilidades



Actividades bien definidas para cada operador visibles en piso



Tarjetas de referencia rápida, útil para personal Nuevo y registrar acciones de mejora



Trabajo estandar



Check Sheets para seguimiento de documentación

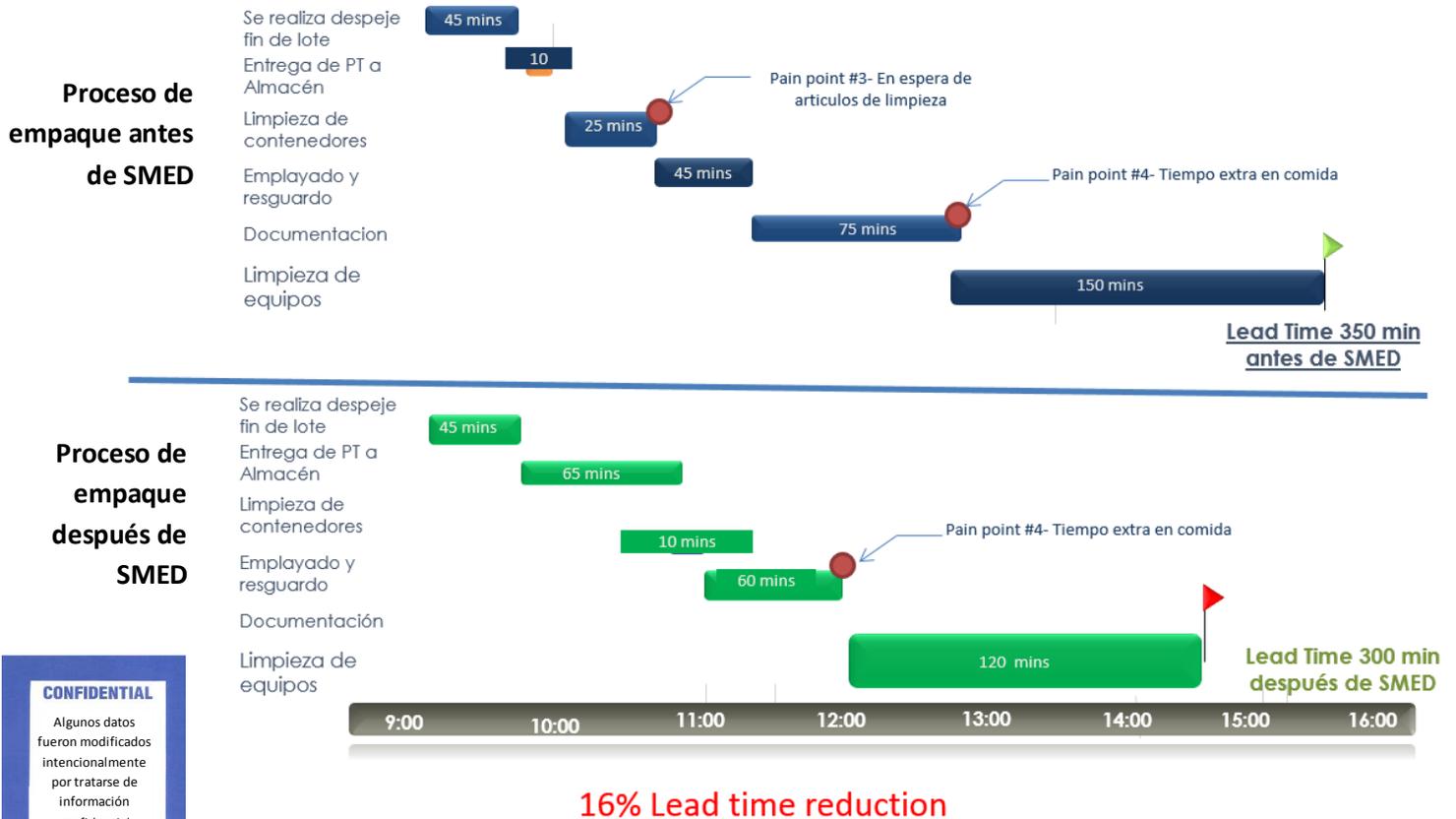


Implementación de 5S's en área de formatos

Entre las acciones más relevantes que se llevaron a cabo estuvieron los entrenamientos, la creación de una matriz de roles y responsabilidades, el trabajo con tarjetas rápidas de consulta, la elaboración de un Checklist para dar seguimiento a las actividades de documentación, etc

Poco a poco fuimos completando las acciones de mejora, registrando así reducción de tiempos en cada una de las etapas y operaciones. SMED no fue un proceso sencillo ni mucho menos rápido, a diferencia de otras acciones de mejora que podrían considerarse “Quick

## Seguimiento de tareas de operador



**CONFIDENTIAL**

Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

Hits” SMED involucró mucho análisis de datos y paciencia, sin embargo los resultados valieron la pena ya que los beneficios generales del proyecto no hubieran sido tan grandes sin la implementación de SMED.

### Control:

Después de mucho trabajo por parte del equipo y de incontables horas aplicadas a eventos Kaizen, llegamos a la última etapa del proyecto, control. Para este punto ya habíamos pasado por la definición del problema, tuvimos claro cuáles eran los sistemas de medición y sus particularidades, así como las características de los datos y los métodos de recolección, aplicamos una diferentes herramientas continúa con el análisis de datos y procesos, lo que permitió generar y verificar las causas de nuestros principales errores, aplicamos acciones en la que los procesos productores de manufactura y áreas de soporte fueron rediseñados o reconfigurados. Todo lo anterior fue un gran logro para el sitio, sin embargo no nos sirve de mucho si no aseguramos que los beneficios son permanentes y no medimos esos beneficios. Al igual que en la 5S's (Sostener), la etapa de control busca que no regresemos a las viejas prácticas para no perder lo logrado en las cuatro fases anteriores.

Algunos de los elementos que consideramos en esta fase fueron la disciplina, la estandarización, la documentación y el monitoreo o medición permanente (como dije en un principio nunca dejamos de medir). A continuación, se describirá de manera breve cada uno de ellos.

a) Disciplina: se requiere disciplina tanto en términos de conjunto de normas que rigen una actividad u organización como en términos de actitud de las personas (cambio cultural) . El control debe de ser una actividad permanente.

b) Estandarización: estandarización en términos de generación, puesta en práctica y mejora de las acciones que se aplican a los procesos. La estandarización nos obliga a concentrarnos en lo relevante y facilita, además, una comunicación más efectiva.

c) Documentación: construimos una documentación simple, clara, con instrucciones para manejar tanto situaciones casuales como situaciones de emergencia. Nos enfocamos en un proceso para revisiones y actualizaciones. Otro punto importante es que quisimos que la documentación fuera disponible para todos, ya que el trabajo en generar un buen documento se pierde si éste no se utiliza.

d) Monitoreo: el monitoreo o medición permanente nos ha permitido vigilar el comportamiento del proceso, a fin de poder tomar medidas correctivas oportunas ante cualquier tipo de desviación.

Debido a que esta etapa es el estado en el cual alcanzamos después de la implementación de nuestras acciones de mejora, y el estado en el cual queremos permanecer (antes de otro proyecto de mejora continua), es aquí cuando decidimos medir los resultados de nuestro proyecto, esa es la razón por la cual decidí incluir los resultados y en la fase de control.

Antes de continuar, considero importante mencionar que decidimos que todos los resultados obtenidos fueron evaluados por departamentos externos con la ayuda de OpEx o Ingeniería Industrial, es decir, queríamos que los resultados fueran reales y medibles para todas las personas.

La manera en la que se presentarán los resultados será la siguiente, a continuación revisaremos algunas de las mejoras que obtuvimos en la aplicación de algunas acciones de mejora, para al final observar los resultados generales del proyecto.

Todas estas acciones de mejora fueron sustentadas de STD o trabajo estándar, y en algunos casos veremos más de una herramienta aplicada en cada una.

### **STD (Trabajo estándar)**

Al igual que las otras herramientas, el trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Entre otras cosas, el trabajo estándar nos sirvió para garantizar que las operaciones y procedimientos (ya sean transaccionales o de producción) siempre las elaboráramos de la misma manera. Se puede decir que el trabajo estándar fue para nosotros una guía que hoy por hoy establece “como deben hacerse las cosas”, esto reduce actualmente de una importante manera la variabilidad de un proceso y permite que los usuarios del mismo sepan exactamente lo que tienen que hacer. Además, de los beneficios anteriores, el tener un trabajo estandarizado nos permite que la curva de aprendizaje para usuarios nuevos sea mucho menor manteniendo siempre un alto nivel de repetitividad.

Para asegurar que la secuencia de las acciones de un operador sean repetibles, el trabajo estándar se apoya de tres elementos muy importantes; ayudas de control visual, la documentación de procesos y el la constante revisión de nuestro Takt Time (el cual obtuvimos en la etapa de análisis).

- Ayudas de control visual:** Un mecanismo de control visual consiste en establecer sistemas visuales que permitan a los usuarios y operadores gestionar fácilmente como debe realizarse un proceso determinado, en otras palabras nos permite identificar cuando una actividad se está llevando dentro de los estándares o presenta alguna anomalía. Un ejemplo de control visual puede ser el Checklist que realizamos en la etapa de Mejorar donde indicamos el orden de la documentación necesaria para iniciar un lote de producción (SMED), en este caso el checklist nos permitirá identificar que nos está deteniendo y si el flujo de la información se está llevando correctamente.
- Documentación de procesos:** La documentación de procesos nos ha permitido sostener y registrar el trabajo estandarizado, ya que, no solo nos sirven como guía de apoyo para saber cómo debe realizarse un proceso haciendo la función de un banco de información para consulta, sino que además forman un registro histórico en el caso de que deba hacerse una modificación al proceso establecido. En pocas palabras nos facilita el método de documentación de las mejoras.
- Takt Time:** Nos ayuda a saber como realizar el balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones en caso de presentarse alguna variación con el cliente (recordemos que el Takt Time nos permite saber si trabajamos a la velocidad que el cliente requiere)



Al igual que todas las herramientas de mejora continua, en el área de OpEx creemos que el trabajo estándar no solo debería aplicarse una sola vez, sino que debe de estarse alimentando continuamente identificando áreas de oportunidad y adaptándose a los cambios requeridos (es por esta razón que la documentación del trabajo estándar es muy importante). Si bien puede haber más de una manera para establecer el trabajo estándar, la idea básica que utilizamos fue identificar una operación, utilizar nuestras mediciones (tiempo, operadores, flujo), calcular la capacidad de la operación y compararla con los requerimientos del cliente (usar Takt Time) , para al final diseñar y documentar la secuencia

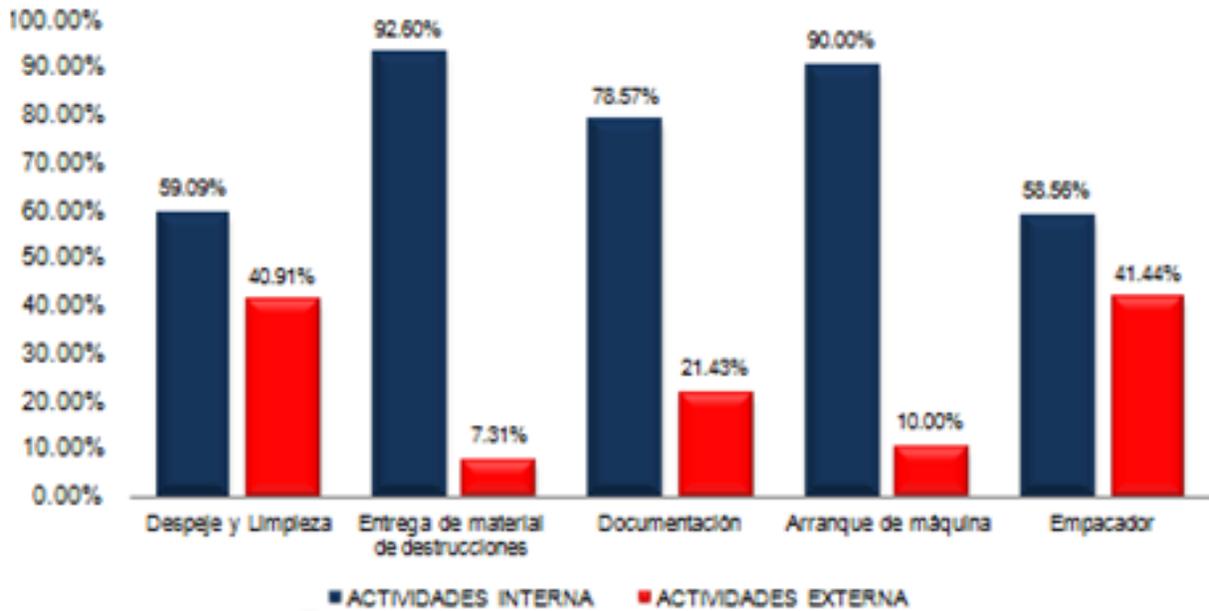
estandarizada (instrucciones). Una vez terminado puede repetirse el proceso cuando sea necesario. Siempre nos apoyamos con el personal involucrado en el proceso para la elaboración de instructivos.

**SMED para cambios de formato:**

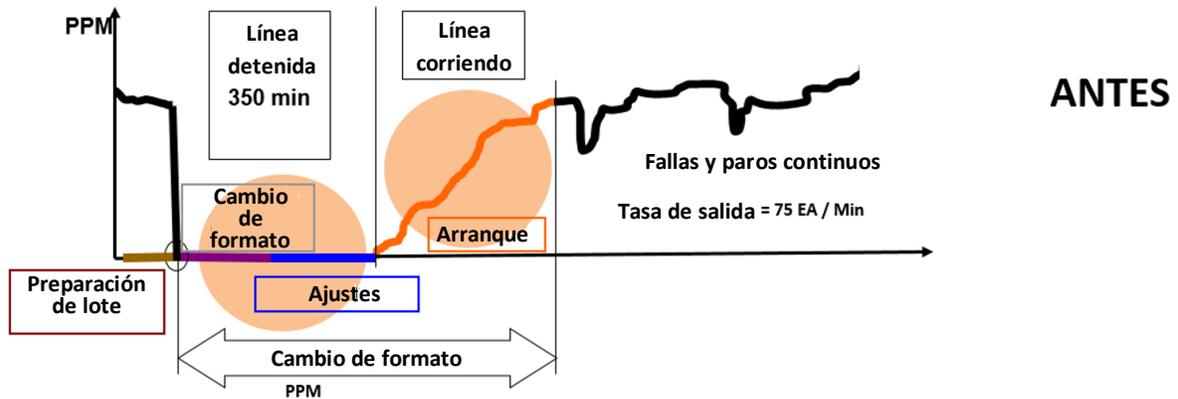
SMED fue una herramienta que no solo nos dio resultados por si sola, sino que nos permitió identificar varias áreas de oportunidad que estaban afectando el proceso de cambios de formato y limpiezas, reduciendo con esto considerablemente nuestro valor agregado del proceso.

El beneficio inmediato de SMED fue sin duda la reducción de tiempo ciclo, mediante la eliminación de desperdicios y la conversión de actividades internas a externas.

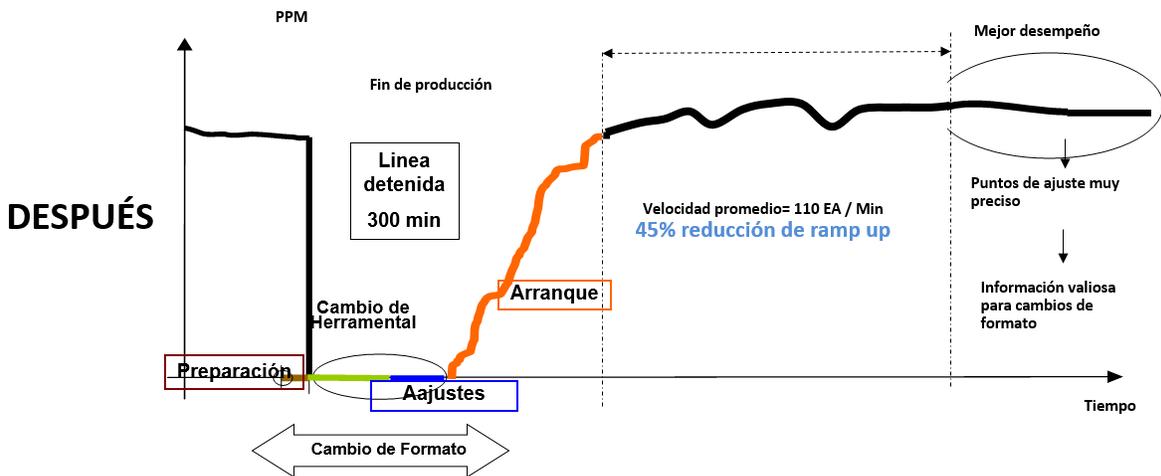
Despeje y limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer STD en actividades principales</li> <li>• Suministros y artículos cerca del área para reducir traslados</li> </ul>	25%
Entrega de materiales de destrucción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de materiales defectuosos por turno</li> <li>• Entrenamiento de equipo para operadores</li> <li>• Reforzamiento 5S's</li> </ul>	87%
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizar actividades de documentación</li> <li>• Verificar documentación VS realidad</li> </ul>	58%
Arranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de materiales de PKG</li> <li>• Trabajo estándar entre operadores</li> <li>• Establecer programa de entrenamiento mediante comités</li> <li>•</li> </ul>	100%
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar herramental que da mejor Throughput</li> <li>• Balanceo de línea</li> <li>• Identificar procesos que generan desperdicio</li> </ul>	75%



Sin embargo, otro factor que observamos y el cual no teníamos contemplado en un principio fue la reducción de alcance de throughput al que llamamos Ramp Up. Es decir, observamos que el tiempo en el cual la línea alcanzaba su velocidad máxima de producción se había acortado, generando así una mayor tasa de salida durante su tiempo de trabajo.



Este fenómeno no lo tuvimos considerado desde el principio, y al meternos a los detalles para ver que estaba pasando nos dimos cuenta que el tener un trabajo estandarizado y material de apoyo no solo redujo el tiempo que hay en la preparación de un lote a otro, sino que también mejoró la calidad de los ajustes y despejes de línea previos a iniciar un nuevo lote. Esto significó menos paro no planeados una vez iniciado el proceso.

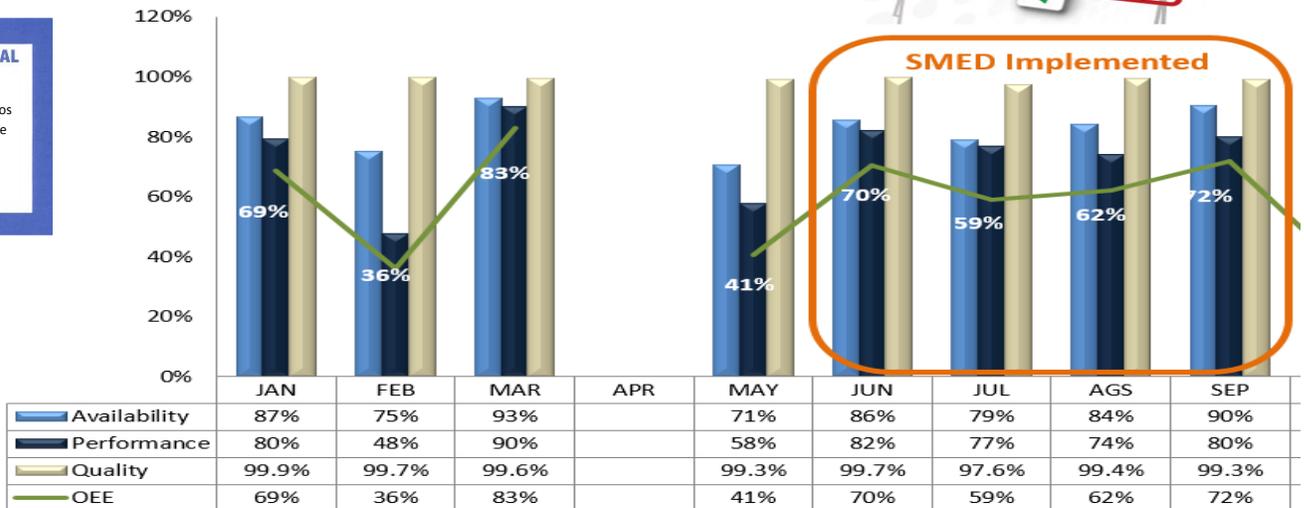


La reducción de paros no planeados y aumentó de tasa de salida, nos trajo una mejora en 2 de los 3 factores del OEE, es decir, en la disponibilidad y en el desempeño.

## IMA C 90 II OEE



**CONFIDENTIAL**  
Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial



✓ Los beneficios de SMED fueron medibles desde el primer mes de aplicación

**Desarrollo e implementación:** Uno de los problemas que identificamos gracias al OEE, era la variación que se presentaba en las líneas que produce el producto Nal-Con, en la limpieza así como el despeje y preparación de la línea. Nos dimos cuenta que el factor que provocaba dicha variación eran principalmente los operadores, ya que, a pesar de haber un procedimiento para realizar cada proceso, no existía como tal una guía paso a paso para realizarlos. Aplicamos la metodología de STD de la siguiente manera:

- Identificamos las líneas y operaciones que serían objeto de nuestro estudio.
- Conocer bien el procedimiento de cada una de las líneas
- Revisamos los históricos para evaluar el impacto de la variación de tiempos.
- Grabación de actividades desempeñadas por diferentes grupos de trabajo de operadores.
- Seleccionar el método óptimo con base en el menor tiempo registrado por un grupo determinado de trabajo y documentarlo.
- Realizar guía de instrucciones para cada operación, establecer responsables, requerimientos generales y procedimiento.
- Actualizar procedimientos
- Medir el impacto basados en reducción de tiempos.



• Proceso de armado

1. Verificar que la llenadora se encuentre desenergizada	
2. Abrir las guardas frontales del equipo	

3. Montar las boquillas de dosificado entre los rodillos termosellables.	
4. Colocar el bloque dosificador. <b>NOTA:</b> Las marcas en el bloque dosificador y en la máquina deben coincidir.	

• Proceso de armado

1. Abrir las puertas del equipo	
2. Bajar las guías de los carros	
3. Meter los carros junto con las charolas. <b>NOTA:</b> Las charolas deben estar en posición invertida	

**La documentación de la estandarización del proceso nos ayudó en el entrenamiento del personal, además de servirnos como un histórico en caso de que se tenga que realizar algún cambio.**

Procedimiento registrado en Lotus Notes para fácil consulta

**Tipo de obra y ubicación del documento debe ser como sigue:**  
**Para el área:**  
 Farm. Anal. Crea 0 - 1.151 pagadas y selecciona "Analisis"  
 Margen derecho: 7.85 pagadas y selecciona "Analisis"  
 El ítem debe justificarse.  
**Para las Tablas:**  
 Margen izquierdo: alineado a la izquierda (1.151 pagadas)  
 El tamaño total de una tabla debe ser de 6.450 pagadas

**1. OBJETIVO**

**2. ALCANCE**

**3. REQUERIMIENTOS GENERALES**  
 3.1  
 3.2

**4. PROCEDIMIENTO**

**4.1 ACTIVIDAD 1 "OPERACIÓN DE LA MÁQUINA"**

1. Encargar la máquina grande e interrumpir a la posición de "OFF"
2. Añade el lote de una camiónada.
3. Colocar una cantidad en el Cabezal Porta Eje el número de lote, fecha de producción y presión a la derecha, sistema a la orden de acondicionado.
4. Colocar estuche en el display de alimentación.
5. Verificar si en su caso actúa en el display No. 1 las funciones de Apertura de vacío y Simulación producto en la sección de Selecciona Funciones.
6. Verificar si en su caso actúa en el display No. 1 la función de Control de Temperatura en la sección de Selección con Bata.
7. Verificar que la máquina de producción este conforme la MBR. Si es inicio de LOTE ingresar área conforme MBR.
8. Posicionar con el botón Reset todas las alarmas indicadas.

9. Operar el botón de Arranque y controlar el control (funcionamiento) de la encamisadora, comprobando el sellado y la formación de elote.
10. Una vez verificado el buen funcionamiento de la encamisadora, seleccionar en el display No. 1 la función de Simulación producto en la sección de Selecciona Funciones.
11. Operar el botón de arranque para iniciar operación.
12. Realizar la prueba de uso al motor de cédula formador en el estuche, como lo indica el procedimiento PMS02-025 "Prueba de uso de Botón de cédula formador".
13. Documentar la operación en la bitácora correspondiente, de acuerdo al procedimiento "PMS01-010 Simulación de la encamisadora Marchando".
14. Limpiar el equipo y área de acondicionamiento de acuerdo al procedimiento "PMS01-010 Simulación de la encamisadora Marchando".
15. Si en la operación ya no se continúa (fin de LOTE), el operador debe:
  - a) Visitar completamente los botones de la banda transportadora.
  - b) Desconectar en el display No. 1 la función de apertura de vacío.
  - c) Desconectar la encamisadora grande e interrumpir a la posición de "OFF".

**4.2 ACTIVIDAD 2 "XXXXXXXXXXXXXXXX"**

ROL	1
ROL	2
ROL	3
ROL	4
ROL	5

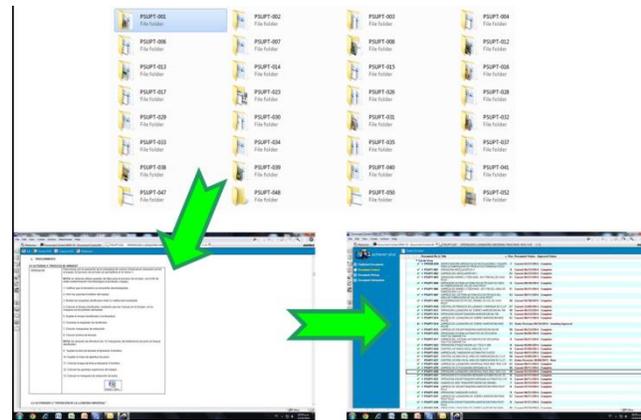
**5. ROLES Y RESPONSABILIDADES**

ROLES	RESPONSABILIDADES

**Realizamos instrucciones paso a paso, establecimos responsables para cada etapa, requerimientos generales y procedimientos.**

**Resultados:**

- ✓ Reducción de tiempo de 28% vs el estándar establecido previamente, por lo tanto se puede iniciar antes el lote de producción lo que aumenta nuestra productividad.
- ✓ Se hicieron 97 actualizaciones las cuales impactan a más de 47 equipos
- ✓ Costo bajo/Beneficio Medio
- ✓ Elaboración de Guía de consulta paso a paso para cada operación
- ✓ Cumplimiento con la NOM-059-SSA1-2013, Buenas prácticas de manufactura para productos medicinales.
- ✓ Crear conciencia en las personas y esparcir la cultura de trabajo estándar dentro de la compañía



Proceso actualización de procedimientos. Elaboración de instrucciones, modificar procedimiento, cargar en Lotus.

**Nota:** Un aspecto muy importante a mencionar es que, al enfocarnos no solamente en las línea de producción de Nal-Con, sino en todas las áreas relacionadas, obtuvimos un beneficio también en otros productos que comparten centros de trabajo.



**Surtido de Sanitizantes:**

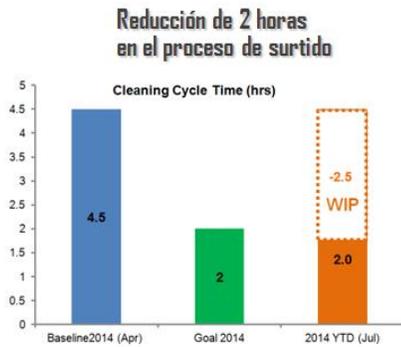
El proyecto de “STD& SMED para limpieza y preparación de equipos” sentó las bases para la realización de un procedimiento similar para el surtido de sanitizantes (área relacionada a la línea de producción de Nal-Con pero no exclusiva de la misma). Después de identificar el proceso y hacer las mediciones se encontró que había algunas áreas de oportunidad (asignación de roles específicos, diseño de pizarras con información, etc), las cuales se minimizaron por medio de la elaboración de eventos Kaizen. Se documentó el proceso y se midieron las mejoras una vez establecido.



**Eventos Kaizen**

Actividad	Responsable	Día	Hora
Asignación de roles	Yuriko Salazar/Daniel Vivas/Roberto Muñiz	7 Octubre	8:00 AM
Compartir modelos de carritos de limpieza en sesión de supervisores	Yuriko Salazar	Jueves	
Revisión Proyecto de Stock	Sergio Molina		
Diseño de pizarras para seguimiento de surtido de ordenes	Yuriko Salazar	10 Octubre	8:00 AM
Risk Assessment para proceso de contingencia en caso de falla de elevador	Espitia/Yuriko/Guillermo Aguiar/Canchola/Elizabeth Rico/Jorge/Omar Nuñez	22 Octubre	

**Trabajo con operadores**



**Trabajo Estandar/Actualizar procedimientos**

OPERADOR A	OPERADOR B	OPERADOR C
SURTIDOR	VERIFICADOR	ACTIVIDADES INDIRECTAS
SURTIDO DE MATERIAS PRIMAS	VERIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA SURTIDO
		PREPARAR EN UBICACIÓN LAS MATERIAS PRIMAS PARA SURTIDO
		VERIFICACIÓN DE BÁSCULAS Y BALANZAS
		VERIFICACIÓN DE FLUJOS DE AIRE
		VERIFICACIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES
		PREPARACIÓN DE CONTENEDORES PARA SURTIDO
		DESPEJE DE ÁREA
		LIMPIEZA DE UTENSILIOS (CUCHARONES, VÁSTAGO, ETC)
		LIMPIEZA DE CONTENEDORES DE MATERIAL PRIMARIO, UTENSILIOS, UNIFORMES)
		LIMPIEZA DE ÁREA Y EQUIPOS
		MANEJO DE MERMAS DE PROCESO
		MANEJO DE CONTENEDORES PARA DESTRUCCION
		DESPEJE DE TARIMAS
		ENTREGA DE SALDOS A ALMACÉN

**Resultados:**

- ✓ Se consiguió la reducción de 2hrs en el proceso de surtido
- ✓ Se incrementó hasta en 1 la cantidad de lotes a trabajar por semana

**Resultados 5S's:**

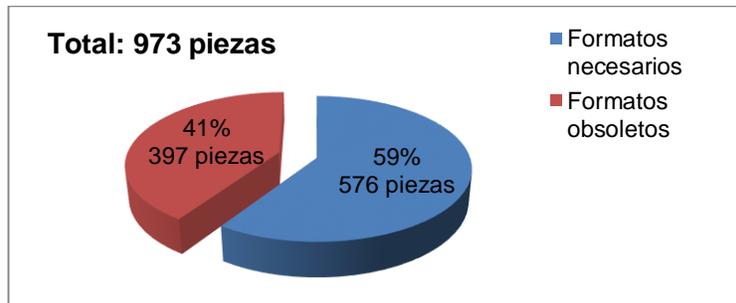
Una de nuestras principales preocupaciones estaba en el hecho de poder cuantificar los beneficios de la aplicación de las 5S's, ya que, aunque fue bien empleada la metodología, muchas veces no se puede ver en términos monetarios.

Lo que hicimos fue hacer varias mediciones para saber el impacto que estaba teniendo el área de formatos en el proceso productivo, de ahí comenzamos a medir que tanto nos ayudaba cada una de las 5S's implementadas.

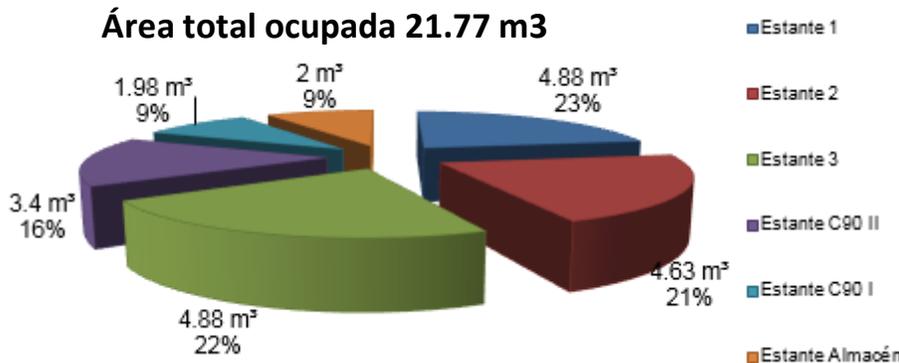
Al final pudimos comprobar de una manera objetiva y medible el beneficio de las 5S's en varios aspectos:

✓ **Reducción de herramental necesario en un 41%:**

En el área contamos solo con el material de uso frecuente, 397 piezas fueron desechadas o retiradas a bodega .

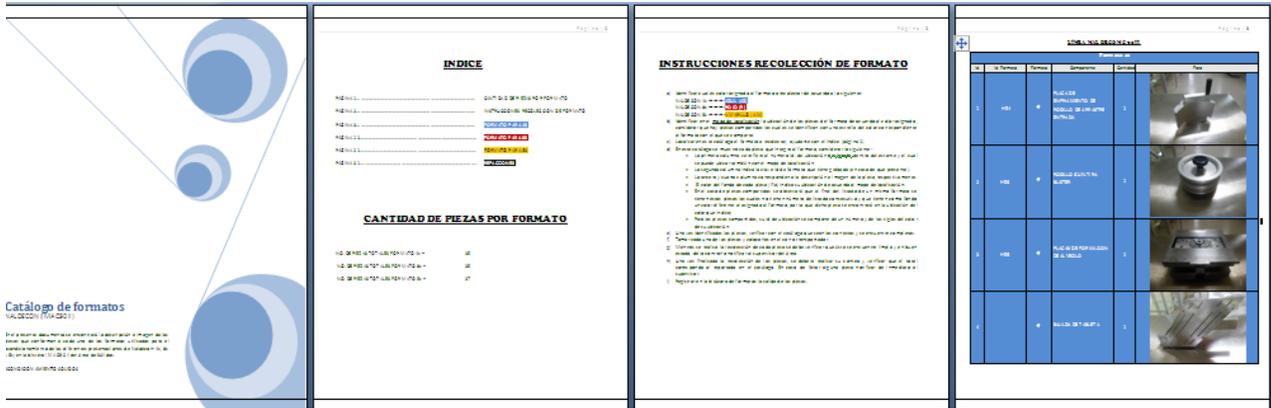


✓ **Mejor aprovechamiento de espacios/ reducción de áreas utilizadas en IMA C 90 II y áreas compartidas:**



✓ **Elaboración de inventario y manuales:**

Se crearon inventarios para un mayor control de piezas.



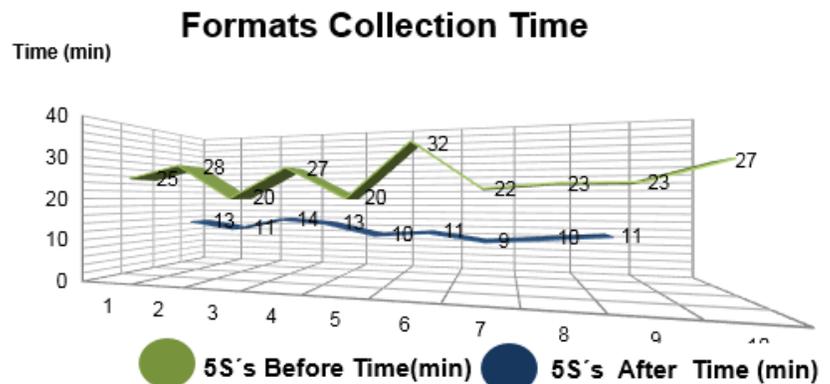
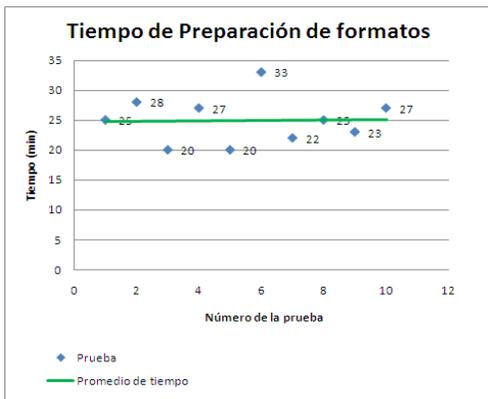
✓ **Entrenamiento a personal:**

A través de la implementación de toda la metodología de 5S's le dimos más valor a nuestro personal por medio de entrenamientos y capacitación en áreas en aspectos en los cuales no se contaba antes (limpiezas, control de inventario, etc).



✓ **Reducción de tiempos de búsqueda de piezas:**

Probablemente el beneficio más importante de todos y motivo principal de la implementación de la metodología. Logramos reducir a la mitad los tiempos de búsqueda de piezas y, lo más importante, evitamos situaciones en las cuales no se sabía si un formato es



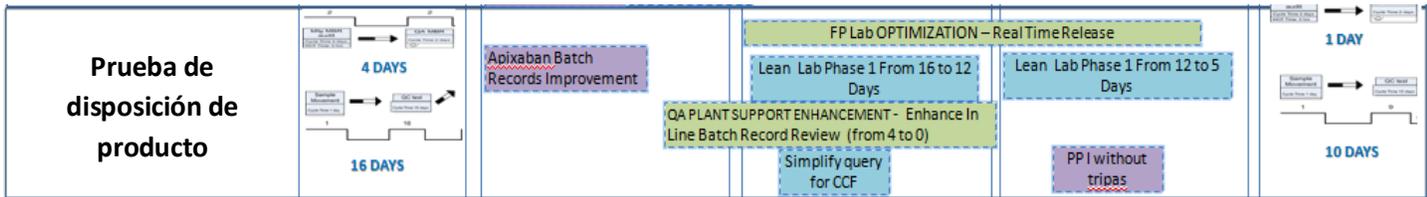
Tiempo de reunión y recolección de piezas para un cambio de formato (25min).

**Proyectos en proceso:**

Por la cantidad de eventos Kaizen que generamos no todos fueron atendidos desde un principio, algunos incluso siguen en proceso, ya sea por la duración de los mismos o menos urgencia que presentaban, un ejemplo fue es la r edución de 50% en el proceso de solicitud de envíos.

El cual consiste en **desarrollar STD para la optimización de envíos, por medio del mejoramiento de plataformas electrónicas para realizar actividades de almacén.**

Etapa	Reducción
Movimiento en edificio de maufactura	De 5 a 1
Envíos almacén	De 5 a 2



## Mejoras ergonómicas:

Uno de los descubrimientos que obtuvimos como resultado de este proyecto, fue la importancia de las condiciones ergonómicas que tenía el personal de manufactura. No puedo recalcar lo suficiente lo importante que fueron los estudios ergonómicos para mejorar la productividad. Para lo anterior fuimos apoyados por el departamento de EHS (Environmental, Health & Safety), entre los primeros hallazgos que encontramos fueron el impacto de las vibraciones causadas por los equipos en los operadores (para lo cual se colocaron tapetes especiales), el cansancio de los operadores por estar largos periodos de pie (se colocaron algunas sillas y apoyos), el impacto del calzado (se cambio el calzado por un calzado ergonómico), la carga máxima que puede levantar un trabajador dependiendo de su sexo, el impacto de la diferencia de estaturas al realizar un determinado trabajo, la mala postura y distribución de equipos lo que ocasionaba que los operadores tuvieran que pasarse por debajo de los equipos resultando en un posible accidente.

Uno podría pensar erróneamente que la ergonomía solamente afecta la salud del operador, sin embargo, desde un punto de vista productivo, la ergonomía es de vital importancia. No me fue permitido el hacer un amplio análisis de los resultados que obtuvimos, ya que gran parte de la información pertenece al departamento de EHS, sin embargo, después de los múltiples estudios de posturas, uno de los principales resultados que obtuvimos como departamento de ingeniería fue lo que conocimos como “Porcentaje de Fatiga”, esto es, el porcentaje en el cual la productividad de cada operador es afectada a lo largo del tiempo. Nos dimos cuenta que después de 3 hrs la productividad de un operador se ve afectada en -14%, y cada hora consecuente se va afectando 6%. Lo anterior explicaba la razón por la cual los turnos de 12 hrs no eran tan productivos como los de 8 hrs, también explicaba el efecto de las comidas y los tiempos de descanso en los operadores. Lo más importante es que nos permitió calcular de una manera más exacta la productividad esperada en turnos de trabajo, la relación costo beneficio de tener 2 plantillas de 12 hrs o 3 plantillas de 8 hrs, donde colocar las horas de comida, el hacer pausas activas, etc.

# **CAPÍTULO V**

## **Evaluación y Conclusiones**

### **Evaluación final de resultados:**

Hasta este punto hemos estado revisando algunos de los beneficios individuales que nos dieron cada uno de los kaizens realizados, los ahorros en un principio habían sido calculados por el mismo departamento de Ingeniería industrial, sin embargo, debido a la importancia del proyecto y a la confianza que teníamos en los resultados, se le pidió apoyo al departamento de finanzas para que, apoyado con otras áreas como manufactura y mantenimiento, nos dieran un dato verídico de los beneficios obtenidos. De esta manera evitamos caer en resultados subjetivos medidos por nosotros mismos.

El seguimiento de los resultados no solo se dio al final del proyecto, sino que de manera bimestral se hacía un análisis para conocer la evolución de los resultados. El proyecto lo dimos por concluido en el Q2 del 2015(abril-Mayo-Junio) hicimos un reporte en donde se puede apreciar nuestros objetivos y el avance alcanzado en métricos como ; reducción de tiempo ciclo, incremento de OEE, ahorros por eficiencia, rendimiento, reducción de tiempos indirectos, etc.

Fue tal el impacto del proyecto en algunos métricos como el OEE, que de hecho fue necesario hacer un ajuste al objetivo anual de este métrico debido al incremento consistente que tuvimos en el mismo a partir del mes de abril 2015, ya que en los meses subsecuentes de la implementación del proyecto obtuvimos valores superiores al 80% de manera consistente.

Debido a cambios en la demanda de volumen y otros factores internos, no fue posible terminar todos los eventos Kaizen al 100%, los resultados presentados en esta sección son basados en el avance real que hubo en cada Kaizen, considerando tanto Kaizens terminados como Kaizens no terminados.

**Status Kaizen a Junio 2015:**



Milestones	Status	WIP
7	79%	3

Métrico	Base	Objetivo	Cierre Proyecto
Variación Costo	\$27.7 K Fav	\$10 K Fav	32 K Fav
Tiempo Ciclo	105.0	85	91
Tiempo Prep	12 hrs	9.7 hrs	10.5 hrs



Milestones	Status	WIP
8	83%	3

Metric	Base	Objetivo	Cierre Proyecto
Variación Costo	22 K Des Fav	10 K Fav	15 K Desv
Tiempo Ciclo	42	36	37
OEE	60%	55%	67%
Tiempo Prep	9 hrs	7 hrs	6 hrs



Milestones	Status	WIP
2	50%	1

Metric	Baseline	Objetivo	Cierre Proyecto
Tiempo Ciclo	2	1	2
Write off	0	0	0



Milestones	Status	WIP
1	100%	0

Métrico	Base	Objetivo	Cierre Proyecto
Number of events	1	0	0



Milestones	Status	WIP
3	100%	0

**COMPLETOS**



Milestones	Status	WIP
3	100%	0

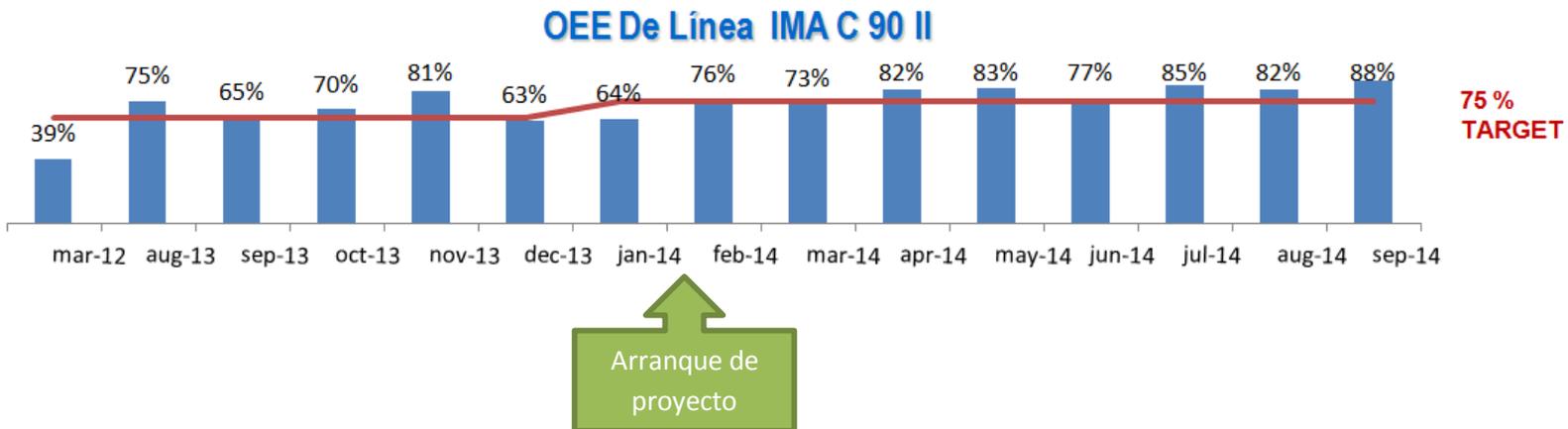
Métrico	Base	Objetivo	Cierre Proyecto
Cycle time	2 hrs	0.5 hrs	0.4hrs
Saving	\$0	\$2,102 (dlls p/mes)	\$2,628 (dlls p/mes)

Resultados finales a Junio 2015

**CONFIDENTIAL**  
 Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

Tipo de Métrico	Metric	Base 2014 (Apr)	Objetivo cierre	2015 (Jun)	
Calidad	Eventos de calidad	6	4	5	
Entrega	Tiempo ciclo manufactura	105 hrs	85 hrs (-23%)	91 hrs (-13%)	
	Tiempo ciclo empaque	42 hrs	36 hrs (-16%)	37 hrs * (-11%)	
	OEE Empaque	51%	60%	67% *	
	Ship to promise	95%	95%	100%	
Costo	Eficiencia MFG Acumulada	(\$ 12 K)	(\$ 40 K)	(\$31 k)	
	Cost Avoidance PKG Acumulad0	\$30 K desfav	\$ 133 K desfav	\$75 K	
	Yield	98.9%	99.4%	99.1 %*	
	Tiempo indirecto (mensual)	288 hrs	210 hrs	239 hrs	

Uno de los métricos más importantes para medir la eficiencia de nuestro proyecto fue el OEE, ya que todas las acciones que tomáramos deberían ser reflejadas directamente en la eficiencia del equipo.



A pesar de estar en la fase de definir, desde la primera semana de su implementación, se ejecutaron acciones rápidas o “Quick Hits”, los cuales dieron como resultado los beneficios antes mencionados.

Desafortunadamente no me fue permitido poner los resultados finales “reales” del proyecto por tratarse de información privada de la compañía (en especial en términos monetarios), sin embargo, como resultado final puedo decir que se alcanzaron todas y cada una de las métricas fijadas como objetivos. Lo importante de los resultados es que fueron evaluados por un departamento externo, lo que asegura su autenticidad.

**CONFIDENTIAL**  
Algunos datos fueron modificados intencionalmente por tratarse de información confidencial

Beneficios Obtenidos:	Beneficios adicionales obtenidos:
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de aproximadamente 32% en cambios de formato para manufactura</li> <li>✓ Reducción aproximada de 21% en tiempos de preparación</li> <li>✓ Ahorro capitalizable en el ciclo de producción de la línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No se incurrió en ningún evento de calidad derivado del proyecto</li> <li>✓ Reducción de 5% en merma de materiales.</li> <li>✓ Mejoramiento de OEE en la línea de producción</li> </ul>

**Conclusiones:**

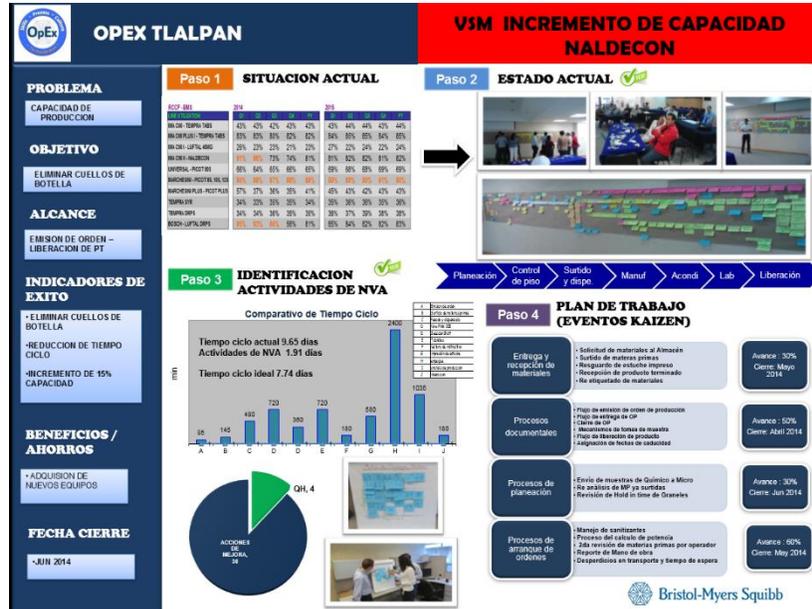
Al restar subjetividad al criterio con el que previamente se estaba evaluando, pudimos demostrar que si es factible conocer una idea bastante exacta del desempeño de cada una de las actividades de OpEx las cuales, en un principio parecían imposibles de medir.

En mi opinión considero que lo más importante del proyecto fue demostrar el rol que juega un ingeniero industrial en cualquier área dentro de una compañía, incluso aquellas que pudieran no ser su especialidad. Como lo menciono en un principio del trabajo, ya se había tratado de implementar un proyecto similar sin ningún resultado. No fue otra cosa que una metodología (DMAIC) bien establecida apoyada de habilidades y conocimientos como trabajo en equipo, contabilidad y costos, ingeniería económica , etc, lo que estableció la diferencia.

De igual manera afirmo que la formación multidisciplinaria de ingeniero industrial jugó un rol de vital importancia en el proyecto, ya que no cualquier profesión puede estar trabajando en áreas tan diferentes como Marketing, Sistemas, Materiales, Finanzas, Logística, Trade Marketing, entre otras.

Debo decir que esta no ha sido la primera compañía internacional en la cual he trabajado en mi vida, ni tampoco el primer proyecto que he implementado, sin embargo, ha sido el logro más grande que he tenido en mi formación personal. El hecho de realmente medir los resultados y de saber que las acciones y decisiones que iba tomando tenían un impacto importante en la compañía fueron de gran motivación en lo personal.

Muchas cosas pasaron a raíz de la implementación de este proyecto, no solo obtuvimos buenos resultados sino que conseguí mi ingreso no solo como becario sino como parte del equipo de BMS Tlalpan, por otra parte fueron varios los proyectos en los cuales he estado apoyando desde entonces. Adicional a todo lo anterior, debo decir que nunca me sentí más orgulloso de pertenecer a la facultad de ingeniería de la UNAM, ya que fue gracias a ella y a su formación que pude conseguir estos resultados.



## **Agradecimientos:**

Primero que nada, quiero agradecer a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por ser un faro de esperanza en aquellos muchos momentos de estrés e incertidumbre. Pero sobre todo, agradezco a Dios por haberme puesto en mi camino a las personas que en un momento voy a mencionar.

Primero a mis padres, Maria de las Mercedes Garrido Lemini y Emilio Espinosa Becerra, por haberme apoyado en todo momento, en los buenos y en los malos, por sus consejos, por haberme inculcado sus valores, que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su infinita paciencia en mi vida de estudiante.

Muy especialmente quiero agradecer a 2 personas, no solo por las enseñanzas que me transmitieron, sino por haber sido más que mis tutores, mis guías en todo momento. La Doctora María Cristina León González, más que una amiga mi madrina adoptiva, una persona que realmente se preocupa por sus alumnos, alguien que veló por mí en mis momentos más difíciles, una persona llena de valores como muy pocas quedan en este mundo. El M.I. Pablo Luis Mendoza Medina, gran amigo y mi “sensei” en la metodología Lean Six Sigma. A estas dos personas les debo el haberme titulado, pues creyeron en mí, me motivaron a salir adelante, y hasta jalones de oreja me dieron cuando fue necesario. Ambas son el día de hoy un ejemplo e inspiración en mi vida, y les debo mucho de lo que he conseguido profesionalmente.

Finalmente, quiero agradecer a la Facultad de Ingeniería de la UNAM, por haberme dado la oportunidad de recibir una educación de primer nivel, por haberme formado como un verdadero ingeniero, por darme el privilegio de decir orgullosamente que pertenezco a ella.