



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**INDUSTRIAL**

**“INFLUENCIA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN  
DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES EN LOS COSTOS DE  
INVENTARIOS EN LA EMPRESA EUROTUBO S.A.C. EN EL AÑO  
2017”**

Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniera Industrial

**Autor:**

Kathia Judith Guillermo Céspedes

**Asesor**

Ms. Alex Benites Aliaga

**Línea de Investigación**

Sistemas de abastecimiento

**Trujillo – Perú**

**2017**

-----  
PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

-----  
SECRETARIO

Mg. Elmer Tello de la Cruz

-----  
VOCAL

Ms. Alex Benites Aliaga

## DEDICATORIA

A mis padres por su amor, apoyo y por su esfuerzo en el día a día para darme la oportunidad de culminar mi carrera profesional.

A mi hijo y familia por brindarme su apoyo cuando lo necesité y darme esa motivación para alcanzar todos los objetivos en la vida.

A Dios por darme la oportunidad de alcanzar una meta más en mi vida, por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Empresa Eurotubo S.A.C que me permitió realizar mi trabajo de investigación y al personal laboral por su tiempo, orientación e información necesaria para la culminación de mi tesis.

A mis asesores Ing. Lucía Padilla y Ms. Alex Benites Aliaga por su dedicación, tiempo, enseñanza y la ayuda constante en el transcurso de la realización de mi trabajo de investigación.

A la Universidad César Vallejo, a las autoridades de la facultad de Ingeniería y a la escuela Profesional de Ingeniería Industrial, por el apoyo y las facilidades brindadas.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Influencia del diseño de un sistema de planificación de requerimiento de materiales en los costos de inventarios en la empresa Eurotubo S.A.C. en el año 2017” la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se describen la bases teóricas y empíricas que ayuden a dar solución a la problemática planteada, indicando la justificación del estudio, su problema, hipótesis y objetivos que se persiguen.

Capítulo II: Método, hace referencia al método, diseño, variables, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados y los métodos de tratamiento de datos.

Capítulo III: Contempla el resultado de los objetivos, para lo cual se realizó un análisis situacional de la empresa en estudio, determinación de pronóstico de demanda, determinación de costos actuales, desarrollo de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) y por último se compararon los costos con y sin la aplicación del MRP.

Capítulo IV al V: Contempla secuencialmente las discusiones, conclusiones de cada objetivo, donde se llegó a concluir que el implementar un sistema MRP reduce el costo de inventario anual de S/. 25,031,436.64 a S/. 20,694,765.49 lo que representa un ahorro del 17.32% del costo de inventario.

Capítulo VI: Las recomendaciones pertinentes acorde al estudio; y

Capítulo VII: Presenta el resumen de las fuentes bibliográficas usadas en base a la norma ISO 690.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Kathia Guillermo Céspedes

## ÍNDICE

<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
Página del Jurado .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Presentación .....	v
Autorización de publicación.....	vi
Acta de originalidad.....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	01
<b>ABSTRACT</b> .....	02
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	04
Problema.....	22
Objetivos .....	22
<b>II. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	23
2.1 Hipótesis .....	24
2.2 Variables .....	24
2.3. Operacionalización de variables.....	25
2.4 Metodología .....	27
2.5. Tipos de estudio.....	27
2.6. Diseño de investigación .....	27
2.7. Población y muestra.....	28
2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
2.9. Métodos de análisis de datos .....	30
2.10. Aspectos éticos .....	30
<b>III. RESULTADOS</b> .....	31
3.1 Diagnóstico de la situación actual de la Empresa Eurotubo SAC.....	32
3.1.1 Generalidades:.....	32
b. Razón Social.....	32
c. Ubicación Geográfica.....	33
d. Descripción del mercado nacional de tubos y accesorios de PVC:.....	33
e. Estructura Organizacional.....	34
f. Misión .....	39
g. Visión.....	39

h. Objetivos Estratégicos .....	39
3.1.2 Descripción Del Proceso Productivo: .....	40
3.1.3 Gestión de procesos .....	44
3.1.4 Clasificación ABC .....	55
3.2. Pronósticos de la demanda .....	61
3.2.1 Elaboración de pronósticos de la demanda por diferentes métodos: .....	61
a) Pronóstico de la demanda por método de Regresión Lineal.....	61
b) Pronóstico de la demanda por el método de Promedio Móvil .....	63
c) Pronóstico de la demanda por el método de Suavización Exponencial .....	65
3.2.2 Determinación de los costos actuales de inventario .....	69
3.3 Plan Agregado de Producción.....	78
3.4 Plan Maestro de Producción .....	83
3.5 Lista de Materiales .....	85
3.5.1 Estructura del Producto:.....	85
3.5.2 Lista de Materiales.....	88
3.6. Registro de inventario de materiales .....	89
3.7 Matriz de Requerimiento de Materiales .....	90
3.8 Cálculo del nuevo costo de inventario después de aplicar el MRP.....	93
3.8.1. Cálculo de la cantidad económica de pedido (EOQ), ajuste del EOQ , número entre pedidos, tiempo entre pedidos y punto de reorden. ....	99
3.9 Impacto del MRP en los costos .....	108
3.9.1 Impacto técnico del diseño.....	108
a. Costo de pedido total .....	109
b. Costo de Guardar total.....	109
c. Costo de Comprar total .....	109
3.9.2. Impacto estadístico del diseño.....	110
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>113</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>126</b>
Anexo de Tablas.....	127
Anexo de Figuras.....	160
Anexo de Instrumentos.....	166

Anexo Matriz de consistencia.....	170
-----------------------------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables.....	25
Tabla 2: Lista de insumos necesarios para la producción de tuberías de PVC... 41	
Tabla 3: Toma de tiempos del proceso productivo.....	128
Tabla 4: Cálculo del tiempo estándar de cada actividad realizada en el proceso productivo o.....	129
Tabla 5: Valorización del inventario para clasificación ABC.....	56
Tabla 6: Clasificación ABC .....	58
Tabla 7: Productos de Clasificación A .....	60
Tabla 8: Demanda histórica de los Productos pertenecientes a la clase A .....	130
Tabla 9: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de regresión lineal para el año 2017.....	61
Tabla 10: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de regresión lineal para el año 2017. ....	62
Tabla 11: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de Promedio Móvil para el año 2017. ....	63
Tabla 12: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de Promedio Móvil para el año 2017.....	64
Tabla 13: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de suavización exponencial para el año 2017. ....	65
Tabla 14: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de suavización exponencial para el año 2017.....	66
Tabla 15: Pronóstico de la demanda para tubería tipo 200mm S-20 según método escogido .....	667
Tabla 16: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400MM s-20 por método de regresión lineal.....	131
Tabla 17: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400MM s-20 por método de promedio móvil. ....	132
Tabla 18: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400MM s-20 por método suavización exponencial.....	133

Tabla 19: Pronóstico De La Demanda Para Tuberia De Tipo 4" Pn-10 Por Método De Regresión Lineal. ....	134
Tabla 20: Pronóstico De La Demanda Para Tuberia De Tipo 4" Pn-10 Por Método De Promedio Móvil .....	135
Tabla 21: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 4" pn-10 por método de suavización exponencial. ....	136
Tabla 22: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250mm s-20 por método de regresión lineal.....	137
Tabla 23: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250mm s-20 por método de promedio móvil .....	138
Tabla 24: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250MM s-20 por método de suavización exponencial.....	139
Tabla 25: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 160mm s-20 por método de regresión lineal .....	140
Tabla 26: pronóstico de la demanda para tubería de tipo 160mm s-20 por método de promedio móvil. ....	141
Tabla 27: pronóstico de la demanda para tubería de tipo 160mm s-20 por método de promedio móvil. ....	68
Tabla 28: Pronóstico de la demanda de los productos pertenecientes a la clase A para el año 2017 .....	68
Tabla 29: Remuneraciones al año por realizar pedido. ....	69
Tabla 30: Gastos generales al año por realizar pedido. ....	70
Tabla 31: Costo de pedido anual .....	70
Tabla 32: Costo de Mantener una unidad en inventario por insumo. ....	74
Tabla 33: Costo de Mantener una unidad en inventario por insumo. ....	74
Tabla 34: Costo de Mantener una unidad en inventario por insumo. ....	142
Tabla 35: Cálculo del costo total anual de inventario por insumo. ....	77
Tabla 36: Requerimientos de producción.....	80
Tabla 37: Plan de Producción de Persecución .....	80
Tabla 38: Plan de Producción de Nivelación.....	81
Tabla 39. Comparativo de Costos de Planes de Producción .....	82
Tabla 40: Requerimiento de la Producción del Plan de Persecución. ....	82
Tabla 41: Programación de la producción para el mes de Julio .....	83
Tabla 42: Capacidad de la planta .....	83

Tabla 43: Plan Maestro de Producción en unidades.....	84
Tabla 45: Lista de Materiales BOM.....	88
Tabla 46: Maestro de materiales para SKUs e Insumos .....	89
Tabla 47: Matriz de Requerimiento de Materiales.....	90
Tabla 48: Requerimiento del Insumo Paraloid k-120 por SKU.....	92
Tabla 49: Requerimiento del Insumo Paraloid k-120 por SKU.....	92
Tabla 50: Cálculo de las necesidades del SKU 1: TUBERIA PVC 200mm S-20 .....	143
Tabla 51: Cálculo de las necesidades del SKU 2: TUBERIA PVC 400mm S-20 .....	144
Tabla 52: Cálculo de las necesidades del SKU 3: TUBERIA PVC 4" PN-10 Trujillo .....	145
Tabla 53: Cálculo de las necesidades del SKU 4: TUBERIA PVC 250mm S-20. .....	146
Tabla 54: Cálculo de las necesidades del SKU 5: TUBERIA PVC 250mm S-20. .....	147
Tabla 55: Cálculo de las necesidades del Insumo 1: RESINA PVC.....	148
Tabla 56: Cálculo de las necesidades del Insumo 2: COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119. ....	149
Tabla 57: Cálculo de las necesidades del Insumo 3: PARALOID - K120. ....	150
Tabla 58: Cálculo de las necesidades del Insumo 4: ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100.....	151
Tabla 59: Cálculo de las necesidades del Insumo 5: CARBONATO DE CALCIO. .....	152
Tabla 60: Cálculo de las necesidades del Insumo 6: DIOXIDO DE TITANIO....	153
Tabla 61: Cálculo de las necesidades del Insumo 7: ACIDO ESTEARICO.....	154
Tabla 62: Cálculo de las necesidades del Insumo 8: ESTEARATO DE CALCIO.....	155
Tabla 63: Cálculo de las necesidades del Insumo 9: PIGMENTO NARANJA... ..	156
Tabla 64: Cálculo de las necesidades del Insumo 10: PIGMENTO NEGRO.....	157
Tabla 65: Resumen del Requerimiento de los Materiales.. ..	158
Tabla 66: Nuevo número de pedidos.. ..	159
Tabla 67: Remuneración semestral por realizar pedido. ....	93
Tabla 68: Gastos generales semestrales por realizar pedido. ....	94
Tabla 69: Nuevo costo de pedido semestral .....	94
Tabla 70: Nuevos Costos Totales por insumo .....	98

Tabla 71: Lote económico de compra, demanda, número de pedidos, punto de reorden, stock de seguridad de los insumos utilizados en la fabricación de tuberías de PVC .....	104
Tabla 72: Costo actual de inventario convertido a semestral .....	106
Tabla 73: Nuevo costo de inventario semestral .....	107
Tabla 74: Comparación de costos totales de inventario.....	108
Tabla 75: Prueba de normalidad - Shapiro-Wilk .....	111
Tabla 76: Prueba de hipótesis - Wilconxon.....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de los métodos de pronósticos .....	161
Figura 2: Interpretación del valor del coeficiente de correlación .....	162
Figura 3: Entradas y salidas del Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales .....	162
Figura 4: Estructura BOM .....	163
Figura 5: Etapas de la aplicación del MRP .....	163
Figura 6: Ubicación geográfica de la empresa Eurotubo S.A.C .....	33
Figura 7: Organigrama de la Empresa Eurotubo S.A.C .....	38
Figura 8: Diagrama de Flujo del Proceso de fabricación de tubería PVC. ....	43
Figura 9: Mapa de Procesos de la empresa Eurotubo S.A.C.....	44
Figura 10: Flujograma de gestión de ventas de la empresa Eurotubo S.A.C.....	46
Figura 11: Flujograma de gestión de producción de la empresa Eurotubo S.A.C..	48
Figura 12: Flujograma del Proceso de Compras de la empresa Eurotubo S.A.C ..	50
Figura 13: Flujograma del Proceso de recepción, almacenamiento y despacho de materia prima e insumos.....	52
Figura 14: Flujograma del Proceso de ingreso y despacho de producto terminado de la empresa Eurotubo S.A.C .....	54
Figura 15: Líneas de Producción de la empresa Eurotubo S.A.C .....	55
Figura 16. Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20. ....	62
Figura 17. Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20. Trujillo, Junio del 2017.. ....	64
Figura 18: Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20. ....	66

Figura 19: Pronóstico de la demanda para el año 2017 .....	68
Figura 20: Gastos generales anuales de oficina de la empresa Eurotubo SAC. ....	164
Figura 21: Datos del Pronóstico de Ventas (unidad - %) para el periodo Julio – Diciembre 2017 para elaborar PAP. ....	78
Figura 22: Datos de inventario, número de días de trabajo y costos necesarios para elaborar Plan Agregado de Producción. ....	79
Figura 23: Estructura del producto para las tuberías de 160mm S-20, 200mm S- 20 y 250mm S-20 .....	85
Figura 24: Estructura del producto para las tuberías de 400mm S-20. ....	86
Figura 25: Estructura del producto para las tuberías de 4” PN-10. ....	87
Figura 26: Gastos generales semestrales de oficina de la empresa Eurotubo S.A.C.....	165
Figura 27: Datos ingresados al SPSS en la pestaña “vista de variables” .....	110
Figura 28: Datos ingresados al SPSS en la pestaña “vista de datos” .....	110

## RESUMEN

La presente tesis tuvo por objetivo diseñar un sistema de planificación de requerimiento de materiales a fin de estimar su influencia en los costos de inventario de la empresa EUROTUBO S.A.C. correspondientes al año 2017, dicha organización dedica sus operaciones a la fabricación de tuberías de PVC. El estudio se aplicó a los artículos pertenecientes a las líneas de producción con las que cuenta EUROTUBO S.A.C; dentro de las cuales se producen 6 diversos tipos de tubería según Norma Técnica Peruana: Tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo PVC-u no plastificado destinados a sistemas de alcantarillado y drenaje; tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) utilizados para el abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión; tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) destinados a la conducción de fluidos a presión; tubos de poli-cloruro de vinilo (PVC) de paredes lisas destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas; sistemas de tuberías plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión y tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para instalaciones domiciliarias de desagüe. De la población se tomó como muestra a los tubos de PVC-u no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado y tubos y conexiones de PVC-u para abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión; artículos resultantes de la clasificación ABC y que necesitan un control minucioso que permita minimizar costos y cumplir con el objetivo general de la presente investigación. Se inició el trabajo realizando pronósticos de la demanda escogiendo el pronóstico más certero y con ello se pueda elaborar el plan agregado de producción, posteriormente se procedió a la elaboración del plan maestro de producción, la lista de materiales, el registro de inventario y finalmente se aplicó el sistema MRP en una hoja de cálculo (Ms. Excel). Así mismo se calcularon los costos de inventario antes y después de haber aplicado el sistema MRP. Los resultados obtenidos demuestran que el implementar un sistema MRP reduce el costo de inventario anual de S/. 25,031,436.64 a S/. 20,694,765.49 lo que representa un ahorro del 17.32% del costo de inventario de la empresa Eurotubo S.A.C. Por último, se comprobaron los resultados estadísticamente a través de la prueba de hipótesis no paramétrica de Wilcoxon, aceptándose la hipótesis "los costos de inventario después de aplicar el sistema MRP son significativamente

menores a los costos de inventario antes de aplicar el sistema MRP” con una significancia de 0.007.

**Palabras claves:**

- Planificación de los requerimientos de materiales
- Costos de Inventario

**ABSTRACT**

The present report aims to desing a Material Requeriment System in order to estimate its influence in inventory cost in EUROTUBE S.A.C, which is dedicated to manufacture PVC pipes.

This reserch was applied to the ítems belonging to the production lines that comprise EUROTUBE S.A.C. in wich are produced 6 different types of pipies according to NTP: poli (vinyl chloride) pipes and conections PVC-u unplasticized to drainage and sewerage systems, poli (vinyl chloride) pipes and connections PVC-u unplasticized to water supply, drainage and sewerage systems and buried sewer or air with pression, poli (vinyl chloride) pipes and connections PVC-u unplasticized to smooth walls intended for installations electrical conduits, poli (vinyl chloride) pipes and connections PVC-u unplasticized to driving fluid under pressure, plastic pipes for drainage and sewerage systems and buried sewer without pressure, and poli (vinyl chloride) pipes and connections PVC-u unplasticized to home drainage facilities. Of the poblacion was taking as a sample the PVC –u pipes unplasticized for drainage and sewerage systems and PVC-u pipes and connections for water supply , buried sewer or air with pressure, items that result from ABC Classification, which required thorough check in order to minimize cost and comply with the general objective of this research. The report started making some demand forecast in order to do the Aggregate Production Plan, Master Production Plan, Bill of Material, Inventory Register and finally it applies de MPR System in a spreadsheet (Ms. Excel). So the same we calculate inventory cost both before and after applying MRP System.

Last results show that the implementation of a MRP System decrease annual inventory cost from S/. 25,031,436.64 To S/. 20,694,765.49, it represents a savings of 17.32% of the inventory cost in EUROTUBO S.A.C. Company.

Last the results were verified statistically through the non-parametric hypothesis test of Wilcoxon, accepting the hypothesis of “After applying MRP System, inventory costs are significantly lower than before applying MRP System, with a significance of 0.007.

**Keywords:**

- Material Requeriment Planning.
- Inventory Cost

# **I. INTRODUCCIÓN**

En el contexto empresarial actual es fundamental y necesario contar con una óptima gestión que permitan generar ventajas competitivas ante otras organizaciones, dentro de ésta, cabe resaltar la importancia de una eficiente planificación y control de la producción, lo cual se ve reflejado e incide en otros procesos como son los de almacenes, compras, finanzas, comerciales, entre otros.

En objeto de este estudio se recurrió a algunos antecedentes aplicados a distintas empresas, obteniendo resultados favorables al implementar un sistema de planificación de requerimiento de materiales. Tal es el caso presentado en la tesis de Lara Juliana y Tenemaza Lourdes en el año 2012 titulada: “Diseño de un Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) a una empresa dedicada a la elaboración de empaques de cartón corrugado para el sector bananero” con motivo de optar el título profesional de Ingeniera en Logística y Transporte de la Universidad “Escuela Superior Politécnica del Litoral” en Guayaquil, Ecuador ; la cual tuvo como objetivo; la disminución de los inventarios de materias primas, siendo éstas utilizadas para elaborar empaques de cartón corrugado dirigidos al sector bananero, a través de la aplicación de un Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales que permita el control no sólo la cantidad sino además; el momento adecuado de un reabastecimiento, para lo cual se aplicó un modelo matemático de programación mixta haciendo uso del software Gams, permitiendo así, determinar el tiempo apropiado para realizar el pedido al proveedor, las cantidades adecuadas todos aquellos componentes que participan en el proceso de fabricación y así mismo la cantidad óptima de productos finales que deben producirse a cada determinado intervalo de tiempo, siendo su objetivo principal, la reducción significativa del almacenamiento de la materia prima; llegando a la conclusión de que disminuyó notablemente el nivel del inventario final de cada mes que fue calculado y analizado, siendo una disminución, en promedio, del 36% de inventario. El marco teórico forma parte del aporte para esta investigación.

De igual manera en la tesis de Condori Sandra en su tesis titulada “Evaluación y Propuesta de un Sistema de Planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes” para obtener su título profesional de Ingeniera Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP , la cual fue elaborada en la ciudad de Lima-Perú del año 2007; buscando aprovechar y mejorar los

procesos aplicados como mostrar la aplicación eficiente de un sistema de planificación, para ello, inicialmente, se realiza una evaluación del sistema actual, siendo necesario contar con información de los productos, la demanda y el pronóstico manejado por la empresa. Consecuentemente se ve reflejada; la necesidad de un nuevo pronóstico, posteriormente se evalúan y comparan dos vías, la primera, con el pronóstico y metodología propias de la empresa; y la segunda; con un nuevo pronóstico y metodología, obteniendo como conclusiones que; debido a las deficiencias halladas en la gestión y en la planificación, se da la necesidad del planteamiento de la nueva metodología para usarla en el sistema de planificación y producción. Después de realizar el pronóstico se procedió a aplicar 4 métodos en la planeación agregada descartando la alternativa de Nivelación de Mano de Obra debido a un alto costo de S/ 2,193,544.1 y siendo la mejor opción la alternativa de caza con un menor costo de S/ 497,610.3 existiendo una diferencia de S/1,695,933.8. El marco teórico es un gran aporte para realizar el desarrollo de esta investigación.

Así mismo en la tesis de León César y Martínez Victor presentada en el año 2011, titulada como “Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) a la avícola Florián S.R.L. de Chicama para reducir los costos de inventario de materia prima e insumos para la elaboración de alimento balanceado” para optar el título profesional en Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, sucursal Trujillo – Perú; tuvo como objetivo reducir sus costos de almacenamiento de materia prima e insumos necesarios en la elaboración del alimento balanceado en la Avícola Florián S.R.L., esto mediante la implementación del sistema de planificación de los requerimientos de materiales, teniendo como primer paso; diagnosticar la situación inicial de la mencionada empresa y realizar el cálculo del costo de inventario antes de implementar el sistema MRP, posteriormente se prosiguió a elaborar la lista de materiales para cada tipo de alimento, el Plan Maestro de Producción y se determinó la número exacto de material necesario para satisfacer la demanda de alimento balanceado; por último se comparó el costo de inventario inicial con el costo de inventario después de que se implementó el MRP, obteniendo como conclusión que la implementación del sistema de planificación de requerimiento de materiales redujo los costos de

inventario de materia prima e insumos, logrando así reducir el coste de pedir de s/11.49 a s/ 11.44 (0.43%) ; el costo de pedido anual de S/. 15,217.87 a S/ 14,092.92 (7.39%); el costo de mantenimiento de inventario anual de S/. 13,291.21 a S/ 10,989.21 (17.33%); el costo de insumos comprados de S/. 2,539,124.32 a S/ 2,374,233.04 (6.49%); y el costo total de inventario anual de S/ 2,567,633.41 a S/ 2,399,315.85 (6.55%). Obteniendo un ahorro total del 6.5% en el inventario materia prima e insumos de la Avícola Florián S.R.L de Chicama. La metodología presente en la investigación servirá de guía para el desarrollo, en cuanto a la secuencia necesaria para la realización del MRP.

Y por último en la tesis de Uriol Sánchez Jean en su tesis titulada “Implantación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) en la empresa Calzados Urisa SAC para reducir los costos de inventario” para optar el título profesional en Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, sucursal Trujillo – Perú en el año 2011; teniendo como objetivo general reducir los costos de inventario de Calzados Urisa SAC a través de un sistema de Planificación de requerimientos de materiales, para lo cual realizó un análisis de la información obtenida y se aplicó el sistema MRP, utilizando una hoja de cálculo (Excel) indicando las cantidades necesarias para cumplir con la producción establecida y llevar un mejor control de los materiales e insumos que se necesitarán para la producción, obteniendo como conclusión que la implantación de un sistema MRP redujo el costo de inventario trimestral de S/ 36,911.24 a S/ 33,253.94, lo que representa un ahorro del 9.91% del costo de inventario de la empresa Calzados URISA SAC. El marco teórico referente a los costos de inventarios será de gran utilidad para el cálculo inicial del costo de inventario, así como el costo de inventario después de aplicar el MRP.

El presente trabajo tiene una justificación **práctica** porque permite a la empresa en estudio, reducir sus niveles de inventario y por ende sus costos al aplicar el sistema de planificación requerimiento de materiales, para solucionar la problemática en la que se encuentra. A esto se le suma el crecimiento de la empresa, aumentando su competitividad y asegurando su permanencia en el mercado brindando un mayor nivel de atención al cliente y una mayor capacidad de respuesta. Por otro lado, es pertinente justificar **metodológicamente** pues los resultados obtenidos en esta

investigación sirven de guía para quien requiera el uso del sistema de planificación de requerimiento de materiales buscando una óptima planificación de su producción y control de sus inventarios, permitiendo dar solución a sus problemas o proponiendo mejoras. Por último, tiene una justificación **económica**, pues gracias a ella se logra la reducción de costos de inventario y con ello aumenta la rentabilidad de la empresa en estudio.

Dado lo expuesto ahora es necesario **fundamentar científica, tecnológica y humanísticamente** el concepto de pronóstico. Para (Elwood Spencer & Rakesh K., 1992), los **pronósticos** son el punto inicial para el proceso de planificación de la producción, siendo de suma significancia, ya que sobre estos se diseñan los planes de mediano y corto plazo, permitiendo a todas las empresas organizacionales, una visión aproximada a los futuros acontecimientos así como erradicar la incertidumbre en numerosa magnitud para poder enfrentar y reaccionar de manera inmediata a aquellas condiciones cambiantes que se puedan presentar.

Por otro lado para (Domínguez Machuca & García González , 1995), los pronósticos pueden realizarse para un largo, mediano o corto plazo con una amplia utilidad incluyendo tanto la planificación a un nivel estratégico como la elaboración de los planes a un nivel operativo.

Los **métodos de pronósticos** pueden ser cualitativos o cuantitativos, los **cualitativos** se emplean en casos que no requieren de una manipulación de datos y solo es necesario utilizar la intuición o el simple juicio de la persona que realiza el pronóstico teniendo como ejemplo el método del juicio informado, el método Delphi, etc.

Los pronósticos **cuantitativos** son en los que se emplean procedimientos tanto matemáticos como estadísticos y que no requieren del juicio o intuición, entre ellos tenemos: los métodos causales y los métodos por series de tiempo. La **Figura 1** del **Anexo** presenta la clasificación de estos métodos de pronósticos.

Se considera como mejor pronóstico al que adicionalmente a utilizar y manipular los datos históricos a través del método cuantitativo, también intervenga el uso del sentido común y juicio de los especialistas que pronostican. En la presente investigación se realizarán 3 tipos de pronósticos cuantitativos, el método de

**análisis de regresión lineal, método de promedio móvil y método de suavización exponencial.** El análisis de regresión lineal, según (EPPEN, 2000) es una técnica estadística cuyo objetivo es establecer cuál es la relación existente de una variable dependiente con una o incluso más variables independientes, así como desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos. Este análisis define la intensidad entre ambas variables mediante dos coeficientes; el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación, siendo el **coeficiente de correlación (r)** una medida de asociación entre las variables aleatorias X y Y, su valor puede variar entre -1 y +1, como se muestra en la **Figura 2 del Anexo** indicando para cada valor la conveniencia o no de aplicar este método de pronóstico. Para calcular el coeficiente de correlación se hace uso de la siguiente fórmula:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]}}$$

Donde la variable tiempo es representada por “t” y la variable demanda por “x”. Posteriormente para la realización del análisis de regresión lineal tenemos que la variable dependiente se simboliza con “Ŷ” siendo ésta la que deseamos pronosticar, mientras que la variable independiente se simboliza con “t”, siendo la ecuación:

$$\hat{Y} = a + bt$$

Dónde “Ŷ” es el valor de la variable dependiente, variable a pronosticar en este caso la demanda, “a” representa la intersección con el eje y (ordenada), “b” corresponde a la pendiente de la recta de regresión y “t” la variable independiente en este caso el periodo de tiempo; donde “b” se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

Finalmente, para hallar el valor de “a” se efectúa el siguiente cálculo:

$$a = \bar{y} - b\bar{t}$$

Dónde “ $\bar{y}$ ” es el promedio de los valores históricos de demanda y “ $\bar{t}$ ” es el promedio de los valores de tiempo o periodos.

Por otro lado para (Render, 2004) el método de **promedio móvil** usa un número de valores de datos históricos reales que permiten generar un pronóstico. Este método se aplica al suponer que la demanda del mercado va a permanecer relativamente estable durante un determinado tiempo, es decir que un promedio móvil de 3 meses se hallará simplemente haciendo una sumatoria de la demanda de los últimos 3 meses y se dividirá entre 3, lo que se traduce en el promedio de la demanda de los últimos 3 meses. Al final de cada mes, la demanda del mes concluido se adicionará a la suma de los 2 meses anteriores y ya no se considerará la demanda del mes más antiguo. Este procedimiento permite suavizar aquellas irregularidades que se generan en un corto plazo. Entonces tenemos el promedio móvil que se expresa matemáticamente como:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{demanda en los } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

Dónde “n” representa el número de periodos que comprende el promedio móvil, en este caso se trabajará con 3 periodos, es decir n=3.

Finalmente se realiza el **método de suavización exponencial**, definido como un sofisticado método de pronóstico de promedios móviles ponderados. Este método tiene una aplicación muy asequible el cual conlleva a mantener una baja cantidad de registros de datos históricos. Su fórmula se expresa como:

$$F_{t+1} = \bar{\alpha} * D_t + (1 - \bar{\alpha}) * F_t$$

Dónde “ $F_t$ ” es la demanda pronosticada del mes anterior, “ $F_{t+1}$ ” es la demanda a pronosticar, “ $D_t$ ” es la demanda histórica y “ $\bar{\alpha}$ ” es la ponderación o constante de suavizado la cual es escogida por quien realiza el pronóstico, teniendo un valor entre 0 y 1. Esta constante de suavizado generalmente se encuentra en un intervalo de 0.05 y 0.5, cuanto más alto sea el valor les dará más peso a los datos recientes,

y cuanto más bajo sea el valor, tomará en cuenta a los datos históricos. Se escoge los valores de la constante de suavizado ( $\bar{\alpha}$ ), con la finalidad de obtener un pronóstico más preciso, para ello una vez realizados los diferentes pronósticos es necesario validarlos, para esto se analizará tanto el error del pronóstico como el coeficiente de correlación y mediante ello se escogerá el pronóstico más preciso.

Una vez que en la organización se definen y se toman las decisiones de capacidad a largo plazo se procede a realizar la planificación a mediano plazo apuntando al cumplimiento de sus objetivos y es en esta planificación a mediano plazo donde se desarrolla un plan de producción agregada. **El Plan agregado** según (Moreno López, Lluís Martínez, Heizer, & Render, 2007) se elabora combinando los recursos adecuados en términos globales o generales. Por otro lado para (Domínguez Machuca & García Gonzáles , 1995) el plan agregado de producción, considerando la capacidad disponible de producción, permite determinar las cantidades a producir por familia de productos, cantidades existentes en inventario y el nivel de mano de obra. Su aplicación se da para periodos mensuales entre un horizonte de 6 a 18 meses y tiene como principal **objetivo**, determinar la mejor combinación del nivel de producción, del nivel de mano de obra y las cantidades óptimas de productos terminados que permita minimizar costos y a su vez logre satisfacer toda la demanda prevista.

Para realizar la planificación agregada existen 3 opciones de **estrategias**: la **estrategia de caza** o también llamada de persecución que se enfoca en ajustarse a la demanda, haciendo variaciones en la mano de obra a través de contrataciones, horas extras, despidos, etc. Ésta, a su vez busca conseguir flexibilidad en las variaciones de demanda y sostener un nivel mínimo de inventario. La **estrategia nivel**, aquella que deja invariable la producción regular por periodos siendo su finalidad; mantener constante la mano de obra, sin embargo, frente a eventualidades y necesidades pueden intervenir contrataciones eventuales, horas extras, entre otras. Y finalmente la **estrategia mixta** que combina la estrategia de persecución y la estrategia de nivel, ofreciendo una mayor flexibilidad, pues brinda múltiples alternativas lo cual hace más complejo el tomar decisiones para realizar la planificación. Posteriormente, para el desarrollo de esta investigación, se necesita tener un conocimiento eficiente del proceso de la **Planificación de**

**Requerimientos de Materiales (MRP)**, definiéndose como un sistema para planear y programar los requerimientos de materiales y que a través de un conglomerado de procedimientos los cuales se encuentran relacionados de manera lógica; consigue traducir un Programa Maestro de Producción (PMP) en cantidades óptimas de materia prima, piezas, ensambles y sub-ensambles que se requerirán para llevarla a cabo, también consigue una programación para la compra de materiales teniendo en cuenta las órdenes actuales y los inventarios.

Según Macleod (1998) el MRP permite a las compañías una eficiente administración de todos sus materiales, evitando sorpresas de último minuto al verse enfrentado a desabastecimientos como consecuencia del agotamiento de existencias en inventario. Tenemos dentro de los **objetivos principales**; mejorar la atención brindada a los clientes, reducir todos aquellos costos que se derivan del correcto mantenimiento de inventarios y una mejor y eficiente operación de planta. (Chase et. al, 2009)

Luego de lo cual es necesario determinar **las principales entradas y salidas de un MRP** como se muestra en el **Figura 3 del anexo**. Comenzaremos por determinar las entradas lo cual está constituido por:

- Programa Maestro de Producción (PMP), definido como un plan a detalle en el cual se especifican y establecen todas las cantidades de productos finales de un proceso productivo que deben producirse y en qué periodo de tiempo, así mismo contiene la secuencia de los trabajos a realizar o aquellos pedidos individuales y además asigna en un plazo corto los recursos a operaciones individuales. Entendiéndose como productos finales aquellos productos que se encuentran terminados o a aquellos componentes que son despachados como productos finales.

El Programa Maestro de Producción determina las necesidades netas de fabricación, para ello considera y descuenta de las necesidades de productos finales a elaborar; los productos terminados que se tienen como stock disponible en almacenes y así mismo se descuentan los productos que están en curso de fabricación. Estos resultados reflejan lo que se necesita producir mas no la capacidad de producción (Yagüez Insa, López Gonzales,

Gracia Ramos, & Casanovas Ramon , 2007). El plan maestro de producción desarrolla 2 **funciones básicas**: traducir el plan agregado de producción en unidades y además en tiempo para que de tal manera; con una máxima desagregación, hacer más sencilla la determinación de un plan aproximado de capacidad. Por eso mismo si queremos obtener un Plan Maestro de Producción factible, desde un criterio de capacidad, se debe realizar un proceso de desagregación, el cual podría realizarse desde dos orígenes: Partiendo del plan agregado de producción o partiendo de la previsión de venta que se tiene a corto plazo. En cuanto a los enfoques del Plan Maestro de Producción puede darse de 3 maneras, esto va a depender del mercado en el que se encuentra la organización y el sistema de producción que maneje, teniendo así 3 **enfoques** como **fabricar para inventario**: Cuando se realiza una producción en lotes grandes, satisfaciendo así a los clientes con dicho inventario; aquí el artículo final es la unidad base del Plan Maestro de Producción. **Fabricar sobre pedido**: Cuando los pedidos se realizan en función a las órdenes generadas por los clientes y siendo la unidad base del Plan Maestro de Producción; el conjunto de productos finales que conforman el pedido. Y **ensamblar sobre pedido**: en el cual existe una cantidad muy variada de posibles configuraciones del producto final, elaborados por combinaciones de componentes básicos y sub-ensambles, para estos casos no se elabora un Plan Maestro de Producción para productos finales.

- La segunda entrada para la Planificación de los Requerimientos de materiales (MRP) es la Lista de Materiales (BOM); definida como un diagrama que muestra la lista de materiales (Bill of Materials) que integran un producto final. Para su elaboración se realiza una explosión de necesidades, que consiste en la descomposición del producto final en sus componentes, éstos en otros componentes de los cuales están formados y así sucesivamente hasta llegar a las materias primas o aquellos componentes que son adquiridos a los proveedores.

Sea un producto X que está integrado por los componentes A1, A2, A3, A4 y A5, en cantidades, 3, 4, 2, 6, 2 respectivamente. Supongamos, además, que A1 necesita de tres unidades de otro subcomponente B1, A3 de dos de

B2 y A5 de dos subcomponentes de B3. (Santos, 2006). Esta estructura puede representarse mediante el árbol que se muestra en el **Figura 4 del anexo**.

- Como **última entrada** tenemos el **Registro de Inventario**, siendo las transacciones de inventarios fundamentales para poder calcular las necesidades reales de cada elemento que aparece en la lista de materiales. Dentro de las transacciones de inventario se consideran la expedición de nuevos pedidos, las recepciones programadas, el ajuste de fechas de vencimiento de las recepciones programadas, los retiros que se realizan de inventario, las cancelaciones de pedidos, las correcciones por errores de inventarios, el rechazo de embarques y la verificación de las pérdidas por concepto de desperdicio o por las devoluciones de unidades de inventario. Realizar un seguimiento adecuado a esas transacciones es fundamental para mantener un registro preciso del inventario existente y las recepciones que se encuentren programadas, permitiendo tener una Planificación de Requerimiento de materiales eficaz. (Krajewski & Ritzman, 2000). En la **Figura 5 del Anexo** se muestran las etapas de la aplicación del MRP considerando como datos primordiales en este punto: el stock inicial disponible, el lead time de entrega y el tamaño de lote. (Arbós, 2012)

En cuanto a las **salidas del sistema MRP** (Planificación de Requerimiento de Materiales) según (De la Fuente, Gómez, Puente, & García, 2006) tenemos los Informes primarios y los informes secundarios. La salida primaria fundamental es el **plan de materiales** o también conocido como el plan de compras que indica los pedidos planificados para todos los productos y componentes por periodo de tiempo. Resulta muy beneficioso contar con un plan de materiales correcto, debido a que se conoce con anticipación cuáles son las necesidades que deberán satisfacer en el futuro. Otra salida primaria son los **informes de acción**, que permiten conocer cuando existe una necesidad de realizar un pedido nuevo o realizar algún ajuste en las fechas de llegada, en las cantidades y en los detalles de algún pedido pendiente.

Por otro lado, tenemos las **salidas secundarias**, tenemos los **informes de excepción** que muestran las discrepancias graves, tales como los errores, la existencia de partes inexistentes, los pedidos retrasados, etc.

Así mismo, cabe mencionar las **ventajas que ofrece el sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales**: permite una visibilidad real de las necesidades de producción, reduce la incertidumbre de la demanda, reduce los inventarios, tanto propios como los del suministrador, reduciendo también sus costos de manejo, asegura que los materiales se muestren disponibles en el momento que se necesitan reduciendo y/o eliminando los retrasos en el procesamiento de las órdenes de producción, elimina centros de distribución e intermediarios ya que este sistema permite realizar envíos directos, disminuye los costos de funcionamiento, entre ellos los costos de transporte y simplifica el trabajo administrativo del comprador.

También es necesario **fundamentar científica, tecnológica y humanísticamente** lo concerniente al **concepto de inventarios** definiéndose como la acumulación de materias primas, las provisiones, los componentes, los productos en proceso y productos terminados que posteriormente serán utilizados para satisfacer una demanda futura. Por lo general se encuentran en lugares como almacenes, patios amplios, pisos de las tiendas comerciales, en los estantes de las tiendas de menudeo. El costo anual por mantener estos inventarios habilitados está entre el 20% y 40% de su valor por lo que administrar minuciosamente los niveles de inventarios impacta notablemente en el ámbito económico.

Los inventarios pueden **clasificarse** según (Ballou, 2004) en cinco maneras En la primera los inventarios pueden encontrarse en ductos, es decir son los **inventarios en tránsito**; cuando el movimiento de éstos es pausado, en amplias distancias o se encuentra entre muchos niveles dentro del canal de suministro, la cantidad en ductos puede exceder y ser mayor a los que se mantienen estáticos en los puntos de almacenamiento. Así mismo los inventarios de trabajo en proceso también pueden ser considerados como inventarios en tránsito. En la segunda forma, se da cuando el inventario puede mantener existencias para **especulación**, como se da en el caso de ciertos metales, especialmente con el oro, cobre y la plata; éstos se compran tanto para especular con el precio como para satisfacer los requerimientos

de la operación. Es importante resaltar que cuando la especulación de precios tiene lugar durante un periodo que va más allá de las necesidades previsibles de operaciones, se podría afirmar que estos inventarios representan más un tema de manejo financiero que de dirección logística. En una tercera forma, los inventarios pueden caracterizarse por ser **de naturaleza regular o cíclica**, refiriéndose a aquellas existencias que se necesitan para responder a una demanda promedio en todo el tiempo que transcurre hasta el próximo reaprovisionamiento. La cantidad de inventario en este periodo se somete, en su mayoría, a múltiples factores como el volumen de existencias que se producen, los montos económicos sujetos al envío, las limitaciones de espacio para almacenar existencias, los descuentos que se otorgan por precio y cantidad, los costos en los que se incurre por el manejo del inventario, etc. La cuarta forma es cuando el inventario es fabricado como respaldo o protección de las variaciones que surgen en la demanda de productos finales y los tiempos totales para los reaprovisionamientos de materia prima e insumos. Estas **existencias de seguridad**, es adicional a las existencias regulares que se generan para satisfacer una demanda promedio. Para determinar estas existencias de seguridad se recurre a procedimientos estadísticos relacionados con la naturaleza aleatoria de la variabilidad involucrada; para ello es esencial hacer uso de los pronósticos, apostando por aquel que sea más preciso y permita minimizar los niveles de existencias de seguridad. Si tan solo el tiempo total y la demanda se pudieran precisar con exactitud resultarían innecesarias las existencias de seguridad. Finalmente tenemos aquellas existencias que se mantienen durante un periodo extenso, ocasionando que parte del inventario llegue a caducar, se pierda o sea robado. Por lo tanto, nos referimos a las **existencias obsoletas, stock muerto o perdido**.

En cuanto a **los costos que se producen cuando se manejan inventarios**, según (Moya Navarro , 1990) tenemos los siguientes: el **costo de lanzar un pedido**; el cual se calcula hallando un costo fijo representado por: los gastos en remuneraciones que la empresa asume para remunerar al encargado de efectuar una compra y gastos generales; que incluye a los gastos originados al realizar órdenes de compras y requisiciones de materiales como el gasto en útiles de

oficina, telefonía e internet y el personal encargado de la movilización de insumos y materiales. La fórmula para hallar el costo fijo de pedido es:

$$CFP = \frac{\text{Total de costos/año}}{\text{Nº de pedidos/año}}$$

Posteriormente para calcular el costo de pedido anual se utiliza la siguiente fórmula:

$$CPA = \frac{CFP * D}{Q}$$

*Dónde:*

- **CPA** = Costo de pedido anual
- **D** = Demanda anual
- **Q** = Cantidad pedida/año

Después de que el pedido es recibido, es necesario inspeccionarlo con la finalidad de verificar si está cumpliendo con todas aquellas especificaciones de calidad requeridas y que el número de materiales recepcionados cumplen con la cantidad pedida.

Otro costo que se produce al manejar inventarios es el **costo de mantenimiento de los inventarios**, el cual es generado en base a las cantidades o del volumen de las existencias que se mantienen almacenadas; costos que se derivan por muchos factores. Uno de estos factores es el **costo de inmovilización de capital**, éste es el costo real para el sistema de inventarios. Cuando el capital es invertido en los inventarios ya no podría ser destinado a otros fines, es decir se podría destinar este mismo capital a un bono a plazo fijo en alguna entidad financiera quien puede pagar una tasa anual de 20% aproximadamente; sin embargo, al invertir este capital en el inventario no se recibiría ningún tipo de intereses. También tenemos el **costo por seguros**, debido a que por lo general los inventarios se encuentran protegidos a través de seguros ya sea contra incendios, deterioro de materiales, robo, etc. Por

lo que, las primas que se pagan con motivo de dichos seguros están incluidas dentro de los costos del mantenimiento. El **costo por almacenamiento**, siendo necesario un espacio de almacenamiento para los productos terminados, productos en proceso, o materias primas. El **costo por obsolescencia**, debido a diversos factores tales como la moda, el tiempo de antigüedad, la pérdida de las especificaciones de calidad de los productos o los avances tecnológicos es que existe el riesgo de que las existencias almacenadas se vuelvan obsoletas; por lo que debe considerarse un determinado porcentaje del costo de mantenimiento de inventario por este concepto. El **costo por mantenimiento de las instalaciones, equipos de acarreo de materiales e impuestos**, debiendo sumarse todos éstos al costo de mantenimiento del inventario, porque cuando se hace uso de instalaciones y/o edificios se requiere de un mantenimiento a sus ambientes, del pago de impuestos y usar equipo de manejo de materiales. El **costo debido a la depreciación del equipo y activos fijos** como instalaciones destinadas al almacenamiento. El **costo por planillas** pagadas al personal que trabaja en la recepción, almacenamiento y manejo de los inventarios.

Además existe el **costo por faltantes** o pedidos en condición de “pendiente” correspondiente a demandas no atendidas, el cual se presenta cuando las empresas trabajan bajo la política de pedidos pendientes, es decir, cuando un cliente realiza un pedido pero en ese momento no pueden cumplir con dicho pedido puesto que no cuentan con inventario el cliente espera hasta que el inventario se encuentre disponible; cuando esto sucede , se genera un costo por faltante solamente por el lapso por el cual se esperó esta mercadería. Por otro lado, están los clientes que no pueden esperar a que las existencias se encuentren disponibles y recurren hacia la competencia, por lo tanto, al presentarse una situación así se genera otro costo; el costo por ventas perdidas, ya que, al perder un cliente por no contar con existencias disponibles, se deja de percibir una utilidad por unidad demandada. Para hallar el costo de mantenimiento, primero es necesario calcular el costo de mantenimiento unitario utilizándose la siguiente fórmula:

$$Cmu = Costo Unitario * Tasa de Interés$$

En la cual se tiene en cuenta una tasa de interés en % que te brinda una entidad financiera por guardar o mantener un activo de la empresa multiplicado por el costo unitario del producto. Posteriormente se procede a calcular el costo de mantenimiento anual, siendo su fórmula:

$$Cma = \frac{Q}{2} * Cmu$$

*Dónde:*

- **Q/2** = *Inventario promedio*
- **CMu** = *Costo de mantenimiento unitario*

Otro costo que se produce al manejar inventarios es el **costo de comprar**, el cual está referido al precio de compra de toda la materia prima e insumos que se necesitan en la elaboración del producto final y la demanda del insumo anual:

$$CC = P * D$$

*Dónde:*

- **P** = *Precio del artículo*
- **D** = *Demanda anual del artículo*

Así mismo existen otros costos que es necesario conocer como el **costo por sobrantes**, el cual se da cuando se mantiene en inventario excesivas cantidades y estas existencias no tienen salida. Entonces la cantidad económica que se da por mantener este inventario almacenado se define como un costo por sobrante.

Y por último está el **costo de salvamento**, que se da por mantener en inventarios, existencias que tienen valor solo durante una temporada del año o por un período. Como es el caso de los periódicos que solo tienen valor el día para el cual se producen o los árboles de navidad que se venden en los dos últimos meses del

año, pasada esa temporada su valor comercial desaparece. El valor de recuperación de esas existencias, una vez terminado su período de vida útil, es denominado como valor de salvamento.

Para calcular el **Costo Total Anual de Inventarios** se debe sumar el costo de pedir anual, el costo de guardar anual y el costo de compra anual:

$$CT = CPA + CMA + CC$$

Es necesario comprobar los resultados estadísticamente, para ello; el conocimiento y utilización de un software estadístico permite una investigación seria en ciencias. Así mismo para que las organizaciones tomen buenas decisiones es necesario que éstas estén sustentadas con un análisis preciso de datos, y para ello pueden utilizar tipos de software, como el **SPSS** (Statistical Package for the Social Sciences), el cual permite un tratamiento integrado de todas las fases que acarrea el análisis de datos. El SPSS cubre un amplio rango de procedimientos estadísticos que posibilita el resumen y la descripción de los datos (por ejemplo, tablas de contingencia, tablas de frecuencias, estadísticos descriptivos), determinar la existencia de diferencias relevantes entre grupos (prueba T para una muestra, para muestra independientes y dependientes, ANOVA de un factor), adaptar a nuestros datos el modelo lineal general (multivariante, univariante, componentes de la varianza, de medidas repetidas), análisis psicométricos (análisis de la fiabilidad), análisis de datos categóricos (modelos loglineales), pruebas no paramétricas (chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov), elaboración de gráficos (por ejemplo diagramas de dispersión, gráficos de barras), entre otros.

La prueba de **Shapiro-Wilk** se utiliza para contrastar la normalidad, para ellos la muestra deberá ser de 50 como máximo. Para ejecutarla se debe calcular la media y la varianza muestral,  $S^2$ , y las observaciones deben ser ordenadas ascendentemente, es decir de menor a mayor, posteriormente se calculan las diferencias entre: el primero y el último; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, etc. y se van corrigiendo con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk. El estadístico de prueba es:

$$W = \frac{D^2}{nS^2}$$

Donde  $D$  representa la suma de las diferencias corregida. Se rechazará la hipótesis nula de normalidad si el estadístico  $W$  es inferior al valor crítico proporcionado por la tabla establecida por los autores para el tamaño muestral y el nivel de significación dado.

La prueba signo - rango de **Wilcoxon** se emplea para contrastar dos muestras relacionadas; se analizan todos los datos obtenidos a través del diseño antes-después (cuando cada sujeto sirve como su propio control) o a través del diseño pareado (cuando el investigador escoge pares de sujetos y uno de cada par, en forma aleatoria, es asignado a uno de dos tratamientos).

Eurotubo SAC. es fundada en Septiembre del año 1997, teniendo su primer centro de operaciones en la ciudad de Trujillo - Perú. Esta organización tiene como principal actividad la fabricación de diversos productos plásticos por método de extrusión (tuberías de PVC-U y CPVC) y accesorios, con incursión en el método de inyección para conexiones de agua y desagüe de PVC-U y CPVC, su principal mercado es el sector construcción así mismo atiende, en menor dimensión, a los sectores minería y agricultura, abasteciendo a las ciudades de Chiclayo, Chimbote, Piura, Chiclayo, Cajamarca, Huancayo y Tarapoto, con una demanda anual aproximada de 51,720 toneladas de productos plásticos, de la cual sólo la demanda de tuberías y accesorios alcanza un aproximado de 36,136 toneladas, lo que representa el 70% del total de la demanda.

En su gestión productiva y logística se pueden observar ciertas deficiencias como: un escaso nivel de gestión y planificación para el abastecimiento de materiales e insumos, no maneja una metodología adecuada para proporcionar oportunamente los materiales, suministros y servicios necesarios que permiten la continuidad de su producción; generando frecuentemente tiempos muertos por búsqueda imprevista de materiales, herramientas y productos durante una jornada laboral, así también no se realiza el envío o despacho de los materiales de acuerdo a programas y no mantiene el inventario en un óptimo orden y balance. Por otro lado, no se cumplen los plazos pactados para la entrega de sus productos, generando malestar en los clientes.

De continuar laborando bajo estas circunstancias Eurotubo SAC seguirá incurriendo en altos costos por un manejo ineficiente del control de su producción y su área logística, restándole competitividad dentro del mercado, por lo tanto, esta investigación pretende diseñar un sistema de planificación de requerimiento de materiales con la finalidad de reducir sus costos de inventarios.

## **1.1 Problema**

¿Cómo influye el diseño de un sistema de planificación de requerimiento de los materiales en los costos de inventario en la empresa EUROTUBO S.A.C. en el año 2017?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de planificación de requerimiento de materiales para estimar su influencia en los costos de inventario en la empresa EUROTUBO S.A.C en el año 2017.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico situacional de la empresa EUROTUBO S.A.C.
- Determinar los pronósticos de la demanda.
- Elaborar el plan agregado de producción.
- Elaborar el plan maestro de producción.
- Elaborar la lista de materiales por SKU.
- Determinar el registro de inventario.
- Elaborar la matriz de requerimiento de materiales.
- Determinar costos de inventario después de implementar el sistema MRP.
- Determinar el impacto del MRP en los costos de inventario.



# **II. MARCO METODOLÓGICO**

## 2.1 Hipótesis

La planificación de los requerimientos de materiales permitirá a la empresa EUROTUBO S.A.C. reducir el costo de inventario en el año 2017.

## 2.2 Variables

**Variable Independiente, tipo cuantitativa:** Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales, sistema de requerimiento de compras de cada material que se necesita para producir un producto terminado de acuerdo a la demanda de la empresa EUROTUBO SAC.

**Variable Dependiente, tipo cuantitativa:** Costos de inventario relacionados con el almacenamiento y mantenimiento durante un determinado periodo de tiempo.

### 2.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1: Operacionalización de Variables, Trujillo, Junio del 2017.**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
<p>SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (VI)</p>	<p>Sistema de Planificación de componentes de fabricación que asegura la disponibilidad de los materiales en el tiempo oportuno, sugiriendo una lista de órdenes de compra y programando adquisiciones con proveedores en base a la producción programada.</p>	<p>Plan de requerimiento de compras de cada material que se necesita para producir un producto terminado de acuerdo a la demanda de la empresa EUROTUBO S.A.C.</p>	<p>Cantidad de material a comprar.</p> <p>Nº de órdenes de compra.</p>	<p>Razón</p>
		<p><b>Plan de Compras:</b></p> <p>Plan que indica la cantidad de insumos o productos que se necesitan para la producción y que deben emitirse en pedidos a los proveedores.</p>		

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Costos de inventario (VD)	Costos provenientes del almacenamiento y mantenimiento del inventario dentro de un determinado período de tiempo	<b>Costo de artículos</b> Referido al precio de compra de los artículos que la empresa adquiere o produce.	$CA = CD$	Razón
		<b>Costo de pedido</b> Costo total que se origina cada vez que se efectúa un pedido de un artículo, constituido por el costo de emisión más costo de recepción del producto.	$CP = S \frac{D}{Q}$	
		<b>Costo de mantenimiento</b> Costo variable por unidad resultante por mantener una existencia en inventario durante un período específico	$CM = H \frac{Q}{2}$	

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

$CA =$  Costo de artículos

$CP =$  Costo de pedido anual

$CM =$  Costo anual de mantener

$C =$  Precio unitario

$S =$  Costo de pedir

$H =$  Costo de mantener una unidad en inventario

$D =$  Demanda

$Q =$  Cantidad de pedido

## 2.4 Metodología

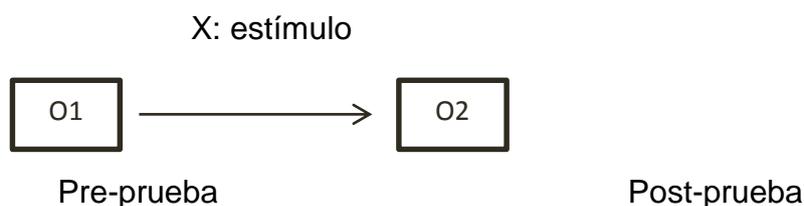
Se usa el **método observacional**, pues no se pretende manipular las variables de estudio sólo observar su comportamiento para inferir sobre ellas.

## 2.5. Tipos de estudio

La presente investigación pertenece a un estudio **aplicado**, debido a que se emplean los conocimientos teóricos de la aplicación de un sistema de requerimiento de materiales para brindar soluciones a la realidad problemática que presenta la organización en estudio. Así mismo corresponde a un estudio **observacional**, debido a que pretende observar la relación existente entre el sistema de planificación de requerimiento de materiales y los costos de inventario, sin manipular los resultados y **transversal** porque la captación de la información se da en una única ocasión y posteriormente se describe o analiza dicha información.

## 2.6. Diseño de investigación

**Investigación Pre-experimental:** Porque el investigador manipula intencionalmente la planificación de requerimiento de materiales para determinar su efecto en los costos de inventario, aplicando una pre-prueba y post-prueba.



Dónde:

**G:** Grupo o muestra

**O1, O2:** Observaciones.

**X:** Estímulo.

## 2.7. Población y muestra

De acuerdo a la información obtenida y proporcionada por el área de producción, la población estuvo constituida por todos los artículos pertenecientes a las líneas de producción con las que cuenta EUROTUBO S.A.C; dentro de las cuales se producen 6 diversos tipos de tubería según Norma Técnica Peruana: Tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo PVC-u no plastificado destinado a sistemas de drenaje y alcantarillado, tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para realizar abastecimientos de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión, tubos de poli-cloruro de vinilo (PVC) de paredes lisas, destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas, tubos de poli - cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) destinados a la conducción de fluidos a presión, sistemas de tuberías plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión y tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para instalaciones domiciliarias de desagüe. De la población se tomó como muestra a los tubos de PVC-u no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado y tubos y conexiones de PVC-u para suministro de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión; artículos resultantes de la clasificación ABC y que necesitan un control minucioso con el propósito de minimizar costos y cumplir el objetivo general de la presente investigación. En dicha unidad de análisis se incluyeron a todos los insumos que se necesitan para fabricar los tubos de PVC-u no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado y tubos y conexiones de PVC-u para suministro de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión.

## 2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Para realizar el análisis situacional de la empresa Eurotubo SAC con respecto a su actual gestión de requerimiento de materiales se procedió a una **entrevista** dirigida al representante del área de compras, mediante una guía de entrevista, posteriormente, a través de la **observación directa**, se determinaron los procesos de flujo de información para lo cual se empleó un **flujograma**. Finalmente fue necesario conocer el proceso productivo de la empresa

mediante la **observación directa**, para lo cual se empleó un **diagrama de proceso**.

- Para determinar los pronósticos de la demanda se procedió a un **análisis documental del histórico de ventas** para posteriormente elaborar dichos pronósticos en una **hoja de cálculo de Microsoft Excel**.
- Para elaborar el Plan Agregado de Producción se realizó un **análisis de información de la demanda proyectada**, así mismo un **análisis bibliográfico**, plasmándose en una **hoja de cálculo de Microsoft Excel**.
- Para elaborar el Plan Maestro de Producción se procedió a un **análisis de información del Plan Agregado de Producción** y se realizó en una **hoja de cálculo de Microsoft Excel**.
- Para elaborar la lista de materiales y componentes se realizó un **análisis de información del Plan Maestro de Producción**, así como una **observación directa del proceso** y se determinó en una **hoja de cálculo de Microsoft Excel** cada uno de los materiales que se necesitan para producir.
- Para elaborar la matriz de requerimiento de materiales se procedió a un **análisis de información del Plan Maestro de Producción y de la Lista de Materiales** mediante una **hoja de cálculo de Microsoft Excel**.
- Para determinar los costos de inventario después de implementar el sistema MRP se realizó un **análisis de información en base al Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales** y en base a la **data histórica de costos** para lo cual se empleó una **hoja de cálculo de Microsoft Excel**.
- Para medir el impacto del MRP en los costos de inventarios se ejecutó un **análisis estadístico** empleando el modelo de regresión lineal calculado en el **SPSS**.

## **2.9. Métodos de análisis de datos**

### **Análisis descriptivo:**

De acuerdo a las escalas de las variables de estudio (razón), se aplicó las medidas de tendencia como corresponde; calculando su media y moda, presentando los datos en una tabla de contingencia.

### **Análisis ligados a las hipótesis:**

Para probar la hipótesis se realizó la prueba de normalidad observando que los datos no cumplen los supuestos de normalidad por lo que se procedió a un análisis no paramétrico utilizando la prueba estadística de Wilcoxon.

## **2.10. Aspectos éticos**

El investigador toma el compromiso de respetar la autenticidad de los resultados obtenidos, la confiabilidad de la información proporcionada por la organización, así como la identidad de las personas que tienen participación en el presente estudio.

## **III. RESULTADOS**

## **3.1 Diagnóstico de la situación actual de la Empresa Eurotubo SAC**

### **3.1.1 Generalidades**

#### ***a. La Empresa***

EUROTUBO SAC inicia sus actividades en Setiembre del año 1997, en la ciudad de Trujillo, realizando sus primeras actividades en su planta con dirección la Av. La Marina N° 1306, desplazándose luego a su planta actual de fabricación ubicada en el Parque Industrial, Distrito de La Esperanza en el año 2004.

EUROTUBO SAC se dedica a la fabricación y comercialización de tuberías y conexiones de PVC - U para redes de Agua Potable y alcantarillado, instalaciones para canalizaciones eléctricas, instalaciones domiciliarias para agua y desagüe, instalaciones para telefonía y tuberías para agua caliente CPVC, los mismos que son elaborados con Materia prima 100% virgen de óptima calidad, las cuales respetan los requisitos definidos en las Normas Técnicas Nacionales de Fabricación y Métodos de Ensayo vigentes para cada uno de los tipos de tuberías (NTP, NTP-ISO).

A su vez posee un innovador laboratorio, el posee un equipamiento de acuerdo a lo estipulado en los métodos de ensayo de las Normas de fabricación vigentes y además entra en cumplimiento con los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO17025, lo que le posibilita otorgar Protocolos de Prueba, Cartas de Garantías y Certificados de Calidad correspondientes.

#### ***b. Razón Social***

La Razón Social de la empresa en estudio es "EUROTUBO SAC" siendo su número de RUC: 20376113443.

### **c. Ubicación Geográfica**

Eurotubo S.A.C se encuentra ubicada en el distrito de La Esperanza, con dirección: Parque Industrial Mz. E-3 Lt 15-16. Trujillo – La Libertad.



Figura 6: Ubicación Geográfica. Eurotubo S.A.C, Junio 2017.

Fuente: Google Maps

### **d. Descripción del mercado nacional de tuberías y accesorios de PVC**

**Composición del mercado:** Existe una demanda de tuberías y accesorios direccionada principalmente a tres sectores importantes:

- Construcción
- Agricultura.
- Minería

Resaltando que el sector construcción es el q abarca y atiende una mayor demanda por lo que se considera que es el principal mercado, quedando los otros dos sectores (agricultura y minería) en un segundo plano, pues atienden a una menor demanda.

En cuanto al sector construcción se pueden identificar dos segmentos:

- **Segmento de Infraestructura:** Atendiendo principalmente a las obras del Estado, para abastecimientos de agua potable, viviendas masivas, redes de alcantarillado, etc.
- **El Sector Privado:** Considerando principalmente la construcción de viviendas, condominios, grandes establecimientos comerciales, empresas del sector industrial, entre otros.

#### ***e. Estructura Organizacional***

- **Alta Dirección**

- **Junta General de Accionistas:**

Representa a la organización ante toda clase de autoridades, es la encargada de establecer las políticas generales de la empresa (producción, ventas, administrativas y salariales), analizar los resultados de la empresa y tomar decisiones en forma oportuna teniendo en cuenta las repercusiones administrativas, financieras y tributarias. Así mismo evalúa la gestión de cada Departamento: Producción, Ventas, Administración, Contabilidad y todas las áreas inherentes a esta y es quién aprueba el presupuesto de gastos anual de la organización.

- **Gerencia General.**

El objetivo del Gerente General es lograr de Eurotubo S.A.C. una empresa rentable, obteniendo utilidades que respondan a las expectativas de los accionistas, posicionando la marca en el mercado nacional, con calidad de producción y atención a clientes. Así mismo busca lograr de Eurotubo S.A.C. una empresa organizada y competitiva manteniendo personal idóneo y satisfecho en cada área, que permitan salvaguardar el patrimonio de la empresa.

- **Órganos de Apoyo**

- **Comité Central de Seguridad.**

El objetivo del Comité Central de Seguridad es analizar, verificar y hacer el seguimiento al avance del cumplimiento de metas y objetivos establecidos dentro del Programa Anual de seguridad y Salud en el Trabajo; identificando peligros y riesgos, así como las causas y frecuencias de los mismos con la finalidad de ejecutar acciones correctivas y preventivas.

- **Aseguramiento de la Calidad:**

Área encargada de programar y dirigir las actividades de todas las etapas del proceso empezando por la recepción de la materia prima hasta la entrega de los productos finales a los clientes asegurando y garantizando que en todo el proceso productivo se cumplan con todas las normas de calidad establecidas ofreciendo un pro y las expectativas del cliente.

- **Administración:**

El objetivo de esta área es lograr de la empresa, una empresa rentable, ejecutando las políticas definidas por la gerencia, dirigir la administración operativa de la empresa a través de los recursos materiales, financieros y humanos para su normal desenvolvimiento.

- **Órganos de Línea**

- **Jefatura de Planta:**

Es el área responsable de organizar, planificar, disponer las actividades de la División de Producción y Control de Calidad como parte de la política de trabajo de Eurotubo S.A.C.

- **Jefatura de Ventas:**

Área encargada de cumplir y/o superar los objetivos de ventas fijados por la Gerencia de acuerdo al Plan Estratégico y a las políticas de ventas establecidas. Busca la identificación y apertura de nuevos segmentos y clientes para la ampliación de nuestro mercado objetivo.

- **Jefatura de Almacén:**

Área encargada de supervisar las operaciones de recepción, verificación, acarreo, almacenamiento y despachos de materia prima, materiales auxiliares, repuestos, productos terminados y de reventa, verificando el cumplimiento de los procedimientos administrativos y de control de área.

- **Jefatura de Finanzas:**

Área responsable de supervisar el cumplimiento del manual de organización y funciones en todas las áreas de la organización, de definir y controlar la ejecución de los procedimientos para el correcto desarrollo de las actividades en todos los departamentos de la empresa. Así mismo es el área encargada de: consolidar el presupuesto de gastos alcanzado por los demás departamentos, supervisa y evalúa su ejecución, supervisar los pagos a proveedores, definir las políticas de Créditos y Cobranzas, llevando un control minucioso de la labor de recuperaciones de los créditos otorgados, revisar y dar conformidad al reporte diario de las

operaciones de Caja y Bancos, autorizar todos los egresos de caja, inclusive los vales provisionales, etc.

- **Jefatura de Contabilidad:** Área responsable de:

Brindar información razonable, oportuna y veraz respecto de las operaciones económicas de la empresa según las políticas emanadas de Gerencia y ejecutadas por Administración.

Cuidar que los registros contables de las operaciones reflejen los hechos objetivamente y que los estados financieros permitan la evaluación del estatus económico y financiero de la organización.

Presentar a la gerencia estados financieros mensuales que permitan analizar la situación de todas las áreas de la organización permitiendo tomar decisiones en forma oportuna.

- **Jefatura de RRHH:** La jefatura de RRHH está encargada de:

Establecer los lineamientos generales a seguir por el personal de Talentos Humanos para reclutar, seleccionar y contratar al personal que cumpla con las competencias necesarias que permitan cubrir la(s) vacante(s) de trabajo requeridas por EUROTUBO SAC.

Establecer las actividades necesarias para planificar, ejecutar, y evaluar la eficacia de la capacitación del personal de EUROTUBO SAC que asegure su competencia, toma de conciencia e importancia de sus actividades.

- **Jefatura de Compras:**

Área encargada de asegurar un normal desenvolvimiento de las actividades de toda la organización, adquiriendo bienes y servicios bajo condiciones aprobadas coordinando la entrega oportuna a las diferentes áreas.

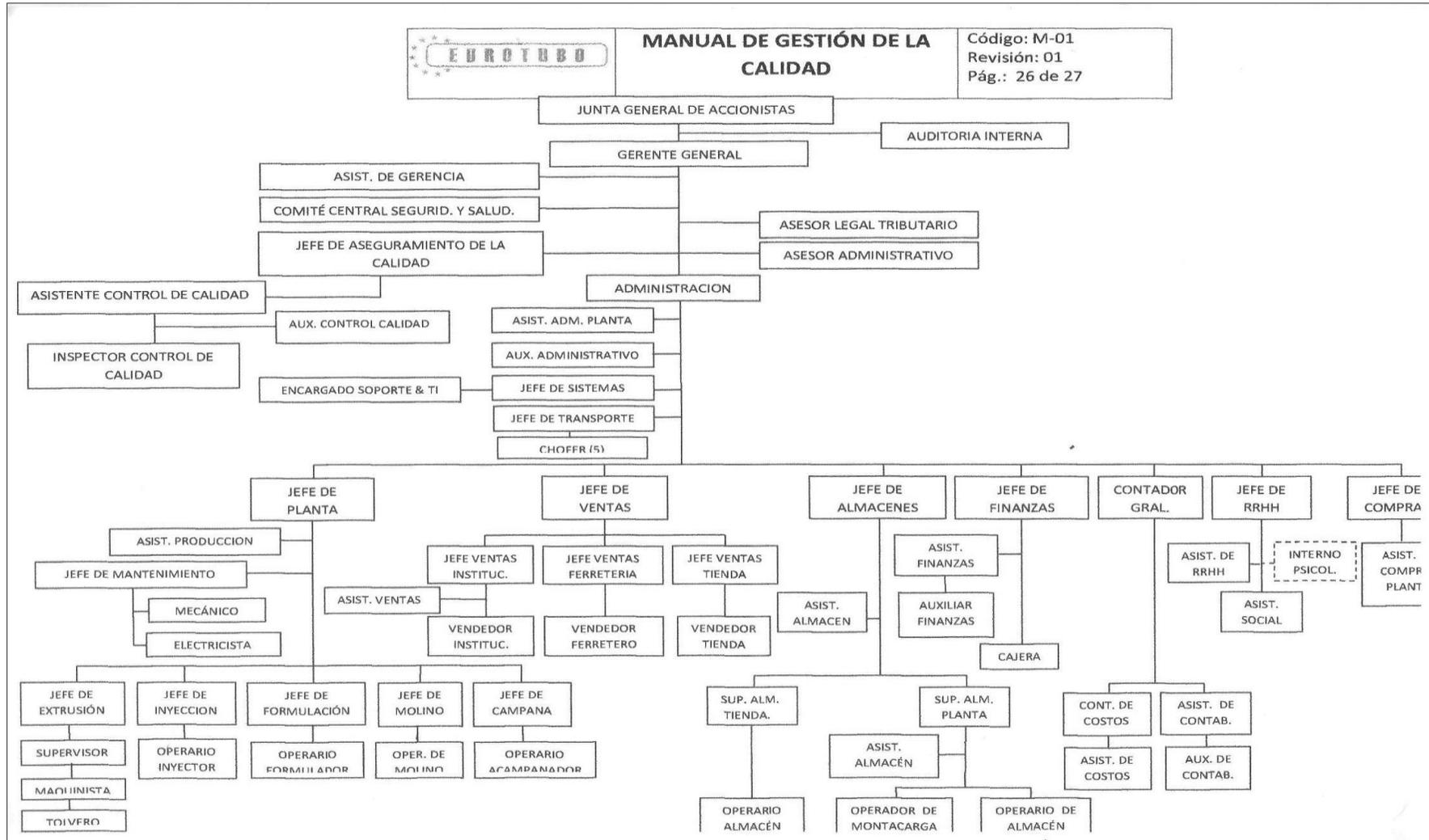


Figura 7: Organigrama de la Empresa, Eurotubo S.A.C, Trujillo, Junio 2017.

Fuente: Eurotubo SAC

#### ***f. Misión***

Somos una industria peruana que ofrece productos de óptima calidad, con el fin de alcanzar un alto grado de satisfacción de nuestros clientes, teniendo como principios la mejora continua, responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

#### ***g. Visión***

Ser una industria peruana reconocida por su alto nivel de calidad, con liderazgo en los productos y servicios que brindamos para el mercado nacional e internacional.

#### ***h. Objetivos Estratégicos***

- Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, a través del cumplimiento de los requisitos establecidos para cada producto y servicio.
- Proporcionar a todos nuestros colaboradores, contratistas, clientes y visitas un ambiente de trabajo seguro, que prevenga lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Mejorar continuamente el desempeño de nuestro sistema de gestión de calidad, seguridad y salud en el trabajo.
- Mantener la compatibilidad del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo con los demás sistemas de gestión de la empresa.
- Cumplir con las normas legales y otros requisitos suscritos, aplicables a la gestión de la calidad, seguridad y salud en el trabajo.
- Garantizar que los trabajadores de la organización se involucren activamente en todo lo concerniente y estipulado dentro del Plan Anual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

### **3.1.2 Descripción Del Proceso Productivo:**

Eurotubo S.AC. se dedica la fabricación de tuberías y accesorios de PVC mediante dos técnicas: por extrusión (tuberías) y por inyección (accesorios). La presente investigación se enfoca en el proceso de producción de tuberías PVC por extrusión, así mismo la empresa cuenta con 10 líneas de producción dentro de las cuales elabora los siguientes tipos de tuberías:

- Tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo PVC-u no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado.
- Tubos y conexiones de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión.
- Tubos de poli-cloruro de vinilo (PVC) de paredes lisas, destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas.
- Tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para la conducción de fluidos a presión.
- Sistemas de tuberías plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión.
- Tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (PVC-u) para instalaciones domiciliarias de desagüe.
- Accesorios: Codos, cajas rectangulares y octagonales, empalmes simples, manguito de injertos, etc.

La materia prima de mayor relevancia utilizada en la fabricación de tuberías plásticas es la resina de PVC, la cual es mezclada con otros componentes (aditivos) para su procesamiento. Así mismo todos los insumos requeridos para producir los diferentes tipos de tubería de PVC se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Lista de insumos necesarios para la producción de tuberías de PVC, Trujillo, Junio del 2017**

INSUMOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE TUBERIAS PVC	
Nº	ADITIVOS
1	PVC - RESINA
2	COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119
4	MODIFICADOR DE FLUJO PARALOID K-120
3	ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100
5	CARBONATO DE CALCIO
6	DIOXIDO DE TITANIO
7	ACIDO ESTEARICO LUB 155
8	ESTEARATO DE CALCIO
9	PIGMENTO NARANJA
10	PIGMENTO NEGRO
11	PB - 102 DI BASICO
12	CALCIO ZINC – 1550
13	PULVERIZADO NARANJA
14	PULVERIZADO GRIS
15	CERA PARAFINICA BARECO PX 105
16	PARAFINA 66-64
17	MODIFICADOR DE FLUJO PARALOID K 175
18	MODIFICADOR DE IMPACTO CLEARSTRENGTH 303
19	CERA POLIETILENICA
20	LUBRICANTE EXTERIOR PARAFFIN (EN BARRA)
21	CIAQUILUB PWA-112

*Fuente: Eurotubo S.A.C*

**Interpretación:** El proceso de producción, tal como se puede visualizar en la **Figura 8** inicia con el peso y dosificación de los aditivos que son necesarios para el tipo de tubería a producir, luego la resina de PVC es destinada a una mezcladora de corte que opera a gran velocidad la cual llega a obtener temperaturas entre 100 y 120°C (temperatura generada por fricción de la misma máquina) logrando que se mezcle la resina a una viscosidad adecuada. La necesidad de temperatura elevada tiene el propósito de dilatar los poros de los gránulos de resina de PVC y puedan ingresar los aditivos una vez que se obtenga la temperatura apropiada.

Posterior a ello es importante que la masa obtenida repose durante un lapso de 24 horas y a una temperatura ambiente de 20 a 25 °C. Debe verificarse el color

obtenido de masa, el cual debe presentar un color uniforme siendo indicio de que la mezcla se realizó con éxito. A esta mezcla se le denomina compuesto. Este compuesto se transporta al área de extrusión, esto se realiza con ayuda de un transportador neumático y es llevado hasta la tolva de la extrusora, donde a través de una acción de prensado y moldeado del plástico se obtiene la forma deseada (de acuerdo al molde), este proceso es de flujo continuo con presión y empuje.

Al salir los tubos de la máquina extrusora es necesario que sean bañados con agua fría en una cámara de enfriamiento, esto para aminorar la temperatura de una manera rápida y permita que los poros de los gránulos de PVC se cierren manteniéndose la composición química deseada de los gránulos. Esta fase termina cuando el poro se cierra alcanzando una temperatura de 40-45 °C.

Una vez alcanzada dicha temperatura en la cámara de enfriamiento, las tuberías salen y son arrastradas a través de haladores de oruga las cuales cuentan con un sistema automatizado, por lo tanto, se programan para que una sierra efectúe un corte transversal con una medida de 3, 5 ó 6 metros, dependiendo de la longitud de tubería deseada. La empresa a su vez posee un rotulador o marcador para codificar de forma indeleble las tuberías.

Finalmente, los tubos de PVC salen del proceso de la máquina extrusora con dirección a una acampanadora semiautomática. La acampanadora semiautomática se utiliza sólo para aquellas tuberías que serán finalmente destinados a trabajos con ensamble con unión flexible, ya que para las tuberías que serán utilizadas para trabajos con ensamble con unión segmentada no es necesario pasar por este procedimiento. En este punto las tuberías son sostenidas por un sistema de mordazas permitiendo que el sistema semiautomático de la acampanadora realice el ingreso al horno y sean sometidas a una temperatura de 180°C, temperatura en la que se alcanza la forma de la campana. Una vez terminado este paso los tubos son retirados y se procede rápidamente a un baño con agua helada de tal manera que no se pierda la forma de campana que adquirieron en el paso anterior. Como paso final se realiza la inspección del acampanado de los tubos y se transportan los tubos al almacén de producto terminado.

DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO DEL PROCESO DE TUBERÍA PVC

EMPRESA: EUROTUBO S.A.C  
 ÁREA: PRODUCCIÓN  
 PRODUCTO: TUBERÍA DE PVC

MÉTODO: ACTUAL  
 FECHA: 12/08/2014  
 ELABORADO POR: KATHIA GUILLERMO CÉSPEDES

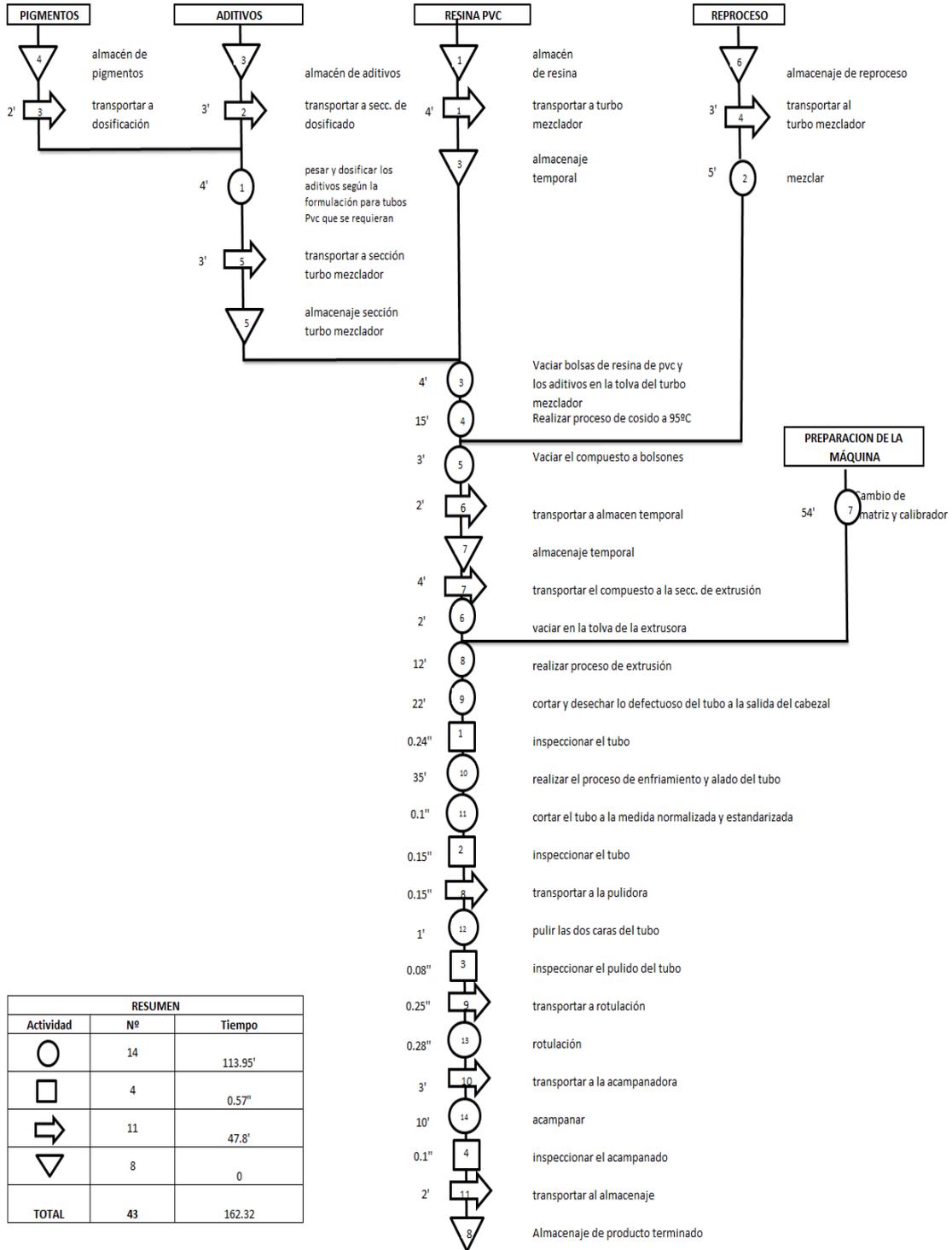


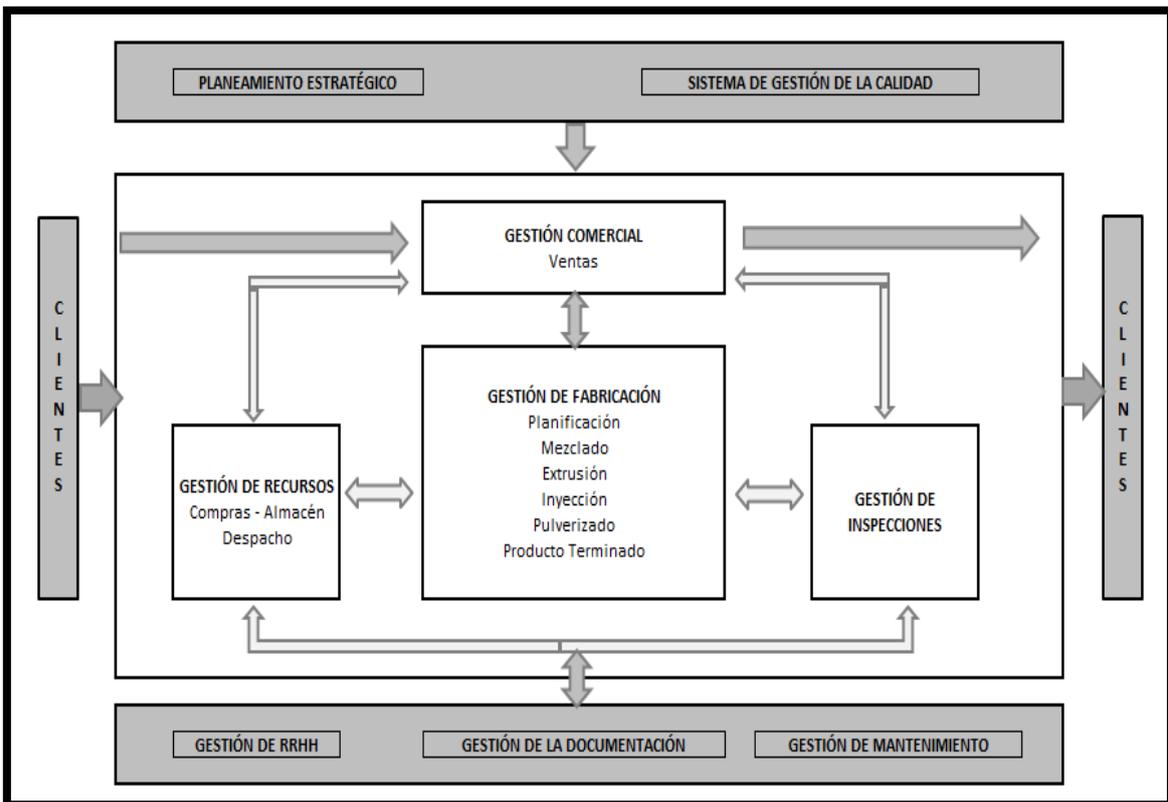
Figura 8: Diagrama General de Flujo del Proceso de fabricación de tubería PVC. Eurotubo S.A.C, Junio 2017.

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** En la figura 8 se consideran los tiempos estándar, los cuales fueron calculados a través de un estudio de tiempos que se ilustran en la **Tabla 3 y Tabla 4 del Anexo.**

### 3.1.3 Gestión de procesos

#### MAPA DE PROCESOS



**Figura 9: Mapa de Procesos, Empresa Eurotubo S.A.C, Junio del 2017**

*Fuente: Eurotubo S.A.C*

**Interpretación:** En la **Figura 9** tenemos el mapa de procesos de la empresa en estudio, con lo que se procederá a describir sus gestiones:

## a. Descripción de la Gestión Comercial

El área comercial es la encargada de recepcionar los pedidos y/o requerimientos solicitados por el cliente (muestras, protocolos de calidad, catálogos, información técnica adicional, etc.) para su posterior atención.

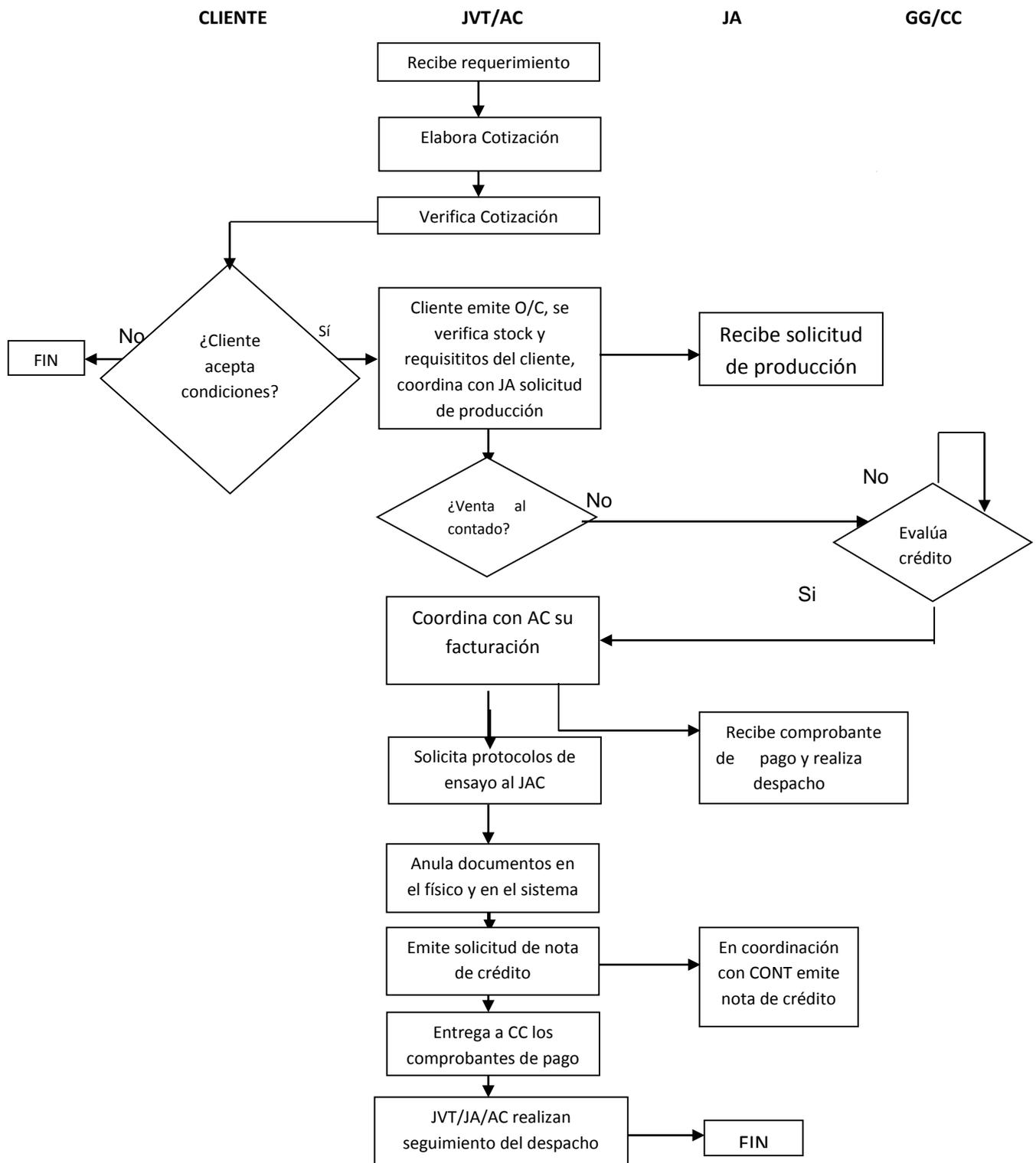
Como se muestra en la **Figura 10** el proceso comienza cuando el Jefe de Ventas recibe el requerimiento del cliente, por diferentes medios, vía correo electrónico, vía fax, vía comunicación telefónica, escrita o presencialmente, elabora cotización y se comunica al cliente en forma verbal o escrita. Si es escrita se hará conforme al formato de cotización, verifica la cotización, si es negativa vuelve al paso anterior. Si es positiva se remite la cotización al cliente. De aceptar el cliente se verifica stock (de no haber existencia el Jefe de Ventas en coordinación con el Jefe de Almacén coordina la solicitud de producción con el Jefe de Planta, con visto bueno de la GG, luego previa orden de compra y/o factura; se verifica los requisitos del cliente (fecha de entrega, características del producto, forma de pago, precio unitario, lugar de entrega, etc.) caso contrario culmina el proceso. El jefe de almacén recibe el comprobante de pago y realiza el despacho.

Finalmente, el Jefe de Ventas realiza el seguimiento al despacho hasta su respectiva entrega en su totalidad al cliente.

Para un mejor entendimiento del flujograma de ventas, se muestran las siguientes abreviaturas:

- **GG:** Gerente General
- **JA:** Jefe de Almacén.
- **ADM:** Administrador.
- **CC:** Créditos y Cobranzas
- **JV:** Jefe de Ventas.
- **JP:** Jefe de Planta.
- **CONT:** Contabilidad.
- **AC:** Asesor Comercial

## FLUJOGRAMA DE VENTAS - GESTIÓN COMERCIAL



**Figura 10: Flujograma de gestión de ventas de la empresa Eurotubo S.A.C, Trujillo, Junio del 2017.**

Fuente: Eurotubo S.A.C

### b. Descripción de la Gestión de Fabricación

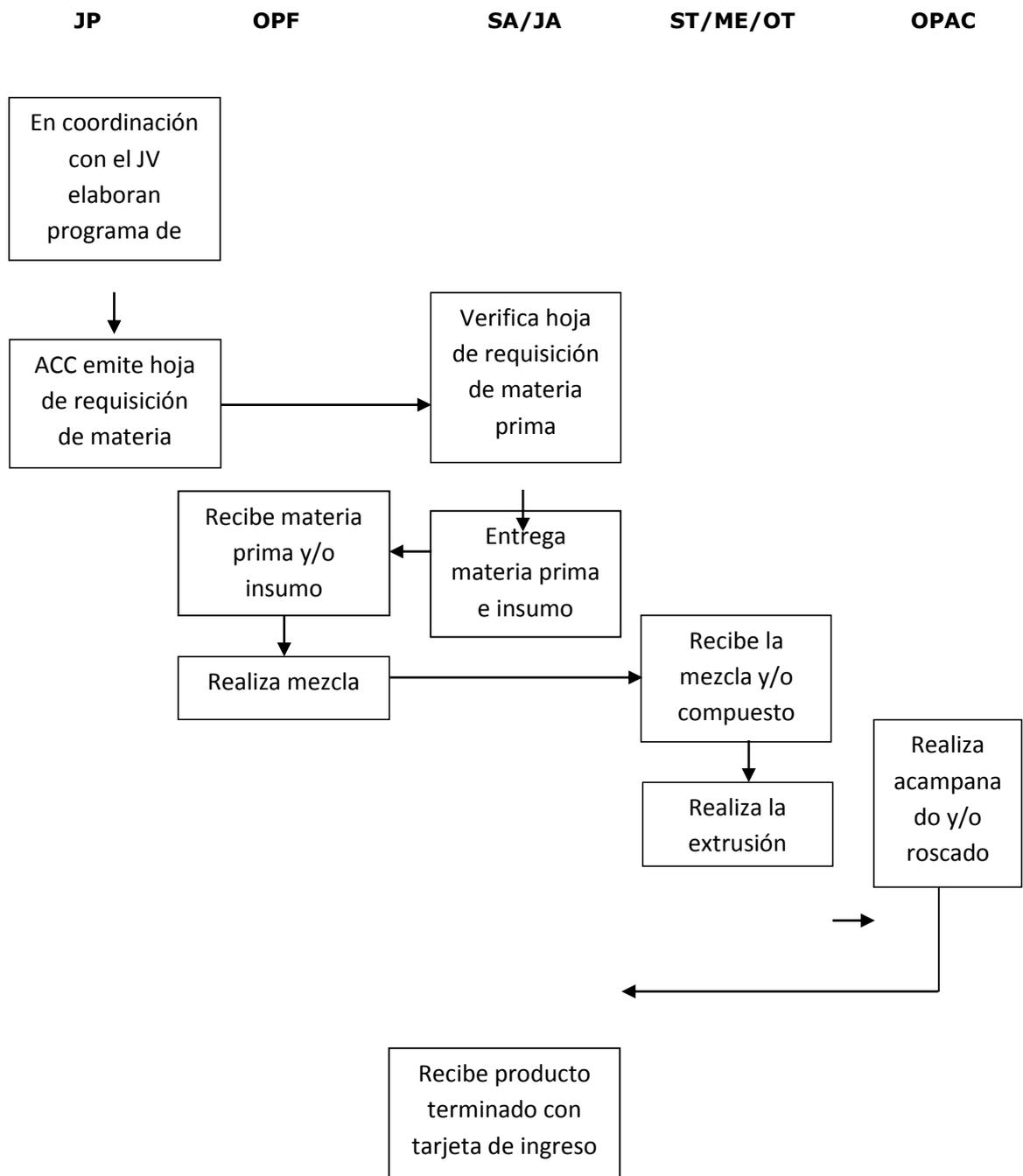
La Gestión de Fabricación que se muestra en la **Figura 11** inicia cuando el Jefe de Planta en coordinación con el Jefe de ventas elabora el programa de producción y comunica al Jefe de extrusión para la preparación de la línea de extrusión.

De acuerdo al programa el Asistente de Aseguramiento de la Calidad emite la hoja de requisición de materia prima donde se anota la cantidad del insumo o materia prima que va a requerir y se la entrega al Supervisor de almacén quien verifica la hoja de requisición de materia prima. Luego, el Jefe de almacén entrega la materia prima y/o insumo solicitado al Operario Formulador quien recibe la resina e insumos y lo verifica con la requisición, hecha la verificación procede a realizar la mezcla y/o compuesto para entregarla al Operario de tolva, siendo el Supervisor de turno y el maquinista de extrusión quienes realizan la extrusión, el operario de acampanado recibe el producto y realiza el acampanado y entrega el producto terminado con el registro “Tarjeta de ingreso de producto terminado extrusión a almacén e inyección a almacén” al supervisor de almacén. Por último, el Jefe de planta elabora el consolidado “Ingreso de Productos Terminados Producción”.

Para un mejor entendimiento del flujograma de producción, se muestran las siguientes abreviaturas:

- **JP:** Jefe de Planta.
- **JE:** Jefe de Extrusión.
- **JA:** Jefe de Almacén
- **ST:** Supervisor de Turno.
- **SA:** Supervisor de Almacén
- **AAC:** Asistente Aseguramiento de la Calidad.
- **OPF:** Operario Formulador.
- **ME:** Maquinista de Extrusión.
- **OPAC:** Operario de Acampanado.
- **OT:** Operario de Tolva.

## **FLUJOGRAMA DE PRODUCCIÓN – GESTIÓN DE FABRICACIÓN**



**Figura 11: Flujograma de gestión de producción de la empresa Eurotubo S.A.C Trujillo, Junio del 2017**

Fuente: Eurotubo S.A.C

**c. Gestión de Recursos**

Dentro de la Gestión de Recursos se elabora la descripción de 3 procesos: “Proceso de compras”, “Proceso de recepción, almacenamiento, y despacho de materia prima e insumos” y “Proceso de ingreso y despacho de producto terminado”

En la **Figura 12** se observa el “**Flujograma del Proceso de Compras**”, proceso que comienza con el requerimiento de materia prima e insumos realizada por el Jefe de almacén y es derivada hacia el Jefe de Compras; quien genera la orden de compra que será entregada al proveedor vía fax o correo electrónico, coordina con finanzas depósitos cuando la condición de la orden de compra indique pago adelantado, verifica cantidad, precio, tiempos de entrega, descripción del producto, coordina transporte y todo lo solicitado en la orden de compra. Posteriormente entrega la documentación (facturas, guías de remisión, etc.) al área de contabilidad y costos para su provisión en el sistema. Por otro lado, el área de finanzas recibe de la contabilidad los documentos ya remitidos y coordina con la administración y Gerencia General la programación de pagos a proveedores. A continuación, se muestra el flujograma de compras, presentando algunas abreviaturas como:

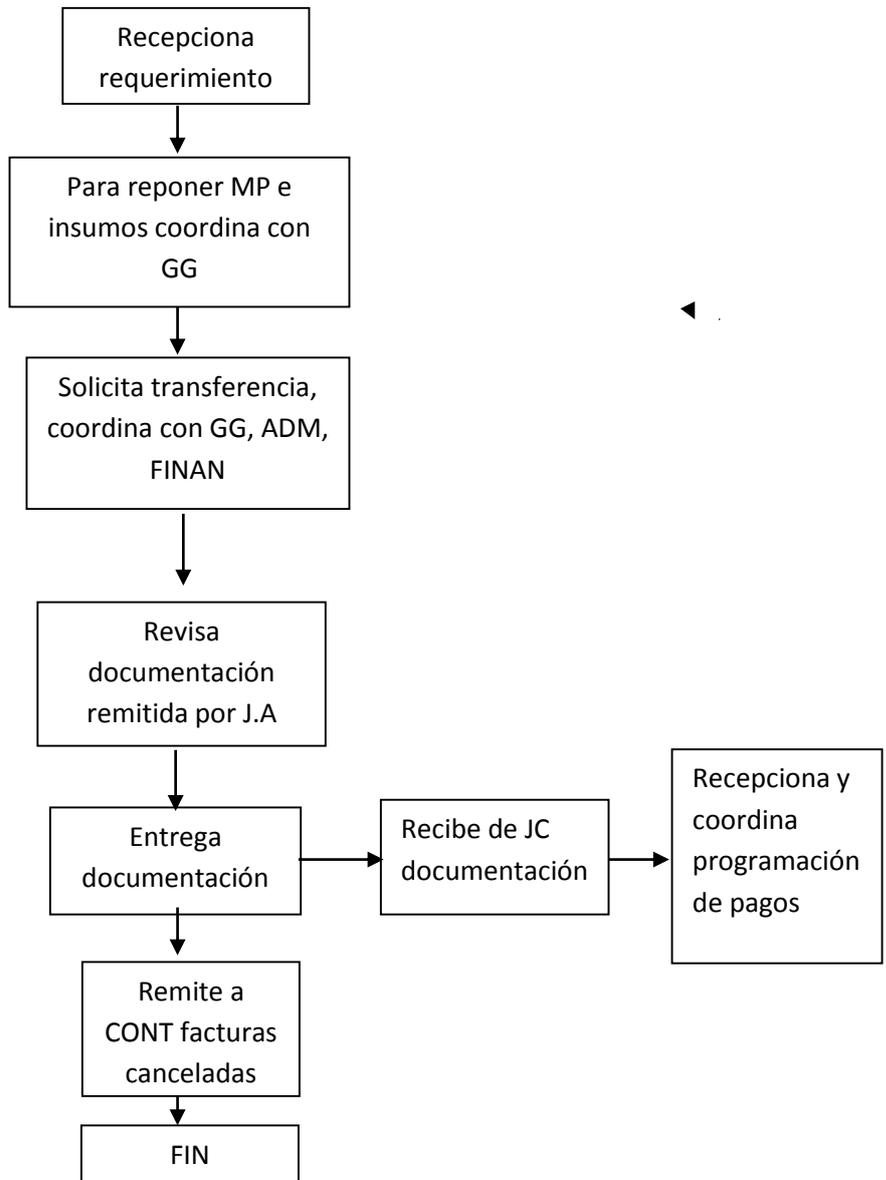
- **GG:** Gerente General.
- **MP:** Materia Prima
- **JC:** Jefe de Compras.
- **JA:** Jefe de Almacén.
- **CONT:** Contabilidad.
- **COST:** Costos.
- **FINAN:** Finanzas.

## **FLUJOGRAMA DE COMPRAS – GESTIÓN DE RECURSOS**

FINAN

JC

CONT/COST



**Figura 12: Flujograma del Proceso de Compras de la empresa Eurotubo S.A.C Trujillo, Junio del 2017**

Fuente: Eurotubo S.A.C

En la **Figura 13** denominado “**Flujograma del Proceso de recepción, almacenamiento y despacho de materia prima e insumos**”, se puede observar que el Supervisor de Almacén es el encargado de recepcionar las solicitudes, requerimientos y despachos de los jefes de planta, aseguramiento de la calidad y mantenimiento.

El proceso comienza cuando el Supervisor de Almacén y/o Jefe de Almacén recepciona la Guía de Remisión Remitente y Guía de remisión Transportista (proveedor y transportista), protocolo de calidad del proveedor y verifica cantidad de materia prima y/o insumo a recepcionar. El Jefe de Almacén verifica el cumplimiento de características requeridas si es conforme proceden a la recepción en almacén y en caso de que no sea conforme coordina con el Jefe de Compras para su devolución al proveedor y de ser el caso, reclamo al transportista.

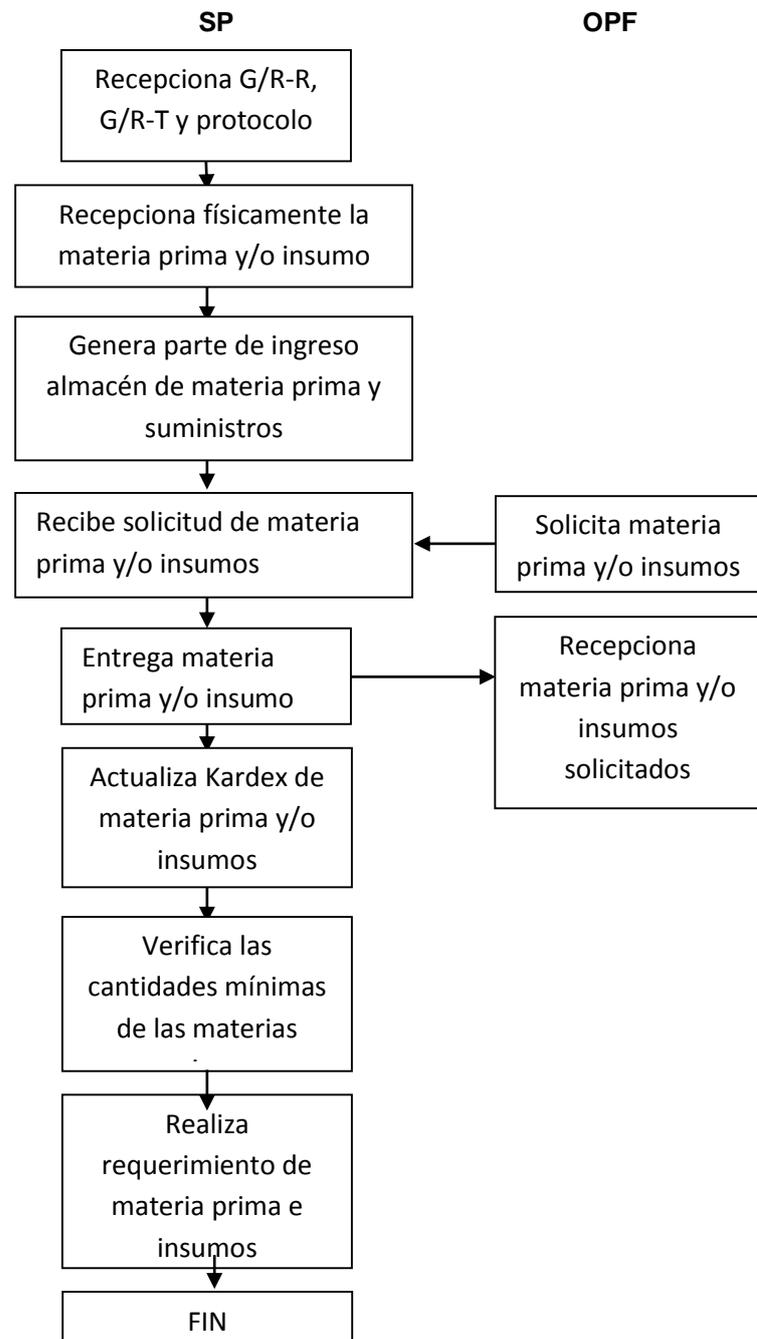
Seguidamente el Supervisor de planta recepciona físicamente la materia prima y/o insumo verificando que las cantidades recibidas coincidan con lo indicado en la G/R-R para su posterior almacenamiento en los lugares establecidos, enseguida debe ingresar las cantidades recepcionadas al Kardex de materia prima y/o insumos.

Por otra parte, para realizar el despacho; el operador formulador entrega la solicitud de materia prima y/o insumos al Jefe de planta quien comunica al Supervisor de planta para su atención y su V°B° respectivo.

El Operador recepciona materia prima y/o insumos solicitados, verificando que las cantidades entregadas coincidan con lo indicado en la nota de salida, para dar su conformidad, el jefe de almacén debe actualizar Kardex de materia prima y/o insumos posteriores a una recepción y/o despacho y verificar las cantidades mínimas de las materias primas e insumos entregadas por el área de producción para su reposición para que, de ser el caso, se realice el “Requerimiento de Materia Prima e Insumos”. En este proceso existen deficiencias puesto que al no mantener los registros actualizados la planta se provee de insumos excesivos provocando el uso de espacios innecesarios, no cuentan con políticas de inventario y se abastecen de manera empírica, en cantidades imprecisas para poder cumplir con la producción. Para un mejor entendimiento del flujograma de recepción, almacenamiento, y despacho de materia prima e insumos, se muestran las siguientes abreviaturas:

- **SP:** Supervisor de Planta.
- **OPF:** Operario Formulador.
- **G/R-R:** Guía de Remisión Remitente.
- **G/R-T:** Guía de Remisión Transportista.

**FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO, Y DESPACHO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS**



*Figura 13: Flujograma del Proceso de recepción, almacenamiento y despacho de materia prima e insumos. Trujillo, Junio del 2017*

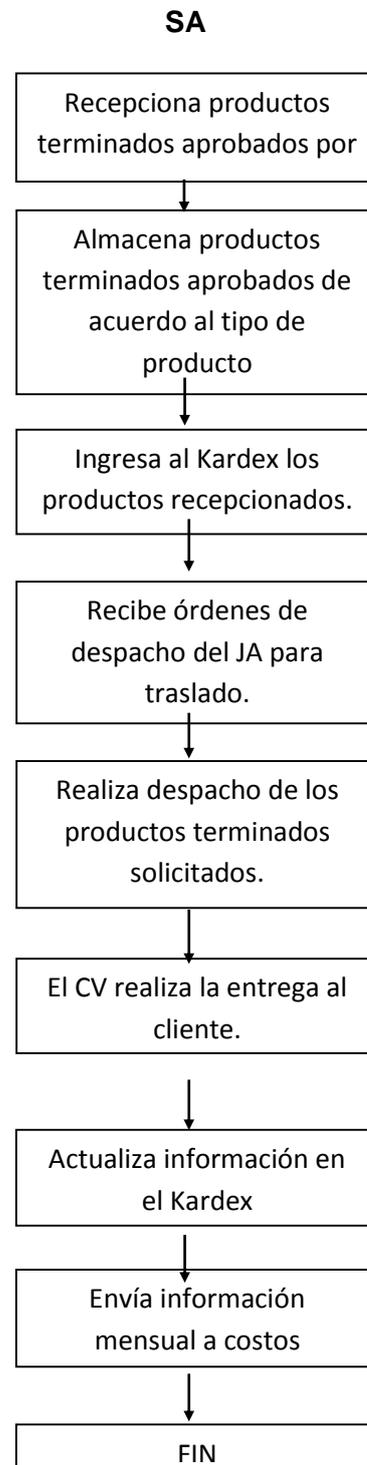
*Fuente: Eurotubo S.A.C*

Por último, en la **Figura 14** tenemos el “**Flujograma del Proceso Ingreso y despacho de producto terminado**”. Como sabemos el área de almacén es el encargado de recepcionar todos los productos que se fabrican e ingresan a la empresa mediante un sistema de control establecido, asimismo es la responsable de actualizar la información de estos ingresos y salidas en el Kardex y del stock físico, sin embargo, en Eurotubo SAC se puede notar que no se cumple con un óptimo registro de esta información siendo proceso de ingreso de producto terminado y despacho como sigue:

El Supervisor de Almacén y/o el Asistente de Almacén recibe los productos terminados, entregados por el área de producción y aprobados por el área de control de calidad y laboratorio, realiza el almacenamiento de los productos terminados de acuerdo a tipo de producto y los identifica, correspondiéndole ingresar al Kardex los productos terminados. El supervisor de Almacén recibe órdenes de despacho del Jefe de Almacén para la realización de traslado del producto, se programa y realiza el despacho de los productos terminados solicitados. El conductor de vehículo realiza la entrega correspondiente al cliente debiendo ingresar o actualizar la información en el Kardex del producto terminado, operación que muchas veces no se cumple de tanto al momento del ingreso como en el despacho de productos terminados, igualmente no se envía la información actualizada del stock de producto terminado al Jefe de Almacén ni al Jefe de Ventas y no se realiza un envío mensual del Kardex de producto terminado al área de Costos, generando una desintegración entre las áreas, contando con información no real, notándose las consecuencias en la programación, pese a que se cuenta con registros de ingresos y salidas se puede observar que dicha información no es fidedigna, provocando el abastecimiento empírico y de manera inmediata para poder cumplir con la producción. Para un mejor entendimiento del flujograma de ingreso y despacho de producto terminado, se muestran las siguientes abreviaturas:

- **JA:** Jefe de Almacén
- **SA:** Supervisor de Almacén
- **CV:** Conductor de Vehículo.

## FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE INGRESO Y DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO



**Figura 14: Flujograma del Proceso de ingreso y despacho de producto terminado de la empresa Eurotubo S.A.C, Trujillo, Junio del 2017**

Fuente: Eurotubo S.A.C

### 3.1.4 Clasificación ABC

La clasificación ABC se define como una metodología de segmentación de productos tomando en cuenta ciertos criterios preestablecidos, siendo el criterio más utilizado por la mayoría de expertos, el valor de los inventarios y siendo el objetivo; determinar ciertos productos que debido a sus características requieren de un control más estricto. Por lo general se considera que los productos de la zona “A” de la clasificación corresponde al 80% de la valorización del inventario y que el 20% sobrante de los productos se encuentra dividido entre las zonas “B” y “C”.

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE EUROTUBO S.A.C				
Nº LÍNEA	ESPECIFICACIÓN	PESO (KG)	UNID/HORA	KG/HORA
LÍNEA 1	3/4" PN-10	1.02	196.08	200
	1/2" PN-7.5	1.95	82.05	160
	1" PN-10	1.3	142.31	185
	3/4" SAP	0.61	295.08	180
	1/2" PN-10	0.809	222.50	180
	1/2" SAP	0.48	312.50	150
	2" PN-5	2.45	61.22	150
	1 1/2" PN-10	2.45	73.47	180
	1 1/4" SAP	1.08	166.67	180
	1 1/4" PN-10	1.85	97.30	180
	1 1/2" PN-7.5	1.96	102.04	200
LÍNEA 2	110mm PN-5	8.4	32.14	270
	110mm S-20	9.4	29.79	280
	2" PN-10	3.83	73.11	280
	63mm PN-5	3	83.33	250
	75mm PN-5	4	70.00	280
	75mm PN-10	7.4	37.84	280
	2" SAP	2.2	113.64	250
	3" SAP	460	0.54	250
	63mm PN-10	5.15	48.54	250
	90mm PN-10	10.6	31.13	330
	63mm PN-7.5	4.15	67.47	280
	2" PN-7.5	2.95	94.92	280
	160mm S-20	17.6	24.43	430
	3" PN-10	8.1	37.04	300
	2 1/2" PN-10	5.6	50.00	280
	75mm PN-7.5	6.2	48.39	300
	90mm PN-5	10.5	28.57	300
	90mm PN-7.5	8.6	32.56	280
	3" PN-7.5	6.25	44.80	280
3" PN-5	4.4	56.82	250	

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE EUROTUBO S.A.C				
Nº LÍNEA	ESPECIFICACIÓN	PESO (KG)	TUBOS/HORA	KG/HORA
LÍNEA 3	4" PN-10	13.3	25.56	340
	110mm PN-7.5	12	25.00	300
	110mm PN-10	15.3	20.92	320
	110mm S-25	7.2	25.00	180
	140mm PN-4	12.3	25.20	310
	160mm PN-7.5	25.5	15.69	400
	140mm PN-7.5	21.2	18.87	400
	140mm PN-5	14.2	21.13	300
	140mm PN-10	25.4	14.96	380
	200mm PN-10	52	7.12	370
LÍNEA 4	160mm PN-10	33.3	11.41	380
	160mm PN-4	14.9	21.48	320
	160mm S-25	14.4	24.31	350
	200mm PN-5	27.6	14.49	400
	200mm PN-4	23	17.39	400
	200mm S-25	21.9	18.26	400
	250mm PN-5	44.2	9.05	400
	250mm S-20	42.8	14.72	630
	250mm S-25	34.5	11.59	400
	160mm PN-5	18	22.22	400
LÍNEA 5	355mm PN-10	125	4.00	500
	400mm PN-10	203	2.71	550
	315mm PN-10	130	4.08	530
	315mm PN-7.5	97.3	4.62	450
	400mm S-20	108	10.19	1100
	500mm PN-4	142	3.87	550
	500mm PN-5	177	3.39	600
	500mm PN-7.5	250	2.20	550
	315mm S-20	65.7	7.61	500
	315mm PN-5	67.2	7.89	530
200mm PN-5	28	15.36	430	
200mm S-20	27.6	15.58	430	
200mm PN-4	23.2	17.24	400	

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE EUROTUBO S.A.C				
Nº LÍNEA	ESPECIFICACIÓN	PESO (KG)	TUBOS/HORA	KG/HORA
LÍNEA 6	2" SAL	0.93	107.53	100
	3/4" SEL	0.3	316.67	95
	1" SEL	0.46	206.52	95
LÍNEA 7	5/8" SEL	0.22	295.45	65
	250mm PN-5	43	12.09	520
	250mm S-20	43	11.63	500
	250mm S-25	36.7	10.35	380
	250mm PN-7.5	62.6	8.31	520
	200mm S-20	27.6	24.64	680
	250mm PN-10	81	6.17	500
	200mm PN-7.5	41	12.20	500
	200mm S-25	21	23.81	500
	160mm PN-5	18.5	18.92	350
200mm PN-5	28	17.14	480	
LÍNEA 8	160mm SN-4	9.5	29.47	280
	200 mm SN-4	102	7.01	715
LÍNEA 9	630mm SN-4	102	7.01	715
LÍNEA 10	4" SAL	2.4	116.67	280
	63mm PN-5	2.4	116.67	280
	3" SAL	1.5	166.67	250
	90mm PN-7.5	8.2	34.63	284
	2" PN-10	3.8	71.32	271

Figura 15: Líneas de Producción de la

empresa Eurotubo S.A.C, Trujillo, junio del 2017

Fuente: Eurotubo S.A.C

**Tabla 5: Valorización del inventario para clasificación ABC, Trujillo, Junio del 2017**

VALORIZACIÓN DE INVENTARIO				
Nº Art	TIPO DE TUBERIA	INVENTARIO MES JUNIO	PRECIO UNITARIO	VALORIZACIÓN TOTAL
1	3/4" PN-10	4,320	5.67	24,494.40
2	½" PN-7.5	5,000	2.00	10,000.00
3	1" PN-10	8,000	7.22	57,760.00
4	3/4" SAP	4,500	3.42	15,390.00
5	1/2" PN-10	27,500	4.50	123,750.00
6	1/2" SAP	2,000	2.65	5,300.00
7	2" PN-5	4,000	13.37	53,480.00
8	1½" PN-10	2,000	13.41	26,820.00
9	1 1/4" SAP	0	6.13	0.00
10	1 1/4" PN-10	0	10.80	0.00
11	1½" PN-7.5	0	10.62	0.00
12	110mm PN-5	110	28.40	3,124.00
13	110mm S-20	0	57.53	0.00
14	2" PN-10	5,000	21.53	107,650.00
15	63mm PN-5	3,000	42.00	126,000.00
16	75mm PN-5	1,500	48.20	72,300.00
17	75mm PN-10	0	44.00	0.00
18	2" SAP	300	12.34	3,702.00
19	3" SAP	0	24.85	0.00
20	63mm PN-10	0	21.53	0.00
21	90mm PN-10	0	48.25	0.00
22	63mm PN-7.5	2,000	12.78	25,560.00
23	2" PN-7.5	2,500	16.22	40,550.00
24	3" PN-10	0	44.43	0.00
25	2½" PN-10	1,000	30.51	30,510.00
26	75mm PN-7.5	780	15.41	12,019.80
27	90mm PN-5	0	26.10	0.00
28	3" PN-7.5	700	34.24	23,968.00
29	3" PN-5	500	24.26	12,130.00
30	4" PN-10	9,210	135.59	1,248,783.90
31	110mm PN-7.5	600	24.07	14,442.00
32	160mm PN-10	500	101.10	50,550.00
33	110mm PN-10	0	58.13	0.00
34	110mm S-25	200	39.85	7,970.00
35	160mm PN-7.5	1,000	53.70	53,700.00
36	140mm PN-7.5	500	31.20	15,600.00
37	140mm PN-5	600	37.62	22,572.00
38	160mm S-20	6,150	127.83	786,154.50
39	140mm PN-10	200	74.42	14,884.00
40	160mm S-25	4,800	70.17	336,816.00
41	200mm PN-10	0	86.43	0.00
42	200mm S-20	11,870	159.74	1,896,113.80
43	200mm PN-5	580	44.80	25,984.00
44	200mm S-25	1,000	123.75	123,750.00
45	250mm PN-5	400	48.70	19,480.00
46	250mm S-20	4,450	261.60	1,164,120.00

47	250mm S-25	500	200.17	100,085.00
48	160mm PN-5	350	42.25	14,787.50
49	355mm PN-5	0	55.90	0.00
50	355mm PN-10	0	97.60	0.00
51	400mm PN-10	0	121.40	0.00
52	315mm PN-10	300	91.10	27,330.00
53	315mm PN-7.5	70	97.10	6,797.00
54	400mm S-20	4,640	414.23	1,922,027.20
55	500mm PN-5	0	81.20	0.00
56	500mm PN-7.5	0	140.30	0.00
57	315mm S-20	200	388.30	77,660.00
58	315mm PN-5	250	50.20	12,550.00
59	3/4" SEL	34,000	1.66	56,440.00
60	1" SEL	0	2.42	0.00
61	5/8" SEL	0	1.25	0.00
62	250mm PN-7.5	0	81.62	0.00
63	250mm PN-10	0	88.50	0.00
64	200mm PN-7.5	0	73.75	0.00

*Fuente: Eurotubo SAC*

**Interpretación:** Para realizar la clasificación ABC se consideró un 80 – 20 %, primero se muestran todos los productos, siendo un total de 64 tuberías contabilizadas en inventario y se procede a realizar su valorización como se muestra en la **Tabla 5**. Para la realizar la valorización de estos productos se tomará en cuenta el costo unitario del producto y la cantidad (unidades) que se tiene en inventario físico durante un mes, los cuales se multiplicarán; obteniendo así la valorización del inventario

**Tabla 6: Clasificación ABC, Trujillo, Junio del 2017**

CLASIFICACIÓN ABC							
Nº ART.	TIPO DE TUBERÍA	INVENTARIO MES JUNIO	PRECIO UNITARIO	VALORIZACIÓN TOTAL	% DE VALORIZACIÓN	% ACUMULADO	CLASE
54	400mm S-20	4640	414.23	1,922,027.2	21.91%	21.91%	A
42	200mm S-20	11870	159.74	1,896,113.8	21.61%	43.52%	
30	4" PN-10	9210	135.59	1,248,783.9	14.23%	57.76%	
46	250mm S-20	4450	261.60	1,164,120	13.27%	71.02%	
38	160mm S-20	6150	127.83	786,154.5	8.96%	79.99%	
40	160mm S-25	4800	70.17	336,816.00	3.84%	83.82%	B
15	63mm PN-5	3000	42.00	126,000.00	1.44%	85.26%	
5	1/2" PN-10	27500	4.50	123,750.00	1.41%	86.67%	
44	200mm S-25	1000	123.75	123,750.00	1.41%	88.08%	
14	2" PN-10	5000	21.53	107,650.00	1.23%	89.31%	
47	250mm S-25	500	200.17	100,085.00	1.14%	90.45%	
57	315mm S-20	200	388.30	77,660.00	0.89%	91.33%	
16	75mm PN-5	1500	48.20	72,300.00	0.82%	92.16%	
3	1" PN-10	8000	7.22	57,760.00	0.66%	92.82%	
59	3/4" SEL	34000	1.66	56,440.00	0.64%	93.46%	
35	160mm PN-7.5	1000	53.70	53,700.00	0.61%	94.07%	
7	2" PN-5	4000	13.37	53,480.00	0.61%	94.68%	

CLASIFICACIÓN ABC							
Nº ART.	TIPO DE TUBERÍA	INVENTARIO MES JUNIO	PRECIO UNITARIO	VALORIZACIÓN TOTAL	% DE VALORIZACIÓN	% ACUMULADO	CLASE
32	160mm PN-10	500	101.10	50,550.00	0.58%	95.26%	
23	2" PN-7.5	2500	16.22	40,550.00	0.46%	95.72%	
25	2½" PN-10	1000	30.51	30,510.00	0.35%	96.07%	
52	315mm PN-10	300	91.10	27,330.00	0.31%	96.38%	
8	1½" PN-10	2000	13.41	26,820.00	0.31%	96.69%	
43	200mm PN-5	580	44.80	25,984.00	0.30%	96.98%	
22	63mm PN-7.5	2000	12.78	25,560.00	0.29%	97.27%	
1	¾" PN-10	4320	5.67	24,494.40	0.28%	97.55%	
28	3" PN-7.5	700	34.24	23,968.00	0.27%	97.83%	
37	140mm PN-5	600	37.62	22,572.00	0.26%	98.08%	
45	250mm PN-5	400	48.70	19,480.00	0.22%	98.31%	
36	140mm PN-7.5	500	31.20	15,600.00	0.18%	98.48%	
4	¾" SAP	4500	3.42	15,390.00	0.18%	98.66%	
39	140mm PN-10	200	74.42	14,884.00	0.17%	98.83%	
48	160mm PN-5	350	42.25	14,787.50	0.17%	99.00%	
31	110mm PN-7.5	600	24.07	14,442.00	0.16%	99.16%	
58	315mm PN-5	250	50.20	12,550.00	0.14%	99.30%	
29	3" PN-5	500	24.26	12,130.00	0.14%	99.44%	
26	75mm PN-7.5	780	15.41	12,019.80	0.14%	99.58%	
2	½" PN-7.5	5000	2.00	10,000.00	0.11%	99.69%	
34	110mm S-25	200	39.85	7,970.00	0.09%	99.78%	
53	315mm PN-7.5	70	97.10	6,797.00	0.08%	99.86%	
6	1/2" SAP	2000	2.65	5,300.00	0.06%	99.92%	
18	2" SAP	300	12.34	3,702.00	0.04%	99.96%	
12	110mm PN-5	110	28.40	3,124.00	0.04%	100.00%	
9	1 1/4" SAP	0	6.13	0.00	0.000%	100.00%	
10	1 1/4" PN-10	0	10.80	0.00	0.00%	100.00%	
11	1½" PN-7.5	0	10.62	0.00	0.00%	100.00%	
13	110mm S-20	0	57.53	0.00	0.00%	100.00%	
17	75mm PN-10	0	44.00	0.00	0.00%	100.00%	
19	3" SAP	0	24.85	0.00	0.00%	100.00%	
20	63mm PN-10	0	21.53	0.00	0.00%	100.00%	
21	90mm PN-10	0	48.25	0.00	0.00%	100.00%	
24	3" PN-10	0	44.43	0.00	0.00%	100.00%	
27	90mm PN-5	0	26.10	0.00	0.00%	100.00%	
33	110mm PN-10	0	58.13	0.00	0.00%	100.00%	
41	200mm PN-10	0	86.43	0.00	0.00%	100.00%	
49	355mm PN-5	0	55.90	0.00	0.00%	100.00%	
50	355mm PN-10	0	97.60	0.00	0.00%	100.00%	
51	400mm PN-10	0	121.40	0.00	0.00%	100.00%	
55	500mm PN-5	0	81.20	0.00	0.00%	100.00%	
56	500mm PN-7.5	0	140.30	0.00	0.00%	100.00%	
60	1" SEL	0	2.42	0.00	0.00%	100.00%	
61	5/8" SEL	0	1.25	0.00	0.00%	100.00%	
62	250mm PN-7.5	0	81.62	0.00	0.00%	100.00%	
63	250mm PN-10	0	88.50	0.00	0.00%	100.00%	
64	200mm PN-7.5	0	73.75	0.00	0.00%	100.00%	

C

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la **Tabla 6** se puede visualizar la clasificación ABC, donde los 5 primeros productos pertenecen a la clase A y representan el 80% de la valorización total de los inventarios, los siguientes 17 productos pertenecen a la clase B, representando el 15% de la valorización total del inventario y los siguientes 42 productos pertenecen a la clase C, representando el 5% de la valorización total del inventario.

*Tabla 7: Productos de Clasificación A Trujillo, Junio del 2017*

PRODUCTOS CLASE "A"		
Nº ART.	TIPO DE TUBERÍA	INVENTARIO JUNIO
42	200mm S-20	13,000
54	400mm S-20	3650
30	4" PN-10	8520
46	250mm S-20	3700
38	160mm S-20	6399

*Fuente: Elaboración Propia*

**Interpretación:** En la **Tabla 7** se observan los 5 productos resultantes de la clasificación A, los cuales representan entre 10% y 30% de los artículos y corresponden al 80% del valor total de inventario, éstos por su alto valor económico en inventario, por sus altos costos, por su utilización como material crítico o por su aportación directa a las utilidades, requieren un control minucioso al 100%.

### 3.2. Pronósticos de la demanda.

#### 3.2.1 Elaboración de pronósticos de la demanda por diferentes métodos:

Se realizaron 3 tipos de pronósticos de la demanda: el pronóstico de la demanda por método de regresión lineal, pronóstico de la demanda por método de promedio móvil y pronóstico de la demanda por método de suavización exponencial. Se realizó para cada uno de los 5 productos pertenecientes a la clasificación A y se escogió el pronóstico de menor error (Syx). La demanda histórica de cada uno de estos 5 productos se detalla en la **Tabla 8 del Anexo**.

a) Pronóstico de la demanda por método de Regresión Lineal

**Tabla 9: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de regresión lineal para el año 2017, Trujillo, Junio del 2017**

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL (2016-2017)					
MES (X)	Demanda 2016 (unidades)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Pronóstico 2017 (unidades)
1	8,148	8,148	1	66,389,904	13,086
2	10,130	20,260	4	102,616,900	13,380
3	8,767	26,301	9	76,860,289	13,675
4	13,514	54,057	16	182,637,849	13,969
5	9,800	49,000	25	96,040,000	14,264
6	11,000	66,000	36	121,000,000	14,558
7	14,000	98,000	49	196,000,000	14,853
8	10,878	87,024	64	118,330,884	15,147
9	12,177	109,591	81	148,274,110	15,442
10	10,846	108,456	100	117,626,420	15,736
11	10,950	120,450	121	119,902,500	16,031
12	13,852	166,223	144	191,875,925	16,325
<b>∑</b>	<b>134,062</b>	<b>913,510</b>	<b>650</b>	<b>1,537,554,781</b>	<b>176,466</b>

Fuente: Elaboración Propia

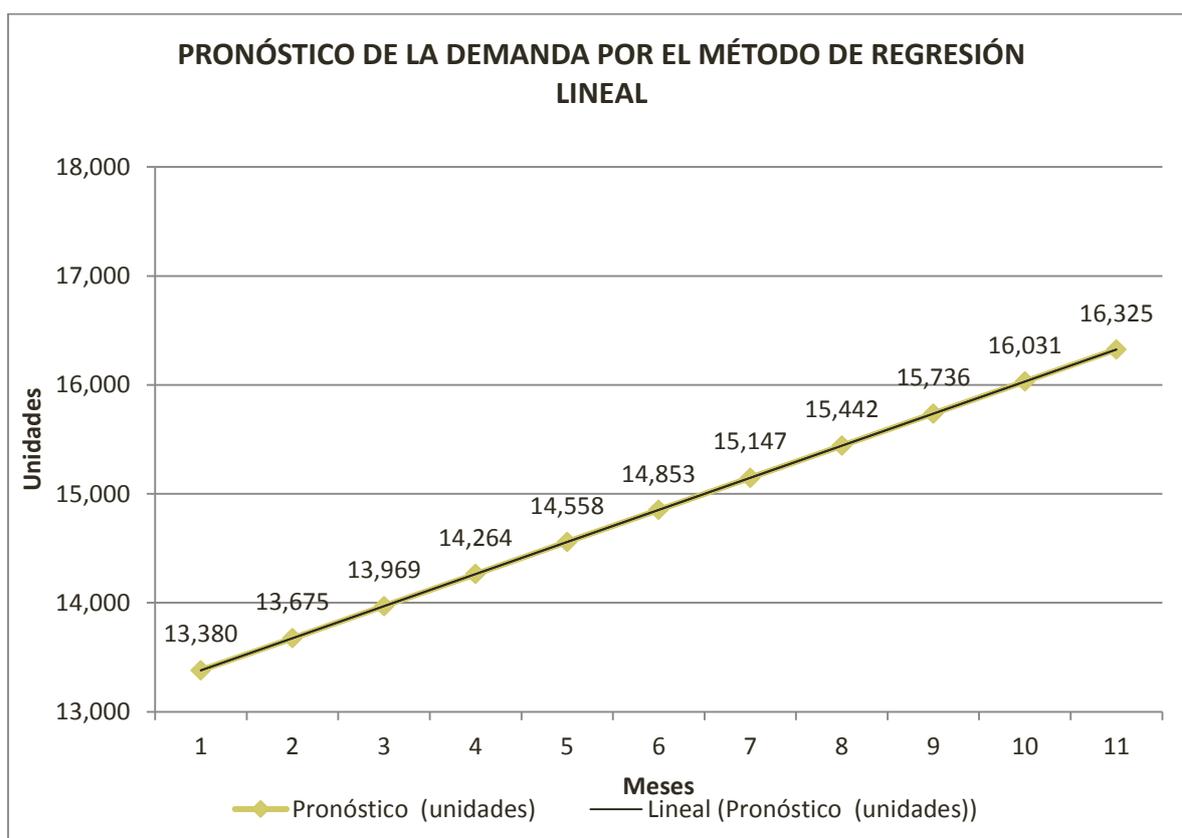
**Interpretación:** En la **Tabla 9** observamos el pronóstico realizado mediante el método de regresión lineal para el año 2017, obteniendo como ecuación:  $Y = 9257.727 + 294.473X$ . Al año se pronostica un total de 176,466 unidades de tuberías del tipo 200mm S-20.

**Tabla 10: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de regresión lineal para el año 2017, Trujillo, Junio del 2017**

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.56
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.311
Error típico	1656.63

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En la **Tabla 10** se presenta el análisis de datos del pronóstico realizado por función de Excel, el cual muestra un error del pronóstico de 1,656.63, el coeficiente de correlación (0.56) y el coeficiente de determinación (0.311), datos que permitirán escoger el pronóstico más certero.



*Figura 16: Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20, Trujillo, Junio del 2017*

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la **Figura 16** se observa la representación gráfica del pronóstico para la tubería PVC tipo 200mm S-20, en la cual podemos notar una tendencia ascendente. Los pronósticos para los siguientes 4 productos pertenecientes a la clasificación A se muestran en el anexo.

**b) Pronóstico de la demanda por el método de Promedio Móvil**

**Tabla 11: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de Promedio Móvil para el año 2017, Trujillo, Junio del 2017.**

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL 2017			
Mes	Demanda histórica (unidades)		Pronóstico 2017 (unidades)
	Año 2015	Año 2016	
1	8,000	8,148	10,486
2	7,600	10,130	10,269
3	8,500	8,767	9,379
4	10,100	13,514	9,015
5	9,000	9,800	10,804
6	9,990	11,000	10,694
7	10,440	14,000	11,438
8	10,890	10,878	11,600
9	8,600	12,177	11,959
10	8,799	10,846	12,352
11	12,800	10,950	11,300
12	9,860	13,852	11,324
<b>Total</b>	<b>114,579</b>	<b>134,062</b>	<b>130,621</b>

Fuente: Elaboración propia

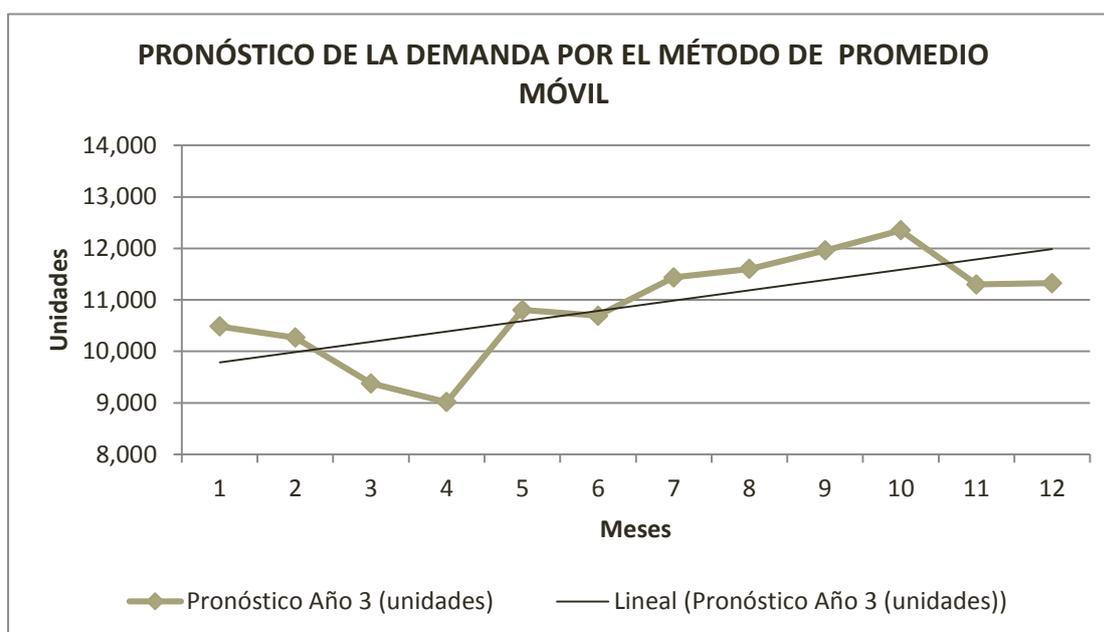
**Interpretación:** En la **Tabla 11** se muestra el pronóstico para el año 3 (2017), teniendo como data histórica a la demanda de los años 2015 y 2016. El pronóstico se calculó hallando el promedio de los tres meses anteriores al mes que deseas pronosticar. Por ejemplo, el pronóstico para el mes de Octubre (10) del 2017, se halla calculando el promedio de los 3 meses anteriores (Julio, Agosto, Setiembre) siendo: Octubre =  $(14,000+10,878+12,177) / 3 = 12,352$  unidades.

**Tabla 12: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de Promedio Móvil para el año 2017. Trujillo, Junio del 2017**

VALIDACIÓN DEL PRONÓSTICO	
<b>Error (Syx)</b>	715.67
<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.73
<b>Coefficiente de Determinación</b>	52.7%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Interpretación:** En la **Tabla 12** se muestran los cálculos de error (Syx) del pronóstico de la demanda (715.67), el coeficiente de correlación (0.73) y el coeficiente de determinación (0.527), datos que permitirán escoger el pronóstico más certero.



**Figura 17. Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20. Trujillo, Junio del 2017.**

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la **Figura 17** se muestra la representación gráfica del pronóstico para la tubería PVC tipo 200mm S-20, en la cual podemos notar un comportamiento ascendente de la demanda durante los meses de Junio a Octubre del 2017. Los

pronósticos para los siguientes 4 productos pertenecientes a la clasificación A se muestran en el anexo.

**c) Pronóstico de la demanda por el método de Suavización Exponencial**

**Tabla 13: Pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de suavización exponencial para el año 2017. Trujillo, Junio del 2017.**

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL				
Mes	Demanda histórica (unidades)		Pronóstico Año 2017 (alfa 0,1)	Pronóstico Año 2017 (alfa 0,3)
	Año 2015	Año 2016		
1	8,000	8,148	11,172	11,172
2	7,600	10,130	10,869	10,265
3	8,500	8,767	10,795	10,648
4	10,100	13,514	10,593	10,187
5	9,000	9,800	10,885	11,469
6	9,990	11,000	10,776	10,559
7	10,440	14,000	10,799	10,843
8	10,890	10,878	11,119	11,759
9	8,600	12,177	11,095	11,047
10	8,799	10,846	11,203	11,419
11	12,800	10,950	11,167	11,096
12	9,860	13,852	11,145	11,102
<b>Total</b>	<b>114,579</b>	<b>134,062</b>	<b>131,618</b>	<b>131,566</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En la **Tabla 13** se muestra el pronóstico para el año 3 (2017), teniendo como data histórica a la demanda de los años 2015 y 2016. Para realizar este tipo de pronóstico se necesita como dato un alfa, el cual puede tomar los valores entre 0 y 1. Mientras más elevado sea el valor de alfa, mayor será el error del pronóstico que se agrega, por lo que se realizó el pronóstico con valores de alfa de 0,1 y 0,3. La fórmula para hallar el pronóstico es:

$$F_{t+1} = \text{Alfa} * D_t + (1-\text{Alfa}) * F_t$$

Donde:

Ft: Demanda Pronosticada

Ft + 1: Demanda a pronosticar

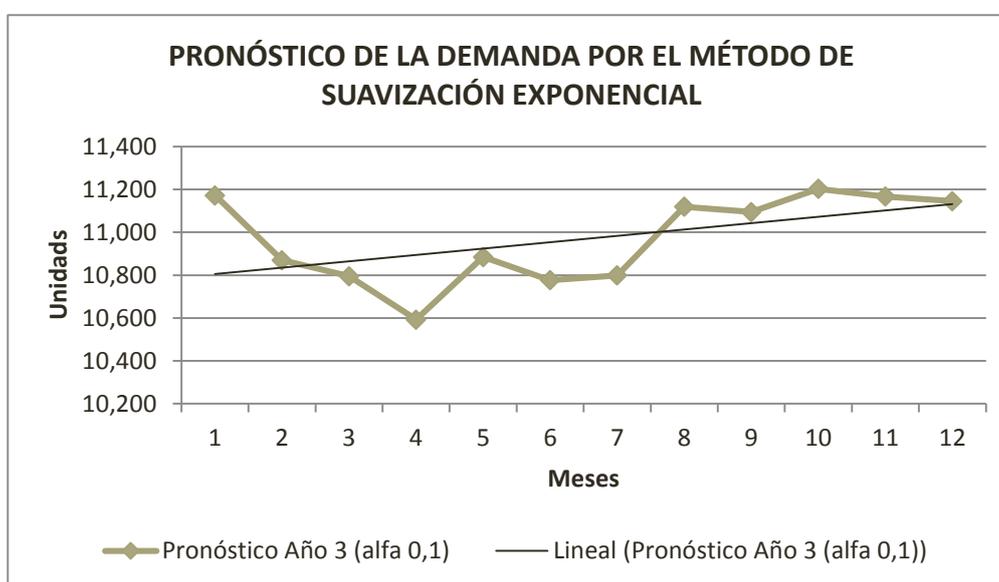
Dt: Demanda histórica

**Tabla 14: Validación del pronóstico de la demanda de tubería tipo 200mm S-20 por el método de suavización exponencial para el año 2017. Trujillo, Junio del 2017.**

VALIDACIÓN (Alfa 0,3)		VALIDACIÓN (Alfa 0,1)	
Error (Syx)	448.65	Error (Syx)	182.70
Coefficiente Correlacional	0.46	Coefficiente Correlacional	0.52
Coefficiente de Determinación	21.1%	Coef. de Determinación	27.3%

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En la **Tabla 14** se observan los cálculos de error (Syx) del pronóstico de la demanda se puede comprobar que al utilizar un alfa mayor, aumenta el error del pronóstico por lo que se escogerá el pronóstico que utiliza un alfa con valor de 0.1 pues su error es menor, incluso que el de los 2 anteriores pronósticos.



**Figura 18: Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal de la tubería tipo 200mm S-20. Trujillo, Junio del 2017.**

Fuente: Elaboración Propia

En la **Figura 18** se muestra el comportamiento del pronóstico de la demanda por el método de suavización exponencial para el año 2017, observando que los 4 primeros meses la demanda irá descendiendo, mientras que a partir del mes 7 la demanda tendrá un comportamiento ascendente.

Después de haber realizado los 3 tipos de pronósticos, se escogió el pronóstico por el método de suavización exponencial puesto que es el que presenta menor error.

**Tabla 15. Pronóstico de la demanda para tubería tipo 200mm S-20 según método escogido. Trujillo, Setiembre del 2017.**

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA 2017 (Tubería PVC 200mm S-20)</b>	
<b>Mes</b>	<b>Demanda (unidades)</b>
Enero	11,172
Febrero	10,869
Marzo	10,795
Abril	10,593
Mayo	10,885
Junio	10,776
Julio	10,799
Agosto	11,119
Septiembre	11,095
Octubre	11,203
Noviembre	11,167
Diciembre	11,145
<b>Total</b>	<b>131,618</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

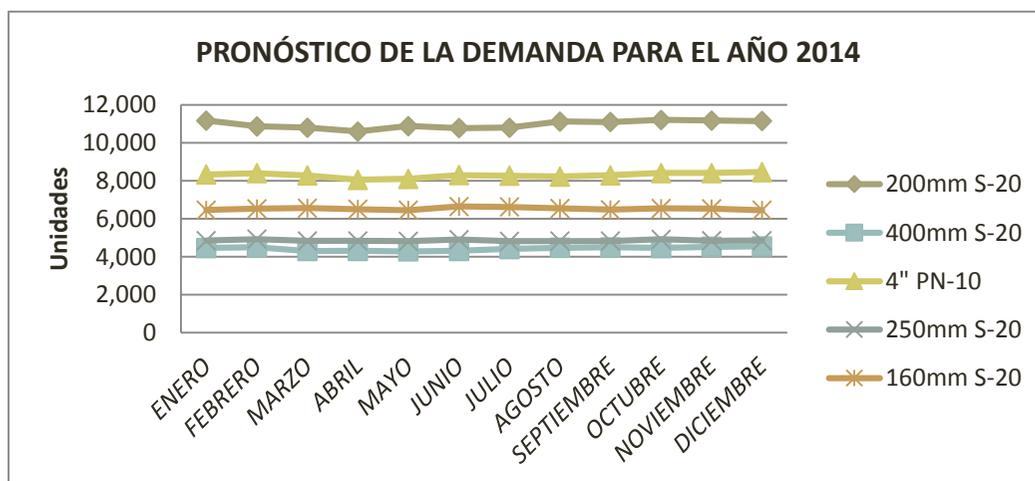
**Interpretación:** De los tres tipos de pronósticos se escoge el de Suavización Exponencial por tener el menor error de 182.70 y un coeficiente de correlación de 0.52, los resultados de éstos se presentan en la **Tabla 15**. Para los demás productos se realizó el mismo procedimiento aplicando los 3 tipos de pronósticos y escogiendo el pronóstico de menor error, como se puede ver en las **Tablas 16 al 27** del **Anexo**.



**Tabla 28: Pronóstico de la demanda de los productos pertenecientes a la clase A para el año 2017. Trujillo, Setiembre del 2017.**

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2017													
PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
200mm S-20	11,172	10,869	10,795	10,593	10,885	10,776	10,799	11,119	11,095	11,203	11,167	11,145	131,618
400mm S-20	4,467	4,498	4,308	4,310	4,285	4,310	4,412	4,473	4,495	4,463	4,521	4,549	53,091
4" PN-10	8,334	8,400	8,280	8,052	8,107	8,297	8,270	8,221	8,288	8,413	8,406	8,459	99,528
250mm S-20	4,858	4,932	4,836	4,836	4,821	4,908	4,822	4,832	4,825	4,923	4,842	4,859	58,294
160mm S-20	6,461	6,532	6,566	6,509	6,453	6,646	6,623	6,550	6,479	6,552	6,527	6,453	78,350

Fuente: Elaboración Propia



**Interpretación:** Se observa en la **Tabla 28** el pronóstico de la demanda para cada uno de los productos de la clase A para los meses de Enero del 2017 hasta el mes de Diciembre del 2017. Se escogieron las demandas proyectadas provenientes del pronóstico de suavización exponencial cuyo error fue menor.

**Figura 19: Pronóstico de la demanda para el año 2017. Trujillo, Setiembre del 2017.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2 Determinación de los costos actuales de inventario

#### a. Costo de pedido anual (S)

El costo por generar órdenes de compra comprende diversos costos, como las remuneraciones al encargado de efectuar una compra y gastos generales (gastos en útiles de oficina, gastos en telefonía, etc.), los cuales deben ser tomados en cuenta para hallar el costo fijo de pedido. A continuación, se muestran los costos en que incurre Eurotubo S.A.C.

#### Remuneraciones:

**Tabla 29: Remuneraciones al año por realizar pedido. Trujillo, Setiembre del 2017.**

CÁLCULO DE REMUNERACIONES AL AÑO POR REALIZAR PEDIDO						
SUELDO ANUAL (S/.)	ESSSALUD (9%) (S/.)	GRATIFICACIONES (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	GASTO ANUAL (S/.)	GASTO ANUAL EN GESTION DE COMPRAS (S/.)
10,800	972	1,800	900	900	15,372	2,529.15

Fuente: Eurotubo S.A.C.

**Interpretación:** En la **Tabla 29** se puede observar el cálculo de las remuneraciones al año por realizar pedido. La empresa cuenta con un personal encargado de realizar las compras, a quien se le asigna un sueldo de S/ 900 obteniendo un sueldo anual de S/. 10,800, a este monto se le suma el gasto por ESSALUD siendo el 9% del sueldo, a su vez se le suman dos gratificaciones (navidad y fiestas patrias), también se le añade el CTS (Mayo y Noviembre) y finalmente se le suma un sueldo que se recibe por vacaciones dando como resultado un Gasto anual de S/ 15,372. Para hallar el gasto anual en gestión de compras se multiplica el gasto anual por el porcentaje (%) de tiempo utilizado para realizar pedidos, dicho porcentaje (%) calcula a continuación:

N° de compras al año	352
Tiempo por compras (min.)	70
Tiempo total por compras (horas)	410.67
Total horas/ año	2496

% utilizado en gestión de compras 16.45%

**Gastos Generales:**

**Tabla 30: Gastos generales al año por realizar pedido. Trujillo, Setiembre del 2017.**

TOTAL GASTOS GENERALES SEMESTRALES				
Descripción	Periodo		Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Útiles de oficina	Mes	12	30.30	363.60
Energía Eléctrica	Mes	12	0.33	3.94
Agua	Mes	12	2.81	33.74
Telefonía	Año	1	316.80	316.80
<b>Costo Total Anual (S/)</b>				<b>718.08</b>

*Fuente: Eurotubo S.A.C*

El detalle y cálculo de la remuneración y cada costo unitario de los gastos generales se muestra en el **Anexo** en la **Figura 20**. Cabe resaltar que Eurotubo S.A.C no genera costo en transporte puesto que las compras que realiza incluyen el costo de flete, por lo que el total de costos al año queda así:

**Tabla 31: Costo de pedido anual. Trujillo, Setiembre del 2017.**

COSTOS DE PEDIDO	
<b>Remuneraciones:</b>	
Total Remuneraciones (S/.)	<b>2,529.15</b>
<b>Gastos generales de oficina / año:</b>	
Útiles de Oficina (S/.)	363.60
Energía Eléctrica (S/.)	3.94
Agua (S/.)	33.74
Telefonía (S/.)	316.80
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>3,247.23</b>

*Fuente: Eurotubo SAC.*

**Interpretación:** En la **Tabla 31** se muestra el detalle de los costos al año que se generan por realizar órdenes de pedidos, sumando un total de S/ 3,247.23 al año. Esta cantidad deberá dividirse entre el N° de órdenes al año, obteniendo así el costo fijo de pedido (S):

$$CFP (S) = \frac{\text{Total de costos/pedidos/año}}{\text{Nº de pedidos/año}}$$

$$CFP (S) = \frac{3,247.23 \text{ n. soles/año}}{352 \text{ pedidos/año}}$$

$$CFP (S) = 9.23 \text{ nuevos soles}$$

Para hallar el costo total anual de pedido, es necesario calcular el EOQ (cantidad económica de pedido) o también denominado Q óptimo, dicho lote posteriormente es ajustado (Q\*) de acuerdo al lote mínimo de compra que presente cada insumo, finalmente el Q\* se utiliza para el cálculo del costo total anual de pedir y el costo total anual de mantener.

### a.1 Cálculo del EOQ (Q)

Para realizar el cálculo de la cantidad económica de pedido se hace uso de la fórmula:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H * P}}$$

Dónde:

- **S** = Costo de pedido/anual
- **D** = Demanda Anual (necesidad anual)
- **H** = Costo de mantenimiento de inventario (%)
- **P** = Precio del insumo

A continuación, se muestra un ejemplo para calcular el lote óptimo de compra de la resina PVC, teniendo como datos:

- **S** = 9.23 nuevos soles/pedido
- **D** = 12,675,368 Kg/ año (ver tabla 33 del Anexo)
- **H** = 15%
- **P** = 3.607 nuevos soles / Kg (ver tabla 32)

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$Q = \sqrt{\frac{2 (12,675,368 \text{ kg/año})(9.23 \text{ n. soles/pedido})}{(3.607 \text{ n. soles/kg}) (0.15)}}$$

$$Q = 20,790 \text{ Kg.}$$

En la **Tabla 34** del **anexo** se muestra la cantidad económica de pedido para cada uno de los insumos, calculados como se ejemplificó anteriormente.

### a.2 Ajuste del EOQ:

Para hallar el ajuste del EOQ se usó la siguiente fórmula:

$$Q^* = \frac{Q}{\text{Presentación}} * \text{Presentación}$$

Dónde:

- **Q** = Cantidad económica de pedido
- **Q\*** = Cantidad económica de pedido ajustado
- **Presentación** = Lote mínimo de pedido en Kg.

Continuando con el ejemplo, a continuación, realizamos el ajuste de la cantidad económica de pedido para la resina PVC, teniendo como datos:

- **Q = 20,790 Kg.** (ver tabla 34 del anexo)
- **Presentación = 25 kg.** (ver tabla 34 del anexo)

Para hallar el ajuste de la cantidad económica de pedido Q\*(Q ajustado); el resultado de la división dada entre el Q (Q óptimo) y la presentación es redondeado al entero mayor, para luego ser multiplicado nuevamente por la presentación del insumo.

Reemplazando en la fórmula obtenemos:

$$Q^* = \frac{20,790 \text{ kg}}{25 \text{ kg}} * 25 \text{ kg}$$

$$Q^* = 20,800 \text{ Kg}$$

En la **Tabla 34** del **anexo** se muestran los resultados del Q y Q\* para cada insumo, siguiendo el mismo cálculo ejemplificado anteriormente.

Una vez obtenido el costo fijo de pedido (S) y el Q\* se puede hallar el costo de pedido anual utilizando la siguiente fórmula:

$$CPA = \frac{S * D}{Q^*}$$

Dónde:

- **S** = Costo de pedido
- **D** = Demanda Anual (necesidad anual)
- **Q\*** = Cantidad económica de pedido ajustado.

Tomaremos como ejemplo el cálculo del costo de pedir anual para la resina PVC.

Teniendo como datos:

- **S** = 9.23 nuevos soles/pedido
- **D** = 12,675,368 Kg/año (ver **Tabla 34** del anexo)
- **Q\*** = 20,800 Kg/pedido (ver **Tabla 34** del anexo)

$$CPA = \frac{9.23 \text{ n. soles/pedido} * 12,675,368 \text{ kg/año}}{20,800 \text{ kg/pedido}}$$

$$CPA = 5,621.71 \text{ nuevos soles/año}$$

Después de resolver la fórmula se obtiene que el costo de pedir anual de la resina PVC es de 5,621.71 nuevos soles. En la **Tabla 35** se muestra el costo de pedir anual para cada uno de los insumos.

#### **b. Costo de mantener anual (H)**

Para hallar el costo por mantener los insumos en inventario se multiplicó el costo unitario de cada insumo por la “tasa de conservación del costo de mantener una unidad” del 15 %, tomando como fuente y referencia a la

Superintendencia de Banca y seguros y AFP. La fórmula utilizada para obtener el costo de guardar de cada uno de los insumos utilizados es:

$$CMu (H)= \text{Costo Unitario} \times \text{Tasa Interés}$$

**Tabla 32: Costo de Mantener una unidad en inventario por insumo. Trujillo, Octubre del 2017.**

COSTO DE MANTENER DE CADA INSUMO			
INSUMO	UNIDAD	COSTO UNIT. (S/.)/(Kg)	COSTO DE GUARDAR (S/)
PVC – RESINA	KG.	3.607	0.541
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119	KG.	4.32	0.648
PARALOID K-120	KG.	4.58	0.687
ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100	KG.	37.25	5.588
CARBONATO DE CALCIO	KG.	0.75	0.113
DIOXIDO DE TITANIO	KG.	9.35	1.403
ACIDO ESTEARICO	KG.	4.24	0.636
ESTEARATO DE CALCIO	KG.	5.48	0.822
PIGMENTO NARANJA	KG.	4.30	0.645
PIGMENTO NEGRO	KG.	4.10	0.615

Fuente: Eurotubo S.A.C

Posteriormente para hallar el costo de mantener o guardar anual se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMA = \frac{H * Q}{2}$$

Dónde:

- **H** = Costo de mantener una unidad en inventario
- **Q\*** = Cantidad económica de pedido ajustado

Tomaremos como ejemplo el cálculo del costo de guardar o mantener anual de la resina PVC. Teniendo como datos:

- $H = 0.541$  nuevos soles/kg (ver Tabla 32)
- $Q^* = 20,8000$  Kg. (ver Tabla 33 del Anexo)

$$CMA = \frac{0.541 \text{ n. soles/kg} * 20,800 \text{ kg}}{2}$$

$$CMA = 5,626.92 \text{ nuevos soles}$$

Después de resolver la fórmula se obtiene que el costo de mantener anual de la resina PVC es de S/. 5,626,92. En la **Tabla 35** se encuentra el costo de mantener anual para cada uno de los insumos.

### c. Costo de comprar anual:

El costo de comprar está referido al precio de compra de todos los insumos necesarios para la producción del producto final multiplicado por la demanda del insumo anual:

$$CC = P * D$$

Dónde:

- $P =$  Precio del artículo
- $D =$  Demanda anual del insumo

Tomando como ejemplo el cálculo del costo de compra de la resina, tenemos los siguientes datos:

- $P = 3.607$  nuevos soles / Kg (Ver Tabla 32)
- $D = 12,675,368$  kg. (Ver Tabla 33 del Anexo)

$$CC = 3.607 \text{ nuevos soles/kg} * 12,675,368 \text{ Kg}$$

$$CC = 45,731,300.62 \text{ nuevos soles.}$$

En la **Tabla 35** se encuentra el costo de comprar para cada uno de los insumos.

Para calcular el Costo Total de Inventarios se debe sumar el costo de pedir anual, el costo de guardar anual y costo de compra anual, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$CT = CPA + CMA + CC$$

Como ejemplo se calcula el costo total de la resina:

$$\text{Costo Total}_{\text{Resina}} = (5,621.71 + 5,626.92 + 45,731,300.62) \text{ nuevos soles}$$

$$\text{Costo Total}_{\text{Resina}} = 45,731,300.62 \text{ nuevos soles}$$

En la **Tabla 35** se muestra el costo total de inventario de cada material, siguiendo el mismo procedimiento que se ejemplificó anteriormente.

**Tabla 35: Cálculo del costo total anual de inventario por insumo. Trujillo, Octubre del 2017.**

<b>COSTO TOTAL ANUAL DE INVENTARIO (2016)</b>				
<b>INSUMO</b>	<b>COSTO DE PEDIR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE MANTENER ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE COMPRAR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL (S/.)</b>
PVC – RESINA	5,621.71	5,626.92	45,720,051.99	45,731,300.62
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119	996.57	1,004.40	1,446,719.23	1,448,720.20
PARALOID K-120	162.68	171.75	40,383.24	40,717.67
ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100	899.74	907.97	1,180,746.51	1,182,554.22
CARBONATO DE CALCIO	900.49	901.13	1,172,826.43	1,174,628.05
DIOXIDO DE TITANIO	394.92	420.75	240,157.81	240,973.48
ACIDO ESTEARICO	232.79	246.45	82,920.15	83,399.39
ESTEARATO DE CALCIO	244.43	256.88	90,748.14	91,249.44
PIGMENTO NARANJA	197.83	209.63	59,938.05	60,345.51
PIGMENTO NEGRO	24.54	15.38	545.32	585.24

*Fuente: Elaboración Propia.*

### **3.3 Plan Agregado de Producción**

La finalidad del Plan Agregado de Producción es determinar una estrategia de forma anticipada que permita minimizar los costos y que se satisfaga los requerimientos de producción para un horizonte de planificación de medio plazo (entre 6 a 18 meses). El Plan Agregado busca optimizar los recursos del sistema productivo, abordando la determinación de la fuerza laboral (contrataciones, despidos, sub-contrataciones), cantidad de producción, niveles de inventario, etc. Para su elaboración son necesarios los siguientes datos:

<b>Pronóstico de Ventas 2017 (unidades)</b>						
<b>Producto</b>	<b>jul-14</b>	<b>ago-14</b>	<b>sep-14</b>	<b>oct-14</b>	<b>nov-14</b>	<b>dic-14</b>
200mm S-20	11,039	11,023	11,139	11,309	11,530	11,472
400mm S-20	4,412	4,474	4,496	4,463	4,522	4,550
4" PN-10	8,271	8,222	8,288	8,414	8,407	8,460
250mm S-20	4,822	4,832	4,826	4,923	4,843	4,859
160mm S-20	6,623	6,550	6,479	6,553	6,527	6,453
<b>Pronóstico de Ventas 2017 (%)</b>						
<b>Producto</b>	<b>jul-14</b>	<b>ago-14</b>	<b>sep-14</b>	<b>oct-14</b>	<b>nov-14</b>	<b>dic-14</b>
200mm S-20	25%	25%	25%	25%	26%	25%
400mm S-20	39%	40%	40%	39%	39%	40%
4" PN-10	9%	9%	9%	9%	9%	9%
250mm S-20	17%	17%	17%	17%	17%	17%
160mm S-20	10%	9%	9%	9%	9%	9%

**Figura 21: Datos del Pronóstico de Ventas (unidad - %) para el periodo Julio – Diciembre 2017 para elaborar PAP. Trujillo, Octubre del 2017.**

*Fuente: Elaboración Propia*

Inventario		
Inventario inicial	151,277	Kg.
Reservas de seguridad	4%	De la demanda mensual

Costos	
Costo de mantenimiento del inventario	S/. 1.17 /unidades/mes
Costo de contratación	S/. 38.3 /por trabajador
Costo de los despidos	S/. 44 /por trabajador
Horas de trabajo requeridas	0.002250 Kg
Costo lineal (ocho primeras horas cada día)	S/. 3.61 /hora
Costo del tiempo extra (tiempo y medio)	S/. 4.51 /hora

Producto (Presentación)	Peso(kg)
200mm S-20	27.60
400mm S-20	108.00
4" PN-10	13.30
250mm S-20	43.00
160mm S-20	17.60

Pronóstico Agregado (Kg)							
Meses -->	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	Total
Proyección de la demanda	1,215,088	1,219,836	1,224,784	1,233,061	1,241,542	1,243,055	7,377,363
Número de días de trabajo	26	26	26	26	26	26	156

**Figura 22: Datos de inventario, número de días de trabajo y costos necesarios para elaborar Plan Agregado de Producción. Trujillo, Octubre del 2017.**

Fuente: Eurotubo S.A.C

En la **Figura 21 y Figura 22** se presentan los datos que se necesitan para elaborar el PAP, el pronóstico en unidades de cada tipo de tubería es convertido a kilogramos, multiplicando las unidades pronosticadas por el peso de cada tipo de tubería y finalmente sumando dichos resultados, obteniendo así el Pronóstico Agregado como se muestra en la Figura 22. Posteriormente se debe determinar los requerimientos de producción, teniendo:

**Tabla 36: Requerimientos de producción. Trujillo, Octubre del 2017.**

Requerimientos para la Producción						
Meses	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Inventario inicial	151,277	48,604	48,793	48,991	49,322	49,662
Pronóstico de la demanda	1,215,088	1,219,836	1,224,784	1,233,061	1,241,542	1,243,055
Reserva de seguridad	48,604	48,793	48,991	49,322	49,662	49,722
<b>Requerimiento para la producción</b>	<b>1,112,414</b>	<b>1,220,026</b>	<b>1,224,982</b>	<b>1,233,392</b>	<b>1,241,881</b>	<b>1,243,116</b>
Inventario Final	48,604	48,793	48,991	49,322	49,662	49,722

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 37: Plan de Producción de Persecución. Trujillo, Octubre del 2017.**

Plan de Producción 1 : Persecución							
Meses	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	Total
Requerimientos de Producción	1,112,414	1,220,026	1,224,982	1,233,392	1,241,881	1,243,116	7,275,811
Horas de producción requerida	2,503	2,745	2,756	2,775	2,794	2,797	16,371
Días de trabajo por mes	26	27	27	26	27	26	159
Horas por mes por trabajador	208	216	216	208	216	208	1,272
Trabajadores requeridos	13	13	13	13	13	13	78
Nuevos trabajadores contratados	0	0	0	0	0	0	0
Costo de contratación	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Trabajadores despedidos	00/01/1900	0	0	0	0	0	1
Costo del despido	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Costo lineal	S/. 9,025	S/. 9,898	S/. 9,938	S/. 10,006	S/. 10,075	S/. 10,085	S/. 59,029
						<b>Costo Total:</b>	<b>S/. 59,030</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 38: Plan de Producción de Nivelación. Trujillo, Octubre del 2017.**

Plan de Producción 2 : Nivelación							
Meses	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	Total
Inventario inicial	151,277	230,411	304,798	374,236	435,397	488,077	1,984,196
Días de trabajo por mes	26	26	26	26	26	26	156
Horas de prod disponibles	2,912	2,912	2,912	2,912	2,912	2,912	17,472
Producción real	1,294,222	1,294,222	1,294,222	1,294,222	1,294,222	1,294,222	7,765,333
Pronóstico de demanda	1,215,088	1,219,836	1,224,784	1,233,061	1,241,542	1,243,055	7,377,366
Inventario final	230,411	304,798	374,236	435,397	488,077	539,244	2,372,163
Unidades faltantes	-	-	-	-	-	-	0
Costo de los faltantes	<b>S/. 0</b>	<b>S/. 0</b>					
Reserva de seguridad	48,604	48,793	48,991	49,322	49,662	49,722	295,095
Unidades sobrantes	181,808	256,004	325,244	386,075	438,416	489,522	2,077,068
Costo de inventario	<b>S/. 212,715</b>	<b>S/. 299,525</b>	<b>S/. 380,536</b>	<b>S/. 451,707</b>	<b>S/. 512,946</b>	<b>S/. 572,741</b>	<b>S/. 2,430,170</b>
Costo lineal	<b>S/. 10,500</b>	<b>10,500.00</b>	<b>S/. 10,500</b>	<b>S/. 10,500</b>	<b>S/. 10,500</b>	<b>S/. 10,500</b>	<b>S/. 63,000</b>
						<b>Costo Total:</b>	<b>S/. 4,865,333</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** Una vez obtenido el requerimiento de producción se procede a la elaboración de Planes de Producción Alternativos los cuales serán comparados y se escogerá el Plan de Producción que incurra en un menor costo. Los Planes de Producción realizados son el de Persecución, el cual propone una producción exacta y una fuerza laboral variable y el de Nivelación que presenta una producción y fuerza laboral constante, como se muestran en la **Tabla 37** y **Tabla 38**.

Finalmente, en la **Tabla 39** se comparan ambos planes y se escoge aquel que minimice el costo, seleccionando el plan 1: Plan de Producción de Persecución con un costo de S/ 60,182.

**Tabla 39. Comparativo de Costos de Planes de Producción. Trujillo, Octubre del 2017.**

Resumen de Costos		
Costo	Plan 1	Plan 2
Contratación	S/. 0	-
Despido	S/. 0	-
Inventario excesivo	-	S/. 2,430,170
Escasez	-	S/. 0
Subcontratación	-	-
Tiempo extra	-	-
Tiempo lineal	S/. 59,029	S/. 63,000
<b>Costo Total :</b>	<b>S/. 59,029</b>	<b>S/. 2,493,170</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 40: Requerimiento de la Producción del Plan de Persecución. Trujillo, Octubre del 2017.**

Requerimiento Agregado de Producción (Kg.)						
Meses	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Requerimiento de Producción	1,246,074	1,220,548	1,225,526	1,234,303	1,242,814	1,243,282
Requerimiento de Producción (kg.)/por SKU						
Producto	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
200mm S-20	312,446	304,412	307,623	312,443	318,554	316,685
400mm S-20	488,647	483,474	485,862	482,489	488,876	491,490
4" PN-10	112,810	109,416	110,297	112,019	111,928	112,539
250mm S-20	212,634	207,897	207,644	211,902	208,462	208,975
160mm S-20	119,537	115,347	114,100	115,449	114,993	113,594
Requerimiento de Producción (unidades)/SKU						
Producto	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
200mm S-20	11,321	11,029	11,146	11,320	11,542	11,474
400mm S-20	4,525	4,477	4,499	4,467	4,527	4,551
4" PN-10	8,482	8,227	8,293	8,422	8,416	8,462
250mm S-20	4,945	4,835	4,829	4,928	4,848	4,860
160mm S-20	6,792	6,554	6,483	6,560	6,534	6,454

*Fuente: Elaboración Propia*

**Interpretación:** En la **Tabla 40** se encuentra el requerimiento de la producción que se obtuvo en el Plan de Producción seleccionado es decir en el Plan de Persecución, resultados que se muestran en Kg. y que posteriormente con convertidos a unidades según el porcentaje (%) de participación hallado inicialmente (*ver Figura 21*), obteniendo el requerimiento de producción en unidades para cada uno de los 5 productos pertenecientes a la clase A.

### 3.4 Plan Maestro de Producción

Para elaborar el Plan Maestro de Producción son necesarios los datos provenientes del Plan Agregado de Producción, el stock de seguridad, el inventario inicial y la capacidad de la planta:

**Tabla 41: Programación de la producción para el mes de Julio. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Programación de la producción para el mes de Julio							
Producto (Presentación)	Producto Final (unidades)				Fórmulas (Componente)		
	Requerimiento de producción	Stock de seguridad	Inventario Inicial	Cantidad a producir	Cantidad a producir (kg)	Peso (kg) por fórmula (carga)	Número de fórmulas
200mm S-20	11,321	442	461	<b>11,301</b>	311,909	118.42	2,634
400mm S-20	4,525	176	540	<b>4,161</b>	449,387	113.80	3,949
4" PN-10	8,482	331	829	<b>7,984</b>	106,185	232.22	457
250mm S-20	4,945	193	401	<b>4,737</b>	203,706	118.42	1,720
160mm S-20	6,792	265	800	<b>6,257</b>	110,129	118.42	930

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 42: Capacidad de la planta. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Capacidad de planta	
1,300	ton/mes
325	ton/semana
54	ton/día

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 43: Plan Maestro de Producción en unidades. Trujillo, Noviembre del 2017.

PLAN MAESTRO POR SKU (UNIDADES)																								
PRODUCTO (SKU)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
200mm S-20	2,825	2,825	2,825	2,825	2,757	2,757	2,757	2,757	2,786	2,786	2,786	2,786	2,830	2,830	2,830	2,830	2,885	2,885	2,885	2,885	2,869	2,869	2,869	2,869
400mm S-20	1,040	1,040	1,040	1,040	1,119	1,119	1,119	1,119	1,125	1,125	1,125	1,125	1,117	1,117	1,117	1,117	1,132	1,132	1,132	1,132	1,138	1,138	1,138	1,138
4" PN-10	1,996	1,996	1,996	1,996	2,057	2,057	2,057	2,057	2,073	2,073	2,073	2,073	2,106	2,106	2,106	2,106	2,104	2,104	2,104	2,104	2,115	2,115	2,115	2,115
250mm S-20	1,184	1,184	1,184	1,184	1,209	1,209	1,209	1,209	1,207	1,207	1,207	1,207	1,232	1,232	1,232	1,232	1,212	1,212	1,212	1,212	1,215	1,215	1,215	1,215
160mm S-20	1,564	1,564	1,564	1,564	1,638	1,638	1,638	1,638	1,621	1,621	1,621	1,621	1,640	1,640	1,640	1,640	1,633	1,633	1,633	1,633	1,614	1,614	1,614	1,614
Total TM	<b>295</b>	<b>295</b>	<b>295</b>	<b>295</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>306</b>	<b>306</b>	<b>306</b>	<b>306</b>	<b>309</b>	<b>309</b>	<b>309</b>	<b>309</b>	<b>311</b>							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Plan Maestro de Producción ajustado. Trujillo, Noviembre del 2017.

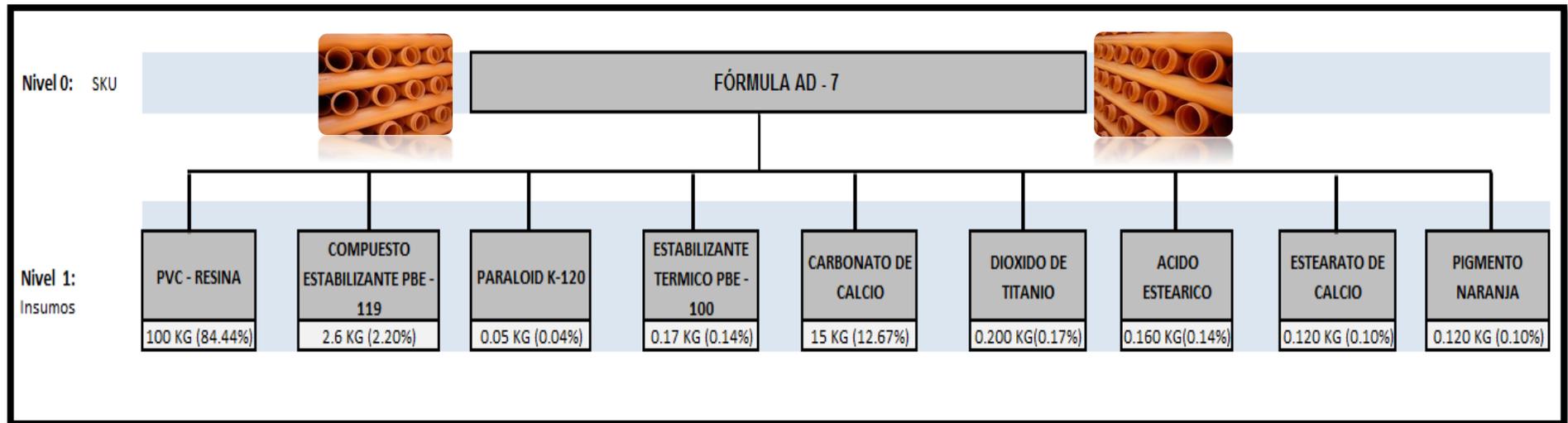
PLAN MAESTRO POR SKU (UNIDADES)																								
PRODUCTO (SKU)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
200mm S-20	2,598	2,989	2,989	2,783	2,316	2,914	2,887	2,914	2,348	2,944	2,944	2,909	2,391	2,990	2,948	2,990	2,445	3,049	3,049	2,999	2,431	2,981	3,031	3,031
400mm S-20	657	1,099	1,202	1,202	949	1,163	1,183	1,183	953	1,188	1,168	1,188	947	1,180	1,160	1,180	989	1,166	1,176	1,196	974	1,202	1,202	1,172
4" PN-10	1,657	2,109	2,109	2,109	1,727	2,173	2,153	2,173	1,746	2,191	2,166	2,191	1,778	2,225	2,225	2,195	1,776	2,223	2,193	2,223	1,791	2,235	2,200	2,235
250mm S-20	983	1,251	1,251	1,251	1,023	1,277	1,277	1,257	1,022	1,276	1,276	1,256	1,043	1,282	1,302	1,302	1,046	1,281	1,281	1,241	1,088	1,284	1,204	1,284
160mm S-20	1,298	1,653	1,653	1,653	1,380	1,731	1,731	1,731	1,365	1,693	1,713	1,713	1,381	1,733	1,733	1,713	1,405	1,726	1,677	1,726	1,439	1,605	1,705	1,705
Total TM	<b>230</b>	<b>312</b>	<b>323</b>	<b>318</b>	<b>258</b>	<b>320</b>	<b>321</b>	<b>322</b>	<b>259</b>	<b>323</b>	<b>321</b>	<b>322</b>	<b>261</b>	<b>325</b>	<b>323</b>	<b>325</b>	<b>268</b>	<b>325</b>	<b>325</b>	<b>325</b>	<b>268</b>	<b>325</b>	<b>325</b>	<b>325</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5 Lista de Materiales

#### 3.5.1 Estructura del Producto:

Para la fabricación de tuberías es necesario elaborar primero el compuesto, a lo que se le denomina también como fórmula, dicho compuesto se obtiene mediante la mezcla de los diferentes insumos. El nivel 0 sería la fórmula ya que ésta es transformada en el producto final y el nivel 1 está conformado por todos los insumos necesarios, en las cantidades necesarias para la elaboración del producto final. A continuación, se muestra la estructura de los 5 productos pertenecientes a la clase A en los siguientes gráficos:

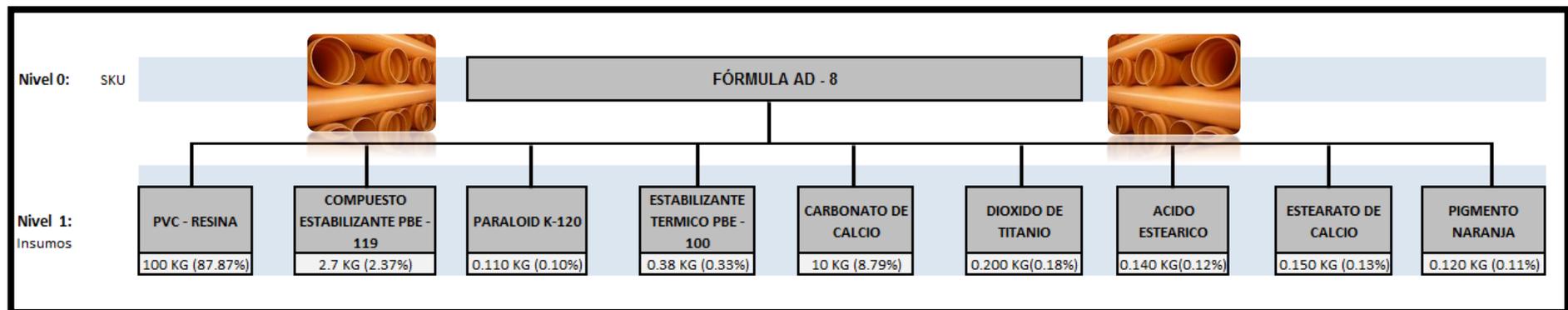


**Figura 23: Estructura del producto para las tuberías de 160mm S-20, 200mm S-20 y 250mm S-20. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Fuente: Eurotubo S.A.C.

En la **Figura 23** se observa la estructura de la fórmula AD-7, cabe resaltar que esta fórmula permite la obtención de 3 de las tuberías pertenecientes a la clase A: tuberías de 160mm S-20, 200mm S-20 y 250mm S-20, puesto que su composición es la misma y sólo se diferencian por el diámetro de la tubería. Para la obtención de este compuesto o fórmula se realiza la mezcla en base a 100 Kg de Resina PVC a la cual se le añade los demás insumos, para ello, es necesaria la dosificación de los insumos en las cantidades presentadas en la **Figura, 23** obteniendo un compuesto de 118.420 Kg que equivale a una carga.

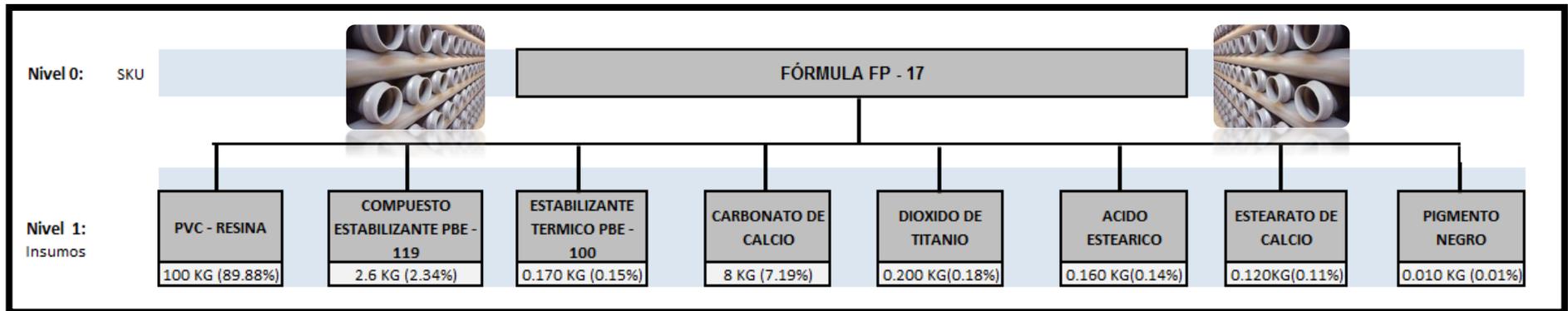
Para la elaboración de la tubería de 400 mm S-20, se requiere de otra fórmula denominada AD-8, presentando cantidades diferentes de los insumos a utilizar. La estructura de esta fórmula se muestra a continuación en la **Figura 24**:



**Figura 24: Estructura del producto para las tuberías de 400mm S-20. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Fuente: Eurotubo S.A.C.

Por último, para la elaboración de la tubería de 4" PN-10, se requiere de otra fórmula denominada FP-17, mostrando cantidades e insumos diferentes a utilizar. La estructura de esta fórmula se muestra a continuación en la **Figura 25**:



**Figura 25: Estructura del producto para las tuberías de 4'' PN-10. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Fuente: Eurotubo S.A.C.

### 3.5.2 Lista de Materiales

**Tabla 45: Lista de Materiales BOM. Trujillo, Noviembre del 2017.**

LISTA DE MATERIALES							
INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDADES (KG)			CANTIDADES (%)		
		AD-7	AD-8	FP-17	AD-7	AD-8	FP-17
PVC - RESINA	KG	100	100	100	84.45%	87.87%	89.88%
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE - 119	KG	2.6	2.7	2.6	2.20%	2.37%	2.34%
PARALOID K-120 ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	KG	0.05	0.110	-	0.04%	0.10%	-
CARBONATO DE CALCIO	KG	0.17	0.38	0.170	0.14%	0.33%	0.15%
DIOXIDO DE TITANIO	KG	15	10	8	12.67%	8.79%	7.19%
ACIDO ESTEARICO	KG	0.200	0.200	0.200	0.17%	0.18%	0.18%
ESTEARATO DE CALCIO	KG	0.160	0.140	0.160	0.14%	0.12%	0.14%
PIGMENTO NARANJA	KG	0.120	0.150	0.120	0.10%	0.13%	0.11%
PIGMENTO NEGRO	KG	0.120	0.120	-	0.10%	0.11%	-
	KG	-	-	0.010	-	-	0.01%
<b>TOTAL CARGA (KG)</b>		<b>118.420</b>	<b>113.800</b>	<b>111.260</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Eurotubo S.A.C

**Interpretación:** Eurotubo S.A.C cuenta con una mezcladora de 100 Kg, debido a esto las cantidades mostradas en la **Tabla 45** son en base a 100 Kg de Resina, por lo que la mezcla de los insumos detallados en la tabla es equivalente a una carga.

### 3.6. Registro de inventario de materiales

**Tabla 46: Maestro de materiales para SKUs e Insumos. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Tipo	Material	Unidad	Stock Disponible	Inventario de Seguridad	Nivel	Lead Time	Entradas Previstas			
							semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
SKU	1 200mm S-20	Unid.	461	442	0	1				
SKU	2 400mm S-20	Unid.	540	176	0	1				
SKU	3 4" PN-10	Unid.	829	331	0	1				
SKU	4 250mm S-20	Unid.	401	193	0	1				
SKU	5 160mm S-20	Unid.	800	265	0	1				
INS	RESINA PVC COMPUESTO ESTABILIZANTE	Kg.	547,711	42,140	1	2		400,000		
INS	PBE - 119	Kg.	13,441	1,110	1	3		14,625		
INS	PARALOID K- 120	Kg.	349	30	1	3	1,250			
INS	ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100	Kg.	1,325	105	1	2	1,300			
INS	CARBONATO DE CALCIO	Kg.	74,086	5,200	1	2		35,400		
INS	DIOXIDO DE TITANIO	Kg.	1,520	85	1	3		1,625		
INS	ACIDO ESTEARICO	Kg.	840	65	1	1	1,500			
INS	ESTEARATO DE CALCIO	Kg.	630	55	1	1				
INS	PIGMENTO NARANJA	Kg.	634	46	1	2				
INS	PIGMENTO NEGRO	Kg.	10	4	1	2		10		10

Fuente: Eurotubo S.A.C

### 3.7 Matriz de Requerimiento de Materiales

Para la realización del sistema MRP se utiliza la siguiente matriz elaborada en Microsoft Excel:

**Tabla 47: Matriz de Requerimiento de Materiales . Trujillo, Noviembre del 2017.**

Datos
Nivel BOM:
Stock Inicial :
SS:
Lead-time entrega :
L:

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas																									
Entradas Previstas																									
Stock Final																									
Necesidades Netas																									
Pedidos Planeados																									
Lanzamiento de órdenes																									

Fuente Elaboración Propia.

A continuación, se explica cada uno de los conceptos utilizados en la Matriz de Requerimiento de Materiales:

- **Stock Inicial:** Este concepto se refiere a la cantidad de Stock que hay en inventario por determinado insumo.
- **Stock de seguridad:** Nivel extra de stock que debe mantenerse en almacén para cubrir eventuales rupturas de stock.
- **Nivel BOM:** Se refiere a la estructura jerarquizada con niveles de fabricación.
- **Tamaño de Lote (L):** Se refiere al lote de compra o presentación por insumo.
- **Lead-time entrega:** Se refiere al tiempo de entrega de determinado insumo.
- **Necesidades Brutas:** Se refiere a las cantidades de insumos que se requieren para satisfacer el Programa Maestro de Producción.
- **Entradas Previstas:** Se refiere a las cantidades de insumos que están por llegar.
- **Stock Final:** Se refiere al stock final de un determinado insumo en un determinado periodo.
- **Necesidades Netas:** Este concepto se refiere a la cantidad que se requiere para satisfacer las necesidades brutas restando el stock inicial y las entradas previstas
- **Pedidos Planeados:** Se refiere a la cantidad de insumos necesarios para satisfacer las Necesidades netas, considerando el tamaño de lote de cada insumo.
- **Lanzamiento de Órdenes:** Número de órdenes de producción o de compras que se van a realizar en un determinado periodo, tomando en cuenta el tiempo de entrega de cada insumo.

Para la elaboración de la Matriz de Requerimiento de Materiales se utilizan como datos el Plan Maestro de Producción, el inventario inicial, el stock de seguridad, el lote mínimo de pedido y la lista de materiales.

A continuación, se realiza el cálculo del requerimiento del insumo PARALOID K-120 para la semana 1, determinando primero que productos requiere este insumo y en qué cantidades, para lo cual se recurre a la Lista de Materiales, obteniendo:

**Tabla 48: Requerimiento del Insumo PARALOID K-120 por SKU. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Quien lo requiere	% Participación (kg)	JULIO
		1
SKU1 : AD7	0.04%	35
SKU2: AD8	0.10%	115
SKU4: AD7	0.04%	23
SKU5: AD7	0.04%	12
<b>Total</b>		<b>185</b>

Fuente: Elaboración Propia

La necesidad Bruta en una semana es de 185 Kg, después de haber calculado este dato, se calcula las necesidades netas de Resina PVC, tomando en cuenta el nivel de Inventario actual, el stock de seguridad y las entradas previstas. Como se muestra en la **Tabla 49**, en la semana 1 se tiene un inventario de 349 Kg de PARALOID K-120, una entrada prevista de 500 Kg y requerimos 185 kg, por lo que la necesidad neta será de 0 kg. Se debe tener en cuenta que de acuerdo al tamaño de lote se procede a realizar el pedido al proveedor.

**Tabla 49: Cálculo de las necesidades del insumo PARALOID K-120 en Kg. Trujillo, Noviembre del 2017.**

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial :	349
SS:	30
Lead-time entrega :	3
L :	100

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		185	195	193	155	191	193	193	156	194	192	193	156	194	192	194	161	193	194	195	160	195	195	194	0
Entradas Previstas		500																							
Stock Final	349	664	469	276	121	130	37	44	88	94	102	108	52	58	66	72	111	117	123	128	68	72	77	83	83
Necesidades Netas		0	0	0	0	100	93	186	142	136	128	122	78	172	164	158	119	113	107	102	62	158	153	147	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0	200	100	200	200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	100	200	200	200	0
Lanzamiento de órdenes		0	200	100	200	200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	100	200	200	200	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En las **Tablas 50 – 64 del Anexo** se presentan las tablas que detallan los requerimientos de productos e insumos para un periodo de 6 meses. Así mismo el resumen de los requerimientos por insumo y el nuevo número de órdenes se encuentran en las **Tablas 64 y 65 del anexo**.

### 3.8 Cálculo del nuevo costo de inventario después de aplicar el MRP

Para calcular el nuevo costo de inventario, debemos hallar un nuevo costo de pedido, ya que las órdenes de compra al aplicar el MRP varían, al igual que varían los demás costos.

#### a. Nuevo Costo de Pedido (S)

**Remuneraciones:**

**Tabla 67: Remuneración semestral por realizar pedido. Trujillo, Noviembre del 2017.**

CÁLCULO DE REMUNERACIÓN POR REALIZAR PEDIDO							
SALARIO ANUAL (S/.)	ESSALUD (9%) (S/.)	GRATIFICACIONES (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	GASTO ANUAL (S/.)	GASTO SEMESTRAL	GASTO EN GESTION DE COMPRAS (S/.)
10,800	972	1,800	900	900	15,372	7,686	632.29

*Fuente: Eurotubo S.A.C.*

**Interpretación:** En la **Tabla 67** se puede observar el cálculo de la remuneración semestral por realizar pedido. La empresa cuenta con un personal encargado de realizar las compras, a quien se le asigna un sueldo de S/ 900 obteniendo un sueldo anual de S/. 10,800, a este monto se le suma el gasto por ESSALUD siendo el 9% del sueldo, a su vez se le suman dos sueldos por concepto de gratificaciones (navidad y fiestas patrias), también se le añade un sueldo de CTS (Mayo y Noviembre) y finalmente se le suma un sueldo que se recibe por vacaciones dando como resultado un gasto anual de S/ 15,372. Este gasto anual es convertido a gasto semestral obteniendo un monto de S/. 7,686. Para hallar el gasto anual en gestión de compras se multiplica el gasto semestral por el porcentaje (%) de tiempo utilizado para realizar pedidos, dicho porcentaje (%) se calcula a continuación:

N° de compras al año	352
Tiempo por compras (min.)	70
Tiempo total por compras (horas)	411
Total horas al año	2,496
% utilizado en gestión de compras anual	16.45%
% utilizado en gestión de compras semestral	<b>8.23%</b>

### Gastos Generales:

**Tabla 68: Gastos generales semestrales por realizar pedido. Trujillo, Noviembre del 2017.**

TOTAL GASTOS GENERALES				
Descripción	Periodo		Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Útiles de oficina	Mes	6	30.30	181.80
Energía Eléctrica	Mes	6	0.33	1.97
Agua	Mes	6	2.81	16.87
Telefonía	Año	2	162.90	81.45
<b>Costo Total Anual (S/)</b>				<b>282.09</b>

Fuente: Eurotubo S.A.C

El detalle y cálculo de la remuneración y cada costo unitario de los gastos generales se muestra en el **Anexo** en la **Figura 26**. Cabe resaltar que Eurotubo S.A.C no genera costo en transporte puesto que las compras que realiza incluyen el costo de flete, por lo que el total de costos queda así:

**Tabla 69: Nuevo costo de pedido semestral. Trujillo, Noviembre del 2017.**

COSTOS DE PEDIDO	
<b>Remuneraciones:</b>	
Total Remuneración (S/.)	<b>632.29</b>
<b>Gastos generales de oficina</b>	
Útiles de Oficina (S/.)	181.80
Energía Eléctrica (S/.)	1.97
Agua (S/.)	16.87
Telefonía (S/.)	81.45
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>914.38</b>

Fuente: Eurotubo SAC.

**Interpretación:** En la **Tabla 69** se muestra el detalle de los costos al año que se generan por realizar órdenes de pedidos, sumando un total de S/ 914.38

semestral. Esta cantidad deberá dividirse entre el nuevo N° de órdenes al año, obteniendo así el costo fijo de pedido (S):

$$CFP (S) = \frac{\text{Total de costos/año}}{\text{Nº de pedidos/año}}$$

$$CFP (S) = \frac{914.38 \text{ n. soles/pedido/año}}{181 \text{ pedidos/año}}$$

$$CFP (S) = 5.05 \text{ nuevos soles}$$

Una vez obtenido el costo fijo de pedido (S) se hallar el costo de pedido semestral utilizando la siguiente fórmula:

$$CPA = \frac{S * D}{Q^*}$$

Dónde:

- **S** = Costo de pedido
- **Q\*** = cantidad económica de pedido ajustado
- **D** = Demanda (necesidad en los 6 meses)

Tomaremos como ejemplo el cálculo del costo de pedir anual para la resina PVC. Teniendo como datos:

- **S** = 5.05 nuevos soles/pedido
- **Q\*** = 9,900 Kg/pedido (ver Tabla 66)
- **D** = 5,237,975 Kg/año (ver Tabla 66)

$$CPA = \frac{5.05 \text{ n. soles/pedido} * 5,237,975 \text{ kg/año}}{9,900 \text{ kg/pedido}}$$

$$CPA = 2,671.90 \text{ nuevos soles/año}$$

Después de resolver la fórmula se obtiene que el costo de pedir anual de la resina PVC es de 2,671.90 nuevos soles. En la **Tabla 70** se muestra el costo de pedir anual para cada uno de los insumos.

### b. Nuevo Costo de Mantener (H)

Para hallar el costo de mantener o guardar los insumos se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMA = \frac{Q^* * T * P}{2}$$

Dónde:

- $Q^*$  = Cantidad económica de pedido ajustado
- $T$  = Tasa de interés
- $P$  = costo del insumo

Tomaremos como ejemplo el cálculo del costo de guardar anual para la resina PVC. Teniendo como datos:

- $Q^* = 9,900$  Kg (ver Tabla 66)
- $T = 15\%$
- $P = 3.607$  nuevos soles/kg (ver tabla 32)

$$CMA = \frac{9,900 \text{ Kg} * 15\% * 3.607 \text{ n. soles/kg}}{2}$$

$$CMA = 2,678 \text{ nuevos soles}$$

Después de resolver la fórmula se obtiene que el costo de mantener anual de la resina PVC es de S/. 2,678. En la **Tabla 70** se encuentra el nuevo costo de pedir anual para cada uno de los insumos.

### c. Nuevo Costo de Comprar:

El nuevo costo de comprar está referido al precio de compra de todos los insumos necesarios para la producción del producto final multiplicado por la demanda del insumo:

$$CC = P * D$$

*Dónde:*

- *P = Precio del artículo*
- *D = Demanda del insumo semestral*

Tomando como ejemplo el cálculo del costo de compra de la resina, tenemos los siguientes datos:

- *P = 3.607 nuevos soles / Kg (Ver Tabla 32)*
- *D = 5,247,000 Kg (Ver Tabla del Anexo)*

$$CC = 3.607 \text{ nuevos soles/kg} * 5,247,000 \text{ Kg}$$

$$CC = 18,898,725.92 \text{ nuevos soles}$$

En la **Tabla 70** se encuentra el nuevo costo de comprar para cada uno de los insumos.

Para calcular el Nuevo Costo Total de Inventarios se debe sumar el costo de pedir anual, el costo de guardar anual y costo de compra anual, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$CT = CPA + CMA + CC$$

Como ejemplo se calcula el costo total de la resina:

$$\text{Costo Total}_{\text{Resina}} = (2,671.90 + 2,678.20 + 18,893,375.83) \text{ nuevos soles}$$

$$\text{Costo Total}_{\text{Resina}} = 18,898,725.92 \text{ nuevos soles}$$

En la **Tabla 70** se muestra el costo total de inventario de cada material, siguiendo el mismo procedimiento que se ejemplificó anteriormente.

**Tabla 70: Nuevos Costos Totales por insumo. Trujillo, Noviembre del 2017.**

<b>NUEVO COSTO TOTAL ANUAL DE INVENTARIO (2017)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN – INSUMO</b>	<b>COSTO DE PEDIR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE MANTENER ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE COMPRAR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL (S/.)</b>
PVC – RESINA	2,671.90	2,678.20	18,893,375.83	18,898,725.92
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119	466.91	477.90	589,140.00	590,084.81
PARALOID K-120	58.92	103.05	16,030.00	16,191.97
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	401.84	488.91	518,706.25	519,596.99
CARBONATO DE CALCIO	429.70	432.00	490,117.50	490,979.20
DIOXIDO DE TITANIO	169.86	192.84	86,487.50	86,850.21
ACIDO ESTEARICO	102.08	111.30	29,998.00	30,211.38
ESTEARATO DE CALCIO	108.58	123.30	35,346.00	35,577.88
PIGMENTO NARANJA	94.40	104.81	26,122.50	26,321.71
PIGMENTO NEGRO	5.05	15.38	205.00	225.43

*Fuente: Elaboración Propia.*

**3.8.1. Cálculo de la cantidad económica de pedido (EOQ), ajuste del EOQ , número entre pedidos, tiempo entre pedidos y punto de reorden.**

**a. Cantidad económica de pedido.**

Para realizar el cálculo de la cantidad económica de pedido se hace uso de la fórmula siguiente:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H * P}}$$

Dónde:

- **S** = Costo de pedido/semestral
- **D** = Demanda semestral (necesidad)
- **H** = Costo de mantenimiento de inventario (%)
- **P** = Precio del insumo

A continuación, se muestra un ejemplo para calcular el lote óptimo de compra de la resina PVC, teniendo como datos:

- **S** = S/ 5.05/pedido (ver pág.)
- **D** = 5,237,975 Kg/ año (ver tabla 66)
- **H** = 15 %
- **P** = S/. 3.607 / Kg (ver tabla 32)

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 (5,237,975 \text{ Kg/año})(S/5.05)}{(S/3.607) (0.15)}}$$

$$Q^* = 9,888 \text{ Kg.}$$

En la **Tabla 71** se muestra el lote económico de compra de cada uno de los insumos, calculados como se ejemplificó anteriormente.

## b. Ajuste del EOQ:

Para hallar el ajuste del EOQ se usó la siguiente fórmula:

$$Q^* = \frac{Q}{\text{Presentación (kg)}} * \text{Presentación (kg)}$$

Dónde:

- **Q** = Cantidad económica de pedido
- **Q\*** = Cantidad económica de pedido ajustado
- **Presentación** = Lote mínimo de pedido

Continuando con el ejemplo, a continuación, realizamos el ajuste del lote económico de pedido para la resina PVC, teniendo como datos:

- **Q = 9,888 Kg.** (ver tabla 66)
- **Presentación = 25 kg.** (ver tabla 66)

Para hallar el ajuste del lote económico de pedido (Q ajustado), la división dada entre el Q\* y la presentación es redondeado al entero mayor, para luego ser multiplicado nuevamente por la presentación del insumo.

Reemplazando en la fórmula obtenemos:

$$Q^* = \frac{9,888 \text{ kg}}{25 \text{ kg}} * 25 \text{ kg}$$

$$Q^* = 9,900 \text{ Kg}$$

En la **Tabla 71** se muestran los resultados del Q y Q\* ajustado para cada insumo, siguiendo el mismo cálculo ejemplificado anteriormente.

## b. Número de pedidos

Para hallar el número de pedidos para cada insumo se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Número de pedidos} = \frac{D}{Q^*}$$

Dónde:

- $D =$  Demanda del insumo
- $Q^* =$  Cantidad económica de pedido ajustado

Como ejemplo calculamos el número de pedidos de la resina, teniendo como datos:

- $D = 5,237,975$  Kg. (ver tabla 66)
- $Q^* = 9,900$  kg. . (ver tabla 66)

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$\text{Número de pedidos} = \frac{5,237,975 \text{ Kg}}{9,900 \text{ Kg}}$$

$$\text{Número de pedidos} = 530 \text{ pedidos}$$

El número de pedidos para cada insumo se encuentran en la **Tabla 71**, los cuales fueron calculados siguiendo el mismo procedimiento que el ejemplo.

### c. Tiempo entre pedidos

El tiempo entre pedidos para cada insumo se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo entre pedidos: } \frac{Q^*}{D} * 26 \text{ semanas}$$

Dónde:

- $Q^* =$  Cantidad económica de pedido ajustado
- $D =$  Demanda del insumo anual

Como ejemplo se calcula el tiempo entre pedidos para la resina PVC, teniendo como datos:

- $Q^* = 9,900 \text{ kg}$ . (ver tabla 66)
- $D = 5,237,975 \text{ Kg}$ . (ver tabla 66)

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$\text{Tiempo entre pedidos: } \frac{9,900 \text{ Kg} *}{5,237,975 \text{ kg/semestral}} * 26 \text{ semanas}$$

*Tiempo entre pedidos: 0.05 semanas.*

El tiempo entre pedidos para los demás insumos se encuentra en la **Tabla 71**, los cuales fueron hallados siguiendo el mismo procedimiento del ejemplo.

#### **d. Punto de Reorden**

Para realizar el cálculo del punto de Reorden se hace uso de la fórmula siguiente:

$$\text{Punto de reorden} = \text{Demanda}_{\text{semanal}} * \text{Lead Time}$$

Dónde:

- $\text{Demanda}_{\text{semanal}} = \text{demanda semanal del insumo}$
- $\text{Lead Time} = \text{tiempo de aprovisionamiento}$

A continuación, como ejemplo se calcula el Punto de Reorden para la resina PVC, teniendo como datos:

- $\text{Demanda}_{\text{semanal}} = 5,247,000 \text{ kg} / 26 \text{ semanas}$  (ver Tabla 64)
- $\text{Lead Time} = 2 \text{ semanas}$  (ver tabla 66)

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$\text{Punto de reorden} = \frac{5,247,000 \text{ Kg}}{26 \text{ semanas}} * 2 \text{ semanas}$$

***Punto de reorden*** = 402,901 kg

En la **Tabla 71** se muestra el Punto de Reorden para todos los insumos siendo calculados siguiendo el mismo procedimiento del ejemplo.

**Tabla 71: Lote económico de compra, demanda, número de pedidos, punto de reorden, stock de seguridad de los insumos utilizados en la fabricación de tuberías de PVC. Trujillo, Noviembre del 2017.**

DESCRIPCIÓN - INSUMO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (S/.)	DEMANDA SEMESTRAL (NECESIDAD MRP)	EOQ	AJUSTE EOQ	LOTE MINIMO	N° DE PEDIDOS	TIEMPO ENTRE PEDIDOS (SEMANAS)	LEAD TIME (SEMANAS)	PUNTO DE REORDEN	STOCK DE SEGURIDAD
PVC - RESINA	KG	3.607	5,237,975	9,888	9,900	25	530	0.05	2	402,921	42,140
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119	KG	4.32	136,375	1,458	1,475	25	93	0.28	3	15,736	1,110
PARALOID K-120	KG	4.58	3,500	227	300	100	12	2.23	3	404	30
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	KG	37.25	13,925	159	175	25	80	0.33	2	1,071	105
CARBONATO DE CALCIO	KG	0.75	653,490	7,660	7,680	30	86	0.31	2	50,268	5,200
DIOXIDO DE TITANIO	KG	9.35	9,250	258	275	25	34	0.77	3	1,067	85
ACIDO ESTEARICO	KG	4.24	7,075	335	350	25	21	1.29	1	272	65
ESTEARATO DE CALCIO	KG	5.48	6,450	282	300	25	22	1.21	1	248	55
PIGMENTO NARANJA	KG	4.30	6,075	308	325	25	19	1.39	2	467	46
PIGMENTO NEGRO	KG	4.10	50	29	50	25	1	26.00	2	4	4

Fuente: Elaboración Propia

Para efecto de comparación de costos antes y después de aplicar la planificación de los requerimientos de materiales se procede a igualar los costos a un mismo periodo de tiempo, pasando los costos actuales a un periodo de 6 meses de manera que puedan ser comparados con los nuevos costos semestrales de inventario. Esta conversión se realiza a través de una regla de tres simple, quedando:

Tabla 71: Costo total anual de inventario 2016. Trujillo, noviembre del 2017.

<b>COSTO TOTAL ANUAL DE INVENTARIO 2016</b>				
<b>Data histórica anual (Unidades) 423,499</b>				
<b>INSUMO</b>	<b>COSTO DE PEDIR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE MANTENER ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE COMPRAR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL (S/.)</b>
PVC - RESINA	5,621.71	5,626.92	45,720,051.99	45,731,300.62
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE - 119	996.57	1,004.40	1,446,719.23	1,448,720.20
PARALOID K-120	162.68	171.75	40,383.24	40,717.67
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	899.74	907.97	1,180,746.51	1,182,554.22
CARBONATO DE CALCIO	900.49	901.13	1,172,826.43	1,174,628.05
DIOXIDO DE TITANIO	394.92	420.75	240,157.81	240,973.48
ACIDO ESTEARICO	232.79	246.45	82,920.15	83,399.39
ESTEARATO DE CALCIO	244.43	256.88	90,748.14	91,249.44
PIGMENTO NARANJA	197.83	209.63	59,938.05	60,345.51
PIGMENTO NEGRO	24.54	15.38	545.32	585.24
<b>Total</b>	<b>9,675.70</b>	<b>9,761.24</b>	<b>50,035,036.87</b>	<b>50,054,473.81</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72: Costo total semestral de inventario 2016. Trujillo, Noviembre del 2017.

COSTO TOTAL SEMESTRAL DE INVENTARIO 2016				
Pronóstico (Unidades)				211,785
INSUMO	COSTO DE PEDIR SEMESTRAL (S/.)	COSTO DE MANTENER SEMESTRAL (S/.)	COSTO DE COMPRAR SEMESTRAL (S/.)	COSTO TOTAL SEMESTRAL (S/.)
PVC – RESINA COMPUESTO	2,811.33	2,813.93	22,863,862.06	22,869,487.32
ESTABILIZANTE PBE – 119	498.37	502.28	723,481.00	724,481.65
PARALOID K-120	81.35	85.89	20,195.01	20,362.25
ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100	449.95	454.06	590,472.32	591,376.33
CARBONATO DE CALCIO	450.32	450.64	586,511.62	587,412.58
DIOXIDO DE TITANIO	197.49	210.41	120,099.05	120,506.96
ACIDO ESTEARICO	116.41	123.25	41,467.03	41,706.69
ESTEARATO DE CALCIO	122.23	128.46	45,381.68	45,632.38
PIGMENTO NARANJA	98.93	104.83	29,974.06	30,177.82
PIGMENTO NEGRO	12.27	7.69	272.71	292.67
<b>TOTAL</b>	<b>4,838.66</b>	<b>4,881.44</b>	<b>25,021,716.54</b>	<b>25,031,436.64</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** La **Tabla 72** contiene los costos actuales de inventario convertidos a un periodo de 6 meses a través de una regla de 3 simple. El cálculo efectuado tomando como ejemplo al costo de la resina PVC fue el siguiente:

$$\text{Costo de pedir semestral} = \frac{\text{Costo de pedir anual} * \text{pronóstico (unidades)}}{\text{data histórica (unidades)}}$$

$$\text{Costo de pedir semestral} = \frac{5,621.71 \text{ n. soles} * 211,785 \text{ unidades}}{423,499 \text{ unidades}}$$

$$\text{Costo de pedir semestral} = 2,811.33 \text{ nuevos soles}$$

Una vez obtenidos los costos actuales de inventarios convertidos a un periodo semestral, podemos comparar con los nuevos costos semestrales después de haber implementado el sistema MRP:

*Tabla 73: Nuevo Costo total semestral de inventario. Trujillo, Noviembre del 2017.*

<b>COSTO TOTAL SEMESTRAL DE INVENTARIO CON MRP</b>				
<b>Pronóstico (Unidades)</b>				<b>211,785</b>
<b>INSUMO</b>	<b>COSTO DE PEDIR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE MANTENER ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO DE COMPRAR ANUAL (S/.)</b>	<b>COSTO TOTAL ANUAL (S/.)</b>
PVC - RESINA	2,671.90	2,678.20	18,893,375.83	18,898,725.92
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE - 119	466.91	477.90	589,140.00	590,084.81
PARALOID K-120	58.92	103.05	16,030.00	16,191.97
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	401.84	488.91	518,706.25	519,596.99
CARBONATO DE CALCIO	429.70	432.00	490,117.50	490,979.20
DIOXIDO DE TITANIO	169.86	192.84	86,487.50	86,850.21
ACIDO ESTEARICO	102.08	111.30	29,998.00	30,211.38
ESTEARATO DE CALCIO	108.58	123.30	35,346.00	35,577.88
PIGMENTO NARANJA	94.40	104.81	26,122.50	26,321.71
PIGMENTO NEGRO	5.05	15.38	205.00	225.43
<b>Total</b>	<b>4,509.23</b>	<b>4,727.69</b>	<b>20,685,528.58</b>	<b>20,694,765.49</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.9 Impacto del MRP en los costos

#### 3.9.1 Impacto técnico del diseño

Se procede a la presentación de los resultados obtenidos en la investigación. Después de realizar el análisis de los mismos por medio de métodos estadísticos, utilización de tablas y gráficos que permitieron su interpretación, se demuestra que mediante la propuesta de implementación del Sistema MRP se logró una reducción del 17.32% del costo total de inventario, que representa en soles S/.4336671.15.

**Tabla 74. Comparación de costos totales antes y después del MRP. Trujillo, Diciembre del 2017.**

COMPARACIÓN DE COSTOS DE INVENTARIO TOTALES							
COSTO DE PEDIR (S/.)		COSTO DE MANTENER (S/.)		COSTO DE COMPRAR (S/.)		COSTO TOTAL (S/.)	
SIN MRP	CON MRP	SIN MRP	CON MRP	SIN MRP	CON MRP	SIN MRP	CON MRP
4,838.66	4,509.23	4881.44	4727.69	25,021,716.54	20,685,528.58	25,031,436.64	20,694,765.49
AHORRO CP	329.43	AHORRO CM	153.75	AHORRO CC	4,336,187.96	AHORRO CT	4,336,671.15
Porcentaje de reducción	6.81%	Porcentaje de reducción	3.15%	Porcentaje de reducción	17.33%	Porcentaje de reducción	17.32%

Fuente: Elaboración propia

**a. Costo de pedido total**

Antes de la aplicación del sistema MRP el costo de hacer un pedido en la empresa era de S/.4.61, luego mediante la aplicación del sistema MRP el costo disminuyo a S/.5.05, con esto se logró reducir el costo de pedido anual en S/. 329.43, el cual representa el 6.81%.

**b. Costo de Guardar total**

El costo de guardar logro disminuir previa aplicación del MRP de S/.4881.44 a S/.4727.69, obteniendo un ahorro de S/. 153.8 el cual representa el 3.15%.

**c. Costo de Comprar total**

La reducción que se logró después de aplicar el MRP fue de S/. 4336187.96 que representa el 17.33% de los costos de comprar anuales.

### 3.9.2. Impacto estadístico del diseño.

Una vez obtenidos los resultados, éstos deben comprobarse estadísticamente, por tal motivo se hace uso del software SPSS, para realizar la prueba de normalidad y seguidamente la prueba de hipótesis

#### a) Prueba de Normalidad

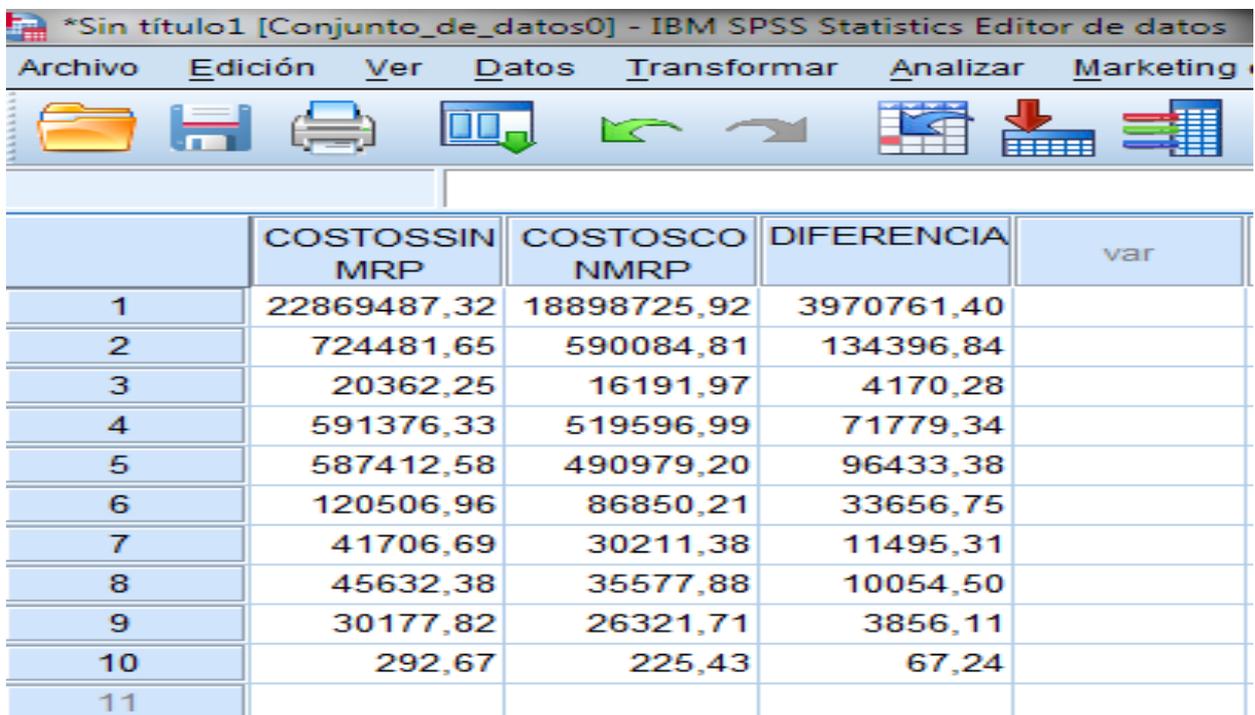
Para realizar la prueba de normalidad, primero se ingresan los datos al SPSS, estos datos están referidos a los costos totales de inventario antes y después de aplicar el plan de requerimiento de materiales, así como la diferencia entre ellos:



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	COSTOSSINMRP	Numérico	8	2	COSTOS SIN MRP	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	COSTOSCON...	Numérico	8	2	COSTOS CON MRP	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	DIFERENCIA	Numérico	8	2	DIFERENCIA	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada

**Figura 27: Datos ingresados al SPSS en la pestaña “vista de variables”.  
Trujillo, Diciembre del 2017.**

Fuente: SPSS



	COSTOSSIN MRP	COSTOSCO NMRP	DIFERENCIA	var
1	22869487,32	18898725,92	3970761,40	
2	724481,65	590084,81	134396,84	
3	20362,25	16191,97	4170,28	
4	591376,33	519596,99	71779,34	
5	587412,58	490979,20	96433,38	
6	120506,96	86850,21	33656,75	
7	41706,69	30211,38	11495,31	
8	45632,38	35577,88	10054,50	
9	30177,82	26321,71	3856,11	
10	292,67	225,43	67,24	
11				

**Figura 28: Datos ingresados al SPSS en la pestaña “vista de datos”.  
Trujillo, Diciembre del 2017.**

Fuente: SPSS

$h_1$ : Los datos utilizados no presentan un comportamiento normal

$h_0$ : Los datos utilizados presentan un comportamiento normal

Los supuestos de la prueba de hipótesis son:

Si la significancia (**p**):

$p > 0.05$  se acepta  $h_0$

$p < 0.05$  se acepta  $h_1$

**Tabla 75: Prueba de normalidad - Shapiro-Wilk. Trujillo, Diciembre del 2017.**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
DIFERENCI A	,495	10	,000	,396	10	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Programa SPSS

**Interpretación:** Dependiendo del número de muestras se escogerá la prueba estadística a tomar en cuenta, Kolmogorov es utilizado para muestras mayores a 50, mientras que Shapiro-Wilk es utilizado cuando las muestras son menores a 50, por lo tanto, escogeremos la columna de significancia de Shapiro-Wilk, ya que se cuenta con 10 muestras. Como este valor ( $p$ ) es menor a 0.05 se acepta la hipótesis nula y podemos concluir q los datos analizados no presentan un comportamiento normal por tal motivo se recomienda utilizar una prueba no paramétrica

### **b) Prueba de Hipótesis**

Debido a que los datos resultaron con un comportamiento no normal, se realiza la prueba no paramétrica de Wilcoxon, donde:

$h_1$ : Los costos de inventario obtenidos con el plan de requerimiento de materiales son significativamente menores q los costos de inventario antes de ello.

$h_0$ : Los costos de inventario obtenidos con el plan de requerimiento de materiales no son significativamente menores q los costos de inventario antes de ello.

Los supuestos de la prueba de hipótesis son:

Si la significancia (p):

$p < 0.05$  se rechaza  $h_0$

$p > 0.05$  se rechaza  $h_1$

**Tabla 76: Prueba de hipótesis - Wilconxon. Trujillo, Diciembre del 2017.**

<b>Estadísticos de contraste<sup>a</sup></b>	
	COSTOS SIN MRP - COSTOS CON MRP
Z	-2,803 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,005

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

*Fuente: Programa SPSS*

**Interpretación:** En la fila “Sig. asintót. (bilateral)”, se observa una significancia de 0.005, siendo un valor menor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye q la prueba no paramétrica d Wilcoxon es válida.

## **IV. DISCUSIONES**

- Al analizar la gestión actual de inventario en la empresa Eurotubo S.A.C se encontraron ciertas deficiencias, notando que se viene laborando de manera empírica lo cual generando retrasos en su producción, tiem

muertos, rupturas de stocks, sobre-stock, etc. impactando principalmente en los costos de inventario como se observa en los resultados de Juliana y Lourdes Tenemaza quienes de manera similar se encontraron esta realidad optando por implementar un Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales para erradicar los altos costos en los que se veía inmersa la empresa en su estudio.

- En este estudio se elaboraron 3 métodos de pronósticos de la demanda: Pronóstico de la demanda por el método de Regresión Lineal, Pronóstico de la demanda por el método de Promedio Móvil y pronóstico de la demanda por el método de Suavización Exponencial, los cuales fueron comparados en cuanto a su error de pronóstico y su coeficiente de correlación, obteniendo como mejor y más certero; el pronóstico por método de Suavización Exponencial, no siendo siempre el pronóstico más adecuado como se manifiesta en el estudio de Sandra Condori quien tras analizar diferentes tipos de pronóstico llega a la conclusión de que el método cuantitativo causal de regresión lineal es el más acertado.
- Se realizó el Plan Agregado de Producción aplicando dos estrategias: la estrategia de Persecución y la estrategia de Nivelación, ambas estrategias fueron comparadas y se escogió la estrategia que incurre en un costo menor, definiendo el requerimiento de producción óptimo para realizar posteriormente el Programa Maestro de Producción, obteniendo como resultado que el Plan de Persecución presenta un menor costo (S/. 59,029) comparado con el plan de Nivelación quien presenta el mayor costo (S/ 2,493,170), de esta manera se pueden satisfacer los requerimientos de producción, además de que esta estrategia propone una producción exacta y una fuerza laboral constante. En la investigación de Sandra Condori tras aplicar 4 métodos en la planeación agregada obtuvo también como mejor opción la estrategia de Persecución o también llamada Estrategia de Caza generando un costo de S/ 497,610.3 y su mayor costo lo obtuvo con la estrategia de nivelación, con un costo de S/2,193,544.1

- Se elaboró el Programa Maestro de Producción determinando la cantidad de productos finales que se deben fabricar y en qué plazos deben tenerse en cada semana durante un periodo de 6 meses, para esto se debe utilizar los datos obtenidos en el pronóstico y tener en cuenta los niveles de inventario, stock de seguridad y capacidad de producción; situación que es similar en otros estudios como el de César León y Víctor Martínez quienes en su estudio realizaron su programa maestro de producción bajo los mismos parámetros.
- Se determinó la lista de materiales para cada SKU, mostrando las cantidades necesarias de insumos (en Kg. y % de participación) que se requieren para obtener el producto final (tuberías de PVC), del mismo modo procedieron César León y Víctor Martínez quienes presentan en su estudio la elaboración de la lista de materiales para cada tipo de alimento, información que en ambos estudios facilita la explosión de necesidades.
- El registro de inventario del presente estudio contiene información de disponibilidad de insumos en el almacén, pedidos pendientes de recepcionar, stock de seguridad, tiempo de entrega o suministro, etc., información que también presentan César León y Víctor Martínez dentro de su registro de inventario, siendo una fuente necesaria para la realización de ambos estudios.
- Para la Planificación de los Requerimientos de los Materiales se generaron matrices por cada SKU y cada uno de los niveles que conforman su estructura, obteniendo las cantidades necesarias de cada insumo y el periodo en el que deben ser lanzadas las órdenes de aprovisionamiento, siguiendo la misma metodología, Sandra Condori muestra en su estudio sus matrices con la explosión de necesidades.
- Los costos de inventario calculados antes y después de haber aplicado el sistema MRP, indica un ahorro total del 17.32%, sin embargo se puede mostrar que el mayor ahorro se produce en el costo de comprar con un ahorro del 17.33%, puesto que la empresa en estudio, en consecuencia

debido a su abastecimiento empírico, realizaba compras excesivas manteniendo niveles altos de inventario en el almacén lo que le generaba altos costos de compra, a diferencia de César y Víctor Martínez que en su estudio sostienen como conclusión que el costo de compra presentó el menor porcentaje de ahorro con un costo de compra de S/ 2,539,124.32 a S/. 2,374,233.04 representando el 6.49%.

- El impacto hallado del MRP en los costos de inventario fue demostrado a través del programa SPSS, hallando primero la normalidad por el método estadístico de Shapiro-Wilk obteniendo una significancia menor a 0.05 por lo que se concluyó que los datos no presentaban un comportamiento normal, debiendo optar por una prueba no paramétrica. Posteriormente se realizó la prueba de hipótesis con el método Wilcoxon aprobándose la hipótesis “Los costos obtenidos con el plan de requerimiento de materiales son significativamente menores que los costos sin el plan de requerimiento de materiales”, la prueba estadística realizada no puede ser comparada con ningún antecedente puesto que ninguno de ellos utilizó prueba estadística en sus estudios.

# V. CONCLUSIONES

- Se realiza el análisis situacional de la empresa identificando los puntos críticos o deficientes que se presentan en las gestiones de producción, compras y en el almacén, produciendo altos costos y niveles de inventario. Dentro de los puntos críticos se observa que la empresa labora empíricamente con una deficiente gestión y planificación para el

abastecimiento de materiales e insumos, así mismo no maneja una metodología adecuada para proporcionar oportunamente los materiales, suministros y servicios necesarios que permiten la continuidad de su producción; generando frecuentemente tiempos muertos por búsqueda imprevista de materiales, herramientas e insumos durante una jornada laboral, a su vez se pudo observar que no se realiza el envío o despacho de los insumos de acuerdo a programas y no mantiene el inventario en un óptimo orden y balance.

- Se realiza el pronóstico de la demanda en unidades para el año 2017 del periodo Julio- Diciembre, obteniendo como método de pronóstico más certero al de Suavización Exponencial debido a que presenta el menor error de pronóstico comparado con el método de Regresión Lineal y el método de Promedio Móvil, siendo datos necesarios para la elaboración del plan agregado de producción. Además de ello, al observar la gráfica del comportamiento de la demanda, se visualiza en ésta que el pronóstico escogido se asemeja a la demanda real.
- En la elaboración del plan agregado de producción, se comparan las diferentes estrategias y se escoge aquel plan que optimizando los recursos; incurra en un menor costo, escogiéndose la estrategia de Persecución con un costo de S/. 59,029 y descartándose la estrategia de Nivelación con un costo de S/. 2,493,170.
- Se elabora el Programa Maestro de Producción teniendo en cuenta el stock inicial, el stock de seguridad y la capacidad de la planta, programando la producción en semanas por un periodo de 6 meses para cada SKU con la finalidad de programar los productos finales en cantidades necesarias y en las fechas establecidas o comprometidas con el cliente, de evitar altos niveles de inventario, de utilizar con eficiencia la capacidad de producción y minimizando así los costos.
- Se definen las listas de materiales para cada SKU, observando un sólo nivel puesto que la obtención de una tubería de PVC es la mezcla de

insumos en diferentes proporciones. En la lista se especifica los insumos necesarios y sus proporciones con las que participan dentro de cada fórmula; información que sirve para realizar los cálculos de la planificación de requerimientos de los materiales.

- Se presenta el registro de inventario, conteniendo toda la información referente a cada insumo que presenta la lista de materiales como: disponibilidades en el almacén, pedidos pendientes de recepción, stock de seguridad, tiempo de entrega o suministro (lead time), etc.; información que resulta necesaria para una explosión de necesidades con mayor precisión.
- Para la Planificación de los Requerimientos de los Materiales se generan matrices por cada SKU y cada uno de los niveles que conforman su estructura, en base a 6 meses, obteniendo las cantidades óptimas de cada insumo y el periodo en el que deben ser lanzadas sus órdenes de aprovisionamiento.
- Se calculan los costos totales de inventario de los insumos antes y después de implementar el sistema de planificación de los requerimientos de materiales, observando un ahorro total de S/. 4,336,671.75 (17.32%), disminuyendo el costo de pedido de S/. 4,838.66 a S/4,509.23 representando un ahorro de 6.81%, el costo de mantener de S/. 4,881.44 a S/. 4,727.69 representando un ahorro de 3.15% y el costo de comprar de S/. 25,021,716.54 a S/. 20,685,528.58 representando un ahorro de 17.33%. Este ahorro se genera ya que con el sistema MRP se tienen sólo los materiales que se requieren y determina el momento oportuno permitiendo satisfacer las demandas de los clientes, así mismo asegura que los materiales estén disponibles para la producción, mantiene niveles de inventario adecuados y planea las actividades de manufactura como las actividades de compra; optimizando así todos los recursos posibles y exista una minimización de costos.

- Se determina el impacto del MRP en los costos de inventario a través del programa SPSS, hallando primero la normalidad por el método estadístico de Shapiro-Wilk obteniendo una significancia menor a 0.05 por lo que se concluye que los datos no presentaban un comportamiento normal, lo cual se debe a que se cuenta con un reducido número de muestras debiendo optar por una prueba no paramétrica. Posteriormente se realiza la prueba de hipótesis con el método Wilcoxon, obteniendo una significancia de 0.007, aprobándose la hipótesis "Los costos obtenidos con el plan de requerimiento de materiales son significativamente menores que los costos sin el plan de requerimiento de materiales".

# VI.

# RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Llevar un adecuado registro de los movimientos de entrada y salida de los inventarios, a su vez realizar un plan de conteo de productos e insumos que permita facilitar la planificación de los requerimientos de los materiales y evitar rupturas de stock o sobre stock.
- Implementar un software y/o una plantilla en Microsoft Excel para el almacén, que facilite los registros y por consiguiente permita una planeación de los requerimientos de los materiales con mayor precisión.

- Asegurar la disponibilidad de los insumos a través de una adecuada gestión logística, tomando en cuenta los leads time que presenta cada proveedor con la finalidad de programar de manera precisa las órdenes de compra.
- Mantener vínculos con los proveedores, estableciendo los mejores costos lo cual repercutirá en la disminución de costos de compra y costos de pedido, así mismo tomar precauciones en casos de desabastecimiento del material.
- La implementación del sistema MRP en Ms. Excel y una adecuada capacitación al personal sobre el manejo de esta herramienta.
- Reprogramar periódicamente la producción, tomando en cuenta las demandas imprevistas a corto plazo y realizar los ajustes necesarios.
- Establecer de manera adecuada las órdenes de compra, respetando las políticas y evitando cambios inoportunos que podrían afectar en los costos de pedido y costos de mantener.
- A futuros investigadores se recomienda la visualización del presente estudio desde otra óptica, abriendo la posibilidad de un estudio más profundizado; ampliando o introduciendo nuevos temas.

# VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## **Libros:**

Arbós, L. C. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A .

Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro. Quinta edición*. México: Pearson Educación .

De la Fuente, D., Gómez, A., Puente, J., & García, N. (2006). *Organización de la Producción en Ingenierías*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

Domínguez Machuca , J. A., & García Gonzáles , S. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill.

Elwood Spencer, B., & Rakesh K., S. (1992). *Administración de la producción y de las operaciones*. México D.F.: Limusa .

EPPEN, G. D. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. México : Prentice Hall .

Krajewski , L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de Operaciones: estrategia y análisis, 5ta. edición*. México: Pearson Educación de México .

Moreno López, Y., Lluís Martínez, J., Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones tácticas*. Madrid: Pearson Educación.

Moya Navarro , M. J. (1990). *Investigación de Operaciones*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia .

Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Education.

Santos, I. S. (2006). *Logística y Marketing para la Distribución Comercial*. Madrid : ESIC EDITORIAL .

Yagüez Insa, M., López Gonzales, P., Gracia Ramos, C., & Casanovas Ramon , M. (2007). *Guía práctica de economía de la empresa II: áreas de gestión y producción*. Barcelona: Publicacions y edicions de la universitat de Barcelona .

#### **Tesis:**

**Lara, Juliana; Tenemaza, Lourdes (2012).** *Diseño de un Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) a una empresa dedicada a la elaboración de empaques de cartón corrugado para el sector bananero*, Tesis de Bachiller, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. [Consultado 25 Abril 2017].

**Condori, Sandra (2007).** *Evaluación y Propuesta de un Sistema de Planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes*, Tesis de grado, Lima: Universidad Católica del Perú. [Consultado 25 Abril 2017].

**León, César; Martínez, Víctor (2011).** *Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) en la avícola Florián S.R.L. de Chicama para reducir los costos de inventario de materia prima e insumos de la elaboración de alimento balanceado*, Tesis de grado, Trujillo: Universidad César Vallejo. [Consultado 26 Abril 2017].

**Uriol Sánchez, Jean (2011).** *Implantación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) en la empresa Calzados Urisa SAC para reducir los costos de inventario*, Tesis de grado. Trujillo: Universidad César Vallejo. [Consultado 25 Abril 2017].

# ANEXOS

# **A.ANEXO DE TABLAS**

**Tabla 3: Toma de tiempos del proceso productivo. Trujillo, Junio 2017.**

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO																
Nº ACT	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES (min)												Sum.	Sum. Cua.	n
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Transportar a turbo mezclador	4.00	4.10	4.05	4.07	4.20	4.14	4.21	4.60	4.00	4.04	4.13	4.10	50	206	2
2	Transportar a sección dosificado	2.97	2.86	3.10	3.13	3.17	3.04	3.31	3.00	3.01	3.25	3.17	3.13	37	115	2
3	Transportar a sección dosificado	2.05	2.14	2.16	2.21	2.18	2.33	2.03	2.54	2.00	1.89	2.13	2.02	26	55	9
4	Pesar y dosificar aditivos	3.42	3.46	3.33	3.60	3.59	3.72	3.50	3.68	3.63	3.51	3.62	3.45	43	151	2
5	Transportar a sección turbo mezclador	3.30	3.27	3.48	3.51	3.55	3.46	3.61	3.40	3.31	3.55	3.41	3.43	41	142	1
6	Vaciar bolsas de resina y aditivos a tolva del turbo mezclador	4.12	4.00	4.14	4.26	4.28	4.01	4.11	4.00	4.08	4.21	4.19	4.16	50	205	1
7	Realizar proceso de cosido	15.00	14.56	13.13	12.06	13.10	13.58	13.13	12.18	14.19	13.04	12.57	13.10	160	2133	7
8	Transportar a sección turbo mezclador (reproceso)	3.21	3.22	3.23	3.29	3.26	3.24	3.25	3.28	3.26	3.24	3.54	3.26	39	129	1
9	Vaciar una funda de reproceso en enfriador	2.25	2.26	2.27	2.25	2.29	2.46	2.27	2.25	2.29	2.27	2.25	2.48	28	64	2
10	Mezclar con el resto de materia prima en enfriador	4.00	4.26	4.12	4.59	4.01	5.08	4.11	4.21	4.59	4.16	4.28	4.21	52	223	8
11	Vaciar el compuesto a bolsones	3.04	3.28	3.11	3.34	3.04	3.09	3.04	3.08	3.04	3.22	3.14	3.18	38	118	2
12	Transportar a almacén temporal	2.25	2.25	2.26	2.25	2.64	2.25	2.25	2.31	2.25	2.27	2.25	2.26	27	63	3
13	Transportar compuesto a sección de extrusión	3.39	3.28	3.39	3.41	3.37	3.55	3.41	3.39	3.47	4.19	3.40	3.44	42	145	7
14	Vaciar en la tolva de la extrusora	2.15	2.15	2.15	2.17	2.15	2.38	2.15	2.15	2.16	2.55	2.16	2.15	26	59	5
15	Cambio de matriz y calibrador	50.00	53.33	54.37	53.02	54.01	53.56	55.41	51.50	53.38	51.50	52.29	54.03	636	33775	1
16	Realizar proceso de extrusión	10.00	11.20	10.78	10.40	10.20	10.90	11.02	11.05	10.45	10.39	11.02	10.13	128	1357	2
17	Cortar y desechar lo defectuoso del tubo a la salida del cabezal	21.00	22.30	21.76	21.32	21.24	21.77	21.81	21.83	21.14	21.09	22.03	21.88	259	5599	1
18	Inspeccionar el tubo	0.25	0.22	0.23	0.24	0.23	0.25	0.24	0.24	0.25	0.23	0.25	0.24	3	1	3
19	Realizar el proceso de enfriamiento	30.59	31.25	30.17	30.40	30.24	31.42	30.04	31.18	31.25	30.27	31.21	31.80	370	11401	1
20	Cortar el tubo a la medida	0.12	0.13	0.13	0.12	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	2	0	4
21	inspeccionar el tubo	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.13	0.14	0.15	0.16	0.15	0.14	0.16	2	0	5
22	transportar a pulidora	0.15	0.15	0.16	0.14	0.16	0.15	0.14	0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	2	0	4
23	pulir las dos caras del tubo	1.10	1.13	1.17	1.11	1.12	1.15	1.16	1.14	1.12	1.10	1.14	1.17	14	15	1
24	inspeccionar el pulido del tubo	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	1	0	7
25	transportar a rotulación	0.26	0.24	0.24	0.25	0.24	0.24	0.26	0.24	0.25	0.24	0.23	0.24	3	1	2
26	Rotulación	0.25	0.24	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.25	0.25	0.25	0.24	0.26	3	1	2
27	Transportar a acampanadora	2.50	2.42	2.43	2.53	2.55	2.47	2.44	2.49	2.56	2.51	2.48	2.53	30	75	1
28	Acampanar	8.22	8.14	8.54	8.45	9.10	8.78	8.53	8.45	8.69	9.31	8.49	8.73	103	893	2
29	inspeccionar el acampanado	0.08	0.09	0.08	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.09	1	0	9
30	Transportar a almacenaje	2.34	2.47	2.08	2.38	2.66	2.16	2.23	2.36	2.58	2.17	2.33	2.21	28	66	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cálculo del tiempo estándar de cada actividad realizada en el proceso productivo. Trujillo, Junio 2017.

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO												
Nº ACT	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEM.	TIMEPO ESTÁNDAR
			H	E	CD	CS			SC	SV		
1	Transportar a turbo mezclador	4.14	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	3.72	9%	2%	11%	4
2	Transportar a sección dosificado	3.10	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.79	9%	2%	11%	3
3	Transportar a sección dosificado	2.14	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	1.93	9%	2%	11%	2
4	Pesar y dosificar aditivos	3.54	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	3.19	9%	2%	11%	4
5	Transportar a sección turbo mezclador	3.44	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	3.10	9%	2%	11%	3
6	Vaciar bolsas de resina y aditivos a tolva del turbo mezclador	4.13	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	3.72	9%	2%	11%	4
7	Realizar proceso de cosido	13.30	-	-	-	-	1	13.30	9%	2%	11%	15
8	Transportar a sección turbo mezclador (reproceso)	3.27	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.95	9%	2%	11%	3
9	Vaciar una funda de reproceso en enfriador	2.30	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.07	9%	2%	11%	2
10	Mezclar con el resto de materia prima en enfriador	4.30	-	-	-	-	1	4.30	9%	2%	11%	5
11	Vaciar el compuesto a bolsones	3.13	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.82	9%	2%	11%	3
12	Transportar a almacén temporal	2.29	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.06	9%	2%	11%	2
13	Transportar compuesto a sección de extrusión	3.47	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	3.13	9%	2%	11%	4
14	Vaciar en la tolva de la extrusora	2.21	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	1.99	9%	2%	11%	2
15	Cambio de matriz y calibrador	53.03	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	47.73	9%	2%	11%	54
16	Realizar proceso de extrusión	10.63	-	-	-	-	1	10.63	9%	2%	11%	12
17	Cortar y desechar lo defectuoso del tubo a la salida del cabezal	21.60	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	19.44	9%	2%	11%	22
18	Inspeccionar el tubo	0.24	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.22	9%	2%	11%	0.24
19	Realizar el proceso de enfriamiento	30.82	-	-	-	-	1	30.82	9%	2%	11%	35
20	Cortar el tubo a la medida	0.13	-	-	-	-	1	0.13	9%	2%	11%	0.1
21	inspeccionar el tubo	0.15	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.13	9%	2%	11%	0.15
22	transportar a pulidora	0.15	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.13	9%	2%	11%	0.15
23	pulir las dos caras del tubo	1.13	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	1.02	9%	2%	11%	1
24	inspeccionar el pulido del tubo	0.08	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.07	9%	2%	11%	0.08
25	transportar a rotulación	0.24	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.22	9%	2%	11%	0.25
26	Rotulación	0.25	-	-	-	-	1	0.25	9%	2%	11%	0.28
27	Transportar a acampanadora	2.49	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.24	9%	2%	11%	3
28	Acampanar	8.62	-	-	-	-	1	8.62	9%	2%	11%	10
29	inspeccionar el acampanado	0.09	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	0.08	9%	2%	11%	0.09
30	Transportar a almacenaje	2.33	0.03	0.05	0.02	-0.2	0.9	2.10	9%	2%	11%	2

Fuente: Eurotubo S.A.C

**Tabla 8: Demanda histórica de los Productos pertenecientes a la clase A. Trujillo, Junio 2017.**

DEMANDA HISTÓRICA DE LOS PRODUCTOS												
TIPO DE TUBERÍA	Año 1											
	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13
200mm S-20	8000	7600	8500	10100	9000	9990	10440	10890	8600	8799	12800	9860
400mm S-20	2400	1500	2300	1850	2900	3100	5200	3600	4200	4730	3100	3800
4" PN-10	8600	8000	9015	7040	8300	8759	9023	8790	8520	7600	8500	10100
250mm S-20	4377	3767	4581	4440	5400	3834	4663	4520	5497	3903	4747	4601
160mm S-20	7839	7487	7605	7679	7800	6825	6543	5679	6434	7985	6110	6055

DEMANDA HISTÓRICA DE LOS PRODUCTOS												
TIPO DE TUBERÍA	Año 2											
	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14
200mm S-20	8148	10130	8,767	13,514	9,800	11,000	14,000	10,878	12,177	10,846	10,950	13,852
400mm S-20	4780	2600	4,328	4,060	4,534	5,327	5,025	4,694	4,170	5,050	4,800	4,231
4" PN-10	9000	7200	6,000	8,600	10,004	8,030	7,780	8,890	9,543	8,342	8,935	7,680
250mm S-20	5596	3974	4,833	4,684	5,697	4,045	4,920	4,768	5,799	4,118	5,008	4,854
160mm S-20	7166	6870	6,001	5,946	8,385	6,415	5,892	5,837	7,214	6,301	5,783	5,728

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 16: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400MM s-20 por método de regresión lineal. Trujillo, Junio 2017.

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL					
MES (X)	Valor	XY	X^2	Y^2	Pronóstico
1	4,780	4,780	1	22,848,400	4,911
2	2,600	5,200	4	6,760,000	4,979
3	4,328	12,984	9	18,731,584	5,047
4	4,060	16,240	16	16,483,600	5,116
5	4,534	22,670	25	20,557,156	5,184
6	5,327	31,962	36	28,376,929	5,252
7	5,025	35,175	49	25,250,625	5,321
8	4,694	37,552	64	22,033,636	5,389
9	4,170	37,530	81	17,388,900	5,457
10	5,050	50,500	100	25,502,500	5,526
11	4,800	52,800	121	23,040,000	5,594
12	4,231	50,772	144	17,901,361	5,662
$\Sigma$	<b>78</b>	<b>53,599</b>	<b>650</b>	<b>244,874,691</b>	<b>63,439</b>

Fuente: Eurotubo S.A.C

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coefficiente de correlación múltiple	0.349
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.122
Error típico	693.01

---

Y = 4022.424 + 68.332X

---

Tabla 17: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400MM s-20 por método de promedio móvil. Trujillo, junio 2017.

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL</b>			
<b>Mes</b>	<b>Demanda histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	
1	2,400	4,780	3,877
2	1,500	2,600	3,893
3	2,300	4,328	3,727
4	1,850	4,060	3,903
5	2,900	4,534	3,663
6	3,100	5,327	4,307
7	5,200	5,025	4,640
8	3,600	4,694	4,962
9	4,200	4,170	5,015
10	4,730	5,050	4,630
11	3,100	4,800	4,638
12	3,800	4,231	4,673
<b>Total</b>	<b>38,680</b>	<b>53,599</b>	<b>51,928</b>
<b>VALIDACIÓN DEL PRONÓSTICO</b>			
<b>Error (Syx)</b>			302.15
<b>Coefficiente Correlacional</b>			0.81
<b>Coefficiente de Determinación</b>			65.6%

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 18: pronóstico de la demanda para tubería de tipo 400mm s-20 por método de

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL</b>				
<b>Mes</b>	<b>Demanda histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,1)</b>	<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,3)</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>		
1	2,400	4,780	4,467	4,467
2	1,500	2,600	4,498	4,561
3	2,300	4,328	4,308	3,929
4	1,850	4,060	4,310	4,314
5	2,900	4,534	4,285	4,235
6	3,100	5,327	4,310	4,360
7	5,200	5,025	4,412	4,615
8	3,600	4,694	4,473	4,596
9	4,200	4,170	4,495	4,539
10	4,730	5,050	4,463	4,398
11	3,100	4,800	4,521	4,639
12	3,800	4,231	4,549	4,605
<b>Total</b>	<b>38,680</b>	<b>53,599</b>	<b>53,091</b>	<b>53,256</b>

suavización exponencial. Trujillo, Julio 2017.

<b>. VALIDACIÓN (Alfa 0,3)</b>		<b>VALIDACIÓN (Alfa 0,1)</b>	
<b>Error (Syx)</b>	190.59	<b>Error (Syx)</b>	86.65
<b>Coeficiente Correlacional</b>	0.48	<b>Coeficiente Correlacional</b>	0.50
<b>Coeficiente de Determinación</b>	23.4%	<b>Coeficiente de Determinación</b>	25.1%

Fuente: Eurotubo S.A.C

**Tabla 19: PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA TUBERIA DE TIPO 4" PN-10 POR MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL**

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL						
MES (X)	Valor	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Pronóstico	
1	9,000	9,000	1	81,000,000	8,757	
2	7,200	14,400	4	51,840,000	8,822	
3	6,000	18,000	9	36,000,000	8,887	
4	8,600	34,400	16	73,960,000	8,952	
5	10,004	50,020	25	100,080,016	9,017	
6	8,030	48,180	36	64,480,900	9,082	
7	7,780	54,460	49	60,528,400	9,147	
8	8,890	71,120	64	79,032,100	9,212	
9	9,543	85,887	81	91,068,849	9,277	
10	8,342	83,420	100	69,588,964	9,342	
11	8,935	98,285	121	79,834,225	9,407	
12	7,680	92,160	144	58,982,400	9,473	
<b>Σ</b>	<b>78</b>	<b>100,004</b>	<b>659,332</b>	<b>650</b>	<b>846,395,854</b>	<b>109,375</b>

Fuente: Eurotubo S.A.C

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coefficiente de correlación múltiple	0.2159
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.047
Error típico	1113.11
Y =	7910.667 + 65.077x

---

Tabla 20: PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA TUBERIA DE TIPO 4" PN-10 POR MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL</b>			
<b>Mes</b>	<b>Demanda Histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	
1	8,600	9,000	8,733
2	8,000	7,200	9,200
3	9,015	6,000	8,767
4	7,040	8,600	7,400
5	8,300	10,004	7,267
6	8,759	8,030	8,201
7	9,023	7,780	8,878
8	8,790	8,890	8,605
9	8,520	9,543	8,233
10	7,600	8,342	8,738
11	8,500	8,935	8,925
12	10,100	7,680	8,940
<b>Total</b>	<b>102,247</b>	<b>100,004</b>	<b>101,887</b>
<b>VALIDACIÓN DEL PRONÓSTICO</b>			
<b>Error (Syx)</b>			629.73
<b>Coefficiente Correlacional</b>			0.17
<b>Coefficiente de Determinación</b>			3.1%

Fuente: Eurotubo S.A.C

**Tabla 21: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 4" pn-10 por método de suavización exponencial. Trujillo, julio 2017.**

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL</b>				
<b>Mes</b>	<b>Producción</b>		<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,1)</b>	<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,3)</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>		
1	8,600	9,000	8,334	8,334
2	8,000	7,200	8,400	8,534
3	9,015	6,000	8,280	8,040
4	7,040	8,600	8,052	7,596
5	8,300	10,004	8,107	8,217
6	8,759	8,030	8,297	8,676
7	9,023	7,780	8,270	8,217
8	8,790	8,890	8,221	8,123
9	8,520	9,543	8,288	8,422
10	7,600	8,342	8,413	8,664
11	8,500	8,935	8,406	8,392
12	10,100	7,680	8,459	8,565
<b>Total</b>	<b>102,247</b>	<b>100,004</b>	<b>99,528</b>	<b>99,779</b>
<b>VALIDACIÓN (Alfa 0,3)</b>			<b>VALIDACIÓN (Alfa 0,1)</b>	
<b>Error (Syx)</b>	297.72		<b>Error (Syx)</b>	118.54
<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.37		<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.40
<b>Coefficiente de Determinación</b>	13.8%		<b>Coefficiente de Determinación</b>	15.6%

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 22: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250mm s-20 por método de regresión lineal. Trujillo, Julio 2017.

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL					
MES (X)	Valor	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Pronóstico
1	5,596	5,596	1	31,316,890	4,854
2	3,974	7,947	4	15,790,129	4,853
3	4,833	14,499	9	23,356,472	4,852
4	4,684	18,736	16	21,940,808	4,852
5	5,697	28,484	25	32,454,445	4,851
6	4,045	24,271	36	16,363,689	4,850
7	4,920	34,439	49	24,204,873	4,850
8	4,768	38,147	64	22,737,785	4,849
9	5,799	52,195	81	33,633,320	4,848
10	4,118	41,180	100	16,958,084	4,848
11	5,008	55,092	121	25,084,091	4,847
12	4,854	58,248	144	23,561,316	4,847
$\Sigma$	78	58,297	650	287,401,903	58,202

Fuente: Eurotubo S.A.C

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0.004
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.0000149
Error típico	647.33
Y =	4862.380 - 0.661 X

Tabla 23: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250mm s-20 por método de promedio móvil. Trujillo, Julio 2017.

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL</b>			
<b>Mes</b>	<b>Demanda histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	
1	4377	5,596	4,417
2	3767	3,974	4,982
3	4581	4,833	4,724
4	4440	4,684	4,801
5	5400	5,697	4,497
6	3834	4,045	5,071
7	4663	4,920	4,809
8	4520	4,768	4,887
9	5497	5,799	4,578
10	3903	4,118	5,163
11	4747	5,008	4,895
12	4601	4,854	4,975
<b>Total</b>	<b>54,332</b>	<b>58,297</b>	<b>57,799</b>
<b>VALIDACIÓN DE PRONÓSTICO</b>			
<b>Error (Syx)</b>	213.88		
<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.45		
<b>Coefficiente de Determinación</b>	20.5%		

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 24: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 250MM s-20 por método de suavización exponencial. Trujillo, Julio 2017.

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL</b>				
<b>Mes</b>	<b>Demanda histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,1)</b>	<b>Pronóstico Año 3 (alfa 0,3)</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>		
1	4377	5,596	4,858	4,858
2	3767	3,974	4,932	5,080
3	4581	4,833	4,836	4,644
4	4440	4,684	4,836	4,835
5	5400	5,697	4,821	4,790
6	3834	4,045	4,908	5,083
7	4663	4,920	4,822	4,649
8	4520	4,768	4,832	4,851
9	5497	5,799	4,825	4,813
10	3903	4,118	4,923	5,118
11	4747	5,008	4,842	4,681
12	4601	4,854	4,859	4,892
<b>Total</b>	<b>54,332</b>	<b>58,297</b>	<b>58,294</b>	<b>58,295</b>

<b>VALIDACIÓN (Alfa 0,3)</b>		<b>VALIDACIÓN (Alfa 0,1)</b>	
<b>Error (Syx)</b>	172.02	<b>Error (Syx)</b>	42.08
<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.02	<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.09
<b>Coefficiente de Determinación</b>	0.04%	<b>Coefficiente de Determinación</b>	0.9%

Fuente: Eurotubo S.A.C

Tabla 25: Pronóstico de la demanda para tubería de tipo 160mm s-20 por método de regresión lineal. Trujillo, Julio 2017.

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL						
MES (X)	Valor	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	Pronóstico	
1	7,166	7,166	1	51,355,139	5,886	
2	6,870	13,740	4	47,198,961	5,797	
3	6,001	18,002	9	36,008,000	5,708	
4	5,946	23,785	16	35,356,898	5,620	
5	8,385	41,923	25	70,300,050	5,531	
6	6,415	38,491	36	41,154,150	5,443	
7	5,892	41,242	49	34,711,736	5,354	
8	5,837	46,697	64	34,072,515	5,266	
9	7,214	64,923	81	52,036,855	5,177	
10	6,301	63,007	100	39,698,820	5,088	
11	5,783	63,609	121	33,439,234	5,000	
12	5,728	68,738	144	32,811,893	4,911	
$\Sigma$	78	77,537	491,323	650	508,144,251	64,781

Fuente: Eurotubo S.A.C

---

*Estadísticas de la regresión*

---

Coefficiente de correlación múltiple 0.40

Coefficiente de determinación R<sup>2</sup> 0.157

Error típico 776.17

Y = 7037.185 - 88.581 X

---

Tabla 26: pronóstico de la demanda para tubería de tipo 160mm s-20 por método de promedio móvil. Trujillo, Julio 2017.

<b>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR EL MÉTODO DE PROMEDIO MÓVIL</b>			
<b>Mes</b>	<b>Demanda histórica</b>		<b>Pronóstico Año 3</b>
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	
1	7839	7,166	6,717
2	7487	6,870	6,444
3	7605	6,001	6,697
4	7679	5,946	6,679
5	7800	8,385	6,272
6	6825	6,415	6,777
7	6543	5,892	6,915
8	5679	5,837	6,897
9	6434	7,214	6,048
10	7985	6,301	6,314
11	6110	5,783	6,451
12	6055	5,728	6,432
<b>Total</b>	<b>84,041</b>	<b>77,537</b>	<b>78,643</b>

<b>VALIDACIÓN DE PRONÓSTICO</b>	
<b>Error (Syx)</b>	266.12
<b>Coefficiente Correlacional</b>	0.32
<b>Coefficiente de Determinación</b>	10.5%

Fuente: Eurotubo S.A.C



Tabla 34: Demanda, lote óptimo, número de pedidos, punto de Reorden, stock de seguridad actual. Trujillo, Octubre 2017.

DESCRIPCIÓN - INSUMO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO (S/.)	DEMANDA SEMESTRAL (NECESIDAD MRP)	EOQ	AJUSTE EOQ	LOTE MINIMO	N° DE PEDIDOS	TIEMPO ENTRE PEDIDOS (SEMANAS)	LEAD TIME (SEMANAS)	PUNTO DE REORDEN	STOCK DE SEGURIDAD
PVC - RESINA	KG	3.607	5,237,975	9,888	9,900	25	530	0.05	2	402,921	42,140
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE - 119	KG	4.32	136,375	1,458	1,475	25	93	0.28	3	15,736	1,110
PARALOID K-120	KG	4.58	3,500	227	300	100	12	2.23	3	404	30
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	KG	37.25	13,925	159	175	25	80	0.33	2	1,071	105
CARBONATO DE CALCIO	KG	0.75	653,490	7,660	7,680	30	86	0.31	2	50,268	5,200
DIOXIDO DE TITANIO	KG	9.35	9,250	258	275	25	34	0.77	3	1,067	85
ACIDO ESTEARICO	KG	4.24	7,075	335	350	25	21	1.29	1	272	65
ESTEARATO DE CALCIO	KG	5.48	6,450	282	300	25	22	1.21	1	248	55
PIGMENTO NARANJA	KG	4.30	6,075	308	325	25	19	1.39	2	467	46
PIGMENTO NEGRO	KG	4.10	50	29	50	25	1	26.00	2	4	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Cálculo de las necesidades del SKU 1: TUBERIA PVC 200mm S-20. Trujillo, Octubre 2017

Datos	
Nivel BOM:	0
Stock Inicial:	461
SS:	442
Lead-time entrega:	1

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		2,598	2,989	2,989	2,783	2,316	2,914	2,887	2,914	2,348	2,944	2,944	2,909	2,391	2,990	2,948	2,990	2,445	3,049	3,049	2,999	2,431	2,981	3,031	3,031
Entradas Previstas																									
Stock Final	461	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442
Necesidades Netas		2,579	2,989	2,989	2,783	2,316	2,914	2,887	2,914	2,348	2,944	2,944	2,909	2,391	2,990	2,948	2,990	2,445	3,049	3,049	2,999	2,431	2,981	3,031	3,031
Pedidos Planeados		2,579	2,989	2,989	2,783	2,316	2,914	2,887	2,914	2,348	2,944	2,944	2,909	2,391	2,990	2,948	2,990	2,445	3,049	3,049	2,999	2,431	2,981	3,031	3,031
Lanzamiento de órdenes		2,989	2,989	2,783	2,316	2,914	2,887	2,914	2,348	2,944	2,944	2,909	2,391	2,990	2,948	2,990	2,445	3,049	3,049	2,999	2,431	2,981	3,031	3,031	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51: Cálculo de las necesidades del SKU 2: TUBERIA PVC 400mm S-20. Trujillo, Octubre 2017.

Datos	
Nivel BOM:	0
Stock Inicial:	540
SS:	176
Lead-time entrega:	1

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		657	1,099	1,202	1,202	949	1,163	1,183	1,183	953	1,188	1,168	1,188	947	1,180	1,160	1,180	989	1,166	1,176	1,196	974	1,202	1,202	1,172
Entradas Previstas																									
Stock Final	540	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
Necesidades Netas		294	1,099	1,202	1,202	949	1,163	1,183	1,183	953	1,188	1,168	1,188	947	1,180	1,160	1,180	989	1,166	1,176	1,196	974	1,202	1,202	1,172
Pedidos Planeados		294	1,099	1,202	1,202	949	1,163	1,183	1,183	953	1,188	1,168	1,188	947	1,180	1,160	1,180	989	1,166	1,176	1,196	974	1,202	1,202	1,172
Lanzamiento de órdenes		1,099	1,202	1,202	949	1,163	1,183	1,183	953	1,188	1,168	1,188	947	1,180	1,160	1,180	989	1,166	1,176	1,196	974	1,202	1,202	1,172	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52: Cálculo de las necesidades del SKU 3: TUBERIA PVC 4" PN-10 Trujillo, Octubre 2017

Datos	
Nivel BOM:	0
Stock Inicial:	829
SS:	331
Lead-time entrega:	1

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		1,657	2,109	2,109	2,109	1,727	2,173	2,153	2,173	1,746	2,191	2,166	2,191	1,778	2,225	2,225	2,195	1,776	2,223	2,193	2,223	1,791	2,235	2,200	2,235
Entradas Previstas																									
Stock Final	829	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331
Necesidades Netas		1,159	2,109	2,109	2,109	1,727	2,173	2,153	2,173	1,746	2,191	2,166	2,191	1,778	2,225	2,225	2,195	1,776	2,223	2,193	2,223	1,791	2,235	2,200	2,235
Pedidos Planeados		1,159	2,109	2,109	2,109	1,727	2,173	2,153	2,173	1,746	2,191	2,166	2,191	1,778	2,225	2,225	2,195	1,776	2,223	2,193	2,223	1,791	2,235	2,200	2,235
Lanzamiento de órdenes		2,109	2,109	2,109	1,727	2,173	2,153	2,173	1,746	2,191	2,166	2,191	1,778	2,225	2,225	2,195	1,776	2,223	2,193	2,223	1,791	2,235	2,200	2,235	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53: Cálculo de las necesidades del SKU 4: TUBERIA PVC 250mm S-20. Trujillo, Octubre 2017

Datos	
Nivel BOM:	0
Stock Inicial:	401
SS:	193
Lead-time entrega:	1

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		983	1,251	1,251	1,251	1,023	1,277	1,277	1,257	1,022	1,276	1,276	1,256	1,043	1,282	1,302	1,302	1,046	1,281	1,281	1,241	1,088	1,284	1,204	1,284
Entradas Previstas																									
Stock Final	401	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
Necesidades Netas		775	1,251	1,251	1,251	1,023	1,277	1,277	1,257	1,022	1,276	1,276	1,256	1,043	1,282	1,302	1,302	1,046	1,281	1,281	1,241	1,088	1,284	1,204	1,284
Pedidos Planeados		775	1,251	1,251	1,251	1,023	1,277	1,277	1,257	1,022	1,276	1,276	1,256	1,043	1,282	1,302	1,302	1,046	1,281	1,281	1,241	1,088	1,284	1,204	1,284
Lanzamiento de órdenes		1,251	1,251	1,251	1,023	1,277	1,277	1,257	1,022	1,276	1,276	1,256	1,043	1,282	1,302	1,302	1,046	1,281	1,281	1,241	1,088	1,284	1,204	1,284	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54: Cálculo de las necesidades del SKU 5: TUBERIA PVC 160mm S-20. Trujillo, Noviembre 2017.

Datos	
Nivel BOM:	0
Stock Inicial:	800
SS:	265
Lead-time entrega:	1

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		1,298	1,653	1,653	1,653	1,380	1,731	1,731	1,731	1,365	1,693	1,713	1,713	1,381	1,733	1,733	1,713	1,405	1,726	1,677	1,726	1,439	1,605	1,705	1,705
Entradas Previstas																									
Stock Final	800	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
Necesidades Netas		764	1,653	1,653	1,653	1,380	1,731	1,731	1,731	1,365	1,693	1,713	1,713	1,381	1,733	1,733	1,713	1,405	1,726	1,677	1,726	1,439	1,605	1,705	1,705
Pedidos Planeados		764	1,653	1,653	1,653	1,380	1,731	1,731	1,731	1,365	1,693	1,713	1,713	1,381	1,733	1,733	1,713	1,405	1,726	1,677	1,726	1,439	1,605	1,705	1,705
Lanzamiento de órdenes		1,653	1,653	1,653	1,380	1,731	1,731	1,731	1,365	1,693	1,713	1,713	1,381	1,733	1,733	1,713	1,405	1,726	1,677	1,726	1,439	1,605	1,705	1,705	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55: Cálculo de las necesidades del Insumo 1: RESINA PVC. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Participación (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	84.45%	69,655	69,655	64,854	53,970	67,907	67,278	67,907	54,719	68,623	68,623	67,808	55,726	69,698	68,720	69,698	56,984	71,062	71,062	69,896	56,656	69,479	70,645	70,645	0
SKU2: AD8	87.87%	104,317	114,092	114,092	90,053	110,332	112,230	112,230	90,489	112,784	110,886	112,784	89,874	112,001	110,103	112,001	93,886	110,637	111,586	113,484	92,464	114,091	114,091	111,244	0
SKU3: FP17	89.88%	25,212	25,212	25,212	20,645	25,979	25,740	25,979	20,869	26,188	25,889	26,188	21,250	26,597	26,597	26,238	21,233	26,575	26,217	26,575	21,407	26,720	26,302	26,720	0
SKU4: AD7	84.45%	45,442	45,442	45,442	37,155	46,377	46,377	45,651	37,110	46,320	46,320	45,594	37,857	46,544	47,270	47,270	37,980	46,503	46,503	45,051	39,522	46,617	43,712	46,617	0
SKU5: AD7	84.45%	24,567	24,567	24,567	20,509	25,731	25,731	25,731	20,290	25,156	25,453	25,453	20,527	25,754	25,754	25,457	20,878	25,652	24,924	25,652	21,391	23,854	25,340	25,340	0
<b>Total</b>		<b>269,193</b>	<b>278,968</b>	<b>274,167</b>	<b>222,332</b>	<b>276,326</b>	<b>277,356</b>	<b>277,498</b>	<b>223,477</b>	<b>279,072</b>	<b>277,172</b>	<b>277,827</b>	<b>225,234</b>	<b>280,595</b>	<b>278,444</b>	<b>280,665</b>	<b>230,960</b>	<b>280,429</b>	<b>280,291</b>	<b>280,658</b>	<b>231,440</b>	<b>280,762</b>	<b>280,090</b>	<b>280,566</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	547,711
SS:	42,140
Lead-time entrega:	2
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		269,193	278,968	274,167	222,332	276,326	277,356	277,498	223,477	279,072	277,172	277,827	225,234	280,595	278,444	280,665	230,960	280,429	280,291	280,658	231,440	280,762	280,090	280,566	0
Entradas Previstas			400,000																						
Stock Final	547,711	278,518	399,550	125,383	42,151	42,149	42,144	42,146	42,143	42,147	42,150	42,148	42,164	42,144	42,150	42,160	42,150	42,146	42,155	42,147	42,157	42,145	42,155	42,164	42,164
Necesidades Netas		0	0	0	139,089	276,316	277,346	277,494	223,472	279,068	277,165	277,817	225,226	280,571	278,440	280,655	230,940	280,419	280,285	280,643	231,433	280,745	280,085	280,551	0
Pedidos Planeados		0	0	0	139,100	276,325	277,350	277,500	223,475	279,075	277,175	277,825	225,250	280,575	278,450	280,675	230,950	280,425	280,300	280,650	231,450	280,750	280,100	280,575	0
Lanzamiento de órdenes		0	139,100	276,325	277,350	277,500	223,475	279,075	277,175	277,825	225,250	280,575	278,450	280,675	230,950	280,425	280,300	280,650	231,450	280,750	280,100	280,575	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Cálculo de las necesidades del Insumo 2: COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE – 119. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	2.20%	1,811	1,811	1,686	1,403	1,766	1,749	1,766	1,423	1,784	1,784	1,763	1,449	1,812	1,787	1,812	1,482	1,848	1,848	1,817	1,473	1,806	1,837	1,837	0
SKU2: AD8	2.37%	2,817	3,080	3,080	2,431	2,979	3,030	3,030	2,443	3,045	2,994	3,045	2,427	3,024	2,973	3,024	2,535	2,987	3,013	3,064	2,497	3,080	3,080	3,004	0
SKU3: FP17	2.34%	656	656	656	537	675	669	675	543	681	673	681	553	692	692	682	552	691	682	691	557	695	684	695	0
SKU4: AD7	2.20%	1,181	1,181	1,181	966	1,206	1,206	1,187	965	1,204	1,204	1,185	984	1,210	1,229	1,229	987	1,209	1,209	1,171	1,028	1,212	1,137	1,212	0
SKU5: AD7	2.20%	639	639	639	533	669	669	669	528	654	662	662	534	670	670	662	543	667	648	667	556	620	659	659	0
<b>Total</b>		<b>7,103</b>	<b>7,367</b>	<b>7,242</b>	<b>5,871</b>	<b>7,295</b>	<b>7,323</b>	<b>7,327</b>	<b>5,901</b>	<b>7,369</b>	<b>7,317</b>	<b>7,336</b>	<b>5,946</b>	<b>7,407</b>	<b>7,350</b>	<b>7,409</b>	<b>6,099</b>	<b>7,402</b>	<b>7,399</b>	<b>7,411</b>	<b>6,110</b>	<b>7,414</b>	<b>7,396</b>	<b>7,406</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	13,441
SS:	1,110
Lead-time entrega:	3
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		7,103	7,367	7,242	5,871	7,295	7,323	7,327	5,901	7,369	7,317	7,336	5,946	7,407	7,350	7,409	6,099	7,402	7,399	7,411	6,110	7,414	7,396	7,406	0
Entradas Previstas			14,625																						
Stock Final	12,331	5,228	12,485	5,243	1,122	1,127	1,129	1,127	1,126	1,132	1,115	1,129	1,133	1,125	1,126	1,116	1,117	1,116	1,116	1,131	1,121	1,132	1,111	1,130	1,130
Necesidades Netas		0	0	0	1,738	7,283	7,306	7,308	5,884	7,353	7,295	7,331	5,927	7,385	7,334	7,394	6,093	7,394	7,394	7,404	6,089	7,403	7,374	7,405	0
Pedidos Planeados		0	0	0	1750	7300	7325	7325	5900	7375	7300	7350	5950	7400	7350	7400	6100	7400	7400	7425	6100	7425	7375	7425	0
Lanzamiento de órdenes		1,750	7,300	7,325	7,325	5,900	7,375	7,300	7,350	5,950	7,400	7,350	7,400	6,100	7,400	7,400	7,425	6,100	7,425	7,375	7,425	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57: Cálculo de las necesidades del Insumo 3: PARALOID - K120. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.04%	35	35	32	27	34	34	34	27	34	34	34	28	35	34	35	28	36	36	35	28	35	35	35	0
SKU2: AD8	0.10%	115	126	126	99	121	123	123	100	124	122	124	99	123	121	123	103	122	123	125	102	125	125	122	0
SKU4: AD7	0.04%	23	23	23	19	23	23	23	19	23	23	23	19	23	24	24	19	23	23	23	20	23	22	23	0
SKU5: AD7	0.04%	12	12	12	10	13	13	13	10	13	13	13	10	13	13	13	10	13	12	13	11	12	13	13	0
<b>Total</b>		<b>185</b>	<b>195</b>	<b>193</b>	<b>155</b>	<b>191</b>	<b>193</b>	<b>193</b>	<b>156</b>	<b>194</b>	<b>192</b>	<b>193</b>	<b>156</b>	<b>194</b>	<b>192</b>	<b>194</b>	<b>161</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>160</b>	<b>195</b>	<b>195</b>	<b>194</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	349
SS:	30
Lead-time entrega:	3
L:	100

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		185	195	193	155	191	193	193	156	194	192	193	156	194	192	194	161	193	194	195	160	195	195	194	0
Entradas Previstas		500																							
Stock Final	349	664	469	276	121	130	37	44	88	94	102	108	52	58	66	72	111	117	123	128	68	72	77	83	83
Necesidades Netas		0	0	0	0	100	93	186	142	136	128	122	78	172	164	158	119	113	107	102	62	158	153	147	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0	200	100	200	200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	100	200	200	200	0
Lanzamiento de órdenes		0	200	100	200	200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	100	200	200	200	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Cálculo de las necesidades del Insumo 4: ESTABILIZANTE TERMICO PBE – 100. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.14%	118	118	110	92	115	114	115	93	117	117	115	95	118	117	118	97	121	121	119	96	118	120	120	0
SKU2: AD8	0.33%	396	434	434	342	419	426	426	344	429	421	429	342	426	418	426	357	420	424	431	351	434	434	423	0
SKU3: FP17	0.15%	43	43	43	35	44	44	44	35	45	44	45	36	45	45	45	36	45	45	45	36	45	45	45	0
SKU4: AD7	0.14%	77	77	77	63	79	79	78	63	79	79	78	64	79	80	80	65	79	79	77	67	79	74	79	0
SKU5: AD7	0.14%	42	42	42	35	44	44	44	34	43	43	43	35	44	44	43	35	44	42	44	36	41	43	43	0
<b>Total</b>		<b>677</b>	<b>714</b>	<b>706</b>	<b>567</b>	<b>701</b>	<b>707</b>	<b>707</b>	<b>570</b>	<b>711</b>	<b>704</b>	<b>709</b>	<b>572</b>	<b>712</b>	<b>705</b>	<b>712</b>	<b>590</b>	<b>709</b>	<b>711</b>	<b>715</b>	<b>588</b>	<b>717</b>	<b>716</b>	<b>711</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	1,325
SS:	105
Lead-time entrega:	2
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		677	714	706	567	701	707	707	570	711	704	709	572	712	705	712	590	709	711	715	588	717	716	711	0
Entradas Previstas		500																							
Stock Final	1,325	1,148	434	129	112	110	128	121	126	114	110	126	130	117	113	125	111	127	116	125	113	121	105	120	120
Necesidades Netas		0	0	376	543	695	702	684	554	691	695	704	550	688	692	705	569	703	689	705	567	709	700	710	0
Pedidos Planeados		0	0	400	550	700	725	700	575	700	700	725	575	700	700	725	575	725	700	725	575	725	700	725	0
Lanzamiento de órdenes		400	550	700	725	700	575	700	700	725	575	700	700	725	575	725	700	725	575	725	700	725	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59: Cálculo de las necesidades del Insumo 5: CARBONATO DE CALCIO. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	12.67%	10,448	10,448	9,728	8,095	10,186	10,092	10,186	8,208	10,293	10,293	10,171	8,359	10,455	10,308	10,455	8,548	10,659	10,659	10,484	8,498	10,422	10,597	10,597	0
SKU2: AD8	8.79%	10,432	11,409	11,409	9,005	11,033	11,223	11,223	9,049	11,278	11,089	11,278	8,987	11,200	11,010	11,200	9,389	11,064	11,159	11,348	9,246	11,409	11,409	11,124	0
SKU3: FP17	7.19%	2,017	2,017	2,017	1,652	2,078	2,059	2,078	1,670	2,095	2,071	2,095	1,700	2,128	2,128	2,099	1,699	2,126	2,097	2,126	1,713	2,138	2,104	2,138	0
SKU4: AD7	12.67%	6,816	6,816	6,816	5,573	6,957	6,957	6,848	5,567	6,948	6,948	6,839	5,678	6,982	7,091	7,091	5,697	6,975	6,975	6,758	5,928	6,993	6,557	6,993	0
SKU5: AD7	12.67%	3,685	3,685	3,685	3,076	3,860	3,860	3,860	3,044	3,773	3,818	3,818	3,079	3,863	3,863	3,818	3,132	3,848	3,739	3,848	3,209	3,578	3,801	3,801	0
<b>Total</b>		<b>33,398</b>	<b>34,376</b>	<b>33,656</b>	<b>27,402</b>	<b>34,114</b>	<b>34,190</b>	<b>34,195</b>	<b>27,536</b>	<b>34,388</b>	<b>34,219</b>	<b>34,202</b>	<b>27,804</b>	<b>34,627</b>	<b>34,400</b>	<b>34,663</b>	<b>28,463</b>	<b>34,672</b>	<b>34,629</b>	<b>34,564</b>	<b>28,594</b>	<b>34,539</b>	<b>34,468</b>	<b>34,652</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	74,086
SS:	5,200
Lead-time entrega:	2
L:	30

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		33,398	34,376	33,656	27,402	34,114	34,190	34,195	27,536	34,388	34,219	34,202	27,804	34,627	34,400	34,663	28,463	34,672	34,629	34,564	28,594	34,539	34,468	34,652	0
Entradas Previstas			35,400																						
Stock Final	74,086	40,688	41,712	8,056	5,224	5,221	5,200	5,206	5,209	5,201	5,212	5,210	5,216	5,209	5,219	5,206	5,213	5,221	5,212	5,207	5,203	5,224	5,226	5,224	5,224
Necesidades Netas		0	0	0	24,546	34,089	34,170	34,194	27,531	34,379	34,218	34,190	27,794	34,611	34,391	34,644	28,457	34,659	34,608	34,553	28,587	34,536	34,444	34,626	0
Pedidos Planeados		0	0	0	24,570	34,110	34,170	34,200	27,540	34,380	34,230	34,200	27,810	34,620	34,410	34,650	28,470	34,680	34,620	34,560	28,590	34,560	34,470	34,650	0
Lanzamiento de órdenes		0	24,570	34,110	34,170	34,200	27,540	34,380	34,230	34,200	27,810	34,620	34,410	34,650	28,470	34,680	34,620	34,560	28,590	34,560	34,470	34,650	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Cálculo de las necesidades del Insumo 6: DIOXIDO DE TITANIO. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.17%	139	139	130	108	136	135	136	109	137	137	136	111	139	137	139	114	142	142	140	113	139	141	141	0
SKU2: AD8	0.18%	209	228	228	180	221	224	224	181	226	222	226	180	224	220	224	188	221	223	227	185	228	228	222	0
SKU3: FP17	0.18%	50	50	50	41	52	51	52	42	52	52	52	43	53	53	52	42	53	52	53	43	53	53	53	0
SKU4: AD7	0.17%	91	91	91	74	93	93	91	74	93	93	91	76	93	95	95	76	93	93	90	79	93	87	93	0
SKU5: AD7	0.17%	49	49	49	41	51	51	51	41	50	51	51	41	52	52	51	42	51	50	51	43	48	51	51	0
<b>Total</b>		<b>538</b>	<b>558</b>	<b>548</b>	<b>445</b>	<b>553</b>	<b>555</b>	<b>555</b>	<b>447</b>	<b>558</b>	<b>554</b>	<b>556</b>	<b>450</b>	<b>561</b>	<b>557</b>	<b>561</b>	<b>462</b>	<b>561</b>	<b>561</b>	<b>561</b>	<b>463</b>	<b>562</b>	<b>560</b>	<b>561</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	1,520
SS:	85
Lead-time entrega:	3
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		538	558	548	445	553	555	555	447	558	554	556	450	561	557	561	462	561	561	561	463	562	560	561	0
Entradas Previstas			1,625																						
Stock Final	1,520	982	2,049	1,500	1,056	503	98	93	96	88	109	103	103	92	110	98	86	101	90	104	91	104	94	108	108
Necesidades Netas		0	0	0	0	0	137	542	439	547	551	532	432	543	550	537	449	559	545	556	444	556	541	552	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0	0	150	550	450	550	575	550	450	550	575	550	450	575	550	575	450	575	550	575	0
Lanzamiento de órdenes		0	0	150	550	450	550	575	550	450	550	575	550	450	575	550	575	450	575	550	575	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61: Cálculo de las necesidades del Insumo 7: ACIDO ESTEARICO. Trujillo, noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.14%	111	111	104	86	109	108	109	88	110	110	108	89	112	110	112	91	114	114	112	91	111	113	113	0
SKU2: AD8	0.12%	146	160	160	126	154	157	157	127	158	155	158	126	157	154	157	131	155	156	159	129	160	160	156	0
SKU3: FP17	0.14%	40	40	40	33	42	41	42	33	42	41	42	34	43	43	42	34	43	42	43	34	43	42	43	0
SKU4: AD7	0.14%	73	73	73	59	74	74	73	59	74	74	73	61	74	76	76	61	74	74	72	63	75	70	75	0
SKU5: AD7	0.14%	39	39	39	33	41	41	41	32	40	41	41	33	41	41	41	33	41	40	41	34	38	41	41	0
<b>Total</b>		<b>410</b>	<b>424</b>	<b>416</b>	<b>338</b>	<b>420</b>	<b>421</b>	<b>422</b>	<b>339</b>	<b>424</b>	<b>421</b>	<b>422</b>	<b>342</b>	<b>427</b>	<b>423</b>	<b>427</b>	<b>351</b>	<b>427</b>	<b>426</b>	<b>426</b>	<b>352</b>	<b>426</b>	<b>425</b>	<b>427</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	840
SS:	65
Lead-time entrega:	1
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		410	424	416	338	420	421	422	339	424	421	422	342	427	423	427	351	427	426	426	352	426	425	427	0
Entradas Previstas		1,500																							
Stock Final	840	1930	1507	1091	753	333	87	65	76	77	80	83	66	89	66	89	89	87	86	85	83	81	81	79	79
Necesidades Netas		0	0		0	0	153	400	339	413	410	407	324	426	399	426	326	403	404	405	332	409	409	411	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0	0	175	400	350	425	425	425	325	450	400	450	350	425	425	425	350	425	425	425	0
Lanzamiento de órdenes		0	0	0	0	175	400	350	425	425	425	325	450	400	450	350	425	425	425	350	425	425	425	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Cálculo de las necesidades del Insumo 8: ESTEARATO DE CALCIO. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.10%	31	34	34	27	33	33	33	27	33	33	33	26	33	32	33	28	33	33	33	27	34	34	33	0
SKU2: AD8	0.13%	156	171	171	135	165	168	168	136	169	166	169	135	168	165	168	141	166	167	170	139	171	171	167	0
SKU3: FP17	0.11%	30	30	30	25	31	31	31	25	31	31	31	26	32	32	31	25	32	31	32	26	32	32	32	0
SKU4: AD7	0.10%	55	55	55	45	56	56	55	45	56	56	55	45	56	57	57	46	56	56	54	47	56	52	56	0
SKU5: AD7	0.10%	29	29	29	25	31	31	31	24	30	31	31	25	31	31	31	25	31	30	31	26	29	30	30	0
<b>Total</b>		<b>301</b>	<b>319</b>	<b>319</b>	<b>256</b>	<b>316</b>	<b>319</b>	<b>318</b>	<b>256</b>	<b>320</b>	<b>316</b>	<b>319</b>	<b>257</b>	<b>320</b>	<b>317</b>	<b>320</b>	<b>265</b>	<b>317</b>	<b>317</b>	<b>320</b>	<b>265</b>	<b>321</b>	<b>319</b>	<b>318</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	630
SS:	55
Lead-time entrega:	1
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		301	319	319	256	316	319	318	256	320	316	319	257	320	317	320	265	317	317	320	265	321	319	318	0
Entradas Previstas																									
Stock Final	630	329	59	65	60	69	75	57	76	56	65	71	64	69	77	57	68	76	58	63	73	77	58	65	65
Necesidades Netas		0	46	315	245	311	305	298	254	299	315	309	241	311	303	298	262	304	297	317	257	303	297	315	0
Pedidos Planeados		0	50	325	250	325	325	300	275	300	325	325	250	325	325	300	275	325	300	325	275	325	300	325	0
Lanzamiento de órdenes		50	325	250	325	325	300	275	300	325	325	250	325	325	300	275	325	300	325	275	325	300	325	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63: Cálculo de las necesidades del Insumo 9: PIGMENTO NARANJA. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SKU1: AD7	0.10%	84	84	78	65	81	81	81	66	82	82	81	67	84	82	84	68	85	85	84	68	83	85	85	0
SKU2: AD8	0.11%	125	137	137	108	132	135	135	109	135	133	135	108	134	132	134	113	133	134	136	111	137	137	133	0
SKU4: AD7	0.10%	55	55	55	45	56	56	55	45	56	56	55	45	56	57	57	46	56	56	54	47	56	52	56	0
SKU5: AD7	0.10%	29	29	29	25	31	31	31	24	30	31	31	25	31	31	31	25	31	30	31	26	29	30	30	0
<b>Total</b>		<b>293</b>	<b>305</b>	<b>299</b>	<b>242</b>	<b>300</b>	<b>302</b>	<b>302</b>	<b>243</b>	<b>303</b>	<b>302</b>	<b>302</b>	<b>245</b>	<b>305</b>	<b>302</b>	<b>305</b>	<b>252</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>252</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>0</b>

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	634
SS:	46
Lead-time entrega:	2
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		293	305	299	242	300	302	302	243	303	302	302	245	305	302	305	252	305	305	305	252	305	305	305	0
Entradas Previstas																									
Stock Final	634	341	62	63	71	71	69	67	49	70	69	67	47	67	65	60	58	53	48	68	66	62	57	52	52
Necesidades Netas		0	9	283	225	275	277	279	222	301	277	279	224	304	281	286	238	293	298	303	230	284	289	294	0
Pedidos Planeados		0	25	300	250	300	300	300	225	325	300	300	225	325	300	300	250	300	300	325	250	300	300	300	0
Lanzamiento de órdenes		300	250	300	300	300	225	325	300	300	225	325	300	300	250	300	300	325	250	300	300	300	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64: Cálculo de las necesidades del Insumo 10: PIGMENTO NEGRO. Trujillo, Noviembre 2017.

Quien lo requiere	% Particip. (kg)	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
SKU3: FP17	0.01%	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	0
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>				

Datos	
Nivel BOM:	1
Stock Inicial:	10
SS:	4
Lead-time entrega:	2
L:	25

Periodo	Inicial	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	0
Entradas Previstas			10																						
Stock Final	10	7	14	11	9	7	4	27	25	22	19	16	14	11	8	5	29	26	23	20	18	15	12	9	9
Necesidades Netas		0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de órdenes		0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65: Resumen del Requerimiento de los Materiales. Trujillo, Noviembre 2017.

RESUMEN DEL REQUERIMIENTO DE MATERIALES																									
INSUMO	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				TOTAL (KG)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
PVC - RESINA COMPUUESTO ESTABILIZANTE	0	139,100	276,325	277,350	277,500	223,475	279,075	277,175	277,825	225,250	280,575	278,450	280,675	230,950	280,425	280,300	280,650	231,450	280,750	280,100	280,575	0	0	0	5,237,975
PBE - 119 PARALOID K-120	1,750	7,300	7,325	7,325	5,900	7,375	7,300	7,350	5,950	7,400	7,350	7,400	6,100	7,400	7,400	7,425	6,100	7,425	7,375	7,425	0	0	0	0	136,375
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	0	200	100	200	200	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	100	200	200	200	0	0	0	0	3,500
CARBONATO DE CALCIO	400	550	700	725	700	575	700	700	725	575	700	700	725	575	725	700	725	575	725	700	725	0	0	0	13,925
DIOXIDO DE TITANIO	0	24,570	34,110	34,170	34,200	27,540	34,380	34,230	34,200	27,810	34,620	34,410	34,650	28,470	34,680	34,620	34,560	28,590	34,560	34,470	34,650	0	0	0	653,490
ACIDO ESTEARICO	0	0	150	550	450	550	575	550	450	550	575	550	450	575	550	575	450	575	550	575	0	0	0	0	9,250
ESTEARATO DE CALCIO	0	0	0	0	175	400	350	425	425	425	325	450	400	450	350	425	425	425	350	425	425	425	0	0	7,075
PIGMENTO NARANJA	50	325	250	325	325	300	275	300	325	325	250	325	325	300	275	325	300	325	275	325	300	325	0	0	6,450
PIGMENTO NEGRO	300	250	300	300	300	225	325	300	300	225	325	300	300	250	300	300	325	250	300	300	300	0	0	0	6,075
	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 66: Nuevo número de pedidos. Trujillo, Noviembre 2017.

INSUMO	NÚMERO DE PEDIDOS																				TOTAL (KG)				
	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE					DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
PVC - RESINA		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				20
COMPUESTO ESTABILIZANTE PBE - 119	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				20
PARALOID K-120		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					19
ESTABILIZANTE TERMICO PBE - 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				21
CARBONATO DE CALCIO		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				20
DIOXIDO DE TITANIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					18
ACIDO ESTEARICO					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			18
ESTEARATO DE CALCIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			22
PIGMENTO NARANJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				21
PIGMENTO NEGRO					1									1											2
<b>TOTAL</b>																				<b>181</b>					

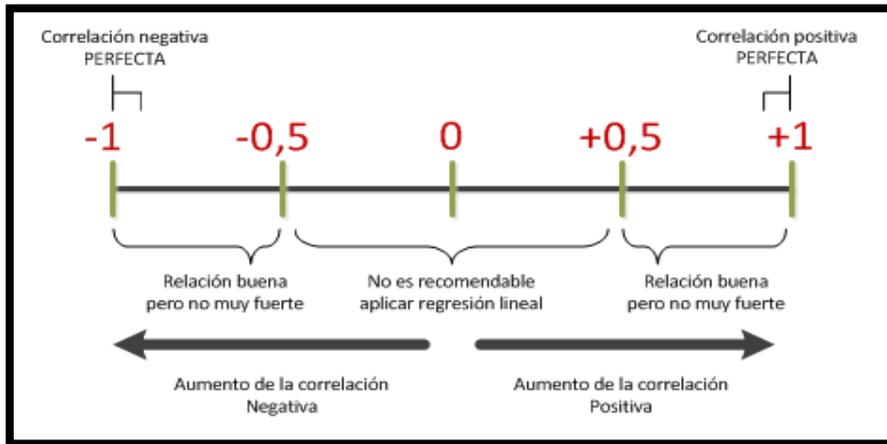
Fuente: Elaboración Propia

## **B. ANEXO DE FIGURAS**

Métodos cualitativos	NOMBRE		HORIZONTE
		Delphi	
	Juicio Informado		Corto
	Analogía de ciclos de vida		Mediano y largo
	Investigación de mercados		Mediano y largo
Métodos cuantitativos	TIPO	NOMBRE	HORIZONTE
	Serie de Tiempo	No formales	Corto
		Promedio Simple	Corto
		Promedio móvil	Corto
		Suavización exponencial	Corto
		Suavización exponencial cuadrática	Corto
		Suavización exponencial estacional	Corto
		Filtración adaptativa	Corto
		Descomposición clásica	Corto
		Modelos de tendencia exponencial	Mediano y largo
		Ajuste de curva S	Mediano y largo
		Modelo de Gompertz	Mediano y largo
		Curvas de crecimiento	Mediano y largo
		Census II	Corto
		Box-Jenkins	Corto
		Causales	Regresión simple
	Regresión múltiple		Mediano
	Indicadores principales		Corto
	Modelos econométricos		Corto
	Regresión múltiple de series de tiempo		Mediano y largo

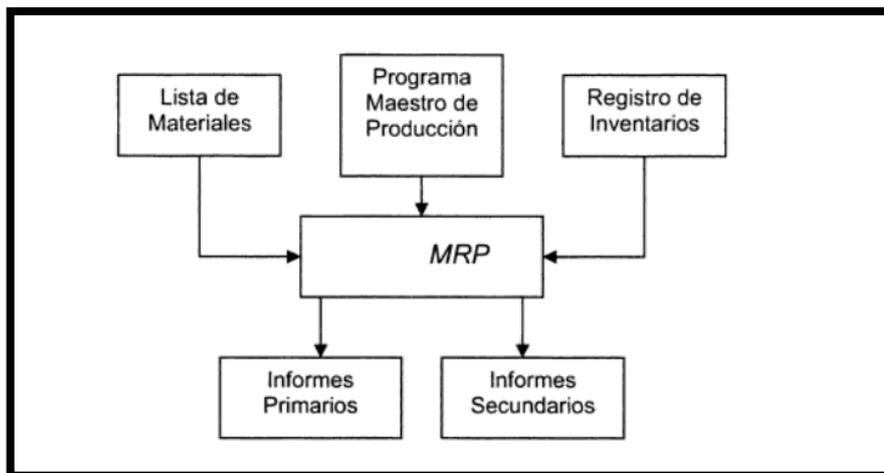
**Figura 1.:Clasificación de los métodos de pronósticos, Trujillo, Junio 2017..**

*Fuente: El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual.*



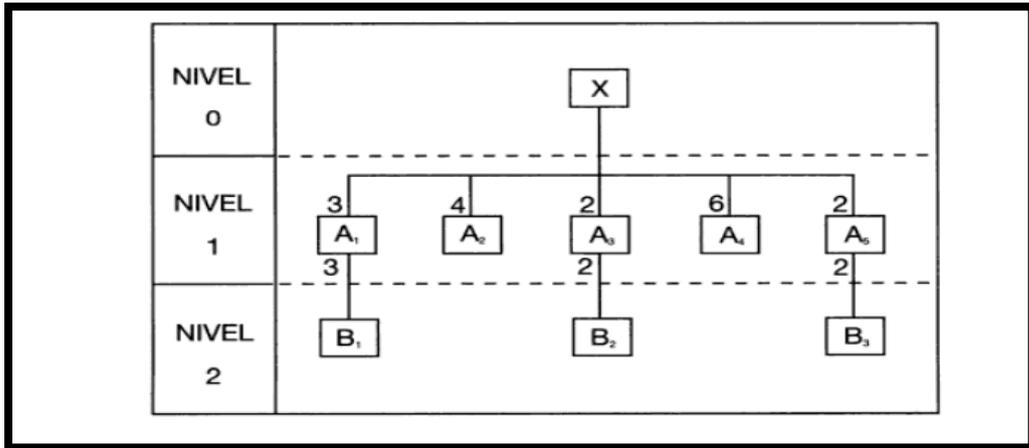
**Figura 2: Interpretación del valor del coeficiente de correlación, Trujillo, Junio 2017.**

Fuente: Administración De Operaciones Estrategia Y Análisis 5ta Edición



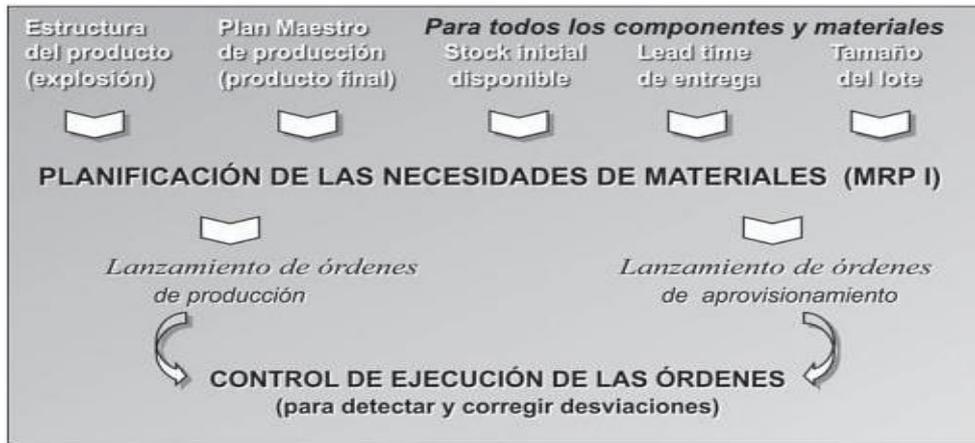
**Figura 3. Entradas y salidas del Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales. Trujillo, Julio 2017.**

Fuente: Organización de la Producción en Ingenierías.



**Figura 4. Estructura BOM. Trujillo, Julio 2017.**

Fuente: Administración De Operaciones Estrategia Y Análisis 5ta Edición



**Figura 5. Etapas de la aplicación del MRP. Trujillo, Julio 2017.**

Fuente: Organización de la Producción en Ingenierías.

COSTO DE ENERGÍA MENSUAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	CONSUMO EN Kw/h	COSTO EN KW/h (S/.)	CTU (S/.)	HORAS UTILIZADAS/MES	COSTO TOTAL MENSUAL (S/.)
Impresora	1	0.15	0.4279	0.06	1.60	0.10
Computadora	1	0.20	0.4279	0.09	2.40	0.21
Fluorescentes	2	0.08	0.4279	0.03	0.60	0.02
<b>TOTAL</b>						<b>0.33</b>

COSTO DE TELEFONÍA ANUAL	
Tiempo de llamada en gestionar una compra (min.)	6
Costo por min. (S/.)	0.15
Nº compras al año	352
<b>Costo total (año)</b>	<b>316.80</b>

COSTO EN ÚTILES DE OFICINA			
ÚTILES DE OFICINA	UNIDADES/MES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL MENSUAL (S/.)
Lapiceros	3	0.50	1.50
Tinta	3	5.00	15.00
Hojas	360	0.03	10.80
Grapas	2	1.50	3.00
<b>Total</b>			<b>30.30</b>

COSTO DE CONSUMO DE AGUA MES	
Costo mensual por consumo de agua (S/.)	210.86
Nº de trabajadores	75
<b>Costo total (mes)</b>	<b>2.81</b>

TOTAL GASTOS GENERALES				
Descripción	Periodo		Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Útiles de oficina	Mes	12	30.30	363.60
Energía Eléctrica	Mes	12	0.33	3.94
Agua	Mes	12	2.81	33.74
Telefonía	Año	1	316.80	316.80
<b>Costo Total Anual (S/)</b>				<b>718.08</b>

**Figura 20: Gastos generales anuales de oficina de la empresa Eurotubo S.A.C, Trujillo.Diciembre 2017.**

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO DE ENERGÍA MENSUAL						
ARTEFACTOS	CANTIDAD	CONSUMO EN KW/h	COSTO EN KW/h (S/.)	CTU (S/.)	HORAS UTILIZADAS/MES	CT MENSUAL (S/.)
Impresora	1	0.15	0.4279	0.06	1.60	0.10
Computadora	1	0.20	0.4279	0.09	2.40	0.21
Fluorescentes	2	0.08	0.4279	0.03	0.60	0.02
<b>TOTAL</b>						<b>0.33</b>

COSTO DE TELEFONÍA ANUAL	
Tiempo de llamada en gestionar una compra (min)	6
Costo por min	0.15
Nº compras al año	181
<b>Costo total (año)</b>	<b>162.90</b>

COSTO EN ÚTILES DE OFICINA			
ÚTILES DE OFICINA	UNIDADES/MES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL MENSUAL (S/.)
Lapiceros	3	0.50	1.50
Tinta	3	5.00	15.00
Hojas	360	0.03	10.80
Grapas	2	1.50	3.00
<b>Total</b>			<b>30.30</b>

COSTO DE CONSUMO DE AGUA MES	
Costo mensual por consumo de agua (S/.)	210.86
Nº de trabajadores	75
<b>Costo total (mes)</b>	<b>2.81</b>

TOTAL GASTOS GENERALES				
Descripción	Periodo		Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Útiles de oficina	Mes	6	30.30	181.80
Energía Eléctrica	Mes	6	0.33	1.97
Agua	Mes	6	2.81	16.87
Telefonía	Año	2	162.90	81.45
<b>Costo Total Anual (S/)</b>				<b>282.09</b>

**Figura 26: Gastos generales semestrales de oficina de la empresa Eurotubo S.A.C. Trujillo. Diciembre 2017.**

Fuente: Elaboración Propia.

**C. ANEXO DE  
INSTRUMENTOS**

## ENTREVISTA

La siguiente entrevista tiene como objetivo conocer la realidad actual de la empresa EUROTUBO S.A.C. y en base a ello poder realizar un diagnóstico de cómo viene desarrollando su gestión de planta y producción.

### Entrevistados:

- Jefe de logística: Nicolás Arias
- Jefe de producción: Juver Zavaleta Zapata

### 1. ¿A qué se dedica EUROTUBO S.A.C.?

EUROTUBO S.A.C es una empresa peruana con más de 15 años en el mercado nacional, dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías y conexiones de PVC para redes de Agua Potable, Alcantarillado, instalaciones domiciliarias de agua y desagüe, instalaciones para canalizaciones eléctricas, instalaciones de telefonía y tuberías para agua caliente.

### 2. ¿En qué consiste el proceso de fabricación de productos plásticos?

La fabricación de tuberías de PVC se realiza por proceso de extrusión y la fabricación de accesorios de PVC por proceso de inyección. El proceso de extrusión consiste en la combinación físico química de la resina de PVC y los aditivos como estabilizantes térmicos, pigmentos, lubricantes, etc. El resultado de la etapa de mezclado de resina con aditivos a la temperatura de mezclado entre 113 - 120 ° C es el compuesto. Luego se realiza la extrusión en el cual el material compuesto que sedimenta a la extrusora se funde y fluidiza por acción del calor, para luego pasar por un molde en donde se le da las dimensiones de la tubería deseada (diámetro, espesor, etc.). Y el proceso de inyección consiste fundir los pellets de materia prima por el efecto del calor, hasta el estado líquido, para luego ser vertido en un molde que tiene la forma del accesorio que se desea obtener.

### 3. ¿Cuál es el número de su personal que labora en el área productiva?

Se cuenta aproximadamente con 75 trabajadores

### 4. ¿Con cuántas líneas de producción cuenta? ¿Cuál tiene mayor demanda?

Contamos con 10 líneas de producción, la que tiene mayor demanda es la línea 4.

### 5. ¿Cuál es la capacidad máxima de producción en la planta?

La capacidad de producción máxima es de 1,600 toneladas aproximadamente.

### 6. ¿Dónde y cómo realiza la compra de sus insumos y materiales?

Nuestros insumos son de importación y ya contamos con proveedores que respaldan la calidad que necesitamos. Estamos en proceso de conciliación para generar convenios con ellos para así mejorar los despachos de nuestros productos. Como proveedores

tenemos a: Cominter S.A.C. (resina), Tecnoquim (mayoría de insumos menos carbonato de calcio), entre otros.

**7. ¿Se establecen cantidades máximas o mínimas para cada insumo o material antes de realizar la compra?**

En lo posible tratamos de trabajar con esa información, pero aún hay cosas por mejorar, se está trabajando en ello, nuestros procesos de compra no están muy bien definidos. Claro que todo es una cadena y dependemos mucho de producción.

**8. ¿Cómo llevan los registros de todos los movimientos (consumos, ingresos, etc.) que se generan en la empresa?**

Trabajamos con formatos de Ms. Excel, los almaceneros se encargan de realizar las transacciones día a día, en si se trabaja con un Kardex, que es el que se le está proporcionando.

**9. ¿Cuál es el control de inventarios actual? ¿Cuentan con políticas de inventario?**

Si contamos con algunas políticas como las de stock de seguridad para los productos terminados por su volumen, en el caso de materia prima nos regimos a los históricos como hemos venido trabajando, pero en muchas ocasiones nos desfasamos y aunque nuestro almacén dispone de espacio no se está haciendo una distribución correcta ya que tenemos sobre stock de algunos insumos, pero como ya recalque dependemos mucho de producción y es lo que ellos nos solicitan. Trabajamos con las FIFO.

El stock de seguridad de productos terminados más que como política trabajamos con un porcentaje que según nuestros cálculos nos representan entre 3 a 5%, por lo general trabajamos con 4%, pero el cálculo es en base al volumen de nuestra mercadería, ya que el espacio que ocupan es muy amplio motivo por el cual nuestro rango de % es bajo.

Además, cabe resaltar que tanto nuestra producción como despacho es continua, por lo que no necesitamos guardar mucho stock.

**10. ¿Cómo realizan el almacenaje de insumos, productos en proceso, productos terminados?**

El almacenaje de insumos se realiza en una zona cerca de producción en un ambiente fresco, el producto terminado se almacena lejos de producción debajo de techo de calamina en un ambiente fresco sin que llegue el sol, ya que el sol despinta las tuberías

**11. ¿Cuentan con políticas de stock de seguridad?**

Si como comenté en una de las preguntas manejamos un porcentaje de stock, el cual esta adecuado al volumen de la mercadería. Venimos trabajando con esa política desde hace varios años.

**12. ¿Cuáles son los proveedores y cuál es su tiempo d entrega?**

Cominter S.A.C., tecnoquin, insumex, etc. El tiempo de entrega va entre 1 a 3 semanas.

**13. ¿Existen costos de flete en la materia prima para la fabricación de tuberías?**

Normalmente el flete de la materia prima y/o insumos está cargado dentro del precio de venta que nos da nuestro proveedor, pero si asumimos en algunos casos por urgencias o por algunas devoluciones, si no tuviéramos esos inconvenientes nos ahorraríamos el trabajo de hacer esas coordinaciones, aunque no son muy frecuentes dentro de nuestra gestión. No se sirva como información, pero si coordinamos fletes son para compras de materiales en general que no forman parte de producción, ya sean repuestos, materiales de oficina, maquinaria, etc.

**14. ¿Qué tipo de materiales y/o insumos son los requeridos y como se calcula los requerimientos de éstos? (cuanto pide y como lo calcula)**

Tenemos la resina PVC, estabilizantes térmicos, carbonato de calcio, ácido esteárico, pigmento negro, pigmento naranja, etc. Para los cálculos la empresa cuenta con un ingeniero de producción quien trabaja sus programas de producción de acuerdo a su experticia, ya trabaja muchos años con nosotros el ya conoce cuanto necesitamos de cada insumo, conoce las formulaciones, etc.

**15. ¿Cómo se realiza la programación de la producción?**

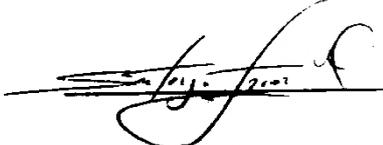
Según el área de ventas en coordinación con producción y almacén programan fechas de entrega del mes de tuberías en venta y es así como se programa la producción.

**16. ¿Cómo es su proceso de gestión de compras, almacenamiento y abastecimiento al área de producción?**

Según la programación de producción se indica que tuberías se producirán y en base a ello, en coordinación con almacén, se indica la cantidad de resina e insumos con la que cuentan o si se requerirá adicional. El gestor de compras da la orden de compra con visto bueno de gerencia y se emite la compra a los respectivos proveedores.



Ing. Javez Valladares Santiago



Ing. Ríos Maredo Kiran

# **ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE INFORME DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: KATHIA GUILLERMO CESPEDES

FACULTAD/ESCUELA: INGENIERIA INDUSTRIAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	<b>INFLUENCIA DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES EN LOS COSTOS DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA EUROTUBO SAC.</b>
PROBLEMA	¿Cómo influye el diseño de un sistema de planificación de requerimiento de los materiales en los costos de inventario en la empresa EUROTUBO SAC?
HIPÓTESIS	La planificación de los requerimientos de materiales permitirá a la empresa EUROTUBO SAC reducir el costo de sus inventarios.
OBJETIVO GENERAL	Diseñar un sistema de planificación de requerimiento de materiales para estimar su influencia en los costos de inventarios en la empresa Eurotubo S.A.C.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar un diagnóstico situacional de la empresa EUROTUBO S.A.C.</li><li>- Determinar los pronósticos de la demanda.</li><li>- Elaborar el Plan Agregado de Producción.</li><li>- Elaborar el Plan Maestro de Producción.</li><li>- Elaborar el BOM de materiales</li><li>- Determinar el número de inventario a emplear.</li><li>- Elaborar una matriz de requerimiento de materiales.</li><li>- Determinar costos de inventario después de implementar el sistema MRP.</li><li>- Determinar el impacto del MRP en los costos de inventarios.</li><li>- Realizar una evaluación financiera del proyecto.</li></ul>
DISEÑO DEL ESTUDIO	<b>Pre-experimental:</b> Porque el investigador manipula intencionalmente la Planificación de los Requerimientos de los Materiales para determinar su efecto en los costos de inventario, aplicándose un3ea pre prueba y post prueba.

<p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p>	<p><b>Población:</b> De acuerdo a la información obtenida y proporcionada por el área de producción, la población está constituida por todos los artículos pertenecientes a las 10 líneas de producción con las que cuenta EUROTUBO S.A.C; dentro de las cuales se producen diversos tipos de tubería según Norma Técnica Peruana: Tubos y conexiones de poli(cloruro de vinilo) pvc-u no plastificado para sistemas de drenaje y alcantarillado, tubos y conexiones de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (pvc-u) para abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión, tubos de poli (cloruro de vinilo) (pvc) de paredes lisas, destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas, tubos de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (pvc-u) para la conducción de fluidos a presión, sistemas de tuberías plásticas para drenaje y alcantarillado subterráneo sin presión y tubos de poli-cloruro de vinilo no plastificado (pvc-u) para instalaciones domiciliarias de desagüe.</p> <p><b>Muestra:</b> Artículos pertenecientes a la línea N° 6: Tubos de poli (cloruro de vinilo) (pvc) de paredes lisas, destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas (NTP 399.006); artículos que debido a su mayor nivel de producción necesitan un control minucioso con la finalidad de minimizar costos y cumplir el objetivo general de la presente investigación.</p>
<p>VARIABLES</p>	<p><b>Variable Independiente: Sistema de Planificación de Requerimientos de materiales</b></p> <p><b>Variable Dependiente: Costos de Inventario</b></p>

Tabla N° 1.1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
<p>SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (VI)</p>	<p>Sistema de Planificación de componentes de fabricación que asegura la disponibilidad de los materiales en el momento oportuno, sugiriendo una lista de órdenes de compra y programando adquisiciones a proveedores en función de la producción programada.</p>	<p>Plan de requerimiento de compras de cada material que se necesita para producir un producto terminado de acuerdo a la demanda de la empresa EUROTUBO S.A.C.</p>	<p>Cantidad de material a comprar.</p>	<p>Razón</p>
		<p><b>Plan de Compras:</b> Plan que indica la cantidad de insumos o productos que se necesitan para la producción y que deben emitirse en pedidos a los proveedores.</p>	<p>Nº de órdenes de compra.</p>	

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Costos de inventario (VD)	Costos relacionados con el almacenamiento y mantenimiento del inventario durante un determinado período de tiempo	<b>Costo de artículos</b> Referido al precio de compra de los artículos que la empresa adquiere o produce.	$CA = CD$	Razón
		<b>Costo de pedido</b> Costo total que se origina cada vez que se efectúa un pedido de un artículo, constituido por el costo de emisión más costo de recepción del producto.	$CP = S \frac{D}{Q}$	
		<b>Costo de mantenimiento</b> Costo variable por unidad resultante por mantener un artículo de inventario durante un período específico	$CM = H \frac{Q}{2}$	

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

$CA =$  Costo de artículos

$CP =$  Costo de pedido anual

$CM =$  Costo anual de mantener

$C =$  Precio unitario

$S =$  Costo de pedir

$H =$  Costo de mantener una unidad en inventario

$D =$  Demanda

$Q =$  Cantidad de pedido

<p>MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS</p>	<p><b>Análisis descriptivo:</b></p> <p>De acuerdo a las escalas de las variables de estudio (razón), se aplicará las medidas de tendencia como corresponde; calculando su media y moda, presentando los datos en una tabla de contingencia.</p> <p><b>Análisis ligados a las hipótesis:</b></p> <p>Para probar la hipótesis se hará uso de la prueba de análisis de regresión lineal, la cual mide la relación causal de la cantidad de pedido óptimo de compra de cada material presente dentro del plan de producción y el costo de inventario de cada SKU.</p>
<p>RESULTADOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al realizar la planificación de los requerimientos de materiales se lograron reducir los costos de inventarios en un 17.92%.</li> <li>- Para probar la hipótesis se usó la prueba de Wilconson debido a que los datos presentaron un comportamiento no normal; aprobándose la hipótesis “los costos de inventario después de aplicar la Planificación de los requerimientos de materiales son significativamente menores que los costos de inventario antes de ella” presentando un nivel de significancia menor a 0.05.</li> </ul>

CONCLUSIONES

- Se lograron reducir los costos en un 17.92% dado que con la aplicación del modelo propuesto de gestión de inventarios se programan las compras en cantidades necesarias manteniendo un óptimo nivel de inventario, evitando rupturas de stock o sobrestock.
- Se acepta la hipótesis “los costos de inventario después de aplicar la Planificación de los requerimientos de materiales son significativamente menores que los costos de inventario antes de ella” aplicando la prueba estadística Wilcoxon puesto que al hallar la normalidad se obtiene una significancia  $< 0.05$  demostrando que los datos no presentan un comportamiento normal.