

**Propuesta de re-diseño de la cadena de Suministro del proceso de Extrusión de  
Polipropileno Mono-orientado de la Empresa Smart pack**

**Universidad ECCI**

**Ingeniería Industrial**

**Bogotá D.C**

**2016**

**Propuesta de re-diseño de la cadena de Suministro del proceso de Extrusión de  
Polipropileno Mono-orientado de la Empresa Smart pack**

**Presentado por**

**Solangie Callejas Osorio**

**Steven Ramírez Hernández**

**Fredy Alexander Ramos Cardona**

**Juan Carlos Hernández Rodríguez**

**Diego Fernando Monroy Moreno**

**Director de proyecto**

**Javier Hernando Pradilla Bohórquez**  
**Ingeniero Mecánico**  
**Magister en Administración de Empresas**

**Universidad ECCI.**

**Ingeniería Industrial**

**Bogotá D.C**

**2016**

## Contenido

HISTORIA DE SMARTPACK .....	10
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
ANÁLISIS CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO, CALIDAD, CANTIDAD, OPORTUNIDAD .....	13
Métodos .....	13
Materiales.....	14
Equipos E Infraestructura .....	14
Mano De Obra .....	15
Almacenamiento.....	16
Gestión .....	16
Información adicional de la Empresa.....	16
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	17
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivo Específicos .....	18
¿QUÉ SON LOS POLÍMEROS?.....	28
Según Sus Propiedades Físicas.....	29
Formación De Polímeros .....	30
Clasificación De Acuerdo Al Comportamiento Térmico .....	30
Clasificación De Acuerdo Al Comportamiento Mecánico .....	31
Clasificación Según El Tipo De Aplicación.....	31
Marco Referencial Lean Manufacturing .....	32
Las 5S.....	33
Smed .....	34
ESTADO DEL ARTE.....	36
Smed .....	36
HERRAMIENTA 5S .....	40
CRONOGRAMA .....	43
METODOLOGIA.....	47

¿Qué No Es Lean Manufacturing? ¿Errores Más Comunes? .....	48
Y Entonces ¿Qué Es Lean Manufacturing? .....	49
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE PRODUCCIÓN.....	50
Parte: 1 Análisis Participativo.....	50
Descripción De La Demanda .....	51
Análisis De Las Sugerencias Y Definición De Las Acciones.....	52
Smed.....	53
Procedimiento de operación .....	54
<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b> .....	56
-ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES .....	56
-DISEÑO DE LA INSTRUCCIÓN .....	56
-APLICACIÓN .....	56
-EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	56
<b>5'S</b> .....	56
Análisis De La Cadena De Abastecimiento .....	59
Parte: 2 Elaboración Del Registro De Producción (Implementación Smed).....	62
➤ Planeación Jerárquica .....	62
Capacidad Instalada .....	63
Planeación Agregada .....	65
Parte: 3 Elaboración Del Cronograma De Actividades De Producción.....	69
Mapa de Procesos (Propuesta) .....	70
Propuesta de Distribución y Recorrido de la Planta.....	71
Propuesta Implementación 5's .....	73
Clasificación .....	73
Orden.....	74
Limpieza.....	75
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS .....	79



### **Contenido De Imágenes.**

Imagen 1. Espina de Pescado

Imagen 2. Scrap empresa Smartpack junio 2015 Vs 2016

Imagen 3. Distribución Actual de la Planta Smartpack

Imagen 4. Inventario Mopp

Imagen 5. Inventario Producción de Polipropileno 2015-2016

Imagen 6. Inventario Vs Producción

Imagen 7. Scrap 2015-2016

Imagen 8. Producción Vs Scrap

Imagen 9. Participación de Ventas polipropileno

Imagen 10. Costo de Inventario

Imagen 11. Abreviaturas de Polímeros

Imagen 12. Proceso de Extrusión

Imagen 13. Diagrama de Proceso de Operación Extrusión

Imagen 14. Diagrama de Proceso de Operación Extrusión (Propuesto)

Imagen 15. Cadena de Suministro.

Imagen 16. Mapa de Procesos.

Imagen 17. Propuesta de Recorrido de la Planta

Imagen 18. Propuesta de Distribución de la Planta

Imagen 19. Tarjeta identificación de materiales

### Contenido de tablas

Tabla 1. Inventario Mopp

Tabla 2. Producción de Polipropileno 2015-2016

Tabla 3. Inventario Vs Producción

Tabla 4. Scrap

Tabla 5. Producción Vs Scrap

Tabla 6. Scrap 2015-2016

Tabla 7. Costo Inventarios

Tabla 8. Objetivos Específicos

Tabla 9. Cronograma

Tabla 10. Descripción de la Demanda

Tabla 11. Análisis de Sugerencias

Tabla 12. Pilares del Proceso

Tabla 13. Capacidad Teórica

Tabla 14. Capacidad Real

Tabla 15. Demanda Trimestral

Tabla 16. Demanda Trimestral con Stock

Tabla 17. Costos de Almacenamiento, operarios, MP

Tabla 18. Plan Maestro de Producción

### **HISTORIA DE SMARTPACK**

SMARTPACK S.A.S es una empresa dedicada a la producción y comercialización de empaques plásticos siempre con el interés de ofrecer soluciones a sus clientes. Inicia labores en el año 2006 fabricando y comercializando empaques primarios y secundarios para la industria de alimentos, que contaba con una planta propia en el barrio Carvajal.

En el año 2010 la planta se trasladó para zona industrial (San Andresito de la 38) y se amplió la capacidad de sus instalaciones para responder adecuadamente a la demanda, pero solo duró 6 años en estas instalaciones ya que por problemas de seguridad e invasión del espacio público afectaba al momento de recibir la materia prima, ya que diagonalmente a la planta se encuentra ubicada la URI de Puente Aranda, por esta razón la alta gerencia tomo la decisión de trasladar la planta para el barrio pradera detrás de RCN.

La empresa actualmente cuenta con 5 extrusoras (dos de poliproleno y tres de polietileno), seis selladoras, 3 camiones dos con 4 toneladas de capacidad y uno de 1.5 ton. Además Smart pack cuenta con un grupo de 22 personas que se distribuyen de la siguiente manera.

- 3 Extrusores
- 7 Selladores
- 2 Administrativo (producción y despachos)
- 3 Conductores
- 1 Contabilidad
- 1 Recepcionista
- 2 Vendedores

- 1 Servicios generales
- 2 Socios de la compañía

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

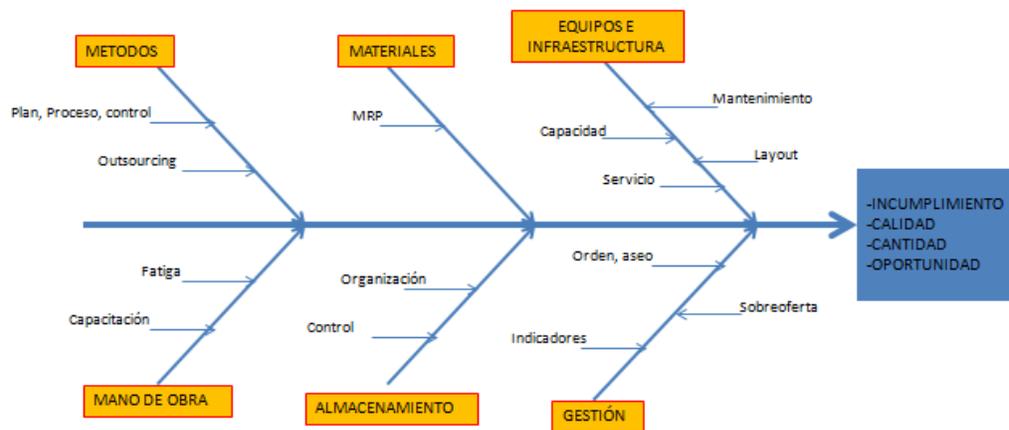


Imagen 1. Espina de Pescado del proceso de extrusión

(Fuente Propia)

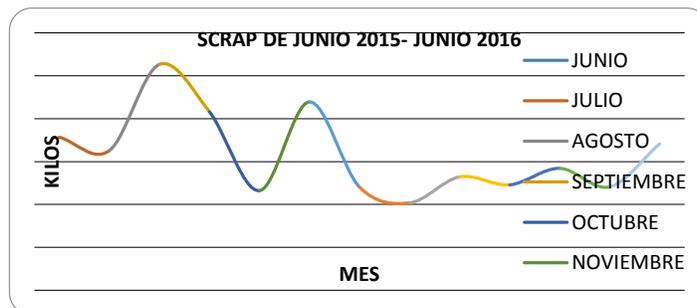
## ANÁLISIS CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO, CALIDAD, CANTIDAD, OPORTUNIDAD

Bajo este análisis de causas fue realizado específicamente para conocer los problemas que originan un índice de producción relativamente bajo, existe un método muy obsoleto, con esto genera demasiados paros en las máquinas y ocasiona muchos mantenimientos correctivos, especialmente en el proceso al cual se pretende mejorar el de extrusión, es interesante saber las razones que pueden ocasionar los inconvenientes que se presentan en este proceso.

### Métodos

No existen estándares de calidad en las cuales se puedan realizar un seguimiento en lo que tiene que ver con el producto, al igual no existe información en que la que el trabajador del proceso pueda orientarse para realizar sus labores.

- Plan de proceso y control: La falta de atención por parte del operador de los equipos, afecta el proceso de extrusión, generando desperdicios y mala calidad del producto.



**Imagen 2. Scrap empresa Smartpack junio 2015 Vs 2016**

(Fuente Propia)

- Outsourcing del proceso de extrusión: No existe una trazabilidad para este proceso, afectando la calidad y generando reproceso del producto.

### **Materiales**

- MRP: El proceso ya cuenta con un sistema de abastecimiento adecuado de materiales aprobados por el departamento de gestión de calidad, pero este material es escaso en el mercado. La escasez lleva a demoras en la producción, ya que además de la demora en disponer de ella se necesita su aprobación antes de iniciar su producción.

### **Equipos E Infraestructura**

- Mantenimiento: Los equipos que existen actualmente en la empresa, especialmente en las maquina extrusoras, se encuentran en muy mal estado, son muy viejas, no existen planes maestros para los equipos, llevando esto a que a las máquinas solo se les realice mantenimientos de carácter urgente o correctivos.
- Layout: El recorrido que existe entre el almacenamiento de las materias primas y la ubicación de las máquinas extrusoras de polipropileno, está entre los 12 y 13 los Metros, pasando por obstáculos como producto terminado al igual que producto en proceso.



**Imagen 3. Distribución Actual de la Planta Smart pack**

**(Fuente Propia)**

- Capacidad: la máxima capacidad de las dos máquinas extrusoras es de 50 Toneladas. Mensual, donde los requerimientos en algunas ocasiones se duplican, ocasionando retrasos en las entregas y generando productos de mala calidad.

#### **Mano De Obra**

- Capacitación: La empresa no ofrece capacitaciones frecuentes en lo que se refiere al proceso de extrusión, (manejo del equipo, mantenimientos autónomos, manipulación de herramientas, etc.),
- Fatiga: La planta trabaja turnos de 12 horas, esto desfavorece la productividad del operario, generando cansancio y desatención al proceso que se está realizando, generando scrap y mala calidad del producto.

**Almacenamiento**

- Organización: No existe orden a la hora de almacenar los rollos terminados al igual que la materia prima (identificación).
- Control: No existe un sistema de almacenamiento donde se puedan identificar claramente las entradas y salidas de mercancía del almacén, no hay por tanto trazabilidad de los materiales que utilizan para la fabricación del producto.

**Gestión**

- Indicadores: La empresa no cuenta con indicadores que muestren el desempeño de cada una de las áreas y de la totalidad de la compañía.
- Sobreoferta: El personal de ventas en sus ofertas no consulta con producción la capacidad con la que cuenta la empresa para producir, provocando pedidos retrasados e incumplimiento a los clientes.
- Aseo y orden: El diagrama causa-efecto, va mucho de la mano con la cultura organizacional que tiene la compañía, uno de los primeros pasos que se deben realizar es el orden, de lo contrario no se podrá administrar un buen proceso. Con eso se puede evitar accidentes o lograr una mayor seguridad y daños no solo al empleado, sino a la empresa y pérdidas en temas de desperdicios.

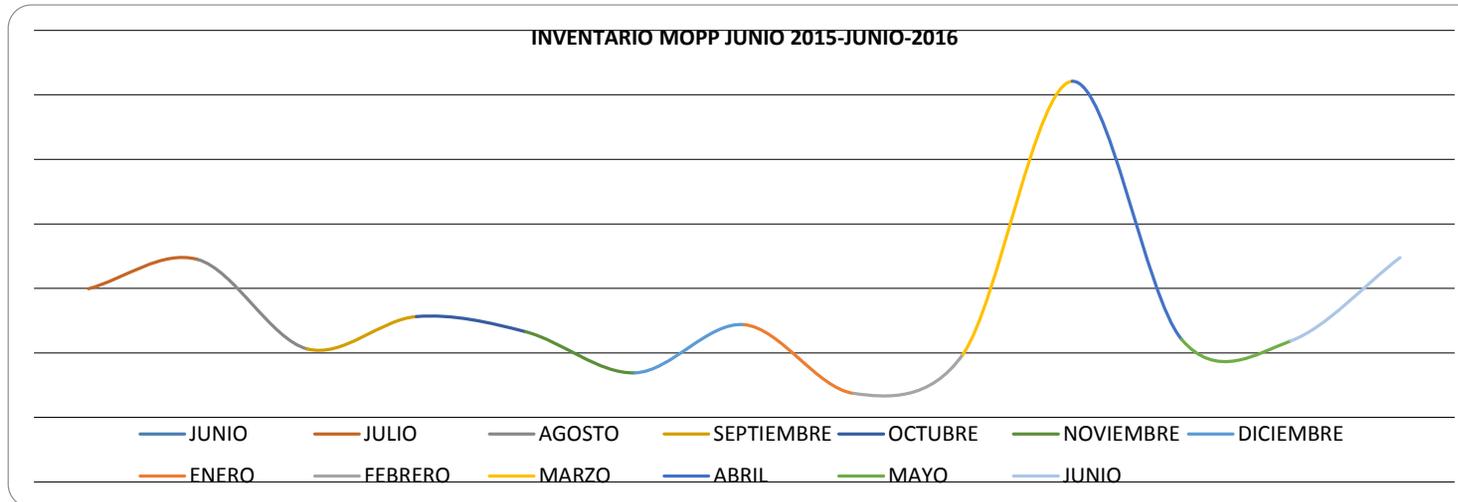
## Información adicional de la Empresa

### INVENTARIO MOPP

INVENTARIO DE POLIPROPILENO MONORIENTADO DE JUNIO 2015 A JUNIO 2016												
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
5.988	6.895	4.124	5.126	4.655	3.380	4.874	2.743	3.953	12.422	4.425	4.370	6.955

**Comentario [Z1]:** Propongo eliminar esto, opino que no va al caso del nuevo plan de proceso, revisar de pronto que graficas nos pueden servir para el nuevo proyecto.

**Tabla 1. Inventario Mopp**



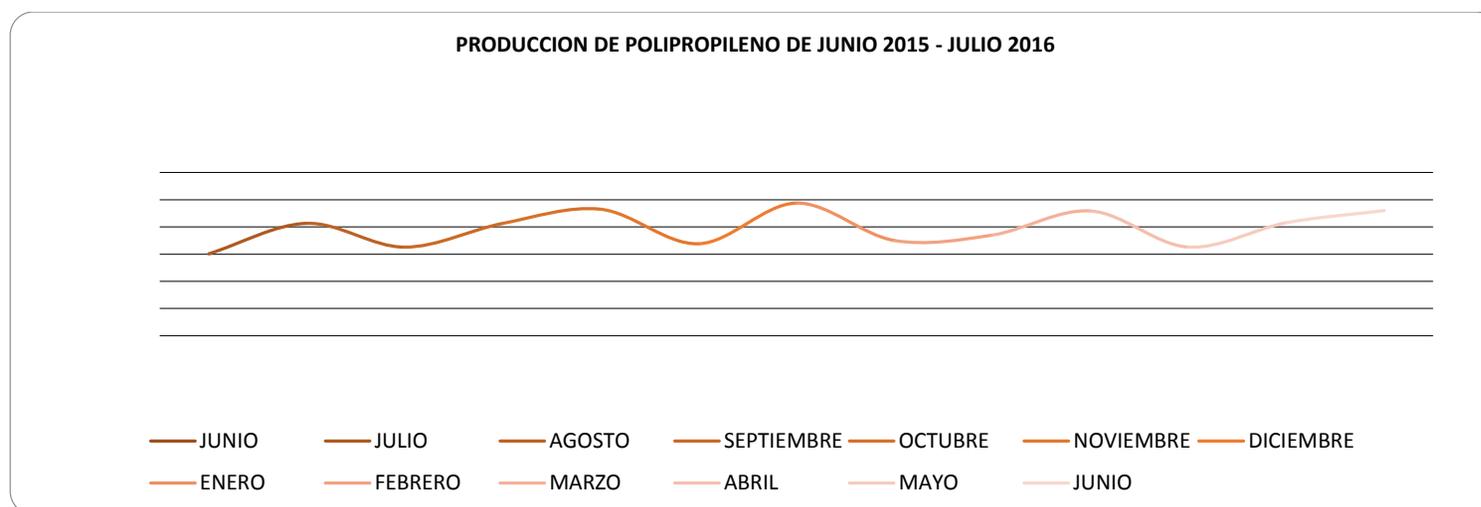
**Imagen 4. Inventario Mopp**

(Fuente Smart Pack)

## PRODUCCION MENSUAL

PRODUCCION DE POLIPROPILENO DE JUNIO 2015 A JUNIO 2016												
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
30.105	41.305	32.562	41.265	46.505	33.803	48.754	35.011	36.987	45.879	32.587	41.528	46.000

**Tabla 2. Producción de Polipropileno 2015-2016**



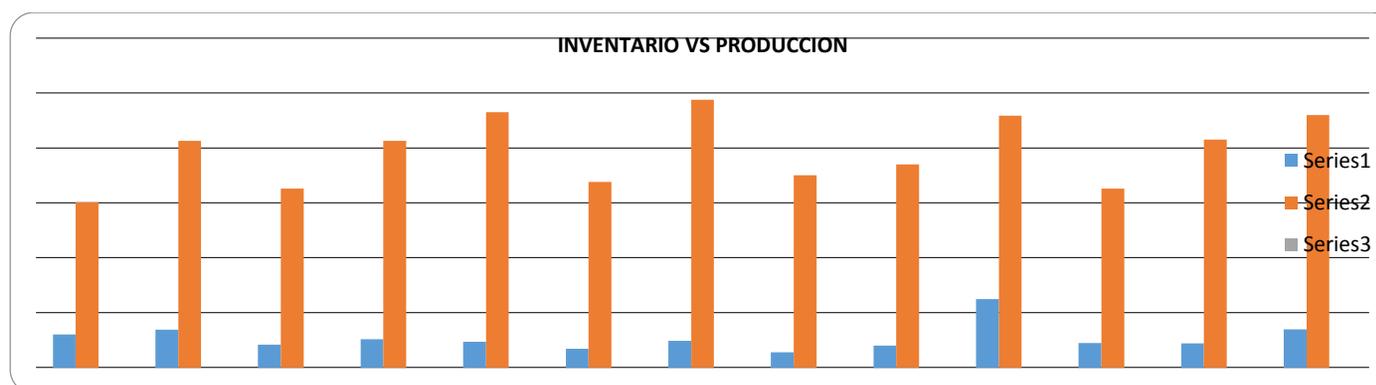
**Imagen 5. Inventario Producción de Polipropileno 2015-2016**

(Fuente Smart Pack)

## INVENTARIOS VS PRODUCCIÓN

INVENTARIO DE POLIPROPILENO MONORIENTADO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
	5.988	6.895	4.124	5.126	4.655	3.380	4.874	2.743	3.953	12.422	4.425	4.370	6.955
PRODUCCION DE POLIPROPILENO	30.105	41.305	32.562	41.265	46.505	33.803	48.754	35.011	36.987	45.879	32.587	41.528	46.000
%	20%	17%	13%	12%	10%	10%	10%	8%	11%	27%	14%	11%	15%

**Tabla 3. Inventario Vs Producción**



**Imagen 6. Inventario Vs Producción**

(Fuente Smart Pack)

SCRAP

SCRAP JUNIO 2015 A JUNIO 2016												
JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
3.569	3.255	5.263	4.162	2.323	4.390	2.406	2.037	2.644	2.457	2.843	2.410	3.416

Tabla 4. Scrap

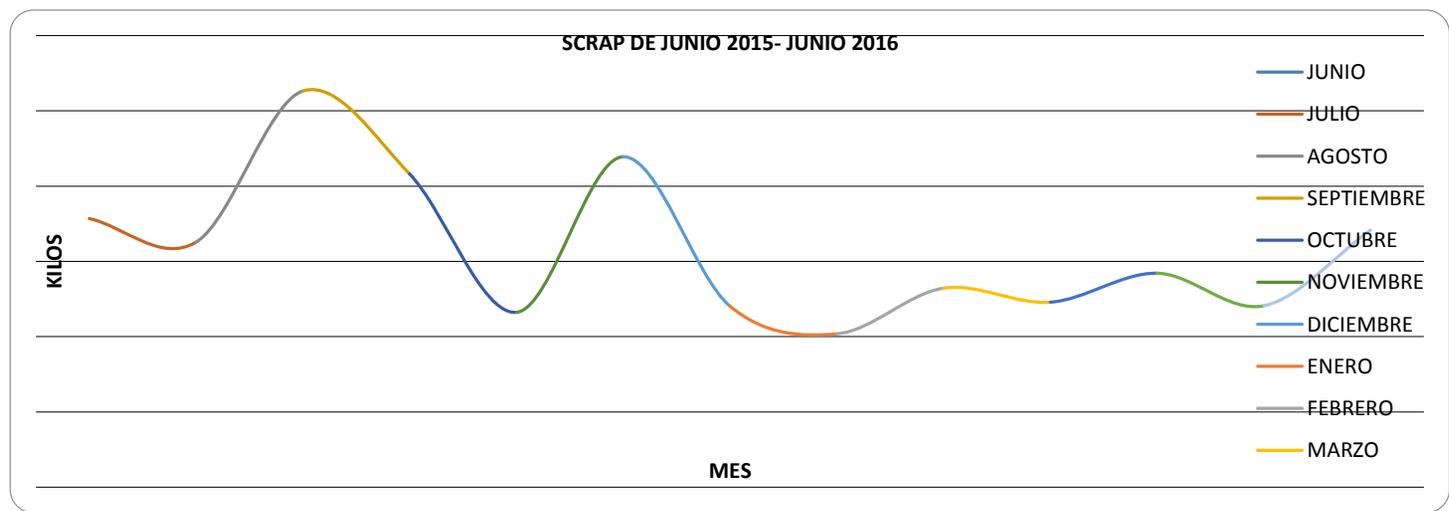


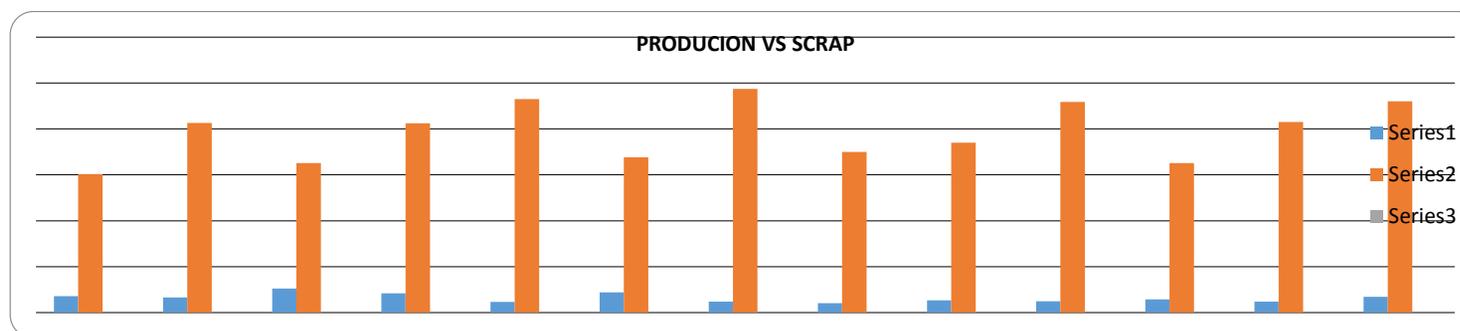
Imagen 7. Scrap 2015-2016

(Fuente Smart Pack)

## PRODUCCION VS SCRAP

SCRAP	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
	3.569	3.255	5.263	4.162	2.323	4.390	2.406	2.037	2.644	2.457	2.843	2.410	3.416
PRODUCCION DE POLIPROPILENO	30.105	41.305	32.562	41.265	46.505	33.803	48.754	35.011	36.987	45.879	32.587	41.528	46.000
%	12%	8%	16%	10%	5%	13%	5%	6%	7%	5%	9%	6%	7%

**Tabla 5. Producción Vs Scrap**



**Imagen 8. Producción Vs Scrap**

(Fuente Smart Pack)

## VENTAS (Polietileno Vs Polipropileno)

SCRAP JUNIO 2015 A JUNIO 2016													
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
FACTURADO	168.342.098	301.859.926	233.107.860	314.178.518	245.574.125	260.584.520	299.448.432	371.353.465	381.376.953	252.040.200	379.472.774	453.081.800	352.327.128
POLIPROPILENO	509.021.783	575.824.079	494.636.990	726.184.971	702.423.359	579.484.535	565.312.795	687.723.914	711.909.502	508.081.747	783.864.012	800.147.838	717.439.066
%	33%	52%	47%	43%	35%	45%	53%	54%	54%	50%	48%	57%	49%

Tabla 6. Scrap 2015-2016

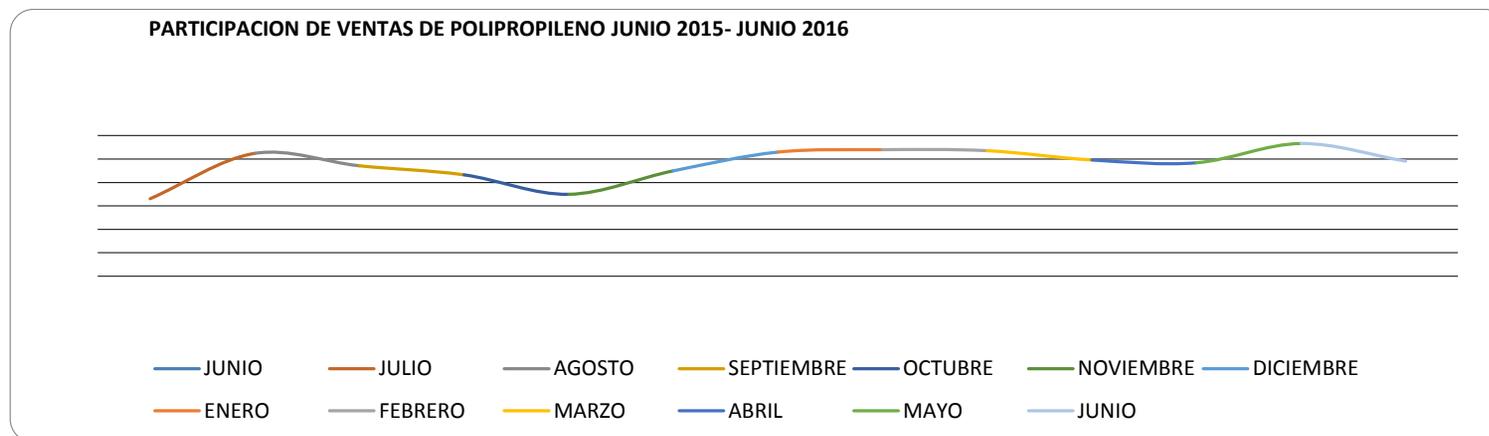


Imagen 9. Participación de Ventas polipropileno

(Fuente Smart Pack)

## COSTOS INVENTARIOS DEL MES

COSTO INVENTARIO POR MES DE JUNIO 2015 - JUNIO 2016													
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
% INV	20%	17%	13%	12%	10%	10%	10%	8%	11%	27%	14%	11%	15%
COSTO DE INVENTARIO	33.484.448	50.389.889	29.519.694	39.025.441	24.580.700	26.056.139	29.937.903	29.098.600	40.762.903	68.238.570	51.528.739	47.681.164	53.270.330

Tabla 7. Costo Inventarios

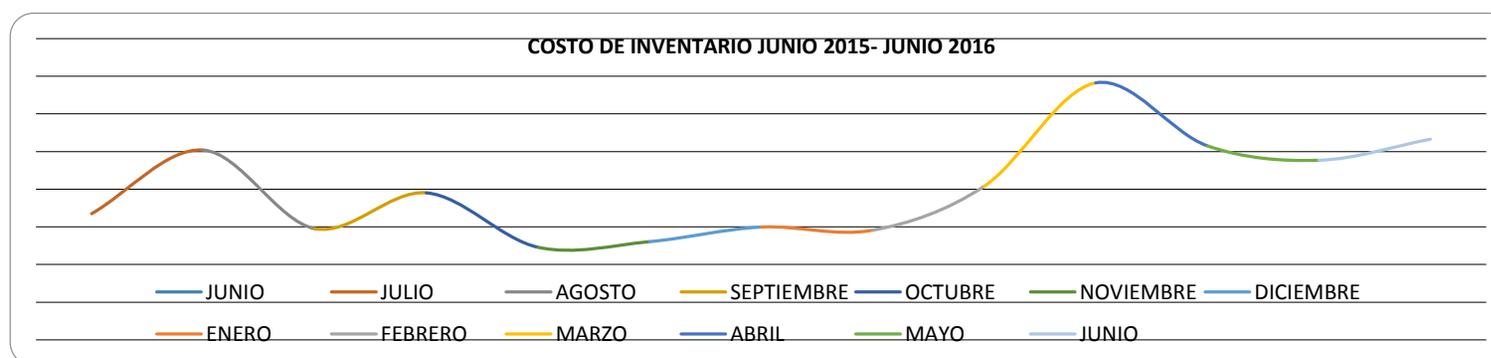


Imagen 10. Costo de Inventario

(Fuente Smart Pack)

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El problema más importante que se detectó durante el análisis de la cadena de suministros, es la deficiente planeación de la producción, para realizarla se deben tener en consideración tiempos del ciclo, montajes, disponibilidad de máquinas, capacitación de los operarios, calidad del producto, disponibilidad de la materia prima y mantenimiento. Si esta actividad no se mejora seguirá generando sobrecostos, representados en Scrap y en inventarios altos.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo la empresa Smart Pack puede mejorar su planificación de producción, reduciendo así el scrap y costos?

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Diseñar un modelo de implementación de herramienta lean aplicado a la planificación de producción en la línea de extrusión de Polipropileno Mono-orientado en la empresa Smart Pack, enfocado en disminuir los desperdicios (mudas), contribuir a la sostenibilidad económica de la empresa y al cumplimiento de las entregas a los clientes.

### **Objetivo Específicos**

1. Realizar reuniones con los grupos de interés con miras a concertar un procedimiento de planificación de la producción y el aprovisionamiento acorde con la dinámica de las ventas.
2. Con base en los resultados concertados estudiar las diferentes alternativas de herramientas a utilizar y diseñar el procedimiento.
3. Diseñar un plan de implementación y estimar los beneficios esperados del modelo.
4. Elaborar un documento publicable que resuma el proyecto realizado y las conclusiones y recomendaciones dadas a la empresa.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS TECNICAS LEAN	FUENTES DE INFORMACIÓN	INFORME O RESULTADO DE ACT.
Realizar reuniones con los grupos de interés con miras a concertar un procedimiento de planificación de la producción y el aprovisionamiento acorde con la dinámica de las ventas.	Realizar cronogramas de producción	Lean manufacturing: 5S: Eliminación de despilfarro en diferentes áreas e incrementar la mejora de condiciones de higiene, seguridad y salud ocupacional.  Lean manufacturing: SMED: Establecer una posible la reducción dramática en el tiempo de alistamiento y cambio de referencia de una máquina. Mejoramiento de los tiempos tanto en fabricación como entrega.	Herramientas descritas durante el Seminario Internacional Lean Thinking	Maximizar la utilización de la capacidad instalada
	Establecer políticas internas y externas para el desarrollo normal de producción			Minimizar variaciones en la plantilla
	Comunicar a la parte comercial el trabajo que se realiza desde la orden de compra emitida por ellos hasta su entrega.			Concientización de laborar que se realiza en producción, Minimizando los cambios en los ritmos de producción, Minimizar los costos y maximizar los beneficios
	Enterar a todos sobre las condiciones bajo las cuales el proceso productivo se llevaría a cabo sin ninguna complicación (parámetros).			Se estructura y se describe puntualmente la cadena de suministro, desde Almacenamiento de MP y producto terminado.

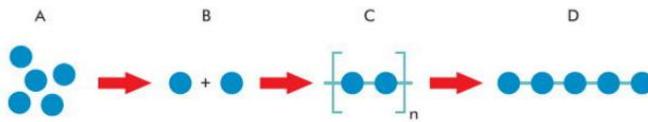
Con base en los resultados concertados estudiar las diferentes alternativas de herramientas a utilizar y diseñar el procedimiento	Establecer mapa de procesos-	Lean manufacturing: 5S: Eliminación de despilfarro en diferentes áreas e incrementar la mejora de condiciones de higiene, seguridad y salud ocupacional.	Se pone en conocimiento a todas las personas involucradas del proceso de cómo se lleva a cabo esta labor, siendo minuciosas en cada actividad que cada una con lleve
	Establecer tiempos de producción de acuerdo a la demanda de cada cliente. Manejar máximos por productos individual.		Conformación de un sistema de abastecimiento, sin necesidad de tener altos niveles de inventario y mercancía que no rote.
Diseñar un plan de implementación y estimar los beneficios esperados del modelo	Desarrollar un plan de acción (Mitigación del scrap)	Lean manufacturing: SMED: Producir lotes más pequeños sin afectar el costo, implementar cronogramas de producción	Reducción de Scrap en cada uno de las producciones establecidas diarias. Según cronograma
	Reducir la cantidad e inventario, reducir desperdicios (tiempo, movimientos y material)		Producir a niveles de menor costo y con la misma calidad

**Tabla 8. Objetivos Específicos**

## MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### ¿QUÉ SON LOS POLÍMEROS?

Los polímeros son macromoléculas, formadas por la unión de unidades repetitivas, denominadas monómeros, que siguen un patrón determinado:



Estos polímeros tienen múltiples usos, debido a la gran variedad de sustancias en las cuales están presentes; como alimentos, plásticos, textiles, gomas, entre otros (Seymour, 1995).

La formación de las cadenas poliméricas se producen mediante las diferentes polireacciones que pueden ocurrir entre los monómeros, estas polireacciones se clasifican en:

- Polimerización
- Policondensación
- Poliadicción

En función de cómo se encuentren enlazadas o unidas (enlaces químicos o fuerzas intermoleculares) y la disposición de las diferentes cadenas que conforma el polímero, los materiales poliméricos resultantes se clasifican en:

- Termoplásticos
- Elastómeros
- Termoestables

La variedad de disposiciones estructurales en los polímeros permiten que estos cuenten con características diversas; de esta manera podemos encontrar que los polímeros lineales son materiales blandos y moldeables, mientras que los polímeros ramificados serán frágiles y rígidos. (ciencia y tecnología de los materiales plásticos, 1990)

### **Según Sus Propiedades Físicas**

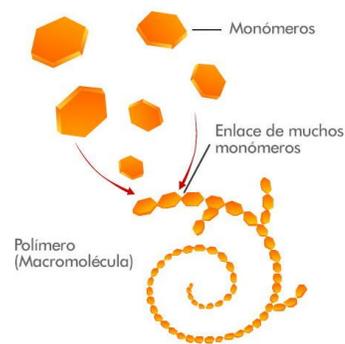
Por sus propiedades físicas, pueden ser fibras, elastómeros y plásticos (GUARDIA, 2009).

- Fibras Son polímeros naturales y sintéticos compuestos por moléculas alargadas y estiradas, que forman hilos largos, delgados y muy resistentes. Por ejemplo: el algodón, la lana, la seda, el nailon, el poliéster y el dacrón.
- Elastómeros: Son polímeros naturales y sintéticos con una gran elasticidad. Por ejemplo: el caucho y el neopreno.
- Plásticos: Son polímeros sintéticos que se pueden moldear con ayuda del calor o la presión. Por ejemplo: el poliestireno, el PVC y el plexiglás o acrílico. Los plásticos, a su vez, se clasifican en función de sus propiedades térmica en termoplásticos y termoestables
- Termoplásticos: Son plásticos que se reblandecen a altas temperaturas y se vuelven rígidos por enfriamiento. Pueden fundirse fácilmente una vez formados, y pueden ser remodelados varias veces, debido a que las fuerzas de cohesión entre las cadenas moleculares son débiles. Por eso, se pueden separar con mucha facilidad por acción del calor. Son solubles en solventes orgánicos. Por ejemplo: el polietileno, el poliestireno, policloruro de vinilo o PVC, el polimetacrilato de metilo o plexiglás, etc.
- Termoestables: Son aquellos plásticos que se moldean solo durante su formación. Al enfriarse, se entrelazan sus cadenas. Esta disposición no permite nuevos cambios de

forma mediante calor o presión. Son materiales insolubles, rígidos y duros. Los más importantes son la baquelita y el poliuretano.

### Formación De Polímeros

Los polímeros se forman a través de un proceso denominado polimerización, en donde un grupo de monómeros va formando largas cadenas, utilizando calor, luz o algún catalizador.



Este proceso se puede llevar a cabo de dos maneras: a través de un proceso de adición o de un proceso de condensación.

### Clasificación De Acuerdo Al Comportamiento Térmico

El efecto de la temperatura sobre los polímeros permite realizar la clasificación siguiente:

**Termoplásticos:** son polímeros que se funden al calentarlos y se solidifican al enfriarse. Como por ejemplo: polietileno, poli (tereftalato de etileno), poliacrilonitrilo, nylon.

**Termorígidos:** son polímeros que en el primer calentamiento forman enlaces entrecruzados que impiden su fusión y disueltos en solventes. Como por ejemplo: resina fenol-formol, resina melanina-formol, resina urea-formol.

### **Clasificación De Acuerdo Al Comportamiento Mecánico**

Plásticos (del griego: adecuado para el moldeo) son polímeros que durante alguna etapa fabricación son llevados al estado líquido para moldearse por calor o presión en un molde. Una vez que las piezas hayan solidificado el material es químicamente muy estable bajo condiciones ambientales normales. Ejemplos de estos materiales son: polietileno, polipropileno, poliestireno.

Elastómeros (o cauchos): son materiales poliméricos de origen natural o sintético. Los cauchos se caracterizan por su capacidad de recuperar la forma original rápidamente después de sufrir una deformación bajo la acción de una fuerza: Además, conservan esta propiedad aún con deformaciones grandes (mayores al 100 %) aplicadas por tiempos prolongados. Ejemplos de estos materiales son: poli butadieno, caucho nitrílico, poli (estireno-co-butadieno).

Fibras: son materiales que tienen una relación longitud/diámetro muy grande. Las fibras están constituidas frecuentemente por macromoléculas lineales orientadas longitudinalmente.

Ejemplo de fibras son: poliésteres, poliamidas y poliacrilonitrilo

### **Clasificación Según El Tipo De Aplicación**

Un polímero puede tener una aplicación general o de ingeniería.

Polímeros de uso general: son polímeros muy versátiles con múltiples aplicaciones. Ejemplos: el polietileno, el polipropileno, el estireno, el (metacrilato de metilo), el poli (cloruro de vinilo), la baquelita, etc.

Tecnopolímeros: son plásticos destinados a la ingeniería, donde son elegidos como sustitutos de otros materiales (metal, madera, cerámica, etc.). Ejemplos: poli acetal, poli carbonato y poli (tetraflúor-etileno).

Resinas

La designación resina aparece con frecuencia en la industria de los polímeros en forma adicional a las clasificaciones anteriores.

Las resinas naturales son compuestos orgánicos amorfos producidos y secretados por algunas plantas u insectos, y son generalmente insolubles en agua, pero solubles en diversos disolventes orgánicos.

Las resinas sintéticas son un grupo de sustancias sintéticas cuyas propiedades se asemejan a las de las resinas naturales. Las resinas tienen generalmente una consistencia y aspecto de un líquido viscoso o pastoso a temperatura ambiente y se reblandecen por efecto del calentamiento.

Nº	Abreviatura	Polímero
1	PET	Polietilentereftalato
2	PEAD/HPDE	Polietileno de alta densidad
3	PVC	Policloruro de vinilo
4	PEBD/LDPE	Polietileno de baja densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno

**Imagen 11. Abreviaturas de Polímeros**

**(Fuente Smart Pack)**

### **Marco Referencial Lean Manufacturing**

Lean manufacturing o manufactura esbelta, es un proceso continuo que se utiliza para identificar y eliminar desperdicios, entendiéndose por éstos, como aquellas actividades que no le agregan valor alguno al proceso, pero que sí generan un costo por ende trabajo. Esta metodología consiste en la aplicación de diferentes herramientas para el mejoramiento continuo; bajo la filosofía de calidad perfecta a la primera vez, es decir, cero defectos y detección y solución de los problemas desde su origen, a fin de reducir costos, mejorar la calidad, aumentar la productividad y tener una

flexibilidad al producir rápidamente gran variedad de productos sin sacrificar la eficiencia, debido a volúmenes menores de producción.

Al implementar herramientas del lean manufacturing en una planta de producción, se busca minimizar el tiempo en cada proceso, aumentar la productividad y disminuir los costos, generando más ganancias y contribuyendo a un trabajo más eficiente. Entre las herramientas de lean se encuentran: las 5S y SMED.

### **Las 5S**

La práctica de las 5S, es una herramienta técnica de calidad de bajos costos y fácil aplicación, que permite tener unos puestos de trabajo limpios y ordenados. Las 5S tienen como objetivo principal mejorar la calidad, eliminar tiempos muertos, disminuir accidentes de trabajo, aumentar la productividad de los operarios y la eficiencia de las máquinas, disminuyendo desperdicios, costos de materia prima y costos de entrega.

Cuando una empresa desea llegar a un alto nivel de competitividad, lo primero que debe tener en cuenta para aumentar su productividad y calidad, es cambiar la cultura de trabajo, pues en su gran mayoría, las instalaciones de la planta de trabajo son desordenadas, con mala distribución de la planta, sumado al poco compromiso de los operarios, aspectos que no permiten lograr los objetivos de productividad. Para lograr una empresa competitiva y alto rendimiento en productividad, se hace necesario, la implementación de herramientas de trabajo a través de la aplicación de diversas técnicas de calidad que ayuden a mejorar todos estos aspectos.

Para lograrlo se debe hacer una correcta aplicación de los pilares fundamentales que son:

- **Seiri (Clasificación):** Este pilar consiste en eliminar del lugar de trabajo, todo aquello que no sea necesario para desarrollar las actividades diarias dentro de la planta de

producción o en las oficinas. Para lograr esta clasificación se debe definir claramente qué artículos se necesitan y se almacenan y cuáles artículos no se necesitan y se desechan o se retiran del lugar de trabajo.

- **Seiton (Orden):** Este pilar consiste en ordenar o almacenar según su frecuencia de uso, los artículos que se determinaron como necesarios, para que sean encontrados fácilmente a la hora de ser utilizados y devueltos a su lugar de almacenamiento después de ser usados.
- **Seiso (Limpieza):** Este pilar consiste en limpiar todo el lugar de trabajo y mantener las cosas en orden, al momento de realizar la limpieza se identifican los focos de suciedad y se verifica e inspeccionan todas las máquinas y herramientas con el fin de encontrar posibles fallas, averías o problemas que se oculten por el polvo y la suciedad.
- **Seiketsu (Estandarización):** Este pilar consiste en mantener la clasificación, orden y limpieza mediante estándares claramente definidos, logrando hábitos de limpieza entre los operarios para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.
- **Shitsuke (Disciplina):** Este pilar consiste en convertir en un hábito el seguimiento y mantenimiento apropiado de los pilares anteriormente mencionados.

### **Smed**

Es una herramienta de lean manufacturing desarrollada para la mejora continua de las empresas, la cual trata de minimizar los tiempos de preparación y cambio de las herramientas, logrando que

las compañías que apliquen esta herramienta sean flexibles trabajando con pequeños lotes de producción.

Existen dos clases de preparación y mantenimiento de las máquinas aplicables a esta herramienta, las cuales son de tipo interno y de tipo externo; con el objetivo de convertir las actividades internas en externas y eliminar los tiempos inactivos de la máquina, ya que estas preparaciones se definen como internas y consisten en realizar las actividades de la máquina mientras esta se encuentra detenida, y 15 las externas permiten realizar las operaciones estando la máquina en funcionamiento.

## **ESTADO DEL ARTE**

### **Smed**

Contamos con los siguientes casos donde fue implementada esta herramienta estos ejemplos han obteniendo grandes resultados.

La planta de productos no penicilínicos en una línea de producción farmacéutica, no se encontraba normalizada y buscaba generar propuestas de mejora para reducir al menos un 15% los tiempos de preparación, ya que presentaba fallas en los tiempos de cambios de herramientas, no existía una guía de la secuencia de actividades a realizar como en los procedimientos de limpieza, cambio de materiales y operación de las máquinas, ya que no compaginaban entre si y se desconocía el orden en que se debían cambiar las piezas.

Por lo anterior, la empresa decidió utilizar la metodología SMED, en conjunto con otras técnicas de mejora continua que contribuyen ampliamente a la generación de soluciones prácticas para la disminución de tiempos de puesta a punto. Sin embargo, la realidad venezolana y el grado de competencia de los ingenieros industriales, ha establecido en la práctica, que las posibilidades de mejora implican no sólo el diseño y construcción de dispositivos, sino también el balance de la carga laboral y el rediseño de los métodos de operación actuales, lo que enriquece las posibilidades de aplicación de esta metodología. (Illada, 2009)

La empresa Ternium, es un complejo siderúrgico ubicado en México, altamente integrado en su cadena de valor. Sus actividades abarcan desde la extracción de mineral de hierro en sus propias minas, la fabricación de acero, hasta la elaboración de productos terminados de alto valor agregado y su distribución. En esta empresa se presentaban fallas en la inversión del tiempo dado al cambio de color en pintado 1 y 2; este era sobre estimado e involucraba una gran cantidad de actividades por la amplia gama del sistemas de pintado y variedad de colores para lámina negra y

galvanizada; además de ser la línea con mayor frecuencia y duración, por lo que se consideraba la línea más saturada.

Analizando la línea de Pintado, el cambio de color representaba el primer lugar en tiempo de demoras con un 34% y el primer lugar en frecuencia de ocurrencia con un 59%. Mientras que en el Pintado 2, el cambio de color con la línea saturada estaba constituido por un 39% en tiempo y 52% en frecuencia, en ambos ocupaba el primer lugar. Por esta razón se decidió la implementación de esta metodología, la cual obtuvo como resultado una producción adicional de 1,165 toneladas mensuales, lo que representa una ganancia de 1.1 millones de pesos. Con ello se evidencia que esta metodología es de gran utilidad para la reducción de tiempos innecesarios, lo que se refleja en menores costos para las organizaciones y aumento en la productividad. (Villareal, 2008)

Para el caso de la empresa de fabricación de autopartes, la decisión de implementar herramientas de manufactura esbelta como es el sistema KANBAN, presenta una serie de condiciones, entre ellas la de la eficiencia en el tiempo de preparación (set-up o puesta a punto) en las máquinas de corte. Inicialmente en la implementación, los tiempos eran tan altos que no se tenía una flexibilidad que permitiera hacer los cambios entre una corrida de producción y otra de manera rápida. Hubo la necesidad de sobre producir (lo cual en términos de filosofía lean representa un desperdicio), cortando grandes cantidades de circuitos que terminaban convertidos en inventario y consecuentemente en incremento de los costos de producción. De esa manera se aseguraba el cumplimiento al cliente pero a un costo muy alto. En consecuencia, el sistema KANBAN no estaba funcionando como tal.

De la experiencia que tenían los trabajadores, nace la idea de aprovechar la experiencia acumulada en forma de capital intelectual y convertirlo en conocimiento, que permitiera innovar la forma de organizar la producción a través de la implementación de un sistema SMED para obtener cambios rápidos de preparación, generando buenas condiciones para trabajar procesos de producción flexibles y aumentar con ello la eficiencia y la calidad, así como reducir los tiempos de entrega. La empresa al realizar esta implementación obtuvo varios beneficios entre los cuales se tienen:

- Es posible el cambio de herramental sin cambiar el dado y utilizando el mínimo de herramientas manuales.
- La operación del dado de troquelado no requiere de entrenamiento especializado.
- Facilita el trabajo del operario.
- Se mejora el tiempo de respuesta del área de proveeduría de circuitos (cable con terminal) hacia el proceso de ensamble final.
- Se optimiza el uso de espacio.
- El resultado de la implementación se puede extrapolar a otras plantas industriales.
- El sistema productivo adquiere capacidades flexibles por ende, es posible mejorar su nivel de competitividad.

El ahorro en los costos generado por la implementación, resultó significativo al obtener una reducción del 75% en promedio, con respecto al tiempo de preparación de la máquina para la corrida de producción (se tiene evidencia videografía de ello); se obtuvo también un 80% de ahorro por concepto de mantenimiento del inventario de dados para troquel vigentes. Se estima

una mejora en la eficiencia del proceso de corte de alambre y troquelado de terminal de un 75% a un 92%.

También se generó un ambiente más agradable de trabajo al hacer más fluidas las actividades del operador de la máquina. (Mendoza, 2009)

Este caso de estudio, una compañía farmacéutica se encontraba en un proceso de reducción del tamaño de lote para aumentar su flexibilidad. Esta flexibilidad estaba dada en términos de partidas de producción más cortas que permitieran despachar diferentes referencias en cantidades reducidas, garantizando la satisfacción de las necesidades de los clientes y reduciendo el riesgo de caducidad de los productos en el centro de distribución.

El problema de esta empresa se evidenciaba al momento de realizar el cambio en la política productiva de la planta, ya que representaba un aumento del tiempo improductivo con relación al tiempo de operación, debido a que se cambiaba el tamaño de lote pero no se realizaba ninguna modificación en el proceso de alistamiento de las máquinas.

Esta composición (de tiempos de alistamiento mayores que los tiempos productivos), había ocasionado “dos grandes males”: el incumplimiento en la programación diaria y la disminución en la capacidad de la máquina; puesto que los indicadores de la meta en cuanto a unidades puras y EGE (eficiencia global), no lograban satisfacer las necesidades de la empresa. La eficiencia global del equipo en ninguna de las blíster (La máquina blíster tiene como función elaborar el empaque primario y sellar automáticamente los productos tabletas y cápsulas, que son dispensados manualmente a la máquina), alcanzaba valores de más del 30% y la meta establecida por la empresa era del 40%.

La empresa realiza la implementación de la metodología SMED, con la cual se observa gran disminución del tiempo de alistamiento, a medida que se va implementado cada etapa en el

proyecto SMED de la compañía. El número de actividades que a realizar es el mismo pero la forma de realización es la que determina el ahorro total de 1,85 horas, representando una disminución del 63,79% con respecto al tiempo inicial de alistamiento. (Estrada, 2010)

## **HERRAMIENTA 5S**

Una de las técnicas más antiguas, a la cual acuden muchos por su fácil aplicación y bajos costos como son las 5S, la cual ayuda a eliminar sustancialmente los errores y fallas que se presentan en las empresas como resultado del desorden que se tienen en las plantas de producción o en los puestos de trabajo. Los resultados que ha arrojado la implementación de esta técnica en las empresas que la han aplicado son muy significativos, tal es el caso de la empresa dedicada a la extrusión de aluminio, que al implementar la técnica de las 5S en el área de matricería, por ser el área en la que depende directamente la calidad de los perfiles de aluminio, no contaba con una identificación adecuada de las herramientas, generando aumento de desperdicio de tiempo la identificación y búsqueda de las mismas; igualmente la acumulación de materiales de trabajo innecesarios por toda la planta de producción, sumado a la falta de hábitos de limpieza de las máquinas y un plan de mejora, la no documentación de los procesos y la falta de disciplina de trabajo constante; que logro una mejor efectividad con la implementación de esta técnica.

El éxito logrado por esta empresa se debe a que implementó un sistema de medición a través de indicadores, que le permitieron conocer su estado inicial y comparar con los mejoramientos obtenidos después de su implementación de la técnica de las 5S.

Las mejoras en la productividad y competitividad fueron muy sustanciales, de tal forma que logro disminuir en un 12,6% los tiempos de búsqueda de matrices, la cantidad de matrices pulidas aumento en un 20.2%, el tiempo de limpieza en un tanque de soda disminuyó en un 25% y el porcentaje de desperdicios disminuyeron en un 5.77%. Con estas mejoras la empresa obtuvo

un ahorro sustancial de \$2.923.080, gracias a la implementación de metodologías de calidad. (Barcia, 2006)

Otra gran experiencia de los resultados obtenidos con la implementación de las 5S, la cuenta el autor Vizueta & Calvo en su libro “Mejoramiento del área de mezcla de plasticol de una empresa de productos plásticos mediante la aplicación de la metodología de las 5S”, en el que narra que una empresa llamada “EPP”, dedicada a la producción de productos plásticos, tomó la decisión de implementar la técnica de las 5S, con el propósito de disminuir costos y aumentar la productividad. Para la implementación de esta herramienta de calidad, se eligió el área de mezcla de plastisol, por no tener documentado un proceso de producción, lo que convertía dicha área en una producción ineficiente y con problemas de alta producción de desperdicios, igualmente la falta de espacio para realizar actividades de transporte rápida y cómodamente, el tiempo en exceso que utilizaban los trabajadores en la búsqueda de los colorantes necesarios para una determinada producción, los grandes recorridos que hacían los trabajadores para tomar los elementos necesarios para la elaboración de un producto, entre otros. El resultado obtenido por dicha empresa con la implementación de esta técnica, fue en un aumento en el desempeño de 18 a 73 puntos, una reducción del tiempo de búsqueda de los colorantes del 67% (paso de 33 segundos a 11 segundos) y para las personas que no pertenezcan al área la reducción fue de 79% (paso de 71 segundos a 15 segundos), gracias a la clasificación y orden dado al almacenamiento de los colorantes. (Vizueta, 2010)

La empresa Staron Comercializadora E.U dedicada a la fabricación de lámparas; detectó que en el área de producción y corte, existían graves problemas que influían en la elaboración del producto, tales como: ineficiencia en la distribución del espacio, mala identificación de los materiales y delimitación de las áreas de almacenamiento, desperdicio de tiempo en búsqueda de

objetos y herramientas de trabajo, no contaba con una documentación del proceso ni registros apropiados de la producción. Para verificar el estado inicial de las 5S se realizaron auditorias, los datos obtenidos se compararon los datos obtenidos después de la implementación, los cuales demostraron que para el área de producción, la calificación de las 5S aumento en promedio un 52.5% y para el área de corte aumento en promedio un 28%.

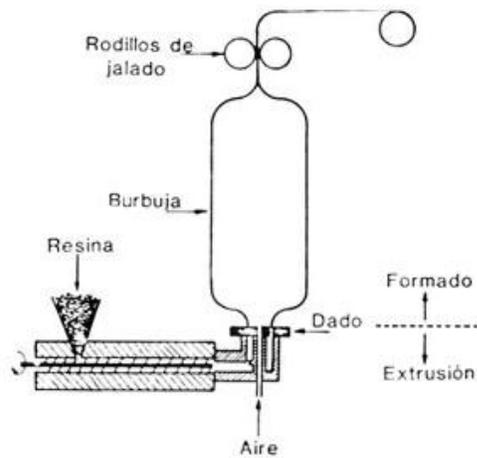
## CRONOGRAMA

**Tabla 9. Cronograma**

		CRONOGRAMA DEL PROYECTO															
NOMBRE DEL PROYECTO		Propuesta de re-diseño de la cadena de Suministro del proceso de Extrusión de Polipropileno Mono-orientado de la Empresa Smartpack															
DURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN MESES		1 MES															
N°	ACTIVIDAD	MES JULIO -AGOSTO															
		SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4			
		25/07/2016 al 31/07/2016				01/08/2016 al 07/08/2016				08/08/2016 al 14/08/2016				15/08/2016 al 21 agosto			
1	Realizar reuniones con los grupos de interés con miras a concertar un procedimiento de planificación de la producción y el aprovisionamiento acorde con la dinámica de las ventas	■	■	■	■												
2	Con base en los resultados concertados estudiar las diferentes alternativas de herramientas a utilizar y diseñar el procedimiento.					■	■	■	■								
3	Diseñar un plan de implementación y estimar los beneficios esperados del modelo.									■	■	■	■				
4	Elaborar un documento publicable, que resuma el proyecto realizado, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones dadas a la empresa													■	■	■	■

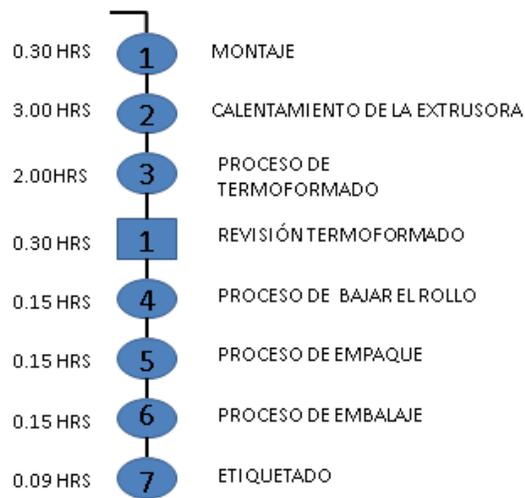
### DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRUSION

En el proceso de extrusión del polipropileno mono-orientado, este en la mayoría de casos viene en una forma de granulado, el cual tiene que pasar por un sistema de almacenamiento en una tolva, por donde será alimentado bajo una cámara de calefacción, y esta a su vez es movida bajo la acción de un tornillo sin fin, al final este es fundido y es forzado a salir en forma continua y a presión, donde se genera una burbuja que pasa por un molde el cual es denominado anillo este es el que permite darle el ancho a la película luego pasa por medio de unos rodillos que son los que le dan el calibre a la película seguidamente pasa por medio del embobinador que permite jalar la película en donde se va enrollando el plástico formando rollos de 80 kilogramos aproximadamente.



**Imagen 12. Proceso de Extrusión**

### DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN EXTRUSIÓN



SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
○	OPERACIÓN	7	7.09 HRS
■	INSPECCIÓN	1	0.30

**Imagen 13. Diagrama de Proceso de Operación Extrusión**

### DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
○	OPERACIÓN	6	3.20 HRS
□	INSPECCIÓN	3	0.25
→	TRANSPORTE	2	0.25
▼	ALMACENAJE	2	

Imagen 13. Diagrama de Proceso de Operación Extrusión

En este diagrama se ve claramente un tiempo total de 3.20 horas, se observa la salida de la transformación de la materia prima, la cual se llamara película de polipropileno mono-orientada, esta viene por rollos, con esto va al proceso de sellado, donde culminara su proceso, para después ir al producto terminado.

## **METODOLOGIA**

La implementación de la metodología lean Manufacturing en la empresa Smart Pack, nace de interpretar la situación actual de la empresa y la notable necesidad de diseñar un plan de producción para obtener un óptimo control de la producción y la eliminación de las actividades que no agregan valor al producto (mudas), adicionalmente a crear una cultura de cambio y eficiencia dentro de la empresa, donde los cambios dentro de esta son claves para aumentar la productividad de la misma.

El punto de partida para optimizar los recursos y mejorar de forma continua es reconocer la necesidad. La complacencia es el gran enemigo del Lean Manufacturing, no debiendo buscar soluciones fuera de la empresa. Dentro de cada empresa se encuentra el personal más capacitado para resolver los problemas y aportar ideas.

Un fin de la implementación de la herramienta Lean es la eliminación de todo tipo de desperdicio, para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y, por ende, la competitividad de las empresas, siempre basándonos en la aportación de las personas relacionadas.

### ¿Qué No Es Lean Manufacturing? ¿Errores Más Comunes?

- Organizar largas reuniones, que nunca acaban, sin un objetivo concreto, que siempre son improductivas, en las que se deducen mejoras que nunca se implantan. Esto no es Lean.
- No es Lean el llenar la fábrica de posters, gráficos e indicadores que nunca mejoran y acaban quedando obsoletos.
- Tampoco es Lean el intentar inculcar una filosofía japonesa en los españoles o europeos, ya que este intento está destinado al fracaso, además de ser imposible.
- Utilizar una moda como finalidad, en lugar de que sea un medio para una mejora real... tampoco es Lean.
- Una democracia artificial e inoperante en fábrica no es Lean. Tiene que haber un equilibrio entre esa democracia y los criterios de la organización.
- Que el consultor diga al cliente lo que hay que hacer sin participación de él; por ejemplo, tienes que eliminar tus stocks y fabricar al ritmo de la demanda, y no decirle cómo hacerlo, ni ayudarle en su consecución en el detalle de cada paso, tampoco es Lean, además de ser una garantía de fracaso.
- Asociar únicamente Lean a “deshacerse del inventario” no es Lean. La reducción del inventario es en realidad el resultado de Lean no el método.
- Cambiar la creatividad de las personas por la estandarización y sistematización, no es Lean. La sistematización y estandarización es el resultado de la creatividad y aportación de lo mejor de todos los implicados en el proceso.
- No es Lean exprimir más a las personas, consiguiendo así seguir el ritmo de las ventas y cumplir los plazos de entrega. El Lean, de las personas, lo único que “exprime” son las ideas, con objeto de ser más eficaz y eficiente.

- El Lean no tiene por qué traer una reducción de puestos de trabajo. Si esto ocurriese, nunca más se podría aplicar Lean en la empresa. Los trabajadores no quieren ni jugarse ni recortar su puesto de trabajo. La forma correcta de sacar provecho de la mejora de procesos es a través del crecimiento sin necesidad de contratar más personal.
- Lean no solo es aplicable a las planta de producción. Las técnicas para eliminar desperdicios son aplicables a todos los procesos, independientemente de la sección o departamento, y deben aplicarse ahí donde hay problemas un oportunidades de mejora.

### **Y Entonces ¿Qué Es Lean Manufacturing?**

Lean Manufacturing es una filosofía que se apoya en una serie de técnicas cuya finalidad es la de la mejora de la productividad de la empresa, soportada por un conjunto de herramientas que:

- Ayudarán a eliminar todas las operaciones que no agreguen valor al producto, servicio y a procesos.
- Aumentarán el valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere.
- Reducirán desperdicios y mejorarán las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.
- Obtendrán así mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad.

Para la implementación de la herramienta Lean **SMED Y 5s**, teniendo en cuenta que la empresa Smart pack tiene establecido a quién, cómo y dónde vender su producto, se inicia con un paso previo, conformando un equipo multidisciplinario al interior de la compañía con los colaboradores para realizar un taller en aras de dar a conocer que es el Lean Manufacturing, y de acuerdo a la opinión de los operarios tomando datos reales de la situación de la empresa para

reducir los tiempos de búsqueda de herramientas, y evitar así los cuellos de botella, reducir el tamaño del lote de producción y mejorar la rapidez de la línea de producción.

Junto a las directivas de la empresa Smart pack y un grupo de 5 Ingenieros Industriales (Estudiantes de la ECCI) se promueve la realización del taller de planificación de la producción donde participaron todos los empleados de la compañía.

El taller consta de:

- Análisis participativo.
- Elaboración del registro de producción.
- Elaboración del cronograma de actividades de producción

## **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE PRODUCCIÓN.**

Es necesario estandarizar la utilización máxima de las dos máquinas de extrusión, que están trabajando específicamente para el producto de polipropileno mono-orientado.

### **Parte: 1 Análisis Participativo.**

En este segmento se realizó la descripción de la demanda del proceso de extrusión y sugerencias para responder a la misma, adicional el análisis de las sugerencias y definiciones de las acciones.

También fue necesario realizar a cada uno de los colaboradores preguntas acerca de los 5 pilares que conforman las 5's (Clasificación, orden, Limpieza, Estandarización, Disciplina), Se espera con esto después de implementar la propuesta mejorar la seguridad, mejor clima laboral, calidad y sobre todo una mayor productividad.

### Descripción De La Demanda

Con base a la información de la demanda de nuestros clientes internos (Proceso de Sellado), se realiza un cuadro de resumen ordenado y detallado de la demanda del proceso.

Las sugerencias se realizaron participativamente mediante un Benchmarking donde se adaptaron propuestas por parte de los colaboradores de que debemos hacer y cómo organizar los procesos para cumplir con cada una de los requisitos para el siguiente proceso, donde se identifica la siguiente información:

<b>CARACTERÍSTICAS DEMANDADAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEMANDADO</b>	<b>SUGERENCIAS DE COMO RESPONDER A LA DEMANDA</b>
Cualidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia y ancho del material y transparencia los rollos no deben superar los 80 kg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producir películas de MOPP tubular.</li> <li>- En el centro de acopio se cuenta con almacenamiento.</li> <li>- Comprar un Stan para la selección y organización del producto en proceso.</li> <li>- Utilizar fondos (venta de Scrap) para mejorar la maquinaria.</li> </ul>
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderadamente seleccionado</li> <li>- Sin defectos</li> <li>- Sin ningún daño físico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La principal contaminación de las bolsas es impurezas dentro del medio ambiente y se ataca por medio de extractores.</li> <li>- Adecuado almacenamiento de estos en las estibas para no dañar las propiedades físicas del rollo.</li> </ul>
Cantidad y Continuidad (Frecuencia de abastecimiento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener un mejor almacenamiento coherente del producto en proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Somos 3 operarios de extrusión y podemos producir en forma ordenada.</li> <li>- Si se usa buena tecnología podemos aumentar el rendimiento.</li> <li>- Comprar buena materia prima.</li> </ul>

**Tabla 10. Descripción de la Demanda**

Análisis De Las Sugerencias Y Definición De Las Acciones.

Se hizo necesario resumir y ordenar las sugerencias de acuerdo a la disponibilidad y necesidad que tiene la empresa Smart Pack en cuanto a:

1. Recursos físicos, humanos, técnicos y financieros.
2. Materiales y equipos
3. Insumos.
4. Conocimiento de información y tecnología.

De esta manera se definió de forma participativa las acciones a realizar.

<b>DISPONIBILIDAD O NECESIDAD DE:</b>	<b>SUGERENCIAS</b>	<b>ACCIONES PLANTEADAS POR LOS TRABAJADORES</b>
Recursos (Físicos, humanos, técnicos y financieros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variedad de productos tubular</li> <li>- Smart pack cuenta con su centro de acopio.</li> <li>- 2 Socios capitalistas</li> <li>- Fondos destinados para reinventar en la compañía (Scrap)</li> </ul>	Los operarios que no tienen materia prima deben informar para saber en cómo podemos ayudar.
Materiales y Equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compra de polipropileno</li> <li>- Compra de cuchillas</li> <li>- Compra de estibas</li> <li>- Compra de avanteles.</li> </ul>	Se debe nombrar un líder para comprar estos materiales y equipos. Comprar en cantidad para reducir costos.
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solución limpiadora</li> <li>- Solución desinfectante</li> <li>- Guantes (EPP)</li> </ul>	Usar el fondo para la compra de estos insumos.
Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación de polipropileno</li> <li>- Manejo de maquinaria</li> <li>- Cálculo de costos de producción</li> <li>- Necesidad de conocer plan</li> </ul>	Todos debemos contar con la correspondiente capacitación con el fin de tener claridad de que es lo que debemos producir en que época y cuanto es nuestro rendimiento promedio.

	de comercialización.	
Tecnología	- Maquina extrusora.	Capacitación con los proveedores de las máquinas.

**Tabla 11. Análisis de Sugerencias**

Estas acciones planteadas por los trabajadores deberán ser tomadas en cuenta por las directivas para ir analizando la forma en que posteriormente se les hará cumplir.

#### Smed

En esta primera parte del taller se identificó como actividad interna las que hacen referencia al montaje y desmontaje de los anillos, pruebas en los parámetros e inspección de la extrusora, algunos colaboradores participan en las reuniones realizadas o cuando se requiere un servicio técnico y hay que esperar al personal de mantenimiento.

Como actividades externas se identificaron el alistamiento de la materia prima y organización del producto en proceso, verificación del calibre y ancho de la película, organizar las herramientas de trabajo, almacenar el scrap, en algunos casos buscar ayuda de un compañero, realizar el aseo en el puesto de trabajo.

Con esto en la propuesta de implementación del plan de mejora se puede establecer un nuevo proceso de extrusión.

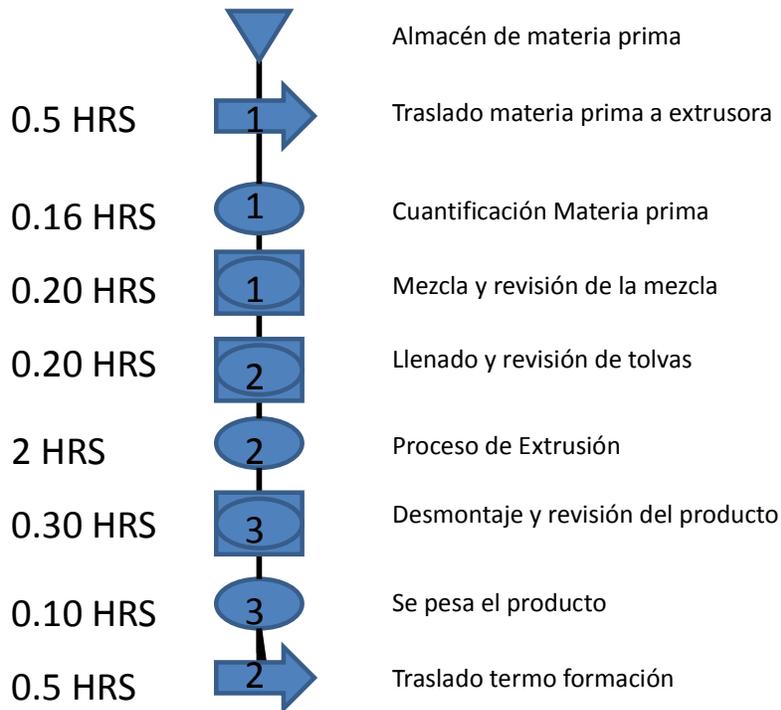
En el proceso de moldeo es necesario utilizar un transportador tipo tornillo helicoidal, por el cual será transportado el polipropileno por la tolva, este a su vez pasara por la cámara de calentamiento, hasta su descarga bajo una corriente continua, el cual tendrá un producto en la

forma que se desea obtener, luego de esto se corta a la medida que se requiere, producto final se da por rollos.

#### Procedimiento de operación

Semanalmente una orden de trabajo exclusivo para el proceso de extrusión, como se ve reflejado en la nueva propuesta del diagrama de flujo del proceso de extrusión. Todo esto se debe realizar bajo una programación y planeación hecha de lo que se producirá en la planta. El encargado del turno realizara la respectiva información al operador del siguiente turno o responsable de la la maquina extrusora quien iniciara con la activación del equipo, esto se puede ver reflejado según en la preparación del equipo. El operador del equipo verifica la formulación de la mezcla se procede llenar la tolva con la mezcla que se realizó, con esto se activa la máquina. Después el operador recibe la película que fue extruida.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN PROPUESTO



SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO
	OPERACIÓN	3	2,26 HRS
	COMBINADA	3	0.7
	TRANSPORTE	2	0.1
	ALMACENAJE	1	

Imagen 14. Diagrama de Proceso de Operación Extrusión (Propuesto)

## **PLAN DE CAPACITACIÓN**

Dentro de la propuesta de implementación es necesario utilizar y proporcionar para los empleados no solo actuales sino nuevos también, esto con el fin de que obtengan habilidades que son requeridas para que desarrollen muy bien su trabajo, esto conlleva a que la capacitación pueda enseñar a un operador pueda aprender no solamente a manipular la maquina actual, sino una nueva. (GUTIÉRREZ, 2009)

-ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES

-DISEÑO DE LA INSTRUCCIÓN

-APLICACIÓN

-EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

### **5'S**

Para esto se realizó un formato de evaluación de 5'S donde se evaluara cual puede ser la mejor solución para dar sugerencias de mejora en el proceso de extrusión.

Las preguntas son las siguientes:

#### CLASIFICACIÓN.

- ¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?
- ¿Existen herramienta en mal estado o inservible?
- ¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el transito?
- ¿En el área hay cofias, cubre bocas, papeles, etc. que son innecesarios?

#### ORDEN.

- ¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?
- ¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?
- ¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?

#### LIMPIEZA.

- ¿Existen fugas de aceite, agua o aire en el área?
- ¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)?
- ¿Están equipos y/o herramientas sucios?

#### ESTANDARIZACIÓN.

- ¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?

- ¿Sólo están las carpetas con la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?
- ¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?

#### DISCIPLINA.

- ¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?
- ¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?
- ¿Completó la auditoria semanal y se graficaron los resultados en el pizarrón de desempeño?
- ¿se implementaron las medidas correctivas?

El siguiente cuadro muestra el resultado de las preguntas realizadas a cada colaborador acerca de los 5 pilares en el proceso de extrusión donde 0 es la calificación más baja y 5 la más alta.

<b>PILAR</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Nº DE PREGUNTAS</b>	<b>%</b>
<b>CLASIFICACIÓN</b>	2.5	4	62%
<b>ORDEN</b>	0.5	3	16%
<b>LIMPIEZA</b>	0.75	3	25%
<b>ESTANDARIZACIÓN</b>	0.5	3	16%
<b>DISCIPLINA</b>	1.5	4	37%
<b>TOTAL</b>	<b>5.75</b>	<b>17</b>	<b>33%</b>

**Tabla 12. Pilares del Proceso**

Como podemos ver en el área de extrusión presenta un porcentaje muy bajo 33%, con una

calificación de 5.75 sobre 17 puntos, con respecto a la aplicaciones de cada pilar, al analizarlos, no damos cuenta que en la clasificación se tiene un 2.5 en la clasificación más alta, y los puntos más bajos son el orden y la estandarización en la cual tenemos solo un 16 %, ya que no se tienen indicadores en cuanto al lugar, ni la cantidad, al igual que tampoco se tienen demarcadas las herramientas de manipulación ni de limpieza. Y en la parte de estandarización hay una detección de que la empresa no posee procedimientos de los procesos y de la documentación que sería necesaria para esta área.

También con un 25% se encuentra el pilar de la limpieza, esto se dio porque el área ejecuta por momentos limpiezas pero son solo superficiales y no a un punto de ser profundas, además no existe un hábito de mantener las máquinas limpias o las que son utilizadas.

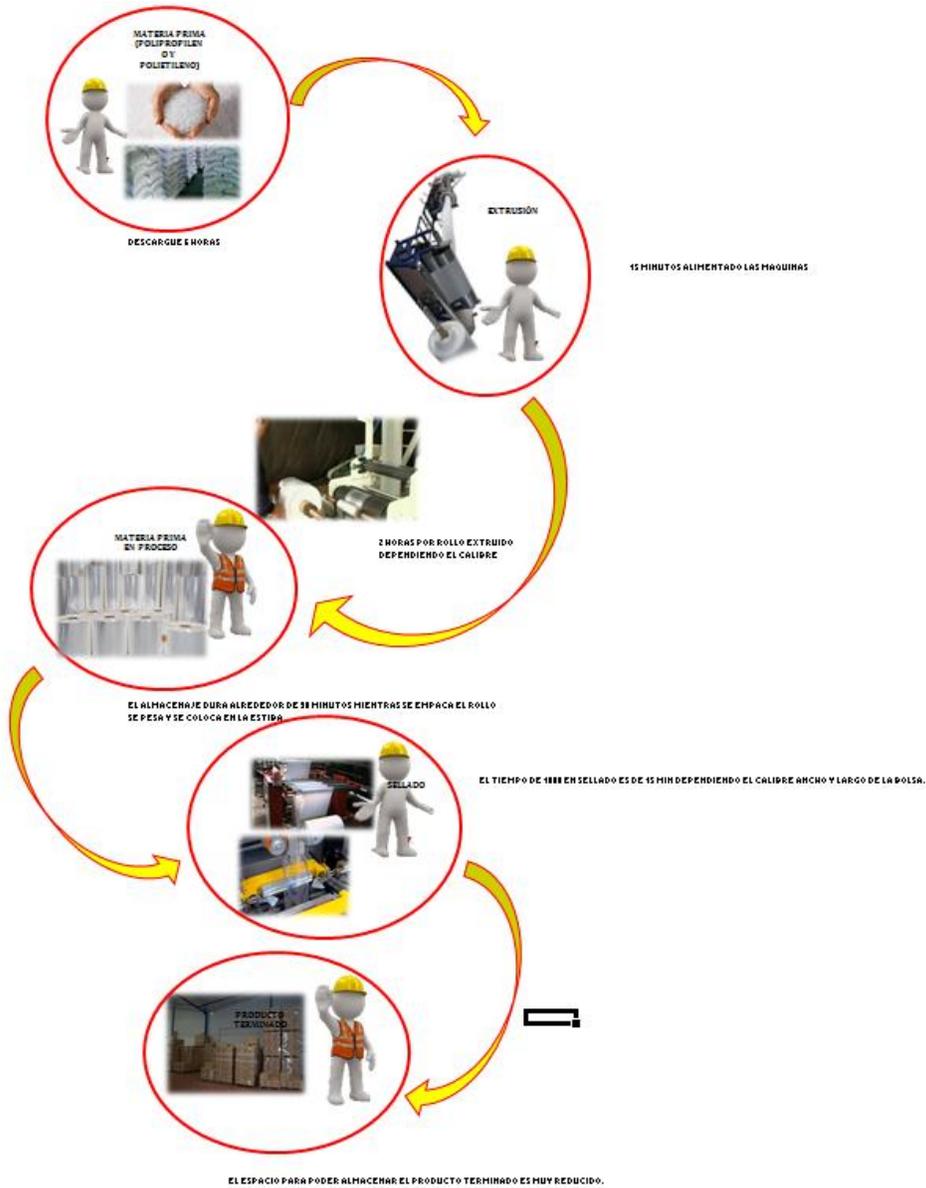
En el pilar de disciplina esta área no es constante y eso lo podemos determinar en lo siguiente, llevan un control en el almacén, pero si no hay una parte de estandarización nunca va a llegar a ser excelente.

#### Análisis De La Cadena De Abastecimiento

El proceso comienza desde los proveedores y llega hasta el destino final que termina siendo en este caso el proceso de sellado. Para abastecerse el proceso la compañía trabaja de la mano con los proveedores. Los proveedores de polipropileno que varían de acuerdo a la disponibilidad del producto, precios, ofertas y demás factores que puedan influir en el producto como tal.

Por último, los proveedores de empaque primario y secundario para el contacto con alimentos, comprenden el manejo que la compañía da a sus productos y bajo un lineamiento específico entregan el material al proceso de sellado (cliente interno) que se necesita y se ajusta de la mejor

manera a las necesidades. Se tiene una sola línea de producción activa en donde recaen todas las tareas que forman parte del proceso.



### **Imagen 15. Cadena de Suministro**

**(Fuente Propia)**

Para la realización de la producción los operarios están repartidos en dos turnos de 8 horas/día, y un líder de planta. En la cadena productiva, cada una de las tareas es indispensable en la elaboración del producto final del proceso de extrusión, sin embargo es claro para los miembros de la compañía, tanto para las directivas como para los demás colaboradores, que el proceso de extrusión genera un cuello de botella, ya que para cada tipo de película se debe realizar un cambio de anillos, y esto genera estancamientos y reprocesos. Su operación normal genera un represamiento de las películas que están en la línea y en el inventario destinado a ser posteriormente procesado.

El flujo de materiales o de producto se mantiene estable y consistente durante el recorrido de los eslabones de la cadena, supliendo los requerimientos de los clientes.

No obstante, en el flujo de información se está teniendo falencias en los eslabones, debido a una comunicación imprecisa, la cual se podría ver mejorada compartiendo los datos de información de manera bidireccional. De esta manera, al conocer las necesidades de primera mano del cliente final y al mismo tiempo de las fuentes de suministros se va a poder determinar de una manera óptima la cantidad más apropiada de producto terminado.

## **Parte: 2 Elaboración Del Registro De Producción (Implementación Smed)**

### ➤ Planeación Jerárquica

La planeación de la capacidad es una decisión estratégica a largo plazo que establece en un análisis general del nivel de recursos a utilizar. Se extiende sobre un horizonte de tiempo suficientemente amplio para que los recursos puedan ser obtenidos o alcanzados. Las decisiones de capacidad afectan el tiempo de suministro del producto, el interés o respuesta del consumidor, los costos operativos y también la habilidad para competir de la organización. Una capacidad inadecuada puede llegar hacer perder clientes potenciales y a limitar el crecimiento general de la empresa. Por otra parte, un exceso en la capacidad puede hacer que los recursos de la compañía se malgasten o también que se interrumpan futuras inversiones.

### Capacidad Instalada

Se calcula el índice de disponibilidad de la planta de 2 maneras:

#### ➤ Capacidad Teórica

Tasa de producción para la empresa SMARTPACK tendría en condiciones ideales, la segunda es la capacidad real.

Tiempo de Producción * día	16	Horas	960	Minutos
Horas Extras	8		480	Minutos
Cuello de Botella	0,5	Min/Kg	1440	Total Minutos
Dias Hábiles	26	Mes		

Kg/Día = 2.880

Capacidad Teórica= 74.880 Mes

**Tabla 13. Capacidad Teórica**

#### ➤ Capacidad Real

Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Tiempos de entrega de Materias Primas
- Capacitación nivel de aprendizaje

Tiempos de Inactividad Máquina		
	Minutos	Veces por Turno
Alistamiento	360	1
Limpieza	240	1
mantenimiento Prev	90	1
	690	

Tiempo de Producción * día	16	Horas	270	Minutos
Horas Extras	8		480	Minutos
Cuello de Botella	0,5	Min/Kg	750	Total Minutos
Dias Hábiles d	26	Mes		

Kg/Día = 1.500  
Capacidad Real= 39.000 Mes

**Tabla 14. Capacidad Real**

Evidenciamos que el índice de utilización de la planta es del 52%, resultado de la división entre las dos capacidades.

Los cuellos de botella tienen momentos en los que están paradas y no producen para no seguir generando inventarios de producto en proceso.

Para la construcción de la planeación agregada se hace necesario determinar un plan de producción que logre satisfacer la demanda, combinada de ritmo de producción, MO contratada y nivel de existencias con costos adecuados que nos permitan satisfacer de la demanda.

Proponemos nivelar la producción para mantener constante la demanda y poder mantener a todos los colaboradores con un trabajo estable durante todo el año trimestralmente.

### Planeación Agregada

La planeación agregada se estructura de la siguiente manera:

¿Cuál debe ser el ritmo de producción del T1 y T2, sea equivalente a lo que necesito complementar T3 y T4 para satisfacer la demanda?

Trimestre	Demanda Esperada	Días Laborales	Producto fabricado
T1	66.857	90	743
T2	100.286	85	1180
T3	120.343	75	1605
T4	180.514	85	2124
<b>AÑO</b>	<b>468.000</b>	<b>335</b>	

**Tabla 15. Demanda Trimestral**

Jornada Diaria	22	Horas/Día	Requerimiento Promedio =	<u>468000</u>	
Jornada Semanal	154	Horas/Semanales		335	
Tiempo de Fabricac x Rollo	2	Horas /Operario	Requerimiento Promedio =	1397,0	x Día
Producción de 1 Operario	500	Kilos	Operarios Necesarios=	2,8	

La simulación de los costos son planteados con los datos que se mencionaran a continuación de la siguiente manera:

Operarios en Plantilla diaria	3,0
Holgura diaria	0,2 Trabajador Utilizado para imprevistos
Ritmo de Producción diaria	1397,0
Costo de almacenamiento	\$ 353,00 x unidades almacenadas en el trimestre
Cantidad Producción T1	125.731
Cantidad Producción T2	118.746
Cantidad Producción T3	104.776
Cantidad Producción T4	118.746

Trimestre	Demanda Esperada	Dias Laborales	Producción	Stock Inicial	Stock Final
T1	↓ 66.857	90	→ 125.731	-	58.874
T2	↓ 100.286	85	↑ 118.746	58.874	77.335
T3	→ 120.343	75	↑ 104.776	77.335	61.768
T4	↑ 180.514	85	↑ 118.746	61.768	-
<b>AÑO</b>	468.000	335	468.000	197.977	197.977

**Tabla 16. Demanda Trimestral con Stock**



### Costos de Almacenamiento

Trimestre	Stock Medio	
T1	29.437	
T2	68.104	
T3	69.551	
T4	30.884	
<b>AÑO</b>	197.977	69.885.871

### Costos de Operarios

Trimestre	Stock Medio	
Operarios en Plan	3	
Jornada Diaria	22	
Días al año	335	
Tasa Salarial x tral	\$ 1.200.000,00	
<b>AÑO</b>		26.532.000.000

### Costos de Materia Prima

Trimestre	Stock Producido	VI. Kilo	Total
T1	125.731	4.800	603.510.448
T2	118.746	4.800	569.982.090
T3	104.776	4.800	502.925.373
T4	118.746	4.800	569.982.090
<b>AÑO</b>	468.000		2.246.400.000

**Tabla 17. Costos de Almacenamiento, operarios, MP**

Estos datos son calculados con la disponibilidad de personal con que cuenta la empresa.

La propuesta tiene un costo anual de \$ 28.848.285.871.

$\Sigma$	Costos de Almacenamiento	69.885.871
	Costos de Operarios	26.532.000.000
	Costos de Materia Prima	2.246.400.000
COSTOS TOTALES ANUALES		\$ 28.848.285.871

Estos datos permiten disponer de información sobre la capacidad real de producción mensual y se cotejaron con la información de la demanda del siguiente proceso, para verificar si se satisface en términos de cantidad y continuidad.

**Parte: 3 Elaboración Del Cronograma De Actividades De Producción.**

Se realizó la elaboración del cronograma de actividades con base a las actividades que se realizarán; que y cuantos materiales, insumos y servicios que se usarán, esta planilla debe ser utilizada para cada turno de producción.

**PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN**

Control de la producción Alistamiento de la Producción		TURNO 1 (HORAS)								TURNO 2 (HORAS)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	Limpieza Extrusoras	A															
B	Recepción de MP		B	B	B												
C	Lavado y desinfección		C								C						
D	Calentamiento		D	D	D												
E	Extrusado					E	E	E	E		E	E	E	E	E	E	E
F	Transporte					F	F	F	F		F	F	F	F	F	F	F
G	Almacenamiento		G	G	G	G	G	G	G		G	G	G	G	G	G	G

**Tabla 18. Plan Maestro de Producción**

Mapa de Procesos (Propuesta)

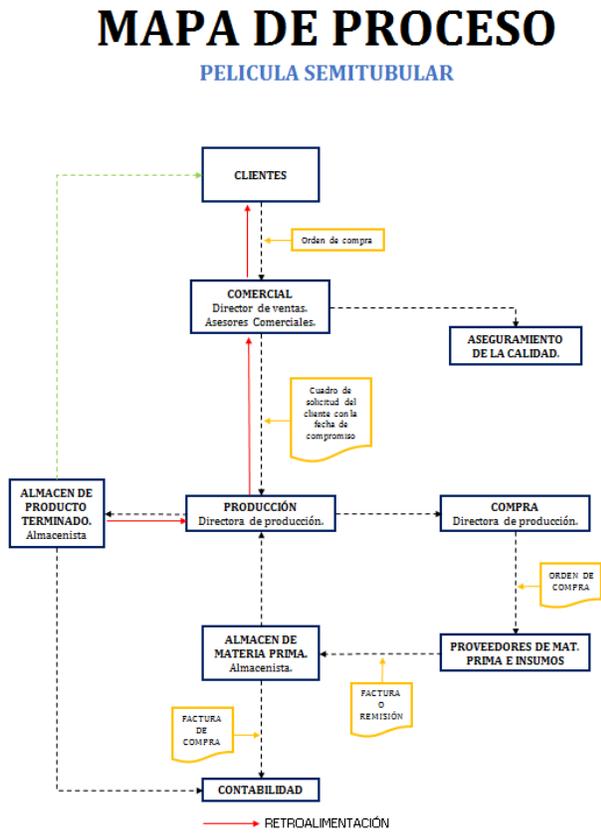


Imagen 16. Propuesta Mapa de Proceso

(Fuente Propia)

## Propuesta de Distribución y Recorrido de la Planta

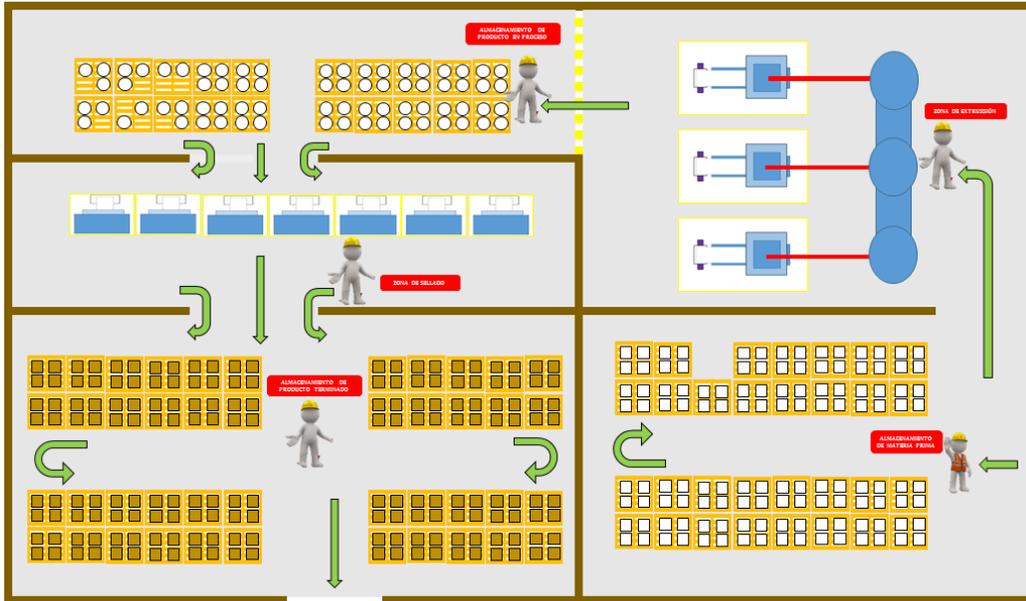
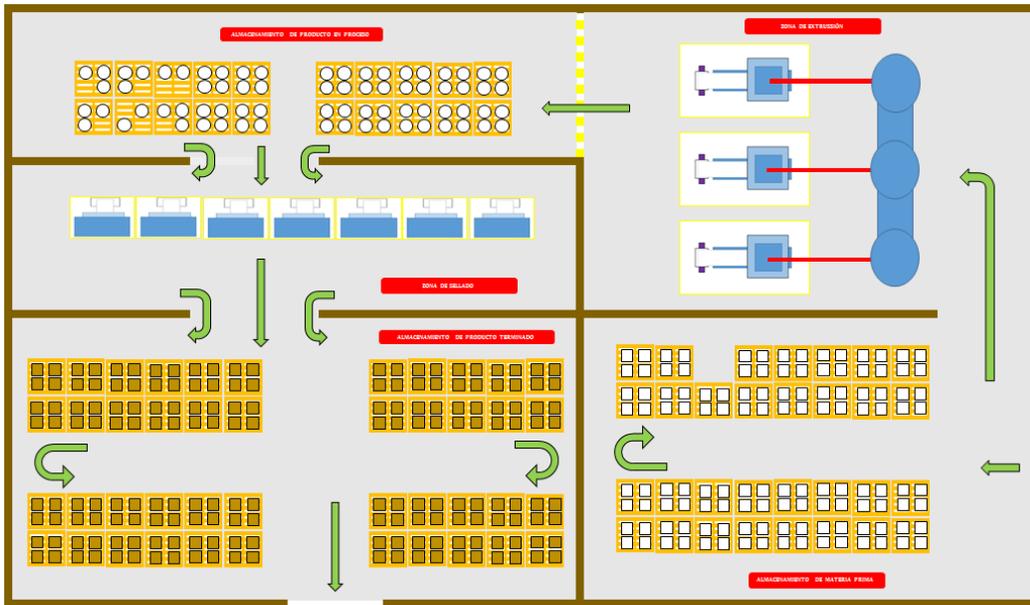


Imagen 17. Propuesta de Recorrido de la Planta

(Fuente Propia)



**Imagen 18. Propuesta de Distribución de la Planta**

**(Fuente Propia)**

### Propuesta Implementación 5's

De los 5 pilares, se realizar implementación a 3 de los pilares que presentan mayor porcentaje dentro del proceso de producción.

### Clasificación

Dentro de primer pilar de las 5S, una de las estrategias a seguir es el uso de tarjetas de identificación la cuales pueden ser muy fácil por su manejo, esta busca realizar un etiquetado a cualquier elemento que no sea de importancia o que sea innecesario, el cual pueda obstruir diferentes procedimientos en sitio o puesto de trabajo a analizar.

Inicialmente se diseñó una plantilla que fuera sencilla de entender al momento de realizar un llenado o de colocarlo en el punto destinado para colocar el elemento o los elementos que podrían servir para ser donados a otra área que pudiera servirles, o sencillamente eliminarlos, si fuesen elementos que no sirven o que no pertenecen al puesto de trabajo que se está revisando. Al igual el sitio que se piense destinar para tal revisión, puede ser un sitio que también sirva para realizar una inspección más detallada para saber si pueda servir o no.

En el primer paso la idea es escoger los elementos que puedan servir o que sean necesarios dentro del proceso y separarlos de los que no sirvan o no sean del proceso, seguido de esto colocar la plantilla en cada elemento, esto se debe realizar con la persona encargada del proceso.

Como siguiente paso, es transportar los elementos a los cuales se le adapto las plantillas al lugar de elementos que no sirven en el proceso. Puede existir el riesgo que algunos elementos no puedan ser transportados al espacio que se designaría, estos solo se les colocaría la plantilla.

Después de realizar esto se obtendrá un método de tabulación de cada una de las plantillas con algún tipo de taxonomía las cuales serán evaluadas e inspeccionadas para identificar que se va a hacer con cada uno de los elementos.

Cabe aclarar que después del levantamiento de la información se realizó una reunión con el área encargada, en el cual se discutió si la propuesta es aceptada o no por ellos.

<b>TARJETA ROJA</b>	
<b>FECHA:</b>	_____ <b>NUMERO:</b> _____
<b>AREA:</b>	_____
<b>NOMBRE DEL ELEMENTO</b>	_____
<b>CANTIDAD</b>	_____
<b>DISPOSICIÓN:</b>	
<b>TRANSFERIR:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>ELIMINAR:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>INSPECCIONAR</b>	<input type="checkbox"/>
<b>COMENTARIO:</b>	_____ _____ _____

**Imagen 19. Tarjeta identificación de materiales**

**(Fuente Propia)**

Orden

Después de ejecutar el primer pilar, es necesario trabajar en conjunto con el pilar del aseo, en la cual con las plantillas nos dará una panorámica más amplia, de lo que se está mejorando y podemos seguir continuar el proceso de las 5s, hay que realizar todo lo que tiene que ver con el orden o de lo contrario todo lo que se piensa gestionar en el primer pilar no serviría de nada.

Para esto se debe elaborar una lista de todas las áreas de trabajo las cuales necesitan ser identificadas, para esto se debe realizar una planeación en la cual se tenga en cuenta la ubicación, la posición en las quedarían los elementos que serán reubicados, en este pilar se puede fabricar letreros de identificación de cada una de las áreas el cual debe ser cotizado con algún proveedor si es el caso, con su respectivo color para identificar cada una de las áreas.

Como en cualquier empresa industrial se debe implementar la estrategia de pintura, esto generalmente se realiza en suelos, pasillos y algunas paredes.

En esta se debe marcar las áreas de paso las cuales deben ser diferenciadas de la fábrica con la de las áreas de trabajo, para el piso es necesario tener en cuenta el deterioro del suelo para poder realizar el proceso de pintado.

También se deben pintar algunos estantes, el cual beneficiara la implementación de las 5s el cual generara un clima laboral mejor, y dará un mejor aspecto al área.

### Limpieza

Cuando se habla de limpieza, automáticamente podemos hablar de inspección, ya que cuando estamos limpiando los equipos o las máquinas, podemos ir revisando el funcionamiento y con ellos prediciendo averías o daños futuros, con esto queremos decir que se busca un desarrollo con tipo de mantenimiento preventivo y predictivo.

En este pilar es necesario acordar un día en el que el grupo desarrolle una jornada de limpieza en un día normal de trabajo el cual no implique extras ni recargos laborales.

Cuando el área de trabajo ya se encuentre limpia, lo más importante es mantener y no dejarlo decaer, por este motivo es necesario delegar un responsable para este trabajo para que sea comprobado y verídico el trabajo.

Y para asegurar esta actividad, se debe colocar un Mapa 5S, con una lista de chequeo por cada área.

## CONCLUSIONES

- Una metodología lean manufacturing es una herramienta que ayuda a mejorar la calidad y a reducir costos, además de que brinda una ventaja competitiva a la empresa frente a otras empresas del mercado.
- La metodología planteada en este trabajo es la unión de herramientas lean manufacturing (5S, SMED), las cuales buscan eliminar todas las operaciones o actividades que no le agregan valor al proceso.
- Con los diagramas de flujo de la actual y propuesto se puede hacer comparación para las mejoras propuestas en el cual nos puede ayudar a tener reducción en el plan de producción.
- Al llevar a cabo este proyecto se debe tener una disciplina y compromiso por parte de todas las personas involucradas, iniciando desde los operarios hasta el cargo más alto de la empresa que sería el dueño, ya que a partir de la estandarización se logra el cumplimiento de los objetivos planteados teniendo cada cosa en su lugar.
- El estudio de tiempos nos puede permitir determinar que la planta puede mejorar su capacidad en tiempos haciendo algunas mejoras al sistema productivo. La implementación de la metodología lean manufacturing utilizando herramientas como las 5S y SMED involucra un compromiso de la totalidad de las áreas de la empresa suponiendo un cambio de mentalidad basado en la calidad total, teniendo una estrecha colaboración y participación de todos los trabajadores de todos los niveles de la empresa a fin de alcanzar las metas propuestas.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere que la empresa informe a todo el personal que trabaja dentro de ella, sobre todos los cambios que se van a realizar dentro de la misma, para poder así tener éxito en la aplicación de la metodología, ya que es importante tener el apoyo de los trabajadores.
- Se recomienda que a todo el personal se le dé la capacitación necesaria para que todos los problemas puedan ser detectados a tiempo y así encontrar en conjunto, una solución más rápidamente.
- Se plantea la posibilidad de tener un seguimiento anual de esta implementación para que la empresa no pierda el ritmo de orden, limpieza y manejo de las herramientas de mejora propuestas.
- Los operarios son las personas que mejor conocen el proceso y los métodos de trabajo, por ello se recomienda utilizar un buzón de sugerencias para tener en cuenta aspectos que la empresa puede cada día cambiar o mejorar.

## REFERENCIAS

Barcia, K. &. (2006). Implementación De Una Metodología Con La Técnica 5S Para Mejorar El Área De Matriceria De Una Empresa Extrusora De Aluminio. Revista Tecnológica ESPOL, 18- 69-75.

Ciencia Y Tecnología De Los Materiales Plásticos. (1990). Revista De Plásticos Modernos, Volúmenes I Y II, CSIC, .

Estrada, F. M. (2010). Abepro. Obtenido De [Http://Www.Abepro.Org.Br/Bibliotecaenegep2010\\_TI\\_ST\\_113\\_739\\_16685.Pdf](http://www.abepro.org.br/Bibliotecaenegep2010_TI_ST_113_739_16685.Pdf)

GUARDIA, C. Y. (2009). Química 2 Bachillerato”. Edit. Santillana. Madrid.

Illada, R. &. (2009). Laccei. Obtenido De 7th Latin American And Caribbean Conference For Engineering And Technology.: [Http://Www.Laccei.Org/LACCEI2009-Venezuela/P198.Pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/P198.Pdf)

Mendoza, J. R. (2009). Concyteg. Obtenido De Revista Sinnico: [Http://Www.Concyteg.Gob.Mx/Formulario/MT/MT2009/MT5/SESION1/MT51\\_JMENDOZA\\_078.Pdf](http://www.concyteg.gob.mx/Formulario/MT/MT2009/MT5/SESION1/MT51_JMENDOZA_078.Pdf)

Seymour, R. Y. (1995). Introducción A La Química De Los Polímeros, Barcelona, Editorial Reverté, 1995.

Villareal, B. &. (2008). Sixth LACCEI International Latin American And Caribbean Conference For Engineering And Technology. Obtenido De [Http://Www.Laccei.Org/LACCEI2008-Honduras/Papers/PO095\\_Villarreal.Pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2008-Honduras/Papers/PO095_Villarreal.Pdf)

Vizueta, W. &. (2010). Mejoramiento Del Área De Mezcla De Plasticol De Una Empresa De Productos Plásticos Mediante La Aplicación De La Metodología De Las 5s (Tesis De Grado). Ecuador.