

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES



Bogotá – Colombia / PBX: (571) 3 257500 / Calle 74 no. 14 – 14
e- mail: info@usa.edu.co

DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES DE INYECCIÓN
DE ACCESORIOS EN PVC PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD

CARLOS AUGUSTO CABEZAS
ANDRES FABIAN DIAZ PINTO

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA
ESCUELA DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES
BOGOTÁ
2017

AUTORES DE LA INVESTIGACIÓN:

_____ CARLOS AUGUSTO CABEZAS _____ ANDRES FABIAN DIAZ PINTO
--

Este proyecto de grado ha sido aprobado para optar al título de especialista en **Gerencia de Producción y Operaciones**. En constancia firman:

DIRECTOR DEL PROYECTO
Ing. Pedro José Sánchez Caimán
JURADO
Ing. Román Rodríguez
DIRECTOR DE LAS ESPECIALIZACIONES
Ing. Jorge Eduardo Medina Fernández de Soto
COORDINADOR DE PROYECTOS DE GRADO.
Ing. Yeisson Alexis Rincón Cuta

Bogotá, D.C., 15, Agosto, 2017

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	10
1.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DEL ENTORNO	10
2. MARCO HISTÓRICO	13
3. MARCO GEOGRÁFICO.....	14
4. MARCO SOCIOECONÓMICO	16
5. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO.....	18
6. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO	19
6.1 ELEMENTOS DE UN PROCESO (CAJA NEGRA)	19
6.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	24
6.3 VSM (<i>VALUE STEAM MAPPING</i>) ACTUAL.....	25
6.4 VSM (<i>VALUE STEAM MAPPING</i>) ACTUAL CUESTIONADO:	29
6.5 MAPA DE PROCESOS	31
6.6 ANÁLISIS DE VALOR EN PROCESOS	32
6.7 ANÁLISIS DOFA	33
6.8 ANÁLISIS PEST	35
7. DIAGNÓSTICO DE LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	36
7.1 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	36
7.2 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN:.....	36

7.3	ANÁLISIS BALANCEO ESTACIONES DE TRABAJO	38
7.4	DIAGNOSTICO DE OCUPACION DE MAQUINAS POR ACCESORIO.....	39
8.	DIAGNOSTICO GLOBAL POR INDICADORES	40
9.	ANALISIS DE ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA.....	44
10.	DISEÑO ACTUAL DE LA PLANTA (LAYOUT).....	45
11.	IMPACTO DEL PROYECTO	46
12.	OBJETIVOS	47
12.1	OBJETIVO GENERAL.....	47
12.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
13.	ALCANCE	48
14.	VARIABLES	49
14.1	VARIABLES DEPENDIENTES.....	49
14.2	VARIABLES INDEPENDIENTES	49
14.3	VARIABLES TANGIBLES:	49
14.4	VARIABLES INTANGIBLES:.....	49
14.5	VARIABLES ESTRATÉGICAS O DE GESTIÓN:	49
14.6	VARIABLES NORMATIVAS:.....	50
15.	HIPÓTESIS INICIAL.....	51
16.	METODOLÓGIA INICIAL	52
17.	POSIBLES PRODUCTOS POR OBTENER.....	53

18.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES	54
18.1	REDISEÑO ESTRATÉGICO	54
18.1.1	Objetivo estratégico de producción y operaciones.....	54
18.1.2	Misión y visión del sistema de producción y operaciones.....	54
18.1.3	Nuevas metas estratégicas de producción.	54
18.1.4	Decisiones estratégicas de producción.....	56
18.2	DISEÑO OPERACIONAL.....	57
18.2.1	Diseño VSM propuesto	57
18.2.2	Pronóstico de demanda:	59
18.2.3	Plan agregado de producción:	61
18.2.4	Adquisición y reemplazo de inyectoras.....	62
18.3	CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA.....	63
18.4	DISEÑO DE LA PLANTA “LAYOUT”.....	64
18.5	INDICADORES Y COSTOS DEL SISTEMA	67
18.5.1	Medida, (Indicadores)	67
19.	COSTOS DEL SISTEMA.....	71
19.1	DISEÑO ESTRUCTURA CONTROL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	71
20.	ANÁLISIS DE BRECHAS	82
	CONCLUSIONES	84
	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFIA.....	86

LISTADO DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Demanda Mundial de PVC	10
Ilustración 2. Demanda en Colombia de PVC.....	11
Ilustración 3. Ubicación geográfica Gerfor	15
Ilustración 4. Rotación de inventarios de vivienda nueva	17
Ilustración 5. Elementos del proceso	19
Ilustración 6. Ficha de proyecto VSM	25
Ilustración 7. Matriz familia de producto.....	26
Ilustración 8. Pareto Familias de producto/procesos	27
Ilustración 9. VSM Actual.....	28
Ilustración 10. VSM Actual cuestionado.....	30
Ilustración 11. Procesos de dirección	31
Ilustración 12. Cadenas Productivas.....	32
Ilustración 13. Planeación y programación de la producción.	36
Ilustración 14. Utilización capacidad mensual inyección.....	38
Ilustración 15. Comportamiento OEE.....	40
Ilustración 16. Comportamiento <i>Scrap</i>	41
Ilustración 17. Producción total fabricada anual.....	42
Ilustración 18. Producción total fabricada mensual.....	42
Ilustración 19. <i>Layout</i> Actual.....	45
Ilustración 20. VSM Propuesto.....	58

Ilustración 21. Elaboración de pronóstico comercial	59
Ilustración 22. Tendencias sector construcción.	60
Ilustración 23. Comparativo venta, producción e inventarios	61
Ilustración 24. Utilización capacidad mensual inyección según propuesta	62
Ilustración 25. Caracterización del proceso	63
Ilustración 26. Plano propuesto.....	65
Ilustración 27. Plano de planta.....	66
Ilustración 28. OEE planta (variables).....	69
Ilustración 29. Análisis indicador OEE	69
Ilustración 30. Cumplimiento Programa Producción.	70
Ilustración 31. Tonelada producidas inyección.	73
Ilustración 32. Total CIF Inyección.....	73
Ilustración 33. Comparativo CIF por Kilos.....	74

LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Mercado colombiano por compañías	12
Tabla 2. Indicadores Macroeconómicos	16
Tabla 3. Déficit habitacional.....	17
Tabla 4. Flujo del proceso.....	24
Tabla 5. Análisis DOFA.....	33
Tabla 6. Análisis PEST	35
Tabla 7. Diagrama de Gantt.....	37
Tabla 8. Diagnóstico de ocupación de máquinas por accesorio	39
Tabla 9. Estado actual de inyectoras	44
Tabla 10. Decisiones estratégicas de producción.....	56
Tabla 11. Matriz de priorización	57
Tabla 12. Pronostico de ventas por Región	60
Tabla 13. Listado Inyectoras a inactivar.....	62
Tabla 14. Ficha indicador OEE	68
Tabla 15. Matriz origen datos OEE	68
Tabla 16. Ficha indicador cumplimiento programa de producción.....	70
Tabla 17. Costo de Producción Mensual	72
Tabla 18. Cálculo de margen operativo bruto	75
Tabla 19. Calculo Amortización	76
Tabla 20. Calculo del costo de la Deuda	77

Tabla 21. Calculo de estado de resultados.....	78
Tabla 22. Calculo del balance general.....	79
Tabla 23. Calculo de resultados.....	80
Tabla 24. Resultados.....	81
Tabla 25. Brechas.....	82

INTRODUCCIÓN

El surgimiento de microempresas y el crecimiento de las grandes empresas del sector de transformación de plásticos han llevado a que la competitividad para mantenerse en el mercado sea una necesidad permanente; existen varios factores que contribuyen al éxito de las empresas que están directamente relacionados con la productividad, rentabilidad y competitividad.

La industria de los plásticos es un sector que crecimiento anual del 7% de acuerdo con cifras del DANE, esto lleva a que las empresas de este sector estén creciendo a este ritmo dinámico para mantenerse en el mercado y generen estrategias de mejoramiento continuo para que su productividad y rentabilidad esté al nivel de la competencia.

El siguiente proyecto aplicado a la empresa PVC Gerfor S.A. dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías, accesorios, cubiertas en PVC, geosistemas y grifería, fue realizado con el objetivo de diseñar una propuesta para mejorar la productividad y calidad. El enfoque se realizó a la planta de inyección PVC donde se fabrican accesorios en PVC.

Para este diseño de sistema de producción y operación se realizó previamente un análisis situacional para determinar las brechas y oportunidades, posteriormente se tomaron como referencia modelos y metodologías eficientes de producción aplicados a nuestro caso para proponer una estrategia de mejoramiento productivo.

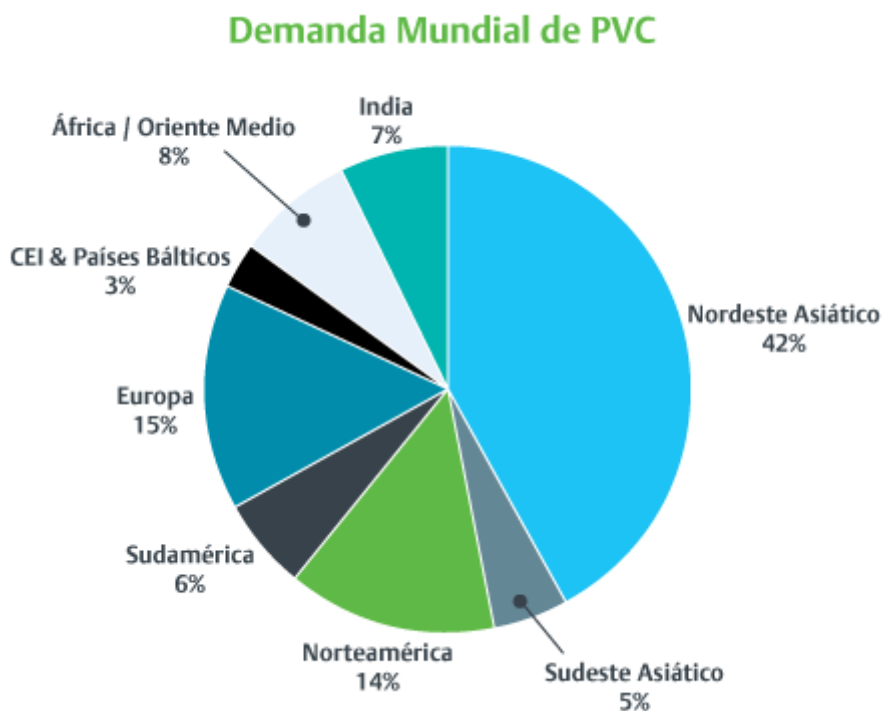
1. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

1.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DEL ENTORNO

- Mercado mundial del PVC

La producción mundial de PVC supera actualmente las 36.5 millones de toneladas por año, de las cuales alrededor del 70% se destina a aplicaciones de larga vida útil. La demanda en los países suramericanos suma 1.8 millones de toneladas anuales. La demanda en el mercado nacional de Colombia se está acercando a las 180 mil toneladas por año.

Ilustración 1. Demanda Mundial de PVC

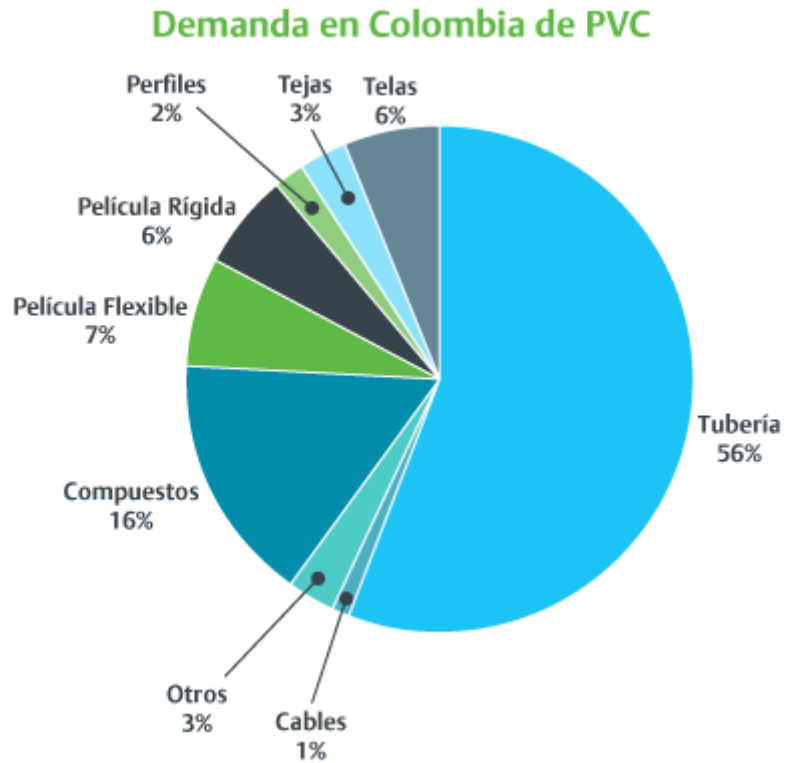


Fuente: CMAI, World Vinyl Analysis.2011

- Mercado del PVC en Colombia

El consumo de PVC en el mercado colombiano bordea actualmente las 180 mil toneladas al año, distribuidas en diferentes sectores de la siguiente manera:

Ilustración 2. Demanda en Colombia de PVC



Fuente : CMAI, *World Vinyl Analysis*.2011

El mercado del PVC en Colombia está repartido de la siguiente manera. Pavco controla el 65,8%, le sigue Gerfor con el 21,5%, Durman con el 7,2% y Tubosa con el 2,4%. El resto está en manos de decenas de empresas transformadoras a lo largo de todo el país, sector que genera 198 mil empleos directos. (Mexichem)

Tabla 1. Mercado colombiano por compañías

RAZON SOCIAL	2013	%Part	2014	%Part	2015	%Part	2016	%Part
MEXICHEM PAVCO	214	40%	217	41%	249	37%	240	37%
P V C GERFOR S.A	118	22%	119	22%	154	23%	153	24%
TUBOTEC S.A.S	60	11%	54	10%	70	11%	70	11%
CELTA S.A.S	54	10%	52	10%	67	10%	64	10%
TUBOSA S.A.S	10	2%	9	2%	26	4%	24	4%
TIGRE COLOMBIA S.A.S	19	4%	22	4%	27	4%	23	4%
OTROS	59	11%	59	11%	72	11%	70	11%
TOTAL	534	100%	532	100%	665	100%	644	100%

Fuente : PVC Gerfor.2016

2. MARCO HISTÓRICO

Con 50 años en el mercado PVC Gerfor se ha convertido en una de las compañías multinacionales colombianas insignia en la producción y comercialización de tuberías y accesorios de PVC, tanto en Colombia como en el mercado Latinoamericano. Actualmente está posicionada como la cuarta compañía en América Latina en su sector y como la segunda en importancia para el mercado Colombia con el 21,5% de participación.

En 1967 el señor German Forero creó PVC Gerfor en la ciudad de Bogotá, Colombia como una compañía comercializadora de grifos y válvulas para los mercados de Bogotá y Cali principalmente; aprovechando las oportunidades de negocio que ofrecía el mercado colombiano, en 1978 empezó a fabricar griferías plásticas, siete años después en 1985 amplió el portafolio de fabricación con el lanzamiento de los tubo-sistemas en PVC (Tubería y Accesorios).

Durante los años 90 amplió las operaciones con plantas de producción en las ciudades de Neiva y Barranquilla, así mismo, empezó exportaciones a los mercados de centro y sur américa; en el año 2000 con el objetivo de expandir su negocio en el mercado centroamericano abrió su primera planta de producción fuera del país, en Guatemala.

El año 2010 fue muy importante para la compañía pues en Colombia con el propósito de generar eficiencias operativas decidió cerrar las plantas de Bogotá, Barranquilla y Neiva para consolidar las tres operaciones en una nueva y más moderna planta ubicada en Cota, Cundinamarca. Así mismo inicio operaciones en la planta de producción de Perú.

Actualmente Gerfor exporta productos a más 10 países de América con plantas en Colombia, Perú y Guatemala; y centros de distribución en El Salvador y Honduras, generando empleos directos para más de 1200 personas.

3. MARCO GEOGRÁFICO

El mercado de la construcción e infraestructura está en toda la geografía nacional e internacional, así mismo la proyección del crecimiento de las mismas, por esta razón es de gran importancia estratégica la posición geográfica donde se ubica la infraestructura del negocio. Para los productos de PVC como tubería y accesorios, la logística de entradas y salidas tanto de materias primas como de producto terminado tiene una representación significativa en el coste del producto teniendo en cuenta que una de las características de los productos fabricados en PVC es su ocupación volumétrica. Esto ha llevado a que se fijen estrategias comerciales como la de definir distribuidores como clientes principales.

En el año 2010 PVC Gerfor unificó las tres plantas que tenía en Colombia (Neiva, Barranquilla y Bogotá), construyendo una planta en Cota, Cundinamarca que actualmente opera con un área de 84.000 m². Esta está ubicada a 2 km del límite con Bogotá por la autopista Medellín. Se buscó con esta estrategia unificar y centralizar el negocio para reducir costos de administración y operación.

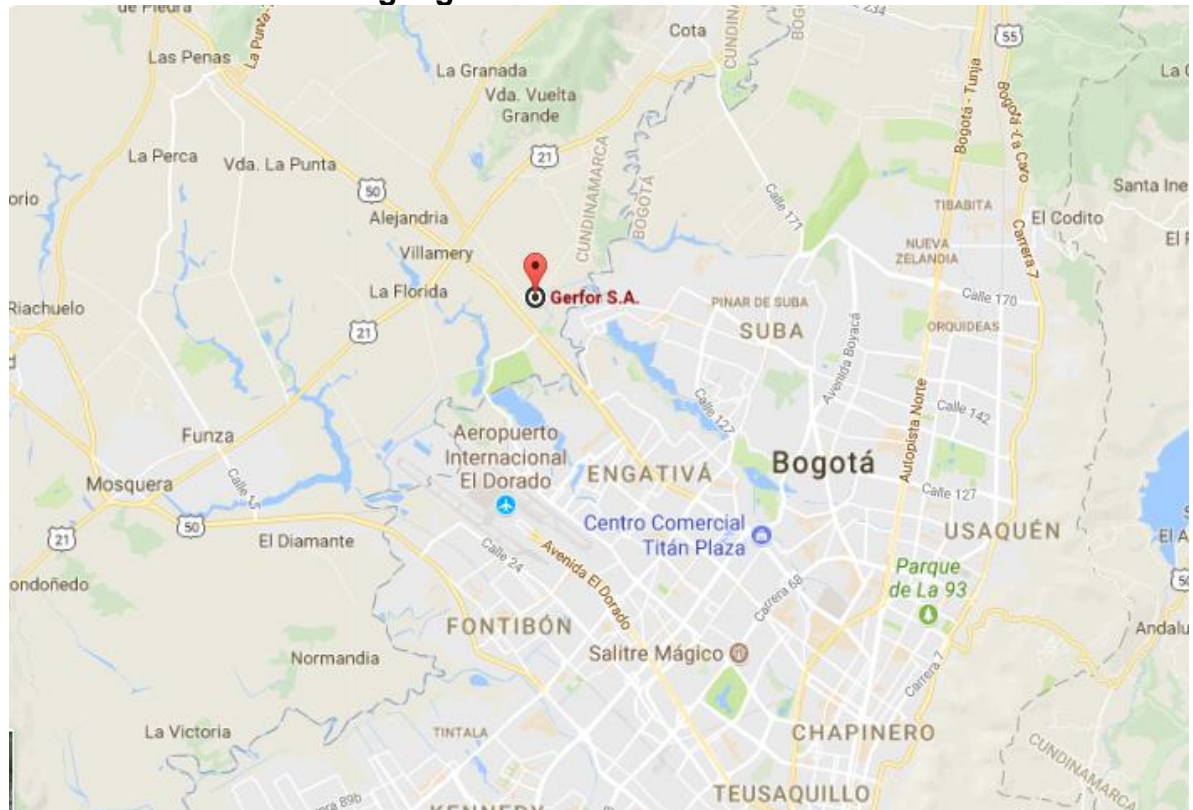
Entre las ventajas obtenidas con la unificación de las tres plantas a Cota podemos destacar las siguientes:

- Centralizar todos los procesos y áreas de soporte para fortalecerlas
- Reducir los costos de servicios como energía y agua por los beneficios de tener ubicada la planta fuera del casco urbano de la ciudad y lograr contratos con los proveedores de estos servicios
- Reducción de costos de impuestos por acuerdos de traslados de plantas industriales fuera del casco urbano
- Centralizar el proceso logístico de entradas y salidas de materiales y producto terminado
- Disminución en costos de transporte al lograr acercamiento geográfico con los principales clientes
- Posibilidad de ampliación de la infraestructura en caso de ser necesario
- Buenas vías de acceso y salida tanto a la capital como a distintos lugares del país al ubicarse en inmediaciones a la autopista Medellín por el occidente y muy cerca tener conexión con la autopista Norte, así mismo la salida al sur sin necesidad de entrar a la ciudad, conectando con Funza y Mosquera.

Las posibles amenazas que encontramos en esta ubicación geográfica del negocio son:

- Mantener competitividad en el mercado ubicado en los extremos del país, regiones como la costa, el valle y los llanos orientales por los altos costos de transporte para los productos de gran volumen
- Mantener los tiempos de entrega para los productos de infraestructura que requieran una ágil entrega en los puntos más lejanos del país. Teniendo en cuenta que los productos de infraestructura se fabrican bajo pedido por ser productos de baja rotación.

Ilustración 3. Ubicación geográfica Gerfor



Fuente: Google Maps.2017

4. MARCO SOCIOECONÓMICO

Los accesorios de PVC fabricados y comercializados por PVC Gerfor son utilizados como complemento de manera transversal en las construcciones de todos los estratos socioeconómicos y usos comerciales; al ser un complemento su demanda está determinada principalmente por el comportamiento del sector, por esta razón en este marco se tuvo en cuenta la situación actual de la economía y el sector de la construcción en Colombia con los programas de gobierno como sus principales dinamizadores.

Durante el año 2016 y en comparación con los años anteriores la economía colombiana, junto con la economía mundial detuvieron su crecimiento, sin embargo, el sector construcción se ha mantenido como uno de los dinamizadores naturales de la economía, como la muestran los indicadores macroeconómicos del DANE en la siguiente tabla.

Tabla 2. Indicadores Macroeconómicos

INDICADORES MACROECONOMICOS						
Año / Indicador	2016	2015	2014	2013	2012	2011
1. PIB % crecimiento real	2	3,1	4,7	4,3	4,05	6,59
2. PIB % crecimiento sector Construcción	1,2	3,3	9,6	12	6	6,5
3. IPC variación % (Inflación)	5,96	5,77	3,66	1,94	2,44	3,73
5. IPT variación %	4,17	4,29	1,65	2,2	4,63	8,7
6. Tasa de cambio, diciembre 31	3.000	3.149	2.389	1.923	1.768	1.938
7. Devaluación/Revaluación %	5,74	23,7	24,2	8,8	-8,8	0,7
8. Salario mínimo (miles \$)	689	644	616	590	567	536
9. % de aumento salario***	7	4,6	4,5	4,02	5,81	4
10. Desempleo %, diciembre	8,6	8,9	9,3	9,7	10,2	10,4
11. DTF 90 días	6,86	5,22	4,3	4,06	5,22	5,12

Fuente: DANE.2016

Programas de Gobierno.

Uno de los principales programas de gobierno ha sido incentivar la compra de vivienda con modelos de subsidio en los diferentes extractos socioeconómicos del país, dando como resultado la disminución del déficit de vivienda con programas de viviendas gratuitas, y programas de subsidios a la financiación, abriendo cupos

para doscientas noventa y un mil cuatrocientas cincuentaicinco (291.455) viviendas (Ministerio de Vivienda, s.f.).

Tabla 3. Déficit habitacional

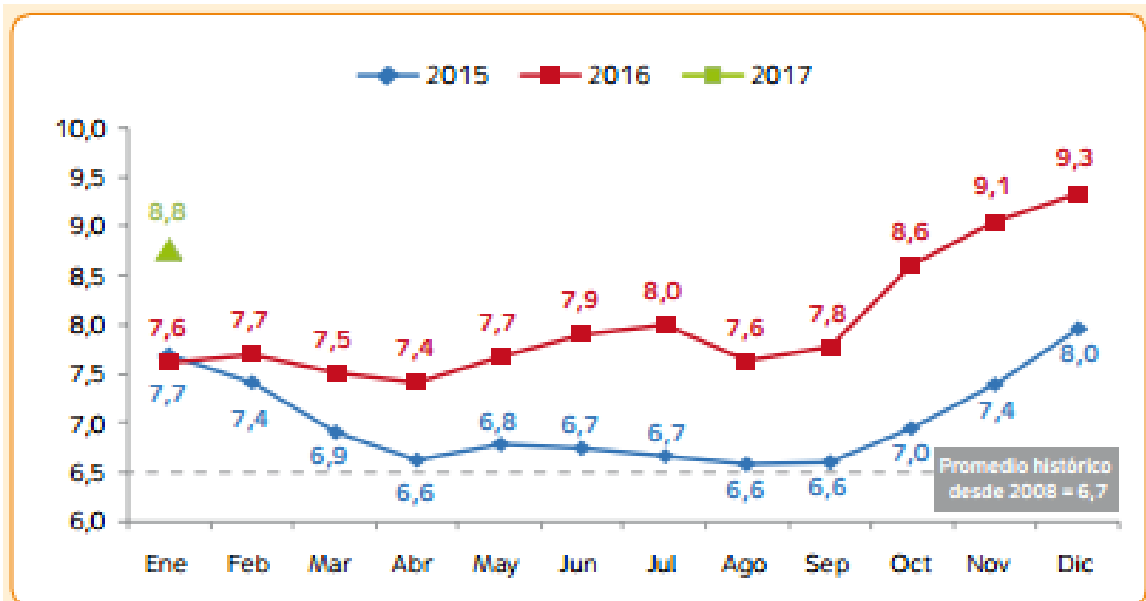
	Censo 2005	%	Estimación (GEIH 2012)	%	Var abs	Var %
Total hogares	8,210,347	100.00	9,996,144	100.00	1,785,797	21.8
Hogares con déficit	2,216.863	27.00	1,647,093	16.48	-569,770	-25.7
Déficit cuantitativo	1,031,256	12,56	554,087	5.54	-477,169	-46.3
Déficit cualitativo	1,185,607	14.44	1,093,006	10.93	-92,601	-7.8

Estimaciones del déficit habitacional en Colombia realizadas por Minvivienda, Planeación Nacional y el Dane.

Fuente: Ministerio de Vivienda.2016

A pesar de los esfuerzos realizados por las principales compañías constructoras del país el sector también se vio afectado por la desaceleración económica mundial, es así como la rotación de inventarios de viviendas subió a nueve puntos tres (9,3) meses en el año dos mil dieciséis (2016) lo cual significa un incremento de dieciséis puntos veinticinco por ciento (16,25%) con respecto al año dos mil quince (2015).

Ilustración 4. Rotación de inventarios de vivienda nueva



Fuente: Camacol.2017

5. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

Gerfor tiene definida sus estrategias organizacionales generales orientadas a buscar el objetivo de sostenibilidad y rentabilidad en el mercado, así como una misión, visión, pilares corporativos y una política de calidad; con base a estas estrategias organizacionales se necesita definir estrategias específicas de misión, visión y objetivo del proceso de manufactura para la planta de inyección de accesorios PVC.

- **Misión:** Fabricamos y Comercializamos tuberías, accesorios, grifería y cubiertas plásticas con tecnologías que **garantizan** la **calidad** y **funcionalidad** de nuestros productos, con precios competitivos, el respeto por el medio ambiente, el desarrollo integral de nuestro equipo humano, y la completa satisfacción de nuestros clientes; generando así bienestar, crecimiento, riqueza y rentabilidad para Colombia, accionistas y empleados en todos los países en que operamos.

- **Visión:** **GERFOR**, se consolidará en el año 2018 como la empresa colombiana **número uno**, líder en la producción y comercialización de tuberías, accesorios, grifería y cubiertas plásticas, en el suministro de soluciones integrales para el mercado del **agua**, con enfoque en los segmentos de la **construcción, infraestructura y riego**.

- **Pilares Corporativos:**

Producto: Calidad percibida.

Portafolio: Brindar a nuestros clientes todos los productos necesarios para satisfacer sus necesidades.

Servicio: Cadena de suministro.

Marca: Posicionamiento.

Eficiencia Operativa: Plantas manufactureras y puntos de distribución.

Modelo de Distribución: Socios estratégicos y Desarrollo de competencias.

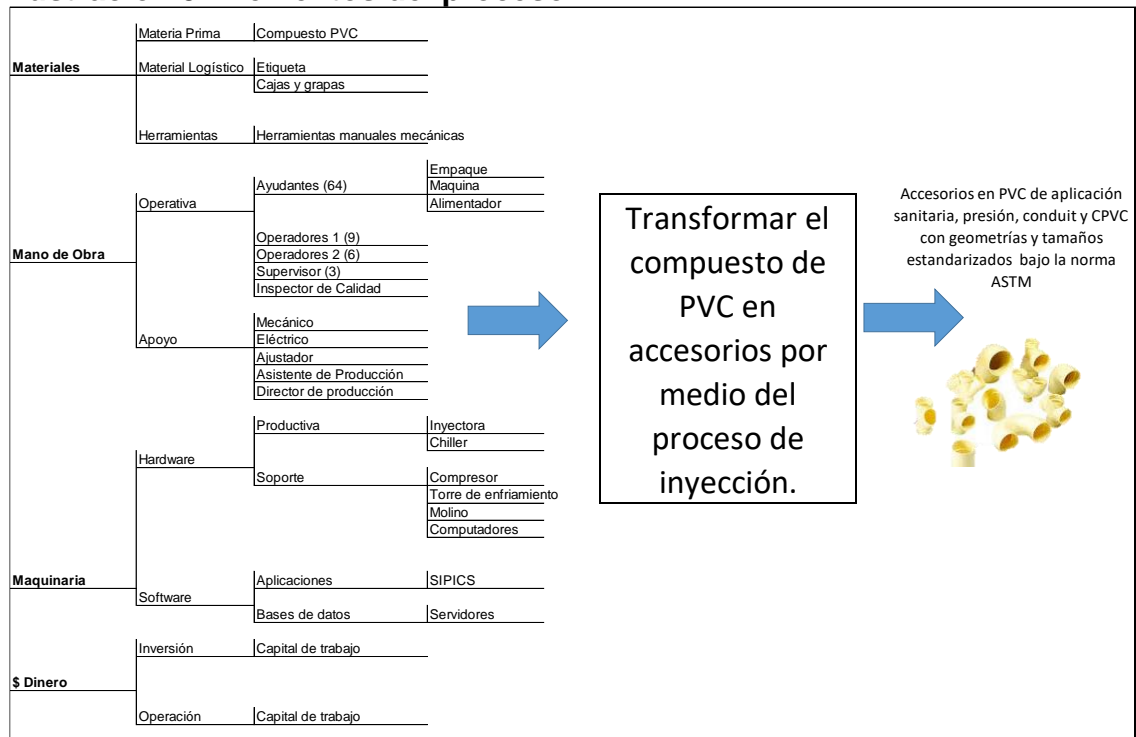
- **Política de Calidad:**

Gerfor se encuentra comprometido con la calidad adoptándola como su filosofía organizacional, la calidad y la eficiencia se encuentran presentes en todas las actividades desarrolladas para el mejoramiento continuo en la búsqueda de la plena satisfacción de nuestros clientes, promedio del enfoque de nuestro personal al cumplimiento de los compromisos adquiridos y les requisitos establecidos para sus productos y servicios

6. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO

6.1 ELEMENTOS DE UN PROCESO (CAJA NEGRA)

Ilustración 5. Elementos del proceso



Fuente: Autores

- MATERIALES

- Materia prima:

- **Compuesto PVC:** Es el material a transformar, clasificado en 4 familias de acuerdo a su aplicación (sanitaria, presión, conduit y CPVC), proviene del área de mezclas donde es preparado en turbo-mezcladores partiendo de una resina de PVC, agregando en fases de mezclado los diferentes aditivos que ayudan a que pueda ser transformado por proceso de inyección y que cumpla con los requisitos de calidad normalizados, se entrega en *big-bag*'s en polvo al área de inyección para ser peletizado y se identifica por su color de acuerdo a su aplicación.

- Material de empaque:
 - **Etiquetas:** Contienen la información de identificación, trazabilidad, unidad de empaque e información de reglamentación técnica que aplica de los productos fabricados. Se instalan en las cajas de empaque de los accesorios en el área de producto terminado.
 - **Cajas y grapas:** Empaque final de los accesorios inyectados, se utilizan 4 tipos de tamaños de acuerdo con el tipo de accesorio y unidad de empaque establecida.
- Herramientas manuales:
 - Grapadoras.
 - Herramientas de corte.

- MANO DE OBRA:

- **Mano de obra operativa:** Es el recurso humano que interviene directamente en el proceso de transformación del producto:
 - **Ayudantes:** Operan cada una de las inyectoras que fabrican los accesorios, empacan producto, realizan inspección primaria de calidad al 100% de los productos inyectados.
 - **Operadores 2:** Realizan ajustes de condiciones de proceso en las inyectoras, apoyan los arranques de proceso, realizan lista de chequeo permanente, registran las variables de proceso para control.
 - **Operadores 1:** Realizan cambios de referencia de los productos en las inyectoras, análisis y solución de defectos de proceso.
 - **Supervisores:** Coordinan las actividades programadas y la correcta administración de los recursos.
 - **Inspector de calidad:** Realiza los diferentes ensayos de laboratorio determinados por la norma respectiva, muestreo para verificar cumplimiento dimensional.

- **Mano de obra de apoyo:** Es el recurso humano que da soporte al proceso de manufactura.
 - **Mecánico:** Realiza mantenimiento preventivo y correctivo respectivamente a los equipos y maquinaria de la planta a nivel mecánico.
 - **Eléctrico:** Realiza mantenimiento preventivo y correctivo respectivamente a los equipos y maquinaria de la planta a nivel eléctrico.
 - **Ajustador:** Realiza mantenimiento preventivo y correctivo respectivamente a los moldes de la planta.
 - **Asistente de producción:** Administra la documentación, nómina y procesos administrativos documentales.
 - **Director de producción:** Funciones de gestión, mejora y control de cumplimiento de los objetivos y metas a través de seguimiento de los indicadores de gestión.

- MAQUINARIA

- **Hardware:** Son equipos y máquinas físicos utilizados en la planta de inyección de accesorios de PVC
 - **Peletizadora:** Transforma el compuesto (materia prima) de estado físico en polvo a *pelets* homogenizados para alimentar las inyectoras
 - **Inyectora:** Es la encargada de transformar el PVC por el proceso de inyección de polímeros.
 - **Compresor:** Encargado de generar el aire comprimido de trabajo para los equipos como moldes y herramientas neumáticas que lo requieren.
 - **Torre de enfriamiento y chiller:** Encargados de enfriar el agua de trabajo utilizado para refrigerar moldes e intercambiadores de calor de las inyectoras.
 - **Molino:** Son los encargados de recuperar el material generado como desperdicio de proceso para ser reutilizado nuevamente.
















- **Computadores:** Son los encargados de recibir información y datos de producción y registrarla en el ERP.
- **Software:** Programas que ayudan a almacenar y organizar la información necesaria para realizar el proceso productivo de tal modo que esté disponible cuando se requiera.
 - SIPICS: ERP
 - Servidores.
 - Dinero
 - Publicidad.
 - Gastos de operación.
 - Infraestructura.
 - Capacitación.
- **MÉTODO**
 - Están definidos por procedimientos, instructivos y normas de acuerdo con el SGS “Sistema de gestión de calidad”:
 - **Procedimientos:**
 - Procedimiento general del proceso de inyección de accesorios PVC.
 - Procedimiento de empaque e identificación de accesorios PVC.
 - Procedimiento para el control de producto no conforme.
 - **Instructivos**
 - Instructivo para iniciar, parar y operar máquina inyectora.
 - Instructivo para alimentar máquinas inyectoras de PVC.
 - **Normas**
 - Fabricación de accesorios PVC para tubería sanitaria bajo norma (NTC-1341), a través del proceso de inyección.
 - Fabricación de accesorios PVC para tubería presión bajo norma (NTC-1339), a través del proceso de inyección.
 - Fabricación de accesorios CPVC para tubería bajo norma (NTC-1062), a través del proceso de inyección.

- Fabricación de accesorios de PVC para tubería Conduit bajo norma (NTC-5442), a través del proceso de inyección.
- Fabricación de accesorios de PVC para tubería de alcantarillado bajo norma (NTC-5442), a través del proceso de inyección.

6.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Teniendo como alcance el análisis para la planta de inyección de accesorios de PVC, se diseña el diagrama de flujo planteado en el VSM para determinar y establecer las actividades que agreguen valor al proceso y que sean netamente necesarias.

Tabla 4. Flujo del proceso

DIGRAMA DE PROCESO PARA INYECCIÓN DE ACCESORIOS EN PVC		
OPERACIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
O-1		REALIZAR PROGRAMA DE PRODUCCIÓN
O-2		GENERAR ORDENES DE PRODUCCIÓN
A-1		EL COMPUESTO ESTÁ EN EL ALMACEN
T-1		LLEVAR EL COMPUESTO A LA INYECTORA
O-3		ALIMENTAR LA INYECTORA
O-4		MONTAR MOLDE
O-5		AJUSTAR PARAMETROS DE LA INYECTORA
O-6		INYECTAR COMPUESTO
O-7		ENFRIAR PIEZAS EN EL MOLDE CON SISTEMA DE REFRIGERACION
O-8		CORTAR SOBRESANTES EN LAS PIEZAS
V-1		VERIFICAR TEXTURA Y ACABADO
D-1		ESPERA HASTA COMPLETAR CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO PROVISIONAL
T-2		TRANSPORTAR EL PRODUCTO TERMINADO AL ÁREA DE EMPAQUE
O-9		EMPACAR PRODUCTO
T-3		TRASLADAR PRODUCTO TERMINADO A ALMACEN

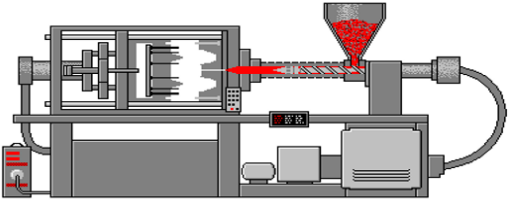
Fuente: Autores

6.3 VSM (VALUE STREAM MAPPING) ACTUAL

- a. **Descripción alcance del proyecto (FICHA DEL PROYECTO):** En esta ficha se definen datos e información de personas que están involucradas en el proyecto, impacto esperado, alcance, problema u oportunidad, objetivos y resultados esperados.

Ilustración 6. Ficha de proyecto VSM

Ficha de Proyecto VSM

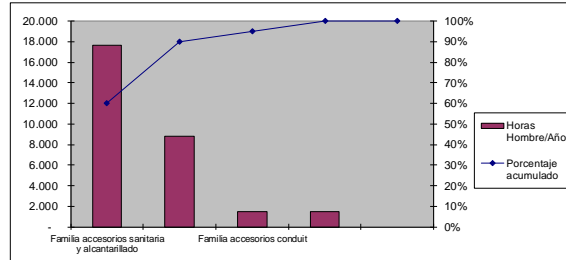
Nombre del Proyecto	Diseño sistema de producción y operación de planta de inyección de accesorios en pvc para incrementar productividad y calidad				
Sponsor del Proyecto:	Presidencia				
Lider del Proyecto VSM:	Gerente de manufactura				
Champion Lean:	Jefe de planta				
Controller Financiero					
Facilitador					
Miembros del Equipo					
Gerente de manufactura Jefe de planta Planeador de la demanda Programador de planta Supervisor de planta Operador inyectora Ayudante de planta					
Impacto en el negocio? Beneficios?					
Impacto en el negocio: Mejorar eficiencia operativa Generar valor agregado: Eliminación de desperdicios, Estandarización del proceso, Uso eficiente de los recursos, desarrollo de las personas Importancia: Ser más competitivos desde el punto de vista de fabricar al mínimo costo posible con la mejor calidad Alineación estratégica: Si, bajo el pilar corporativo (EFICIENCIA OPERACIONAL)					
Describe el Problema o Oportunidad?					
Que ocurre:	Oportunidad de disminución de tiempos en alistamientos, set up, cambios de referencia y transportes				
Cuando ocurre:	Entre procesos y operaciones				
Donde ocurre:	Planta de inyección				
Extensión:					
Quien esta implicado:	Áreas de mantenimiento, moldes, mezclas y producción				
Proceso - Perímetro (Inicio-Fin)					
Proceso: Analizar, evaluar, mejorar y controlar entradas, proceso de operación y salidas del área de inyección. Estandarización de las actividades					
Imagen Visual que ilustra la idea (puede ser un símbolo, un dibujo, una situación,...)					
Clamping Injection Cooling Ejection					
					
Quien es nuestro Cliente o Segmento. Cuales son los problemas del cliente que este proceso resuelve?					
*Cliente interno: Área comercial *Atender la necesidad de la demanda de manera oportuna					
Resultados esperados para la empresa? Como haremos dinero con el proyecto? Ahorro Real - Potencial?					
Bajar los costos de fabricación Eliminar los desperdicios					
Hard Savings: Disminución de tiempos improductivos					
Soft Savings: Horas extras					
Business Gains: Aprovechamiento de la capacidad instalada					
Factores Claves de Éxito-Riesgos-Necesidades de Presupuesto					
Factor clave: Se requiere disposición y mente abierta por parte áreas soporte de producción para realizar cambios Riesgo: Demoras en la ejecución por falta de recurso económico Necesidad de presupuesto: De acuerdo a herramientas y/o equipos, redistribuciones de área y adecuaciones planteadas.					
Objetivos del Proyecto		Medida	Actual	Objetivo	Valor Ideal
Disminuir tiempo de alistamientos, cambios de referencia y set up en las inyectoras		Horas	6 prom	3 prom	2 prom
Disminuir trayectos de transportes de compuestos (materia prima)			TBD	TBD	TBD
Balancear ocupación de inyectoras teniendo en cuenta demanda de cada producto y programación		Porcentaje	Max: 100% Min: 40%	90%	95%

Fuente: Autores

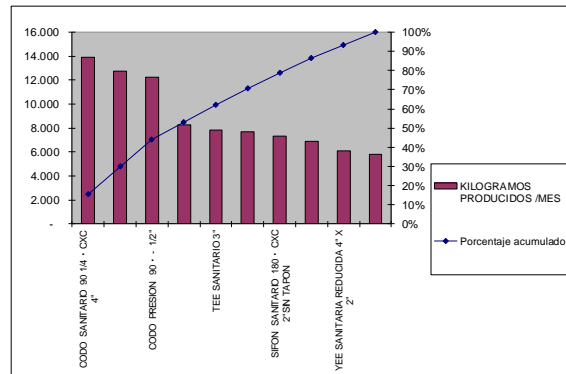
Ilustración 8. Pareto Familias de producto/procesos

Pareto Familias de Producto/Procesos

Familia de Producto / Servicio	Horas Hombre/Año	Porcentaje acumulado
Familia accesorios sanitaria y alcantarilla	17.640	60%
Familia accesorios presión	8.820	90%
Familia accesorios conduit	1.470	95%
Familia accesorios cpvc	1.470	100%
Familia E	-	100%
Familia F	-	100%
Familia G	-	100%
Familia H	-	100%
Familia I	-	100%
Otros	-	100%
	29.400	



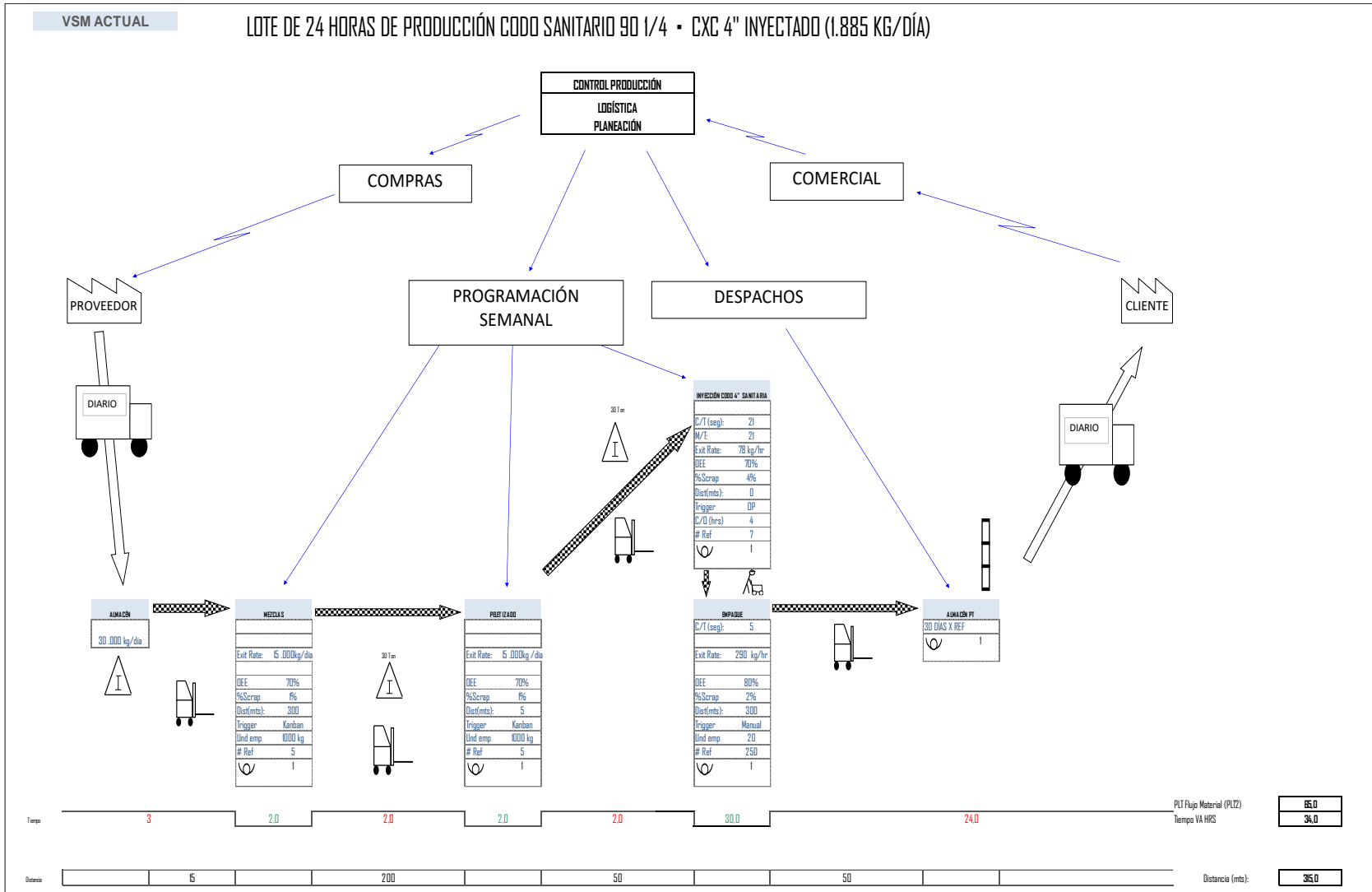
Referencia	KILOGRAMOS PRODUCIDOS /MES	Porcentaje acumulado
CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 4"	13.879	16%
CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 2"	12.764	30%
CODO PRESION 90 · · 1/2"	12.257	44%
YEE SANITARIA 4"	8.296	53%
TEE SANITARIO 3"	7.828	62%
TEE SANITARIO 4"	7.660	71%
SIFON SANITARIO 180 · CXC 2" SIN TA	7.295	79%
CODO SANITARIO 45 1/8 · CXC 4"	6.861	87%
YEE SANITARIA REDUCIDA 4" X 2"	6.110	93%
CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 3"	5.803	100%



Fuente: Autores

- d. **VSM (Value Steam Mapping) actual:** En este esquema identificamos y mapeamos todas las etapas y actividades en la planeación y fabricación del producto con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan impacto sobre toda la cadena de valor y no en procesos aislados.

Ilustración 9. VSM Actual

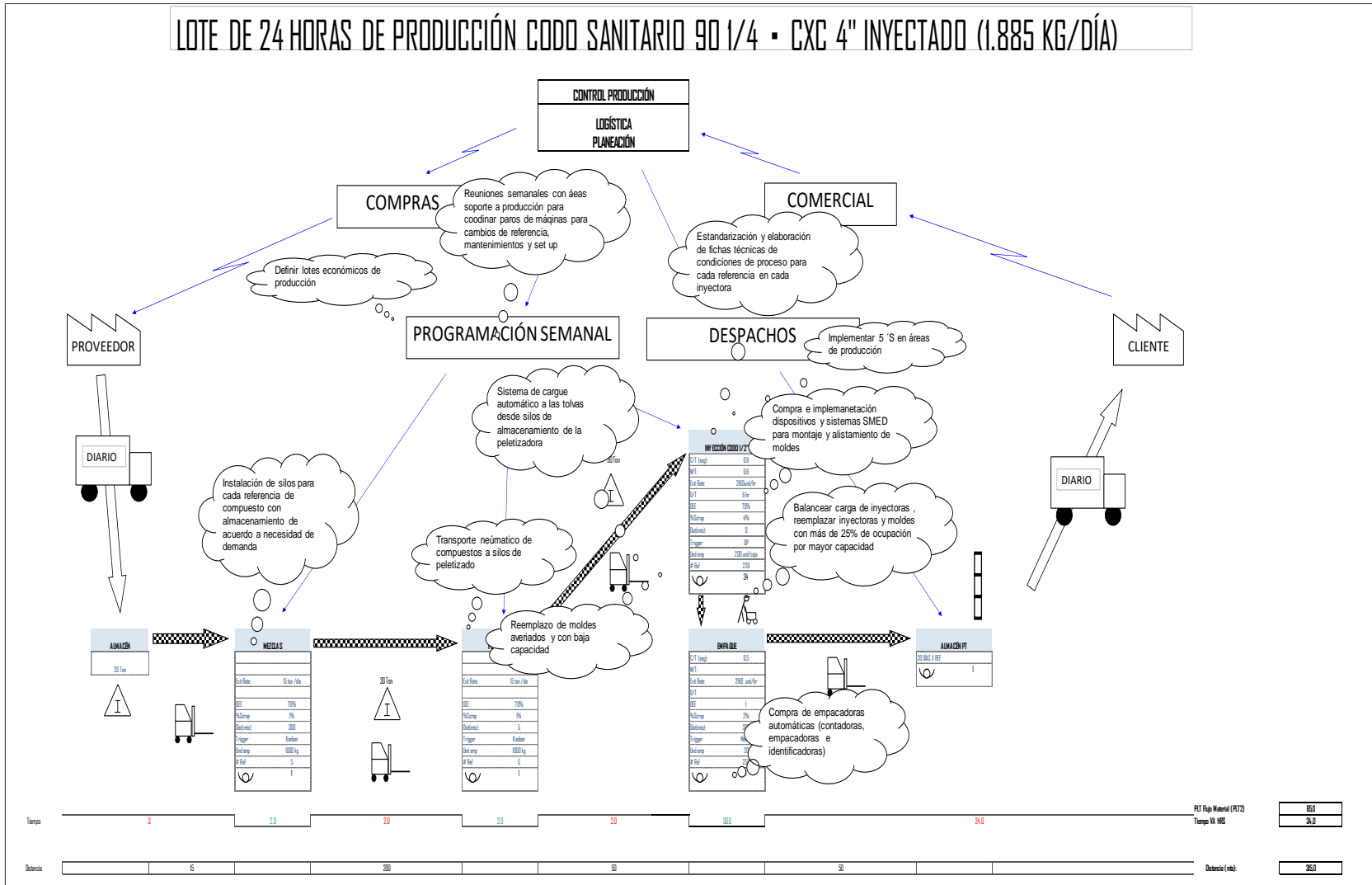


Fuente: Autores

6.4 VSM (*VALUE STEAM MAPPING*) ACTUAL CUESTIONADO:

En este esquema identificamos y mapeamos todas las etapas y actividades en la planeación y fabricación del producto con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan impacto sobre toda la cadena de valor y no en procesos aislados.

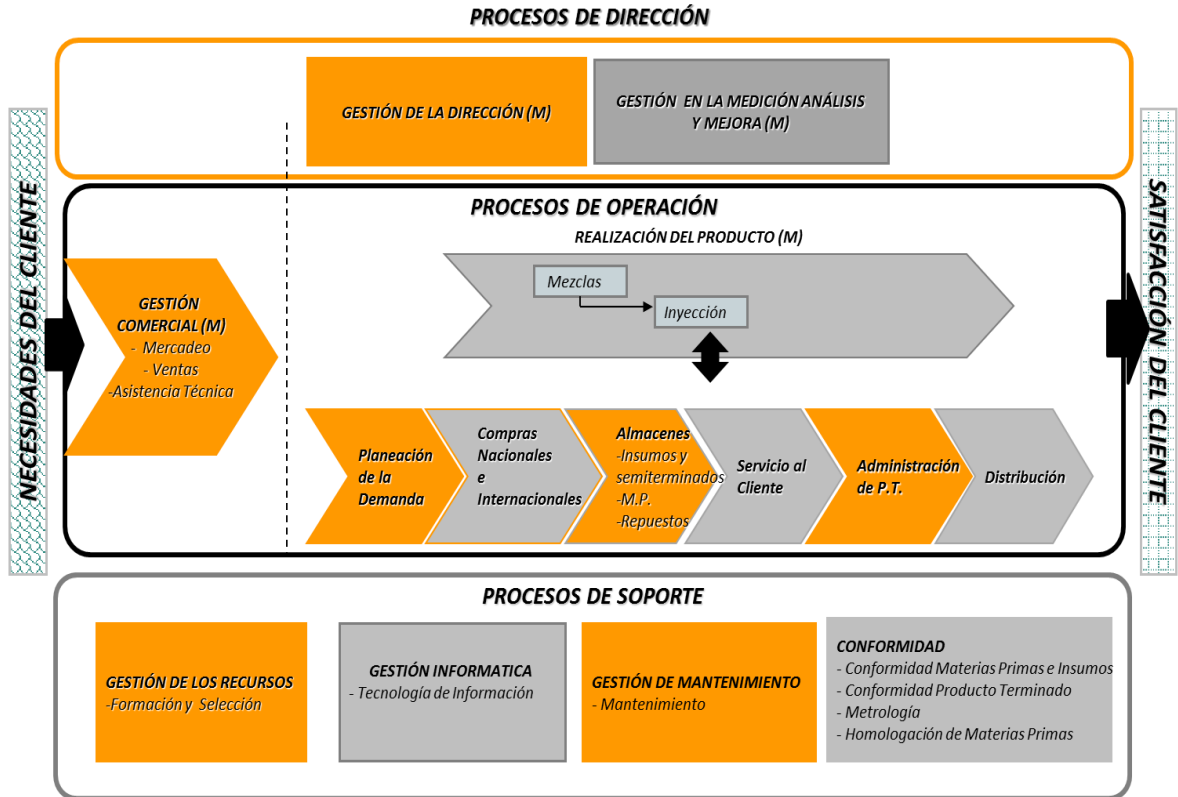
Ilustración 10. VSM Actual cuestionado



Fuente: Autores

6.5 MAPA DE PROCESOS

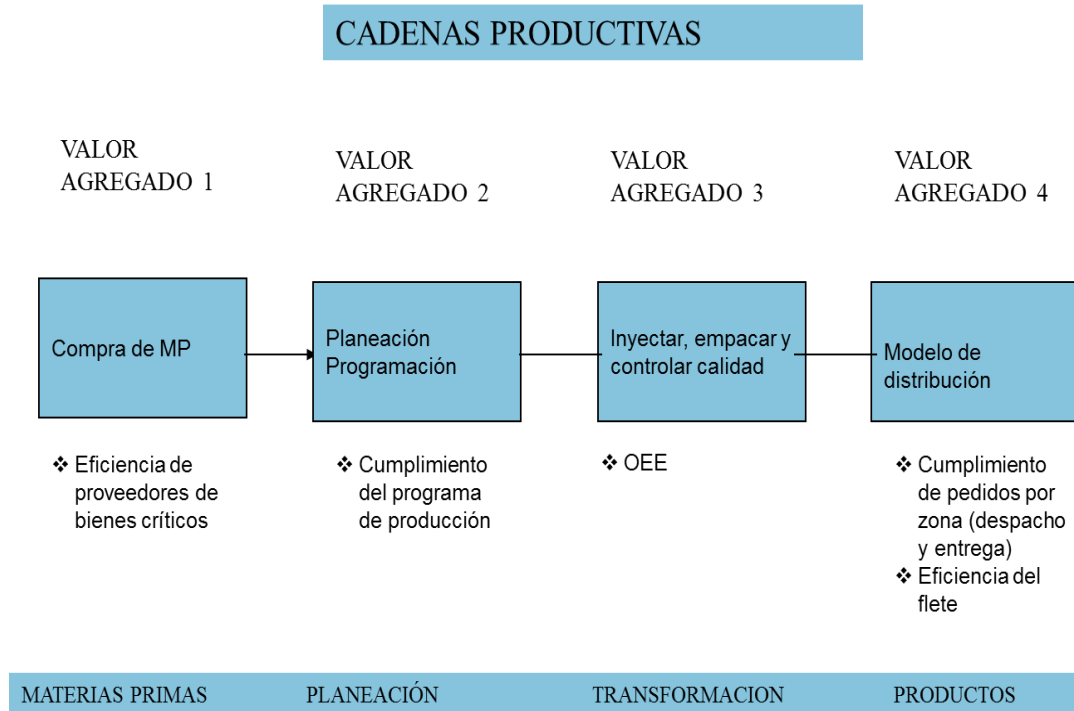
Ilustración 11. Procesos de dirección



Fuente: Autores

6.6 ANÁLISIS DE VALOR EN PROCESOS

Ilustración 12. Cadenas Productivas



Fuente: Autores

6.7 ANÁLISIS DOFA

Tabla 5. Análisis DOFA

DEBILIDADES 1. Mano de obra no calificada. 2. Mantenimiento. 3. Desconocimiento del mercado. 4. Nichos de mercado. 5. Poca participación en municipios de país. 6. Maquinaria obsoleta.	FORTALEZAS 1. Economía. 2. Segmentación del mercado. 3. Infraestructura. 4. Precios competitivos. 5. Mercadeo de servicios. 6. Tiempo. 7. Capacidad de inversión. 8. Capacitaciones. 9. Especialización de productos. 10. Servicio al cliente.
AMENZAS 1. Copia del modelo de negocio. 2. Crecimiento de la competencia. 3. Publicidad negativa. 4. Cambios legislativos. 5. Inventarios y transporte. 6. Unidades estratégicas independientes y sin contrarrestar. 7. Especialización de la competencia.	OPORTUNIDADES 1. Mercado creciente. 2. Mercado institucional. 3. Redes sociales 4. Internet. 5. Universidades. 6. Colegios. 7. Tecnología. 8. Innovación y crecimiento. 9. Nuevos productos. 10. Crecimiento nacional e internacional.

Fuente: Autores

CRUCE DE VARIABLES DOFA

FO: F2+A2 Gracias a la segmentación del mercado que pretendemos realizar podremos conocer más a los clientes y podremos aumentar la participación en el mercado.

FO: F3+A5 La infraestructura que tenemos permitirá que podamos mejorar notablemente la logística de almacenamiento y el desarrollo de nuevas actividades que reflejen los inventarios y el manejo que poco a poco se está estableciendo para el mejoramiento continuo.

FD: F8+A2+A7 El desconocimiento no puede ser excusa suficiente para no trabajar con nuestros productos, es por ello por lo que desarrollaremos capacitaciones permanentes en los colegios, universidades, instituciones, clientes fieles y quienes desean conocer más de las ventajas de trabajar con nuestros productos.

AO: A1+O8+O9 El constante crecimiento de la construcción ha hecho y seguirá haciendo, un constante desarrollo e innovación de productos y servicios que vienen de los mismos clientes y así mismo de la llegada de los productos importados y especializados que hacen más competitivo a las empresas nacionales.

AO: A3+O3+O7 La publicidad negativa que tratan de mostrar las empresas de construcción, mampostería tradicional y otros sectores que son competencia directa e indirecta, puede contrarrestarse con el uso de las redes sociales bien utilizadas y la página de internet, con mailing y correos directos que muestren las ventajas del sistema.

DO: D6+O7 La capacidad actual individual de las inyectoras es menor en comparación con las nuevas tecnologías que existen en el mercado, la cuales permiten inyectar mayor cantidad de toneladas por hora y generan menores desperdicios.

6.8 ANÁLISIS PEST

Tabla 6. Análisis PEST

<p style="text-align: center;">Políticos</p> <ul style="list-style-type: none">* Proceso de Paz con "Guerrillas"* Plan de desarrollo económico, con alta inversión en acueductos y saneamiento básico.	<p style="text-align: center;">Económicos</p> <ul style="list-style-type: none">* Desaceleración de la economía mundial* Devaluación del peso Colombiano.* Tratados de libre comercio
<p style="text-align: center;">Socio Culturales</p> <ul style="list-style-type: none">* Déficit en vivienda de interés social.* Programa Agua para la Prosperidad - Planes departamentales de Agua (PAP-PDA)	<p style="text-align: center;">Tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none">* Ingreso al mercado de productos en polietileno reticulado.

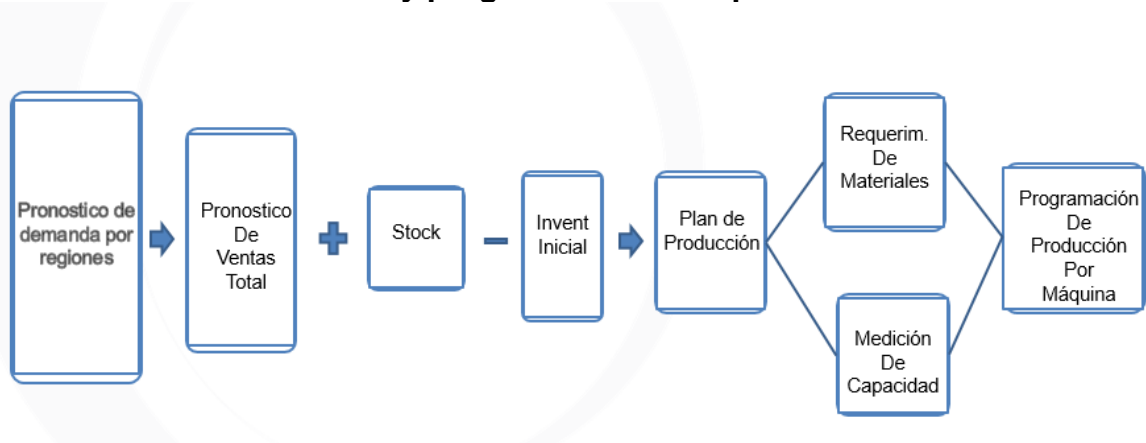
Fuente: Autores

7. DIAGNÓSTICO DE LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

7.1 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Comprende técnicas necesarias para administrar todo el proceso de la planta de inyección de accesorios de PVC, desde la fuente del material hasta la distribución de los productos. En el siguiente esquema se muestra el mapa conceptual del proceso de planeación y programación de la producción:

Ilustración 13. Planeación y programación de la producción.



Fuente: PVC Gerfor.2016

7.2 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN:

La base para poder realizar la programación de la producción es la asignación estándar de los recursos asociada a cada producto con el fin de garantizar el balanceo de cargas de trabajo y así el cumplimiento del programa de producción. La herramienta para realizar la programación de la producción es el “Diagrama de Gantt”, un diagrama gráfico donde se expone el tiempo de dedicación para la fabricación de cada producto en cada máquina, la unidad a registrar diariamente son las unidades producidas

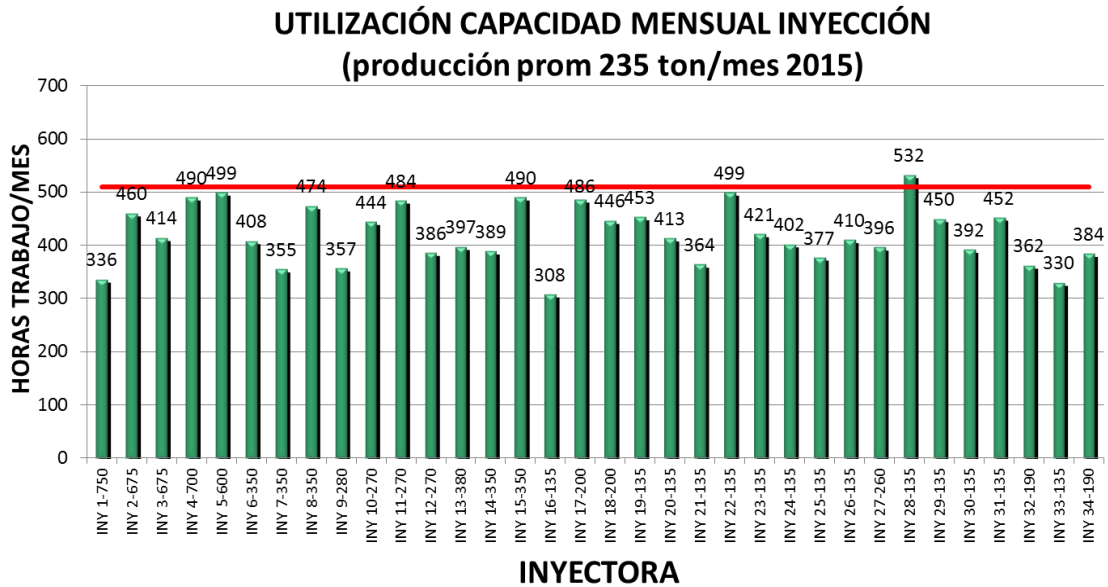
Tabla 7. Diagrama de Gantt

		11:51:59	3 de junio de 2016														
Maquina	Codigo	Producto	Cant.	Unid.	Kilos	Unid./Hora	3-jun	4-jun	5-jun	6-jun	7-jun	8-jun	9-jun	10-jun	11-jun	12-jun	
			Unid.	Unid.	Unid.	Unid.	vie	sab	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sab	dom	
INY No. 1	300057	CODO PRESION 90 - - 1/2"	630.000	10.268	2133	38400	51200										
INY No. 2	304131	CODO REVENTILADO 90 1/4 · CXC 4"X2"	1.700	230	40	512											
	300129	TEE SANITARIO 4"	11.000	6.490	92			1772			2215	2215	2215	2215	366		
	300119	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 4"	3.000	1.332	80										803		
	304688	YEE SANITARIA 6 X 4"	1.000	1.680	25												
	304644	YEE SANITARIA 4"X3"	2.500	1.465	78												
INY No. 3	300128	TEE SANITARIO 3"	15.000	4.394	86	1543	2057				2057	2057	2057	2057	796		
	304134	TEE DOBLE REDUCIDA 2 X 4 X 2"	1.500	594	47										318		
	300139	YEE SANITARIA 3"	5.000	1.980	111												
INY No. 4	300116	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 3"	65.000	13.883	232	4181	5574				5574	5574	5574	5574	5574		
	300118	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 4"	24.000	10.896	173												
	300114	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 2"	60.000	6.360	823												
INY No. 5	300094	TEE PRESION 4"	2.228	1.662	19	345	460				429						
	300084	TEE PRESION 1/2"	330.000	9.240	2095							41074	50269	50269	50269		
	304976	CODO 45° CXC 160 MM INYECTADO	2.000	1.360	48												
	304976	CODO 45° CXC 160 MM INYECTADO	740	503	48												
	305009	CODO 45° CXC 160 MM INYECTADO	600	408	48												
	300064	CODO PRESION 90 · - 4"	1.000	961	18												
	300026	ADAPTADOR MACHO 1/2"	70.000	840	2400												
INY No. 6	304144	YEE SANITARIA 2"	20.000	2.100	138	2492	3323				3323	3323	1728				
	300141	YEE SANITARIA 4"	16.000	11.632	36								271	864	864		
INY No. 7	300192	CODO SANITARIO 45 1/8 · CXC 4"	31.000	7.152	111	1994	2658				2658	2658	2658	2658	2658		
	300132	CODO SANITARIO 45 1/8 · CXC 3"	22.000	3.828	97												
INY No. 8	300115	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 2"	51.000	4.002	267	4800	6400				6400	6400	6400	6400	950		
	300127	TEE SANITARIO 2"	20.000	3.080	215										3533		
	300117	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 3"	3.800	965	39												
	304285	CODO REVENTILADO 90 1/4 · CXC 3"X2"	1.200	318	40												
	300106	SIFON SANITARIO 135 · CXC 4"	1.000	818	31												
INY No. 9	300086	TEE PRESION 1"	39.000	1.647	400	7200	9600				8150						
	304142	BUJE SOLDADO SANITARIO 6 X 4"	1.100	579	38						23	900	177				
	300138	UNION SANITARIA 6"	3.300	1.980	33								543	800	800		
	304463	UNION SANITARIA 6" GRIS-G-	100	57	33												
	300136	UNION SANITARIA 3"	19.000	2.280	206												
	300100	UNION PRESION 2"	10.000	850	339												
	300109	BUJE SOLDADO SANITARIO 4"X2"	7.000	1.617	103												
	300085	TEE PRESION 3/4"	10.000	400	384												
INY No. 10	300142	YEE SANITARIA 3"X2"	5.500	1.015	58	1045	1394				1001						
	300721	TEE SANITARIA REDUCIDA 4 X 2"	4.300	1.557	44						167	1067	1067	1067	933		
	300722	TEE SANITARIA REDUCIDA 4"X3"	1.200	617	42										0		
	300112	CODO SANITARIO 90 1/4 · CXC 1 1/2"	75.000	6.000	272												

Fuente: Autores

7.3 ANÁLISIS BALANCEO ESTACIONES DE TRABAJO

Ilustración 14. Utilización capacidad mensual inyección.



Fuente: Autores

En esta fase analizamos las cargas de las estaciones de trabajo con el fin de identificar causas que generen desbalanceo de las máquinas o procesos; como lo muestra la gráfica logramos encontrar que actualmente no se tiene en cuenta el balanceo de las líneas dentro de la planificación.

7.4 DIAGNOSTICO DE OCUPACION DE MAQUINAS POR ACCESORIO.

Tabla 8. Diagnóstico de ocupación de máquinas por accesorio

No Molde	Codigo	Accesorio	Inyectora	Odo	Peso Kg	Shot Cav	Piezas PVC	Unds venta Prom/ mes	Horas/ mes	% Ocup iny (510 hrs disp/mq)	Dias a trabajar/ mes	KILOS MES	OB SERVACIÓN	
1	297	300122	CODO SANITARIO 45 1/8 · CIC 2"	INY 28-135	50	0,068	2	135,8	53.350	370	104,3%	23	3.622	Solo existe 1 molde, no hay backup (fabricar molde)
2	297-1	300123	CODO SANITARIO 45 1/8 · OE 2"	INY 28-135	50	0,068	1	68,0	10.573	162			719	
3	57	300141	YEE SANITARA 4"	INY 6-350	110	0,727	1	727,0	13.351	408	80,0%	17	9.707	Alta ocupación de una inyectora
4	268	300124	SIFON SANITARIO 180 · CIC 2" 9N	INY 12-270	70	0,215	2	430,0	39.697	386	75,7%	16	8.535	Alta ocupación de una inyectora
5	58	300140	YEE SANITARA REDUCIDA 4" X 2"	INY 15-350	85	0,458	1	458,0	15.609	369	72,4%	15	7.149	Alta ocupación de una inyectora
6	291	300057	CODO PRESION 90 · - 1/2"	INY 1-750	54	0,020	32	640,0	717.034	336	65,9%	14	14.341	Existen dos moldes de 32 cav, no se requiere molde adicional
7	49	300132	CODO SANITARIO 45 1/8 · CIC 3"	INY 14-350	74	0,174	2	348,0	26.099	268	52,5%	11	4.541	Alta ocupación de una inyectora
8	59	300128	TEE SANITARIO 3"	INY 3-675	68	0,348	2	696,0	26.318	249	48,8%	10	9.159	Molde estandar y molde backup deteriorados
9	306	300192	CODO SANITARIO 45 1/8 · CIC 4"	INY 11-270	65	0,294	2	588,0	27.304	246	48,2%	10	8.028	Alta ocupación de una inyectora
10	112	300017	ADAPTADOR HEMBRA 1/2" X 1/2"	INY 25-135	45	0,017	8	136,0	156.847	245	48,0%	10	2.666	Alta ocupación de una inyectora
11	233	300137	UNION SANITARA 4"	INY 17-200	57	0,186	2	372,0	30.633	243	47,6%	10	5.698	Alta ocupación de una inyectora
12	264	300112	CODO SANITARIO 90 1/4 · CIC 1 1/2"	INY 10-270	53	0,080	4	320,0	65.300	240	47,1%	10	5.224	Alta ocupación de una inyectora
13	197	304487	CODO CPVC 90 · - 1/2"	INY 20-135	48	0,012	4	48,0	66.701	222	43,5%	9	800	Solo existe 1 molde, no hay backup
14	263	300028	ADAPTADOR MACHO 1"	INY 34-190	70	0,026	4	104,0	45.087	219	42,9%	9	1.172	Alta ocupación de una inyectora
15	285	300118	CODO SANITARIO 90 1/4 · CIC 4"	INY 4-700	83	0,454	4	1816,0	35.768	206	40,4%	9	16.239	Alta ocupación de una inyectora

Fuente: Autores

En esta fase analizamos la ocupación de las maquinas por cada producto identificando los que requieren mayor cantidad de horas máquina, donde los productos que tienen una ocupación mayor al 50% fueron catalogados como críticos por restar flexibilidad de fabricación para todo el catalogo que se oferta actualmente.

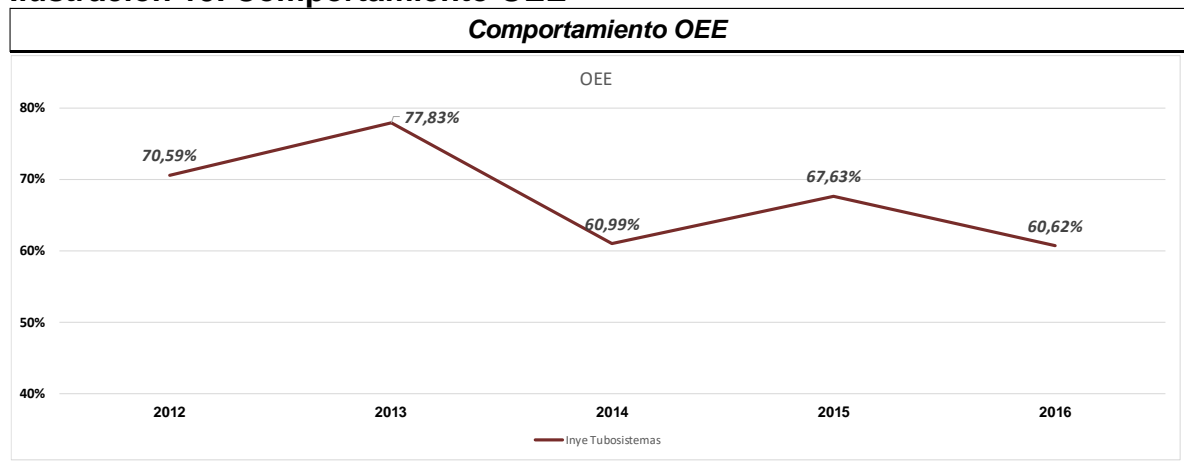
8. DIAGNOSTICO GLOBAL POR INDICADORES

En la planta de inyección tubosistemas actualmente se tienen los siguientes indicadores de seguimiento para el control de proceso:

- Eficiencia (%): Está relacionado con la razón que indica los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: Tiempo fabricación de un producto, razón de piezas / hora
- Utilización (%): Corresponde al uso de los recursos en función del tiempo disponible
- *Scrap* (producto no conforme) (%): Indica la relación de producto defectuoso fabricado con respecto al producto conforme producido

Para evaluar y comparar el diagnóstico del comportamiento de los indicadores actuales se tiene en cuenta el concepto de cálculo del indicador OEE que se compone de los mismos tres factores relacionados en los indicadores actuales el OEE en un factor entre disponibilidad, rendimiento y calidad (OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad), y se clasifica el valor actual de acuerdo con los valores de planta de clase mundial o modelo de excelencia:

Ilustración 15. Comportamiento OEE



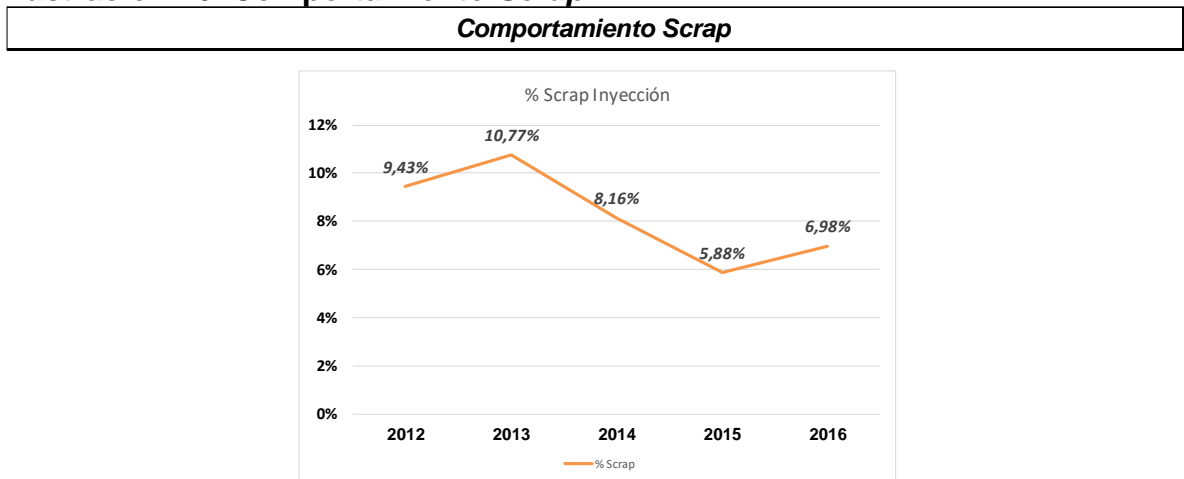
Fuente: PVC Gerfor.2016

- OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

- 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la “Clase Mundial”. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores “Clase Mundial”. Buena competitividad.
- OEE > 95% Excelencia. Valores “Clase Mundial”. Excelente competitividad.
Fuente (Wikipedia, 2014)

De acuerdo con la clasificación relacionada, se obtiene que el posicionamiento de la planta de inyección PVC para la planta de PVC Gerfor con un valor promedio de 67,5% OEE, se encuentra en una posición “65% < OEE < 75% Regular” lo que significa una baja competitividad para empresas de su tipo, pero aceptable si se está en proceso de mejora o implementación de estrategias que incrementen su OEE.

Ilustración 16. Comportamiento Scrap

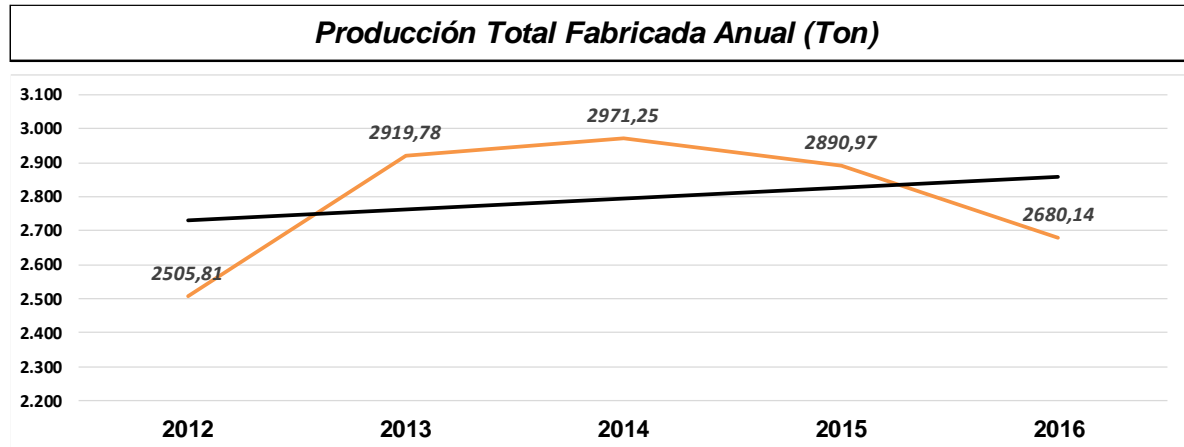


Fuente: PVC Gerfor.2016

Se define como “Scrap” el producto fabricado no conforme que presenta defectos, incumplimientos con los requisitos o especificaciones de calidad, este indicador refleja una cifra promedio de 8,22% de producto no conforme generado con respecto a la producción buena producida, si bien el indicador refleja una

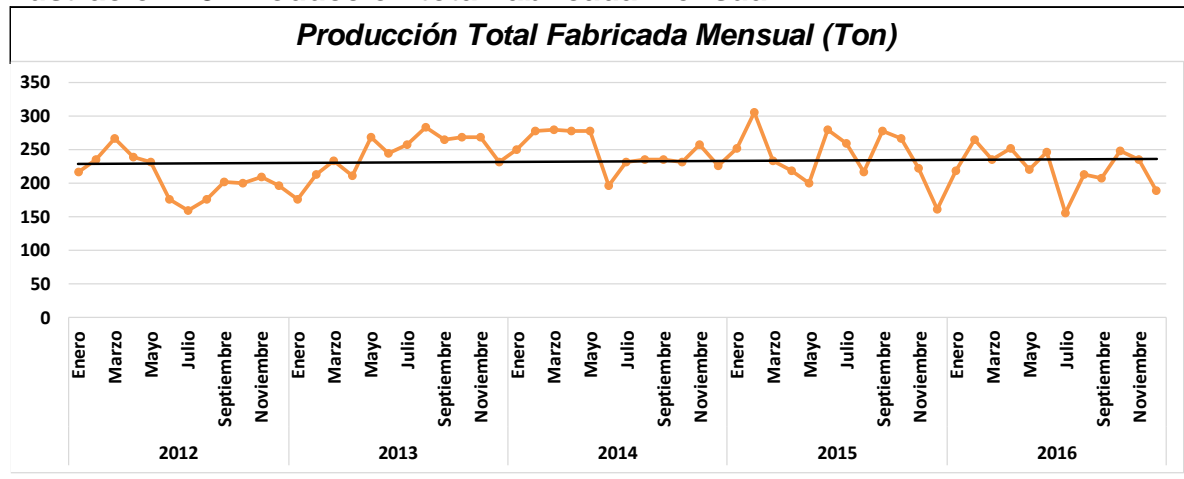
tendencia positiva en su comportamiento, la oportunidad de reducir esta cifra está dada en función de la estabilidad del proceso y el análisis de las causas puntuales que genera los defectos de los productos.

Ilustración 17. Producción total fabricada anual



Fuente: (PVC Gerfor, 2016)

Ilustración 18. Producción total fabricada mensual



Fuente: PVC Gerfor.2016

El indicador de cumplimiento del programa de producción está en función del volumen de producción fabricado mensual de acuerdo al plan de producción, de este indicador podemos concluir que se refleja una variación constante y alta en los volúmenes de producción a fabricar generando posibles inestabilidades al proceso, sub-utilización de los recursos en los picos bajos o generación de sobre costos de fabricación en los picos altos por necesidad de sobretiempos para

cumplir el programa de producción por falta de capacidad teniendo en cuenta que el diagnóstico de capacidad utilizada real es de 235 ton/mes para la demanda de la mezcla de productos actual y se encuentran picos de hasta 300 ton/mes producidas.

9. ANALISIS DE ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA

Actualmente la planta de accesorios cuenta con 34 máquinas inyectoras de las cuales 8 tienen más de 25 años de uso, este grupo de máquinas tienen desempeños menores comparados con las más recientes.

La capacidad de producción actual es de 250 toneladas, distribuidas como lo muestra la siguiente gráfica.

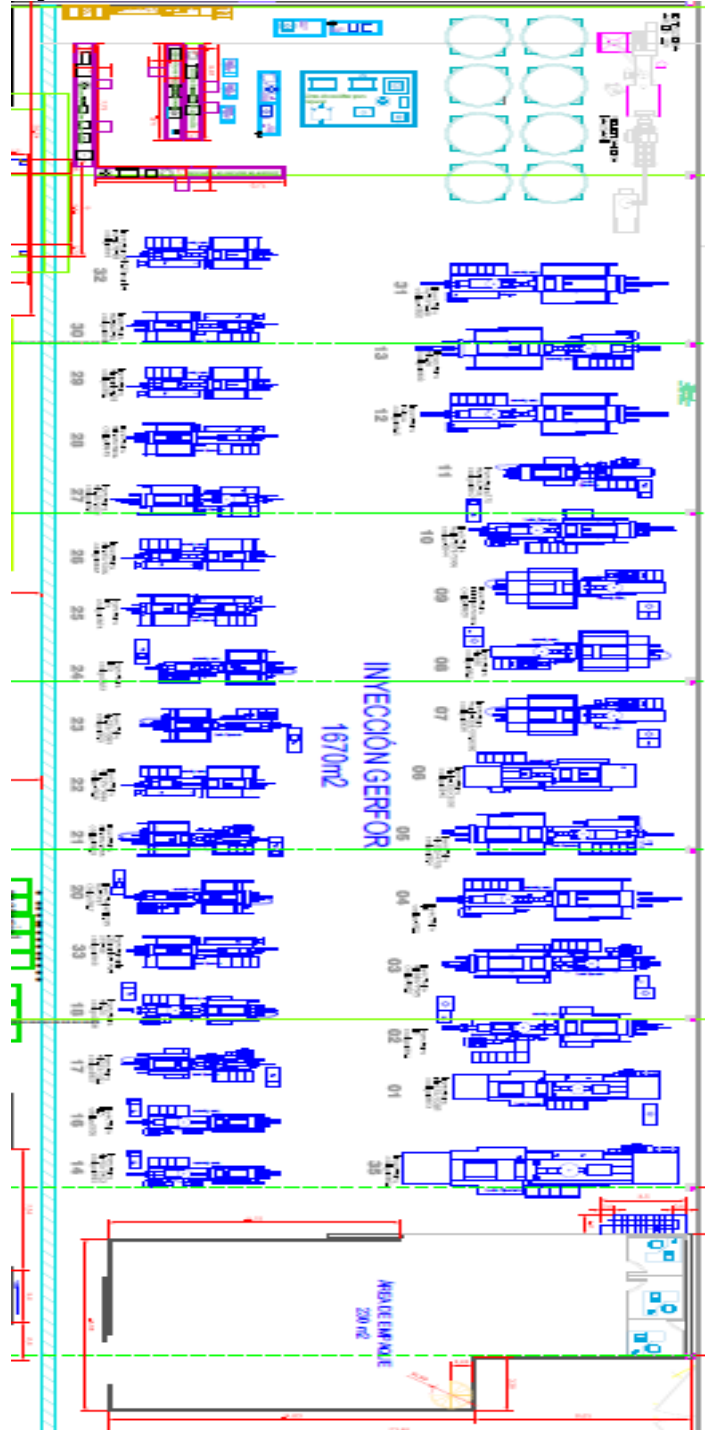
Tabla 9. Estado actual de inyectoras

ESTADO ACTUAL				
250 TON				
Grupo (ton)	Cantidad inyectoras	kg producidos	% participación	Cant referencias
1000	0	0	0	0
600-750	5	94.000	40%	33
350-380	6	48.000	20%	35
260-280	5	39.500	17%	29
190-200	4	19.500	8%	24
135	14	34.000	14%	167
TOTAL	34	235.000	100%	288

Fuente: PVC Gerfor.2016

10. DISEÑO ACTUAL DE LA PLANTA (LAYOUT)

Ilustración 19. *Layout* Actual



Fuente: Autores

11. IMPACTO DEL PROYECTO

Como respuesta a las nuevas dinámicas del sector construcción y la alta competencia generada por la gran cantidad de las compañías que están incursionando en el mercado colombiano, este proyecto busca diseñar y proponer un sistema de producción y operaciones, aumentando la capacidad productiva de la compañía mediante la eliminación de desperdicios a través de procesos productivos enmarcado en el modelo de *Lean Manufacturing*.

Adicionalmente, las mejoras producidas como resultado de la implementación de este proyecto estarán enfocadas en el aumento de la participación en el mercado de la compañía y la maximización de sus utilidades.

12. OBJETIVOS

12.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de producción y operaciones para una planta de inyección de accesorios de PVC basado en modelos de eliminación de desperdicios optimizando productividad y calidad

12.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico de mercado del sector de la construcción para determinar la capacidad instalada requerida para la demanda de accesorios de PVC.
- Proponer un diseño de sistema de producción y operaciones para una planta de inyección de accesorios de PVC.
- Analizar e identificar brechas del sistema de producción y operaciones actual y el propuesto.
- Evaluar la capacidad instalada para afrontar los nuevos retos del mercado de accesorios de PVC para tuberías.
- Proponer un plan para disminuir la cantidad de desperdicios del sistema.
- Identificar y diseñar herramientas de seguimiento y medición para el sistema de producción y operaciones propuesto.

13. ALCANCE

El presente proyecto de acuerdo con los objetivos planteados tiene como finalidad diseñar un sistema de producción y operaciones partiendo del modelo actual de la planta de inyección de accesorios de PVC en la empresa PVC Gerfor S.A. basado en la filosofía de disminución de desperdicios, uso eficiente de los recursos, control de proceso y que pueda ser implementado para mantener la competitividad en el mercado.

14. VARIABLES

14.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Sistema de producción y operaciones

14.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

14.3 VARIABLES TANGIBLES

- Inyectoras
- Compuestos PVC
- Moldes
- Cajas de empaque
- Etiquetas
- Infraestructura
- Accesorios fabricados
- Productos no conformes

14.4 VARIABLES INTANGIBLES

- Software ERP "SIPICS"
- Aptitudes, actitudes y formación del personal
- Estructura Organizacional de la planta de inyección actual
- Capacidad instalada de la planta de inyección
- Capacidad utilizada de la planta de inyección
- Flujo del proceso
- Planeación y programación de los recursos

14.5 VARIABLES ESTRATÉGICAS O DE GESTIÓN:

- Planeación estratégica
- Matriz DOFA
- Segmentos del mercado
- Participación en el mercado
- Tendencias y proyecciones
- Estructura organizacional
- Pilares corporativos

- Política de calidad
- Visión y misión
- Cadena de valor
- Demanda del mercado

14.6 VARIABLES NORMATIVAS:

Normas Técnicas Colombiana NTC-1341, NTC-1339, NTC-1062, NTC-5442,

15. HIPÓTESIS INICIAL

El diseño y reevaluación del sistema de producción y operaciones teniendo como referencia la planta de inyección de accesorios de PVC Gerfor, permitirá optimizar la productividad, mejorar la calidad de los productos fabricados y lograr una estandarización de proceso para mantener su competitividad en el mercado. Este diseño tiene inicialmente un diagnóstico del diseño actual para identificar las oportunidades de mejora y diseño del esquema de proceso que tenga como finalidad el uso adecuado de los recursos de manufactura.

16. METODOLÓGIA INICIAL

Para diseñar el sistema de producción y operaciones en la planta de inyección de accesorios PVC en Gerfor, se establecerán unas fases de estudio del estado actual del proceso donde se obtendrá información estadística y tendencias de los elementos y producto.

1. Estadístico actual de ventas, producción e inventarios de los productos fabricados basado en datos reales de los últimos 3 años
2. Diagnóstico y cuantificación de los elementos del proceso de inyección actualmente
3. Evaluación de los indicadores que se requieren para medir y controlar las variables del proceso.
4. Tendencias del mercado asociado a cada producto
5. Ingeniería actual de cada producto fabricado

Después de recopilar y analizar los datos actuales se procede a diseñar un modelo lógico basado en metodologías de balanceo, estandarización, uso eficiente de los elementos del proceso y con mayor índice de productividad.

17. POSIBLES PRODUCTOS POR OBTENER

Los resultados a obtener en este proyecto son:

- Diagnóstico del sistema actual de producción de PVC Gerfor para la fabricación de accesorios de PVC
- Diseño del sistema de producción y operaciones para la planta de inyección de accesorios PVC en PVC Gerfor S.A.
- Sistema de indicadores de control tácticos y operativos para garantizar el control de proceso
- Herramienta para calcular y determinar la capacidad instalada y necesaria para atender la demanda del mercado

18. DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

18.1 REDISEÑO ESTRATÉGICO

18.1.1 Objetivo estratégico de producción y operaciones.

Fabricar accesorios en PVC de manera oportuna garantizando cumplimiento de especificaciones, utilizando eficientemente los recursos

18.1.2 Misión y visión del sistema de producción y operaciones.

Misión:

Inyectamos accesorios de PVC, de manera eficiente y eficaz cumpliendo las especificaciones normativas, buscando la completa satisfacción del cliente.

Visión:

En el 2018 tendremos una planta de inyección de accesorios con indicadores de eficiencia global con niveles de clase mundial (Entre 85 y 95%).

18.1.3 Nuevas metas estratégicas de producción.

Incrementar el OEE de la planta de inyección a valores de clase mundial entre el 85% y el 95%

- Indicador objetivo:
 - *El OEE se calcula en base a tres factores que determinan la productividad de las máquinas:*
 - *OEE= Disponibilidad * Rendimiento * Calidad*
 - *Disponibilidad %: Medida como el cociente entre el Tiempo Productivo y el Tiempo Disponible*
 - *Rendimiento %: Medido como el cociente entre la Producción Real y la Capacidad Productiva*
 - *Calidad %: Medido como el cociente entre la Producción Buena y la Producción Real.*

- Estrategias:
 - **Disponibilidad:**
 - Maquina: Asegurando la disponibilidad y confiabilidad de maquinaria ejecutando mantenimientos preventivos programados de acuerdo con una planeación anual
 - M.O.: Garantizando el número de personas requerido para operar la planta de acuerdo a lo presupuestado anualmente
 - Molde: Asegurando la disponibilidad de los moldes de las referencias requeridas en cada programa de producción ejecutando mantenimientos preventivos de acuerdo a una planeación anual
 - Materiales: Mantener los inventarios de compuestos de manera controlada requeridos para cumplir el programa de producción
 - **Rendimiento:**
 - Máquina: Asegurando el desempeño requerido de la maquinaria para garantizar el aprovechamiento de la capacidad teórica
 - M.O.: Garantizar la competencia de los funcionarios Gerfor que afectan la calidad de nuestros productos y servicios
 - Moldes: Asegurar la eficiencia de trabajo de los moldes
 - **Calidad:**
 - Asegurando el cumplimiento normativo y reglamentario de los productos, así como los requisitos adicionales de la organización y de nuestros clientes

Cumplir el programa de producción mensual de manera asertiva 100%

- Indicador objetivo:
 - $\text{Cumplimiento del programa de producción} = (\text{Kg producidos} / \text{Kg planeados}) * 100$
- Estrategias
 - Aseguramiento de la cadena garantizando una programación de producción adecuada a la capacidad de planta y la gestión de materias primas e insumos, equipos, repuestos y servicios asociados.

18.1.4 Decisiones estratégicas de producción

Tabla 10. Decisiones estratégicas de producción

TIPO DE DECISIONES	Decisiones (Estratégicas)	Decisiones (Tácticas)
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> •Fijar modelo de eficiencia operativa •Determinar indicadores de medición y control 	<ul style="list-style-type: none"> •SMED moldes •Análisis de pérdidas por disponibilidad •Análisis de pérdidas por rendimiento •Análisis de pérdidas por calidad
CAPACIDAD	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar número de inyectoras •Determinar número de trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> •Balancear cargas en inyectoras •Distribución y rotación de trabajadores
INVENTARIOS	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar niveles de inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> •Priorizar y secuenciar programación de cada producto
TALENTO HUMANO	<ul style="list-style-type: none"> •Identificar necesidad de formación de los empleados 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar plan de formación y capacitación
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar política de calidad y alinear a necesidad del cliente 	<ul style="list-style-type: none"> •Controlar producto bajo estándares y tolerancias fijadas
INNOVACION	<ul style="list-style-type: none"> •Diseño de procesos automatizados 	
TECNOLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> •Diseño de herramientas 	

Fuente: Autores

18.2 DISEÑO OPERACIONAL

18.2.1 Diseño VSM propuesto

En esta fase se modela la aplicación de las propuestas realizadas en la fase del VSM cuestionado y se realiza un VSM futuro simulando el mapeo del proceso con las acciones implementadas, se registran los planes de acción en una plantilla para determinar tipo de acción, impacto, fechas y responsables.

Para determinar plan de implementación se realiza una matriz de priorización para clasificar cada acción de acuerdo con la complejidad de implementación vs nivel de beneficio a obtener.

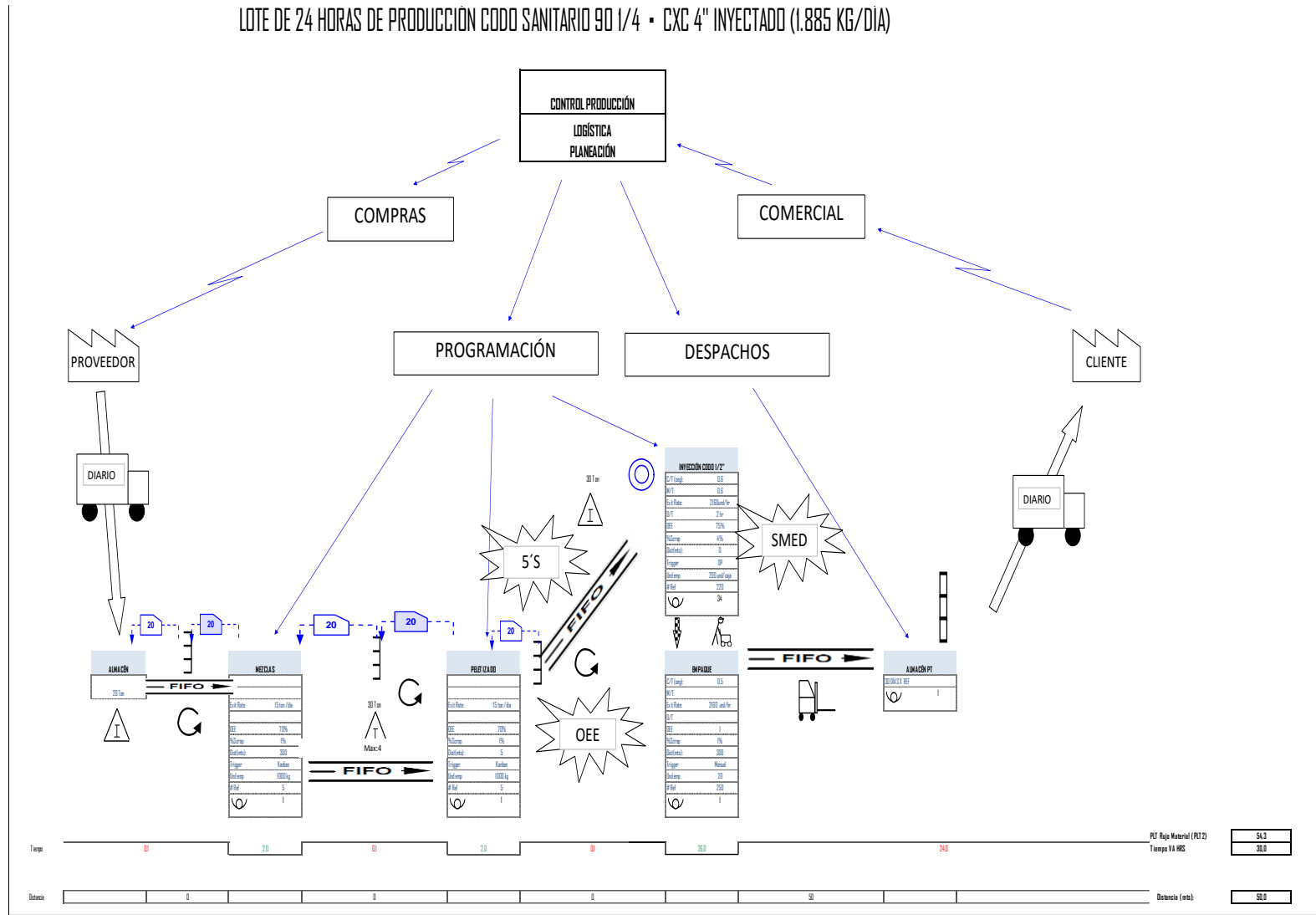
Tabla 11. Matriz de priorización

Acción de Mejora VSM	Hta de Mejora	Avance %	KPI a mejorar	Prioridad (1-10)	Mes Inicio acción	Mes Fin Estimada	Mes Fin Real	Balance Impacto KPI vs Target	Responsable
IMPLEMENTAR 5'S	Kaizen	0%	DIN (Días)	10	Ene	Ago	Mar	--> En proceso	
REAUNIONES ÁREAS SOPORTE	Kaizen	0%	DIN (Días)	9	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	
DISPOSITIVOS SMED	Kaizen	0%	DIN (Días)	8	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	
BALANCEAR CARGAS INYECTORAS	Kaizen	0%	DIN (Días)	7	Ene	Jun	Ene	--> En proceso	
LOTES ECONÓMICOS	Kaizen	0%	DIN (Días)	6	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	
FICHAS TÉCNICAS	Kaizen	0%	DIN (Días)	5	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	
SISTEMA DE CARGUE AUTOMÁTICO	Kaizen	0%	DIN (Días)	4	Ago	Ago	Ene	--> En proceso	
REEMPLAZO MOLDES AVERIADOS	Kaizen	0%	DIN (Días)	3	Dic	Ago	Ene	--> En proceso	
SILOS EN MEZCLAS	Kaizen	0%	DIN (Días)	2	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	
EMPACADORA AUTOMÁTICA	Kaizen	0%	DIN (Días)	1	Ene	Ago	Ene	--> En proceso	

Fuente: Autores

Ilustración 20. VSM Propuesto

LOTE DE 24 HORAS DE PRODUCCIÓN CODO SANITARIO 90 1/4 • CXC 4" INYECTADO (1.885 KG/DÍA)



Fuente: Autores

18.2.2 Pronóstico de demanda:

El pronóstico de la demanda para PVC Gerfor S.A. se construye desde el departamento comercial analizando el comportamiento del mercado, pronóstico de ventas por regiones valorizado y la base estadística de ventas histórica.

Ilustración 21. Elaboración de pronóstico comercial

ELABORACIÓN DE PRONOSTICO COMERCIAL



Fuente: Autores

- a) El pronóstico de ventas es construido del presupuesto de ventas de cada uno de los asesores de ventas de las regionales mensualmente, posteriormente se unifica la información para elaborar el presupuesto total de las 7 regiones.

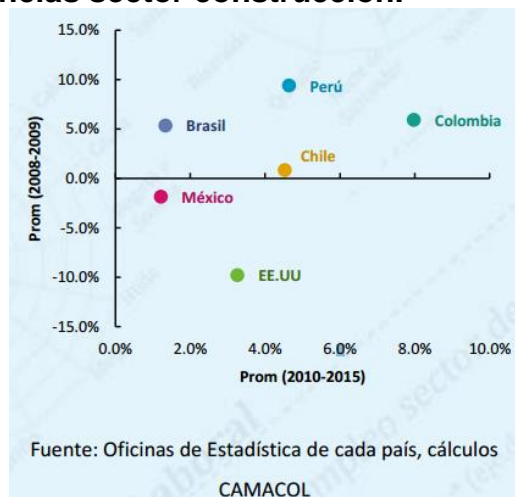
Tabla 12. Pronostico de ventas por Región

PRONÓSTICO POR REGIONAL		
	Total	
	ACCESORIOS INYECTADOS Y ENSAMBLADOS	
REGIONAL	Kg Pronóstico /mes	\$/mes
Norte	18.241	\$ 169.569.642
Centro	117.402	\$ 1.076.844.132
Antioquia	51.890	\$ 438.270.399
Occidente	22.077	\$ 188.660.338
Santanderes	23.063	\$ 210.061.674
Toluca	12.210	\$ 118.842.088
Eje Cafetero	12.944	\$ 113.535.224
TOTAL	257.827	\$ 2.315.783.497

Fuente: PVC Gerfor.2016

- b) La tendencia del mercado si bien es muy dinámica debido a las variables que la componen, se tiene como base el estudio del comportamiento del crecimiento de la construcción emitidos por CAMACOL donde en la siguiente gráfica se puede notar comportamientos anuales promedio de crecimiento del sector de la construcción.

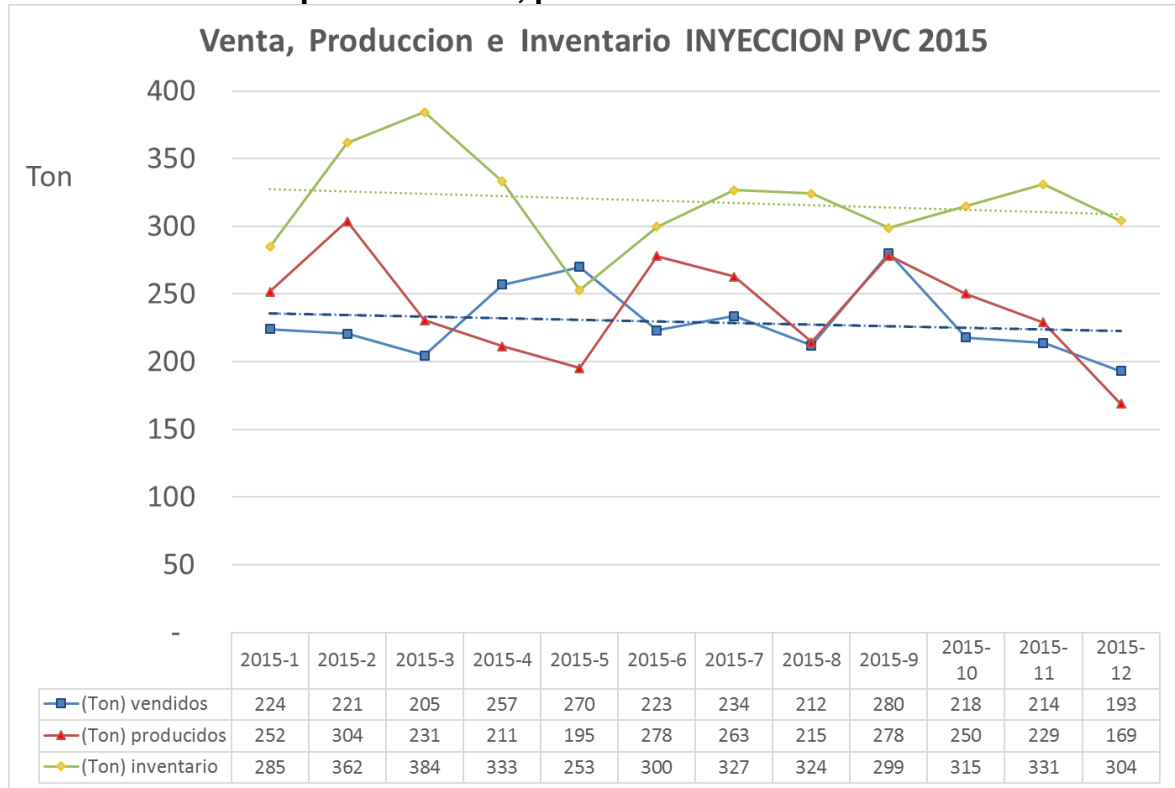
Ilustración 22. Tendencias sector construcción.



Fuente: Camacol.2017

- c) El análisis del histórico de ventas se realiza de manera anual para determinar el presupuesto de ventas del año siguiente con base en los índices macroeconómicos de tendencia y análisis mensual para identificar las variaciones por el comportamiento cíclico de la demanda.

Ilustración 23. Comparativo venta, producción e inventarios



Fuente: PVC Gerfor.2016

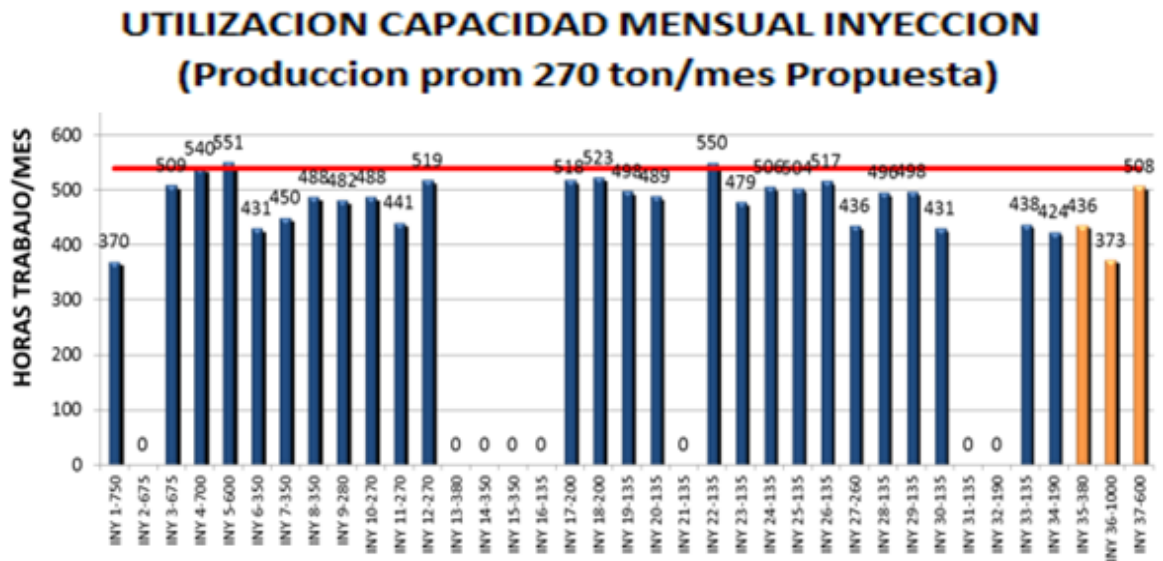
18.2.3 Plan agregado de producción:

Teniendo el pronóstico de ventas anual se procede a realizar el plan agregado de producción para determinar estrategia para garantizar el cumplimiento del programa de producción, en este caso se realiza la distribución de la demanda anual distribuida en los 12 meses para evaluar uso de capacidad y realizar ajustes de balanceo si es necesario teniendo en cuenta que el comportamiento de la demanda es cíclico.

18.2.4 Adquisición y reemplazo de inyectoras

Dado el estado actual de las inyectoras se plantea sacar de actividad las 8 de menor eficiencia y reemplazarlas por 3 nuevas inyectoras con mayor capacidad de procesamiento y menores tiempos de alistamiento, de esta forma se espera lograr mayor eficiencia en la planta como se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 24. Utilización capacidad mensual inyección según propuesta



Fuente: Autores












Tabla 13. Listado Inyectoras a inactivar

INYECTORAS A INACTIVAR			
ITEM	INYECTORA #	INYECTORA	CANT
1	2	MIR 675 TON	1
2	13	MIR 380 TON	1
3	14	MIR 350 TON	1
4	15	MIR 350 TON	1
5	16	MIR 135 TON	1
6	21	MIR 135 TON	1
7	31	MIR 135 TON	1
8	32	MIR 190 TON	1
		TOTAL	8

Fuente: Autores

18.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA

Ilustración 25. Caracterización del proceso

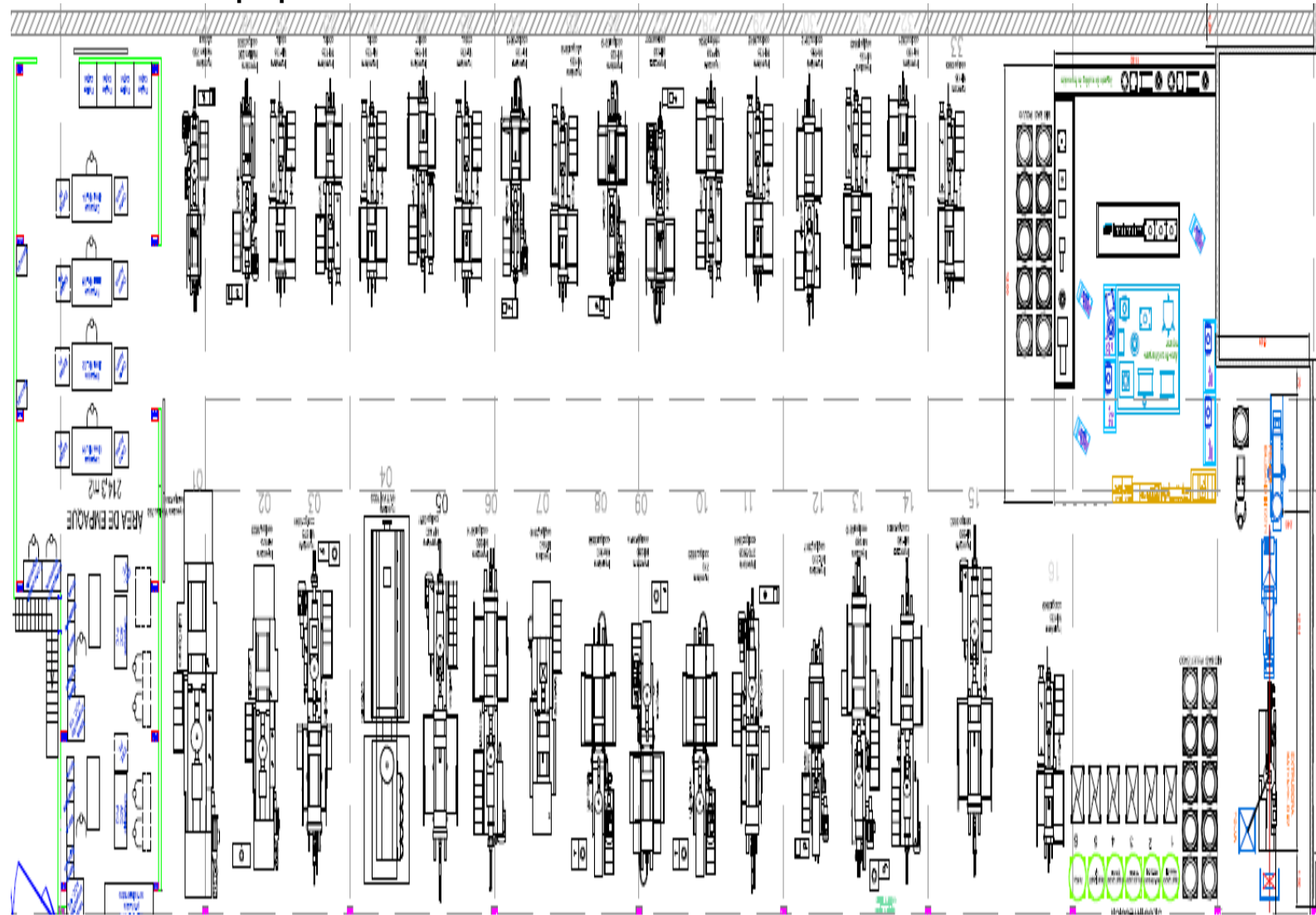
CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO INYECCIÓN / INYECCIÓN											Gerfor
											Página 1 de 1
Materia Prima	Proveedores	Logística	Entradas	Actividad	Salidas	Cliente Interno	Transporte	Distribuidor	Sub -Distribuidor	Usuario	
											
El PVC (Poli cloruro de Vinilo) es un derivado del petróleo	Los productores de las resinas y compuestos de PVC no comercializan directamente, la venta se hace por subastas a traders quienes a su vez se encargan de la comercialización alrededor del mundo	Las materias primas se transportan en volumen, en su mayoría vía marítima, para ser transportador en vehículos de carga a nuestra planta	Almacén	Programa de producción	Programar producción y establecer las condiciones del proceso (maquinaria, equipos y recurso humano)	Programa de producción interno y requisiciones	Recuperados- Almacén Producto Terminado	Entrega de productos terminados en bodegas de los distribuidores	El canal de comercialización inicial es a través de distribuidores por zonas.	Dentro de las zonas comerciales cada Distribuidor comercializa los productos a Subdistribuidores.	Los usuarios finales pueden ser desde constructoras hasta instaladores.
			Almacén	Programa de producción interno y requisiciones	Solicitar los compuestos requeridos, según programación	Compuesto					
			Innovación y Desarrollo Mezclas	Compuestos Insumos y herramientas	Inyectar y transformar compuestos y otros materiales.	Producto terminado					
				Producto terminado	Identificar, empaçar y reportar lo fabricado.	Producto terminado					
				Producto terminado	Verificar conformidad del producto	Producto no conforme. Informe de resultados					
				Producto no conforme.	Ces tión del producto no conforme. Analizar informe de resultados.	Producto no conforme tratado					
			Recuperados	Producto no conforme tratado Listas de Chequeo Condiciones de Proceso	Ajustar condiciones de proceso	Toma de acciones Necesidades de mejora.					
				Necesidades de mejora	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores.	Mejoras al proceso.					

Fuente: Autores

18.4 DISEÑO DE LA PLANTA “LAYOUT”

Junto con la adquisición e inactivación de las inyectoras se logra la oportunidad de modificar el “*Layout*” de la planta mejorando el flujo de materiales y producto como se muestra en el siguiente plano.

Ilustración 26. Plano propuesto



Fuente: Autores

18.5 INDICADORES Y COSTOS DEL SISTEMA

18.5.1 Medida, (Indicadores)

Para realizar el control de proceso, dar cumplimiento al objetivo estratégico del proceso y teniendo en cuenta el diseño del SPYO se establecieron los siguientes indicadores de gestión:

OEE: (*Overall Equipment Efficiency* o Eficiencia General de los Equipos) Esta herramienta nos permite medir la eficiencia operacional de la planta en sus tres principales variables (Tiempo, Velocidad y Calidad) La ventaja de este indicador es que engloba estas tres variables y realizando el respectivo análisis de pérdidas, es posible determinar si la causa fue por disponibilidad (maquinaria parada), eficiencia (baja velocidad o funcionando a menos de su capacidad estándar) o calidad (se produjeron piezas defectuosas).

Para el caso de la planta de inyección se considerará:

Disponibilidad: Es el tiempo de utilización de cada inyectora con respecto al tiempo disponible estimado. Este factor se ve afectado principalmente por los reportes en el sistema ERP de tiempos improductivos por paros, mantenimientos, cambios de referencia, etc.

Eficiencia: Es la relación de número de piezas producidas reales en las horas disponibles con respecto a las piezas que se debían producir en las horas disponibles con relación al rendimiento estándar de la ingeniería. Este factor se ve afectado principalmente por tiempos de ciclo por debajo del estándar, cavidades de moldes sin producir, micro paros, etc.

Calidad: Es la relación de la producción buena entre la producción real. Este factor se ve afectado principalmente por piezas defectuosas.

Tabla 14. Ficha indicador OEE

INDICADOR OEE			
Nombre General: OEE			
Nombre Específico: Eficiencia global de los equipos			
Fórmula:			
OEE=	<i>Disponibilidad x Eficiencia x Calidad</i>	X 100	
Unidad de Medida: Porcentaje (%)			
Seguimiento: Diario (a nivel táctico) Turno a turno (a nivel operativo)			
Interpretación: Identificar y analizar las causas de pérdidas y áreas de oportunidades de mejora la proceso			
Riesgos: Datos no registrados, información errada			
Rangos:	< 65%	Inaceptable	Baja competitividad
	65%<OEE<75%	Regular	Baja competitividad
	75%<OEE<85%	Aceptable	Competitividad ligeramente baja
	85%<OEE<95%	Buena	Buena competitividad
	OEE > 85%	Excelencia	Clase mundial, excelente competitividad

Fuente: Autores

OEE

Matriz de origen de datos:

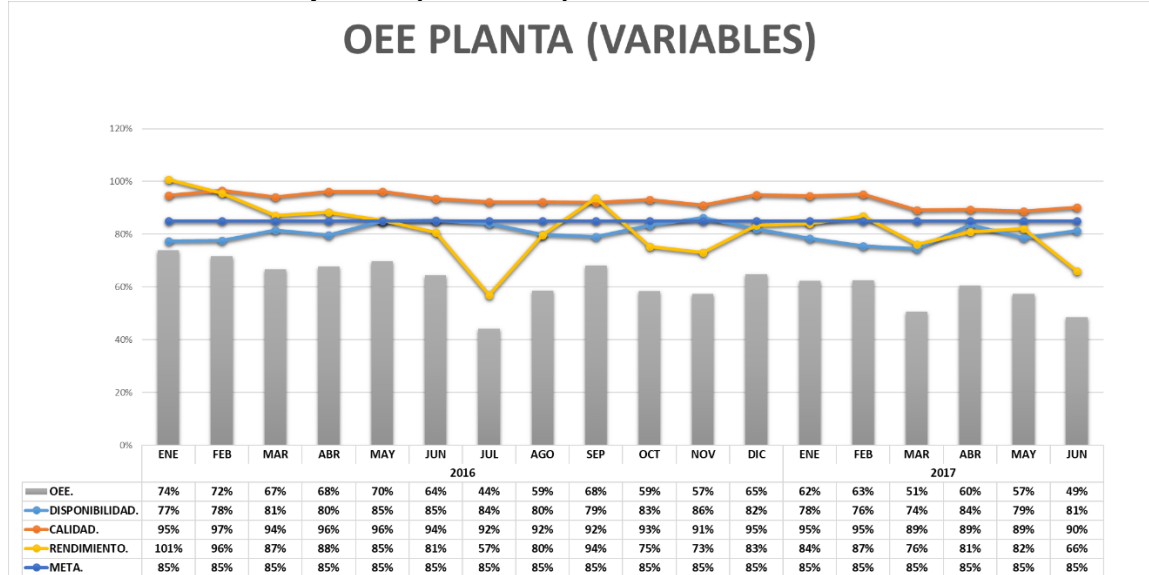
Tabla 15. Matriz origen datos OEE

AÑO	MES	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	RENDIMIENTO	OEE	META	KG
2016	ENE	77,3%	94,7%	100,7%	73,8%	85,0%	219.105
2016	FEB	77,5%	96,6%	95,5%	71,5%	85,0%	264.196
2016	MAR	81,4%	94,0%	87,1%	66,7%	85,0%	235.066
2016	ABR	79,7%	96,1%	88,4%	67,7%	85,0%	250.931
2016	MAY	85,1%	96,1%	85,2%	69,7%	85,0%	219.920
2016	JUN	85,2%	93,6%	80,7%	64,3%	85,0%	245.350
2016	JUL	84,0%	92,3%	57,0%	44,2%	85,0%	154.617
2016	AGO	79,8%	92,2%	79,7%	58,7%	85,0%	213.092
2016	SEP	79,0%	92,0%	93,7%	68,1%	85,0%	207.880
2016	OCT	83,5%	93,1%	75,3%	58,5%	85,0%	247.115
2016	NOV	86,3%	91,1%	73,1%	57,4%	85,0%	234.862
2016	DIC	81,9%	95,0%	83,4%	64,9%	85,0%	226.555
2017	ENE	78,4%	94,5%	84,1%	62,3%	85,0%	288.224
2017	FEB	75,6%	95,2%	87,0%	62,6%	85,0%	270.446
2017	MAR	74,5%	89,1%	76,2%	50,6%	85,0%	231.549
2017	ABR	83,7%	89,3%	81,0%	60,5%	85,0%	253.343
2017	MAY	78,7%	88,7%	82,2%	57,4%	85,0%	230.000
2017	JUN	81,3%	90,3%	66,1%	48,5%	85,0%	189.656

Fuente: Autores

Indicador global de la planta:

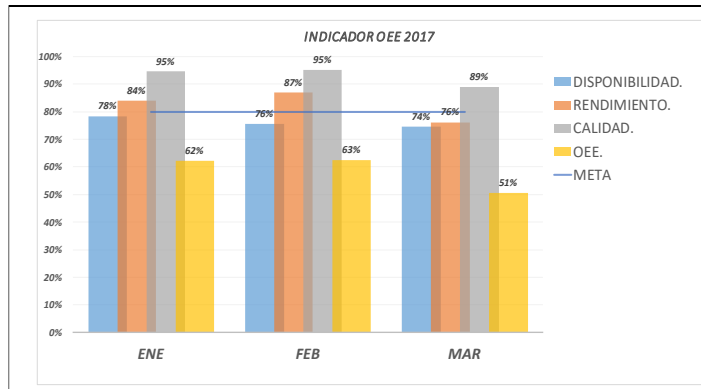
Ilustración 28. OEE planta (variables)



Fuente: Autores

Ilustración 29. Análisis indicador OEE

ANALISIS INDICADOR OEE INYECCION TUBOSISTEMAS



ANALISIS OEE.

El indicador de disponibilidad para el mes de marzo del 2017, presenta una disminución de acuerdo a la meta en un 9%, esto es debido a las variables de Rendimiento, Disponibilidad y Calidad, las cuales estuvieron por debajo de los índices normales a cada una de estas se le realiza a continuación un análisis en particular para conocer a fondo su comportamiento, el porque del valor, su respectivo pareto y planes de acción pertinentes.

Fuente: Autores

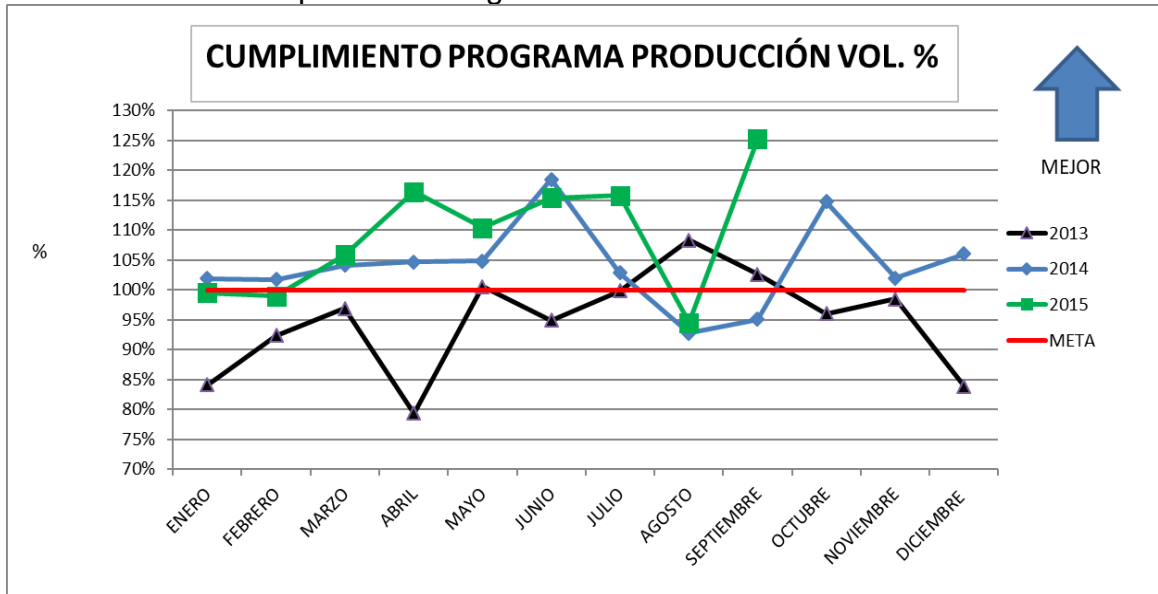
Cumplimiento del programa de producción: Determina el porcentaje de cumplimiento del programa de producción establecido en cada mes por el departamento de planeación y programación de la demanda

Tabla 16. Ficha indicador cumplimiento programa de producción

INDICADOR CUMPLIMIENTO DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN			
Nombre General: Cumplimiento del programa de producción			
Nombre Específico: Acertividad del programa de producción			
Fórmula:			
CUMPLIMIENTO DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	=	$\frac{\text{Kilogramos producidos en el mes}}{\text{Kilogramos programados en el mes}} \times 100$	
Unidad de Medida: Porcentaje (%)			
Seguimiento: Diario (a nivel táctico) Turno a turno (a nivel operativo)			
Interpretación: Controlar el volumen de producción requerido por la demanda			
Riesgos: Datos no registrados, información errada			
Rangos:	< 95%	Inaceptable	Riesgos de afectar nivel de servicio
	95% > 100%	Buena	Se puede reaccionar con planes de acción inmediatos
	100%	Excelente	Se mantiene el nivel de servicio y de inventarios

Fuente: Autores

Ilustración 30. Cumplimiento Programa Producción.



Fuente: Autores

19. COSTOS DEL SISTEMA

19.1 DISEÑO ESTRUCTURA CONTROL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para realizar el control de costos de producción es necesario fijar las variables que lo componen, así mismo fijar un presupuesto anual de costos en función de las ventas proyectadas en cada mes.

Teniendo en cuenta que el volumen de producción está fijado en kilogramos transformados para el control de costos de producción, se establece un parámetro de seguimiento de costo/kilo con el fin controlar el punto de equilibrio para la rentabilidad del proceso.

Los costos de materiales suelen presentar variaciones mensuales debido a su dependencia con el comportamiento del precio del petróleo, al tener una participación de aproximadamente el 37% del costo del producto, generan gran impacto en las variaciones del costo del producto.

En la siguiente tabla se puede identificar la estructura planteada para el control de costos teniendo en cuenta la participación de cada variable en los costos del proceso.

Tabla 17. Costo de Producción Mensual

**COSTO DE PRODUCCION MENSUAL
GRUPO PVC GERFOR
PLANTA: INYECCION**

PRESUPUESTO

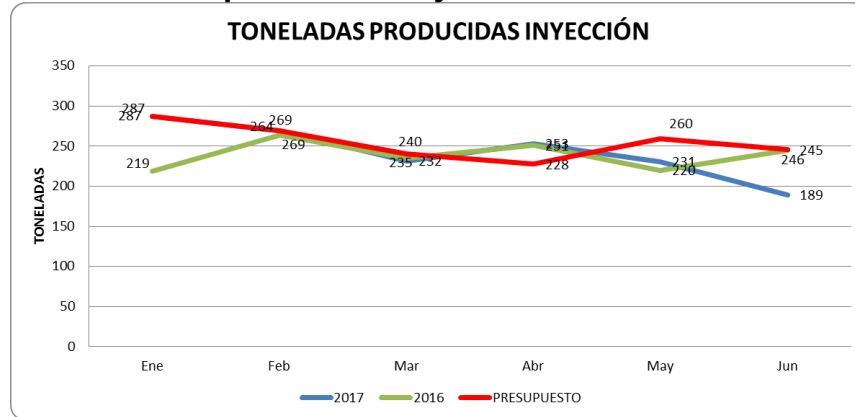
Valores en Millones de \$														
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Toneladas (Kg)	287	269	240	228	260	246	251	261	258	269	266	228	3.063	
Número de Personas	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
				1	1	1	0	0						
Compuesto	792	740	772	915	996	941	0	0	0	0	0	0	5.157	37%
Resina	871	809	705	679	775	734	747	776	768	799	790	676	9.129	
Depreciacion M&E	26	27	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	373	4%
Mantenimiento M&E	62	67	73	72	78	69	75	78	80	82	73	67	876	10%
Depreciacion Moldes	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	432	5%
Mantenimiento Moldes	63	75	69	69	69	69	69	69	69	69	67	69	824	10%
Energia	111	82	103	84	96	91	92	96	95	99	98	83	1.128	13%
Mano de Obra	150	163	155	152	152	152	152	152	152	152	152	152	1.835	21%
Indirectos	253	242	264	291	269	267	266	273	272	264	256	263	3.180	37%
COSTO CIF	700	693	732	736	732	716	722	735	735	734	714	702	8.649	63%
TOTAL	1.492	1.433	1.503	1.651	1.728	1.657	722	735	735	734	714	702	13.806	100%

Costo /Kilo \$													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Toneladas (Kg)	287	269	240	228	260	246	251	261	258	269	266	228	3.063
Número de Personas	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
Compuesto	2.761	2.745	3.214	4.023	3.839	3.831	0	0	0	0	0	0	1.684
Resina	3.035	3.002	2.937	2.985	2.985	2.985	2.976	2.976	2.976	2.966	2.966	2.966	2.980
Depreciacion M&E	90	102	133	141	123	130	133	133	133	133	133	133	122
Mantenimiento M&E	216	249	303	318	301	280	311	324	332	342	302	280	286
Depreciacion Moldes	127	134	150	158	139	147	150	150	150	150	150	150	141
Mantenimiento Moldes	219	279	286	302	265	280	286	286	286	286	280	286	269
Energia	386	305	428	368	368	370	384	400	394	411	407	346	368
Mano de Obra	521	607	646	667	586	618	632	632	632	634	632	632	599
Indirectos	881	897	1.100	1.278	1.036	1.088	1.109	1.136	1.134	1.101	1.068	1.094	1.038
COSTO CIF	2.440	2.573	3.047	3.233	2.819	2.912	3.006	3.061	3.062	3.057	2.973	2.922	2.824
TOTAL	5.201	5.318	6.261	7.256	6.658	6.743	3.006	3.061	3.062	3.057	2.973	2.922	4.508

Fuente: Autores

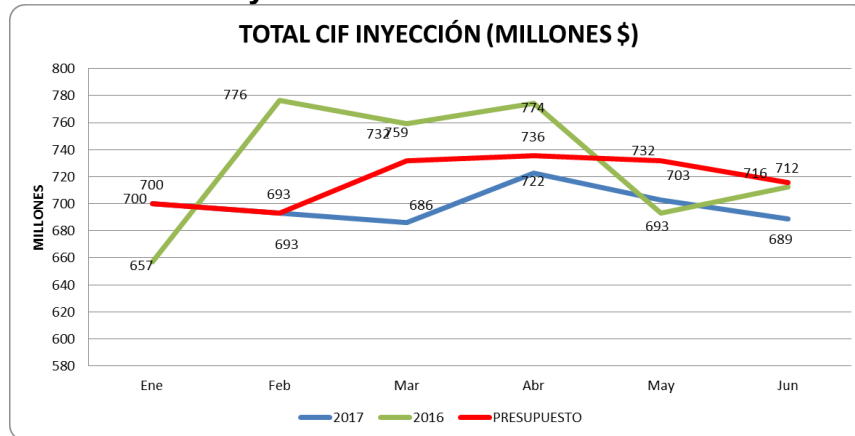
En las siguientes gráficas se realiza seguimiento comparativo del comportamiento de las variables de costos del proceso para realizar los respectivos comparativos con registros históricos y con el presupuesto.

Ilustración 31. Tonelada producidas inyección.



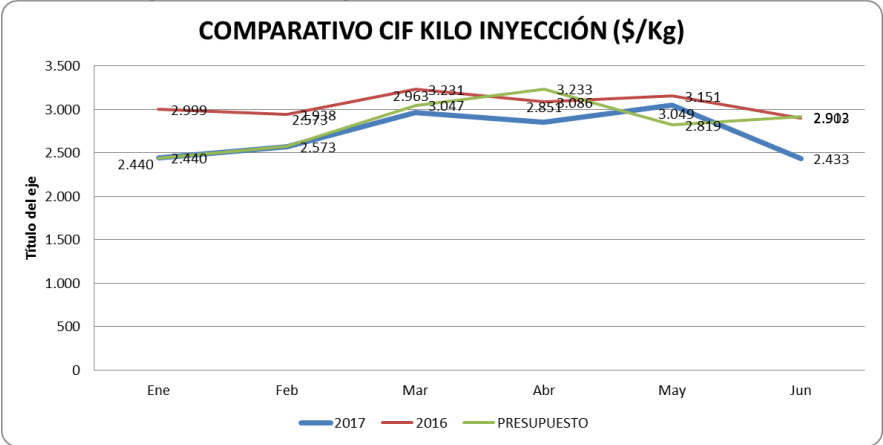
Fuente: Autores

Ilustración 32. Total CIF Inyección



Fuente: Autores

Ilustración 33. Comparativo CIF por Kilos



Fuente: Autores

Tabla 18. Cálculo de margen operativo bruto

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO

A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
CODO 45° SANITARIO Cx C 2°	914,00	923,14	932,37	941,70	951,11	960,62	970,23	979,93	989,73	999,63	1.009,62
Tasa estimada de incremento de ese precio		1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Volumen de ventas del producto ó Codo 45°	637.826	682.474	730.247	781.364	836.060	894.584	957.205	1.024.209	1.095.904	1.172.617	1.254.700
Tasa estimada de incremento de ese volumen		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
Ingresos derivados de la venta del producto ó Línea A		630.018.882	680.861.406	735.806.921	795.186.540	859.358.094	928.708.292	1.003.655.051	1.084.650.014	1.172.181.270	1.266.776.298
YEE SANITARIA REDUCIDA 4° x 2°	5.239,00	5.291,39	5.344,30	5.397,75	5.451,72	5.506,24	5.561,30	5.616,92	5.673,09	5.729,82	5.787,12
Tasa estimada de incremento de ese precio		1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Volumen de ventas del producto YEE SANITARIA REDUCIDA 4° x 2°	162.224	173.580	185.730	198.731	212.643	227.528	243.454	260.496	278.731	298.242	319.119
Tasa estimada de incremento de ese volumen		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
Ingresos derivados de la venta del producto ó Línea B		918.477.783	992.598.940	1.072.701.675	1.159.268.700	1.252.821.684	1.353.924.394	1.463.186.092	1.581.265.210	1.708.873.312	1.846.779.388
YEE SANITARIA 4°	6.157,00	6.341,71	6.531,96	6.727,92	6.929,76	7.137,65	7.351,78	7.572,33	7.799,50	8.033,49	8.274,49
Tasa estimada de incremento de ese precio		3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Volumen de ventas del producto ó YEE SANITARIA 4°	161.116	164.338	167.625	170.978	174.397	177.885	181.443	185.072	188.773	192.549	196.400
Tasa estimada de incremento de ese volumen		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Ingresos derivados de la venta del producto ó Línea C		1.042.185.967	1.094.920.577	1.150.323.558	1.208.529.931	1.269.681.545	1.333.927.431	1.401.424.159	1.472.336.222	1.546.836.435	1.625.106.358
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		2.590.682.632	2.768.380.923	2.958.832.154	3.162.985.170	3.381.861.323	3.616.560.117	3.868.265.302	4.138.251.445	4.427.891.017	4.738.662.045
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo variable unitario del CODO 45°	232,98	237,64	242,39	247,24	252,19	257,23	262,37	267,62	272,97	278,43	284,00
Tasa estimada de incremento de ese costo		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Costo variable total del CODO 45°		162.183.504	177.007.076	193.185.523	210.842.680	230.113.701	251.146.093	274.100.846	299.153.663	326.496.308	356.338.071
Costo variable unitario del YEE SANITARIA REDUCIDA 4° x 2°	1.558,51	1.581,89	1.605,62	1.629,71	1.654,15	1.678,96	1.704,15	1.729,71	1.755,66	1.781,99	1.808,72
Tasa estimada de incremento de ese costo		1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Costo variable total del YEE SANITARIA REDUCIDA 4° x 2°		274.584.422	298.212.411	323.873.589	351.742.911	382.010.389	414.882.383	450.583.012	489.355.680	531.464.736	577.197.227
Costo variable unitario del YEE SANITARIA 4°	2.516,33	2.541,49	2.566,91	2.592,57	2.618,50	2.644,69	2.671,13	2.697,84	2.724,82	2.752,07	2.779,59
Tasa estimada de incremento de ese costo		1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Costo variable total del YEE SANITARIA 4°		417.664.364	430.277.827	443.272.218	456.659.039	470.450.142	484.657.736	499.294.400	514.373.090	529.907.158	545.910.354
Total de costos variables		854.432.289	905.497.315	960.331.330	1.019.244.630	1.082.574.232	1.150.686.212	1.223.978.258	1.302.882.434	1.387.868.202	1.479.445.702
Costo de personal	54.800.704	55.896.718,08	57.014.652,44	58.154.945,49	59.318.044,40	60.504.405,29	61.714.493,39	62.948.783,26	64.207.758,93	65.491.914,11	66.801.752,39
Costo de mantenimiento	28.834.980	29.411.679,60	29.999.913,19	30.599.911,46	31.211.909,68	31.836.147,88	32.472.870,84	33.122.328,25	33.784.774,82	34.460.470,31	35.149.679,72
Seguros											
Servicios, administración, alquileres y otros gastos fijos	120.000.000	122.400.000,00	124.848.000,00	127.344.960,00	129.891.859,20	132.489.696,38	135.139.490,31	137.842.280,12	140.599.125,72	143.411.108,23	146.279.330,40
Tasa estimada de incremento de esos gastos		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Total de costos fijos	203.635.684	207.708.398	211.862.566	216.099.817	220.421.813	224.830.250	229.326.855	233.913.392	238.591.659	243.363.493	248.230.763
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS		1.062.140.687	1.117.359.880	1.176.431.147	1.239.666.443	1.307.404.481	1.380.013.067	1.457.891.649	1.541.474.094	1.631.231.695	1.727.676.464
MARGEN OPERATIVO BRUTO		1.528.541.946	1.651.021.043	1.782.401.008	1.923.318.727	2.074.456.841	2.236.547.050	2.410.373.653	2.596.777.352	2.796.659.321	3.010.985.581
Porcentaje de incremento			8,01%	7,96%	7,91%	7,86%	7,81%	7,77%	7,73%	7,70%	7,66%

Fuente: Autores

Tabla 19. Calculo Amortización

CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en activos	1.351.150.000										
Período de amortización ó depreciación (años)		5									
Inversión inicial en gastos amortizables	75.000.000										
Período de amortización (años)		5									
Amortización (Depreciación) del activo		270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000
Amortización de los gastos amortizables		15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000					
TOTAL AMORTIZACIÓN		285.230.000	285.230.000	285.230.000	285.230.000	285.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000
Evolución del activos y de los gastos amortizables											
activos bruto a final de año	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000	1.351.150.000
Amortización acumulada	0	270.230.000	540.460.000	810.690.000	1.080.920.000	1.351.150.000	1.621.380.000	1.891.610.000	2.161.840.000	2.432.070.000	2.702.300.000
activos neto	1.351.150.000	1.080.920.000	810.690.000	540.460.000	270.230.000	0	-270.230.000	-540.460.000	-810.690.000	-1.080.920.000	-1.351.150.000
Gastos amortizables brutos	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000
Amortización acumulada	0	15.000.000	30.000.000	45.000.000	60.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000
Gastos amortizables netos	75.000.000	60.000.000	45.000.000	30.000.000	15.000.000	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autores

Tabla 20. Cálculo del costo de la Deuda

CÁLCULO DEL COSTO DE LA DEUDA

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5</u>	<u>Año 6</u>	<u>Año 7</u>	<u>Año 8</u>	<u>Año 9</u>	<u>Año 10</u>
Inversión en activos y gastos amortizables	1.426.150.000										
Porcentaje que se financia con recursos propios	100%										
Porcentaje que se financia con deuda	0%										
Importe inicial de la deuda	-										
Plazo de amortización (años)	10										
Capital a amortizar anualmente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importe de la deuda a final de cada año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe promedio de la deuda en cada año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (DTF u otro)	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Margen sobre el tipo de referencia	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Tipo de interés de la deuda	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5</u>	<u>Año 6</u>	<u>Año 7</u>	<u>Año 8</u>	<u>Año 9</u>	<u>Año 10</u>
Interés anual		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago a la deuda anual (Interés + Capital)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autores

Tabla 21. Calculo de estado de resultados

CÁLCULO DEL ESTADO DE RESULTADOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos		2.590.682.632	2.768.380.923	2.958.832.154	3.162.985.170	3.381.861.323	3.616.560.117	3.868.265.302	4.138.251.445	4.427.891.017	4.738.662.045
Gastos operativos		1.062.140.687	1.117.359.880	1.176.431.147	1.239.666.443	1.307.404.481	1.380.013.067	1.457.891.649	1.541.474.094	1.631.231.695	1.727.676.464
Margen operativo bruto		1.528.541.946	1.651.021.043	1.782.401.008	1.923.318.727	2.074.456.841	2.236.547.050	2.410.373.653	2.596.777.352	2.796.659.321	3.010.985.581
- Amortización		285.230.000	285.230.000	285.230.000	285.230.000	285.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000	270.230.000
- Intereses		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos		1.243.311.946	1.365.791.043	1.497.171.008	1.638.088.727	1.789.226.841	1.966.317.050	2.140.143.653	2.326.547.352	2.526.429.321	2.740.755.581
(Tipo impositivo)	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
- Impuestos		410.292.942	450.711.044	494.066.432	540.569.280	590.444.858	648.894.627	706.247.406	767.760.626	833.721.676	904.449.342
BENEFICIO NETO		833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Porcentaje de incremento			9,85%	9,62%	9,41%	9,23%	9,90%	8,84%	8,71%	8,59%	8,48%

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS PARA EL PAGO DE LA DEUDA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Margen operativo bruto		1.528.541.946	1.651.021.043	1.782.401.008	1.923.318.727	2.074.456.841	2.236.547.050	2.410.373.653	2.596.777.352	2.796.659.321	3.010.985.581
- Impuestos		410.292.942	450.711.044	494.066.432	540.569.280	590.444.858	648.894.627	706.247.406	767.760.626	833.721.676	904.449.342
- Incremento de necesidades operativas de fondos (NOF)		77.720.479	5.330.949	5.713.537	6.124.590	6.566.285	7.040.964	7.551.156	8.099.584	8.689.187	9.323.131
(NOF como % de los ingresos operativos) promedio de los otros % NOF		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
		77.720.479	83.051.428	88.764.965	94.889.555	101.455.840	108.496.804	116.047.959	124.147.543	132.836.730	142.159.861
Cálculo del NOF:											
Caja necesaria como % de los ingresos operativos		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Caja necesaria		51.813.653	55.367.618	59.176.643	63.259.703	67.637.226	72.331.202	77.365.306	82.765.029	88.557.820	94.773.241
Cientes como % de los ingresos operativos		8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Cientes		207.254.611	221.470.474	236.706.572	253.038.814	270.548.906	289.324.809	309.461.224	331.060.116	354.231.281	379.092.964
Stocks como % de los ingresos operativos		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Stocks		129.534.132	138.419.046	147.941.608	158.149.259	169.093.066	180.828.006	193.413.265	206.912.572	221.394.551	236.933.102
Proveedores como % de los ingresos operativos		12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Proveedores		310.881.916	332.205.711	355.059.859	379.558.220	405.823.359	433.987.214	464.191.836	496.590.173	531.346.922	568.639.445
Flujo de caja disponible para el pago de la deuda (FCD)		1.040.528.525	1.194.979.050	1.282.621.038	1.376.624.856	1.477.445.699	1.580.621.460	1.696.575.092	1.820.917.141	1.954.248.458	2.097.213.108

Fuente: Autores

Tabla 22. Calculo del balance general

CÁLCULO DEL BALANCE GENERAL

BALANCE ANTES DEL REPARTO DE DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Caja necesaria	0	51.813.653	55.367.618	59.176.643	63.259.703	67.637.226	72.331.202	77.365.306	82.765.029	88.557.820	94.773.241
Caja suplementaria (si es negativa, sería deuda suplementaria)	0	1.040.528.525	2.235.507.575	3.518.128.613	4.894.753.469	6.372.199.168	7.952.820.628	9.649.395.720	11.470.312.861	13.424.561.320	15.521.774.428
Clientes	0	207.254.611	221.470.474	236.706.572	253.038.814	270.548.906	289.324.809	309.461.224	331.060.116	354.231.281	379.092.964
Stock	0	129.534.132	138.419.046	147.941.608	158.149.259	169.093.066	180.828.006	193.413.265	206.912.572	221.394.551	236.933.102
Activo neto (Proyecto)	1.351.150.000	1.080.920.000	810.690.000	540.460.000	270.230.000	0	-270.230.000	-540.460.000	-810.690.000	-1.080.920.000	-1.351.150.000
Gastos amortizables netos	75.000.000	60.000.000	45.000.000	30.000.000	15.000.000	0	0	0	0	0	0
Total Activo	1.426.150.000	2.570.050.919	3.506.454.713	4.532.413.436	5.654.431.245	6.879.478.367	8.225.074.646	9.689.175.515	11.280.360.578	13.007.824.972	14.881.423.735
Proveedores	0	310.881.916	332.205.711	355.059.859	379.558.220	405.823.359	433.987.214	464.191.836	496.590.173	531.346.922	568.639.445
Deuda principal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Reservas acumuladas	0	0	833.019.003	1.748.099.002	2.751.203.577	3.848.723.024	5.047.505.008	6.364.937.432	7.798.833.679	9.357.620.405	11.050.328.050
Capital	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000
Total Pasivo y Patrimonio	1.426.150.000	2.570.050.919	3.506.454.713	4.532.413.436	5.654.431.245	6.879.478.367	8.225.074.646	9.689.175.515	11.280.360.578	13.007.824.972	14.881.423.735

CÁLCULO DE LOS DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja para el pago de la deuda (FCD)	0	1.040.528.525	1.194.979.050	1.282.621.038	1.376.624.856	1.477.445.699	1.580.621.460	1.696.575.092	1.820.917.141	1.954.248.458	2.097.213.108
Pago de la deuda anual (PDA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja disponible para dividendos (FCDiv = FCD-PDA)	0	1.040.528.525	1.194.979.050	1.282.621.038	1.376.624.856	1.477.445.699	1.580.621.460	1.696.575.092	1.820.917.141	1.954.248.458	2.097.213.108
FCD acumulado	0	1.040.528.525	2.235.507.575	3.518.128.613	4.894.753.469	6.372.199.168	7.952.820.628	9.649.395.720	11.470.312.861	13.424.561.320	15.521.774.428
Beneficios del año	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Beneficios acumulados como límite al reparto de dividendos	0	833.019.003	1.748.099.002	2.751.203.577	3.848.723.024	5.047.505.008	6.364.937.432	7.798.833.679	9.357.620.405	11.050.328.050	12.886.634.289
Dividendos repartibles acumulados	0	833.019.003	1.748.099.002	2.751.203.577	3.848.723.024	5.047.505.008	6.364.937.432	7.798.833.679	9.357.620.405	11.050.328.050	12.886.634.289
Dividendos repartibles anualmente	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239

CÁLCULO DEL BALANCE DESPUES DE REPARTIR DIVIDENDOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Caja necesaria	0	51.813.653	55.367.618	59.176.643	63.259.703	67.637.226	72.331.202	77.365.306	82.765.029	88.557.820	94.773.241
Caja suplementaria (cuadra el balance)	0	207.509.521	487.408.572	766.925.035	1.046.030.445	1.324.694.160	1.587.883.196	1.850.562.041	2.112.692.457	2.374.233.270	2.635.140.139
Clientes	0	207.254.611	221.470.474	236.706.572	253.038.814	270.548.906	289.324.809	309.461.224	331.060.116	354.231.281	379.092.964
Stock	0	129.534.132	138.419.046	147.941.608	158.149.259	169.093.066	180.828.006	193.413.265	206.912.572	221.394.551	236.933.102
Activo neto (Proyecto)	1.351.150.000	1.080.920.000	810.690.000	540.460.000	270.230.000	0	-270.230.000	-540.460.000	-810.690.000	-1.080.920.000	-1.351.150.000
Gastos amortizables netos	75.000.000	60.000.000	45.000.000	30.000.000	15.000.000	0	0	0	0	0	0
Total Activo	1.426.150.000	1.737.031.916	1.758.355.711	1.781.209.859	1.805.708.220	1.831.973.359	1.860.137.214	1.890.341.836	1.922.740.173	1.957.496.922	1.994.789.445
Proveedores	0	310.881.916	332.205.711	355.059.859	379.558.220	405.823.359	433.987.214	464.191.836	496.590.173	531.346.922	568.639.445
Deuda principal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000
Total Pasivo y Patrimonio	1.426.150.000	1.737.031.916	1.758.355.711	1.781.209.859	1.805.708.220	1.831.973.359	1.860.137.214	1.890.341.836	1.922.740.173	1.957.496.922	1.994.789.445

Fuente: Autores

Tabla 23. Calculo de resultados

CÁLCULO DEL VAN, TIR Y PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN CON BASE EN CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS REPARTIBLES (sin considerar un valor residual del proyecto)

VAN = Valor Actual neto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TIR = Tasa Interna de Rentabilidad											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido	1.426.150.000										
Dividendos repartibles anualmente	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Factor de descuento a esa tasa	1,000	1,100	1,210	1,331	1,464	1,610	1,771	1,948	2,146	2,359	2,593
Dividendos descontados	0	757.290.003	756.264.462	753.647.314	749.620.550	744.349.295	743.656.258	735.815.500	727.185.512	717.873.281	707.975.548
VA de los dividendos	7.393.677.723										
VAN de la inversión	5.967.527.723										

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión	-1.426.150.000	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
TIR de la inversión	67%										

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Dividendos repartibles	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Dividendos repartibles acumulados (A)	0	833.019.003	1.748.099.002	2.751.203.577	3.848.723.024	5.047.505.008	6.364.937.432	7.798.833.679	9.357.620.405	11.050.328.050	12.886.634.289
Capital invertido (B)	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000	1.426.150.000
A - B	-1.426.150.000	-593.130.997	321.949.002	1.325.053.577	2.422.573.024	3.621.355.008	4.938.787.432	6.372.683.679	7.931.470.405	9.624.178.050	11.460.484.289
Período de retorno de la inversión	Años	1									
y	Meses	8									

Fuente: Autores

Tabla 24. Resultados

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>	<u>Año 4</u>	<u>Año 5</u>	<u>Año 6</u>	<u>Año 7</u>	<u>Año 8</u>	<u>Año 9</u>	<u>Año 10</u>
Total de ingresos operativos	0	2.590.682.632	2.768.380.923	2.958.832.154	3.162.985.170	3.381.861.323	3.616.560.117	3.868.265.302	4.138.251.445	4.427.891.017	4.738.662.045
Margen operativo bruto	0	1.528.541.946	1.651.021.043	1.782.401.008	1.923.318.727	2.074.456.841	2.236.547.050	2.410.373.653	2.596.777.352	2.796.659.321	3.010.985.581
Beneficio neto	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
Flujo de caja disponible para el pago de la deuda (FCD)	0	1.040.528.525	1.194.979.050	1.282.621.038	1.376.624.856	1.477.445.699	1.580.621.460	1.696.575.092	1.820.917.141	1.954.248.458	2.097.213.108
Pago de la deuda anual (capital + intereses)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasa de cobertura del pago anual de la deuda (TCPD)	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Tasa de cobertura del importe total de la deuda pendiente (TCTD)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00
Dividendos distribuibles anualmente	0	833.019.003	915.079.999	1.003.104.575	1.097.519.447	1.198.781.984	1.317.432.424	1.433.896.248	1.558.786.726	1.692.707.645	1.836.306.239
VAN de la inversión para el accionista	5.967.527.722,57										
TIR de la inversión para el accionista	67%										
Período de retorno (pay-back) de la inversión para el accionista	Años			1							
y	Meses			8							

Fuente: Autores

20. ANALISIS DE BRECHAS

Tabla 25. Brechas

FACTOR	ACTUAL	ESPERADO
Planeación	La brecha identificada corresponde a la ausencia del seguimiento en el comportamiento dinámico del mercado real con respecto al presupuesto planeado de ventas anual que llega a afectar los niveles de inventario o el factor servicio.	Mediante un plan agregado de producción más el monitoreo del comportamiento de las ventas reales con respecto al presupuesto inicial, se podrá encontrar el equilibrio en la planeación de la producción eliminando picos de producción en meses puntuales.
Programación	La brecha identificada corresponde a que en la programación de la producción no se tiene en cuenta el plan agregado de la producción, y esto deriva en la ausencia de nivelación de cargas en las máquinas	Mediante un diagrama de Gantt y estrategia de nivelación de producción en la programación para cada máquina se garantiza el cumplimiento del programa de producción y utilización balanceada de los recursos
Producción	Ausencia de estrategias para determinar necesidades en mejora de eficiencia o velocidades de producción para productos de alto volumen de producción	Mediante análisis de ocupación de máquina en función del tiempo a trabajar para cada referencia, determinar necesidades de máquinas o moldes de mayor capacidad y volumen de producción
Tecnología	Inyectoras con tecnología obsoleta que generan restricciones de eficiencia y calidad en los productos a fabricar	Con la sustitución de máquinas inyectoras con una confiabilidad baja por tecnologías modernas de mayor eficiencia, mejorar la eficiencia global de los equipos (OEE)
	Moldes diseñados para volúmenes de producción que no se ajustan a la demanda reciente restringiendo la velocidad de producción	Con la estrategia de nivelación de cargas para cada inyectora y el análisis de ocupación de cada molde, adquirir moldes de mayor

	requerida	eficiencia en referencias que lo requieran y mejorar la eficiencia global de los equipos (OEE)
Cambio de cultura organizacional.	La implementación de equipos más eficientes aumentará la demanda en velocidad del trabajo que hacen los operarios.	Implementación de un modelo de excelencia organizacional que involucre a todas las áreas de la compañía, con el fin de mejorar comportamientos de trabajo, alineando la cultura organizacional a los nuevos requerimientos.
Control de proceso	Los indicadores actuales establecidos no permiten identificar y comparar el posicionamiento de la empresa con respecto a plantas de clase mundial, (eficiencia, utilización y <i>scrap</i>)	Mediante la implementación del indicador OEE se obtiene en una cifra la eficiencia global de los equipos en función de la disponibilidad, eficiencia y calidad, logrando comparar su posición con respecto a manufacturas de excelencia

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

El objetivo de diseñar un sistema de producción y operaciones de inyección de accesorios PVC para optimizar la productividad basado en un diagnóstico y análisis preliminar de la planta de inyección de PVC Gerfor fue para identificar las oportunidades de mejoramiento del proceso actual teniendo como referencia algunos modelos o herramientas de excelencia.

Con el diagnóstico situacional se logró cumplir el objetivo de evaluar la posición competitiva de la empresa frente al mercado actual, también se logró ver la participación en el mercado global y proyecciones de crecimiento frente a un mercado que se ve en crecimiento constante, teniendo en cuenta que está directamente dependiente del sector de la construcción, sector que muestra un comportamiento creciente con el paso de los años.

Un hallazgo importante en el diagnóstico situacional de procesos fue que con herramientas como el VSM (*value stream mapping*) se logró identificar las principales oportunidades de mejora al proceso de producción teniendo como enfoque la eliminación de desperdicios que no agregaban valor al proceso.

El diseño del sistema de producción y operaciones basado en la eliminación de desperdicios para la planta de inyección de accesorios requería unas herramientas de control y medición del proceso, por esta razón se fijó como objetivo en el diseño, rediseñar la estructura de indicadores para no solo medir y controlar el proceso en sus factores más importantes, si no para clasificar y comparar los resultados con procesos de clase mundial.

Al evaluar el diagnóstico y el impacto del proceso de planeación y programación de la producción en procesos productivos, se pudo concluir que es de alta importancia para lograr un proceso estable y continuo; herramientas como el plan agregado de producción, el diagrama de Gantt y la nivelación de cargas de las estaciones de trabajo son la base para lograr la estandarización de proceso.

Finalmente se logra concluir que las herramientas y filosofías para la mejora continua en cualquier planta de producción es necesario e indispensable para agregar valor a los procesos, de esta manera se mantiene la competitividad y sostenibilidad en el mercado.

RECOMENDACIONES

Las herramientas de mejora continua son muy importantes tanto para realizar diagnósticos, como para generar acciones de mejora para optimizar los procesos, se recomienda realizar diagnósticos permanentes tanto al proceso como al mercado para determinar las necesidades o cambios al proceso requeridos.

Las estandarizaciones de las mejoras realizadas son de igual manera importantes para dar continuidad al mejoramiento de los procesos.

Por último, el campo tecnológico juega un papel cada vez más importante en la competitividad teniendo en cuenta que la eficiencia y calidad de los procesos de inyección dependen de gran manera de los avances tecnológicos de las máquinas y herramientas como los moldes. De esta manera se recomienda la evaluación periódica de obsolescencia de equipos y máquinas actuales y llegada de nuevas.

BIBLIOGRAFIA

- Camacol, Camara Colombiana De La Construccion. (2017). *Tendencia de la Construcción, Economía y Coyuntura Sectorial*. Bogota.
- DANE. (12 de 2016). <http://www.dane.gov.co>. Obtenido de Departamento Nacional de Planeacion: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>
- Desarrollo, B. I. (2012). <http://www.iadb.org>.
- Google. (s.f.). Obtenido de (www.google.com.co/maps, s.f.)
- Mexichem. (2016). *Demanda en Colombia de PVC segun su uso*.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (s.f.). *minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2014/abril/d%C3%A9ficit-habitacional-en-colombia-cay%C3%B3-46-3-gracias-a-los-programas-de-vivienda-que-adelanta-el-gobierno-nacional>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (s.f.). *Minvivienda.com*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2014/abril/d%C3%A9ficit-habitacional-en-colombia-cay%C3%B3-46-3-gracias-a-los-programas-de-vivienda-que-adelanta-el-gobierno-nacional>.
- Population, W. (2017). *World Population History*. Obtenido de <http://worldpopulationhistory.org>: <http://worldpopulationhistory.org/map/2017/mercator/1/-55/58/>
- PVC Gerfor. (2016). *Mercado Colombiano por Compañías*. Cota.
- PVC Gerfor SA. (2015). <http://www.gerfor.com/index.php/compania/historia-de-gerfor>.