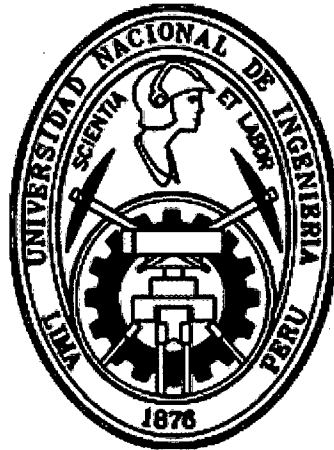


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**  
**SECCION DE POSGRADO**



**SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA  
PRODUCCIÓN EN PEQUEÑAS Y MICRO EMPRESAS DE  
CONFECCIONES**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN:  
INGENIERIA DE SISTEMAS**

**Ing. María del Rocío Avila Gonzales**

**ASESOR**

**Mg. Fernando Sotomayor Aramburú.**

**LIMA - PERU**

**2013**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

## **Dedicatoria**

A Dios por concederme la vida y salud.

A mis padres y hermanos, por toda su alegría y ánimo.

A mi esposo e hijas por regalarme parte de su tiempo.

## INDICE

Descriptores Temáticos	VIII
Resumen	IX
Abstract	XI
Introducción	XIII

### Capítulo I: Planteamiento del estudio

1.1. Antecedentes	1
1.2. Diagnostico y enunciado del problema	2
1.3. Definición Del Problema	4
1.4. Objetivos De La Investigación	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. Variables de la investigación	6
1.6.1. Variable independiente	7
1.6.2. Variable dependiente	8
1.7. Definición operacional de las variables	9
1.8. Justificación y delimitación de la investigación	10
1.8.1. Importancia y justificación	10
1.8.2. Delimitación	11

## **Capítulo II: Marco teórico y conceptual**

2.1.	Marco referencial	12
2.2.	Marco teórico	14
2.2.1.	Clasificación de los modelos matemáticos	19
2.2.2.	Tipos De Planeamiento de la producción	24
2.2.2.1.	Planeamiento de la producción empírica	24
2.2.2.2.	Planeamiento de la producción usando software	24
2.3.	Marco conceptual	27
2.3.1.	Definiciones	28
2.3.1.1.	PYMES de confecciones	28
2.3.1.2.	Características de las PYMES	28
2.3.1.3.	Características de los empresarios	29
2.3.1.4.	Planeación de la producción	31
2.3.2.	Sistema Informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	32
2.3.3.	Descripción del proceso productivo	32
2.3.4.	Programación lineal	36
2.3.5.	Programación no lineal	38
2.3.6.	Programación por objetivos o programación por metas	39
2.3.7.	Herramienta Solver	40
2.3.8.	Lenguaje unificado de modelado UML	44
2.3.8.1.	Diagrama de casos de Uso	45
2.3.9.	Metodología Scrum	46
2.3.9.1.	Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales	52

## **Capítulo III: Revisión del estado del arte**

3.1.	Artículo titulado: "Metodología de mejoramiento en el desempeño de sistemas de producción, aplicaciones en PYMES de la confección"	55
3.2.	Tesis Titulada: "Planeación, programación y control de	

la producción en la PYME de confecciones Verney Jiménez E.U. en Bogotá”	57
3.3. Tesis Titulada: “Optimizador De Operarios Industriales”	59

## **Capítulo IV: Modelo matemático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones**

4.1. Modelo matemático de programación por metas o programación por objetivos para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	61
4.2. Definición de las variables de decisión y datos del modelo Matemático	62
4.3. Sistema de restricciones del modelo	64
4.3.1. Sistema de restricciones propias del modelo	64
4.3.2. Sistema de restricciones de metas del modelo	66
4.4. Definición de la función objetivo	67

## **Capítulo V: Desarrollo del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones**

5.1. Requerimientos para el desarrollo del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	68
5.1.1. Requerimientos para el desarrollo del modelo de programación matemática para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	68
5.1.2. Requerimientos de software para el desarrollo del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	72

5.2.	Diagrama de clases del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	73
5.3.	Análisis de requerimientos de los casos de Uso	74
5.4.	Diseño de la base de datos	81
5.5.	Diseño, desarrollo y pruebas del sistema informático para la planificación de la producción en pequeñas y microempresas de confecciones versión 1.	82
5.5.1.	Interface para ingresar producto e ingreso de pedido	83
5.5.1.1.	Interface para ingresar producto	83
5.5.1.2.	Interface ingreso de pedidos	85
5.5.2.	Interface ver pedidos	85
5.5.3.	Interface reporte de planificación	87

## **CAPÍTULO VI: CASOS DE ESTUDIO**

6.1.	Descripción del ambiente de los casos de estudio	88
6.2.	Indicadores para evaluar el sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones	89
6.2.1.	Indicadores de la variable independiente	89
6.2.2.	Indicador de la variable dependiente	90
6.3.	Comparación de las empresas antes y después de usar el sistema informático para la planificación de la producción en pequeñas y microempresas de confecciones	97

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones	98
Recomendaciones	99

<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b>	100
-----------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	104
---------------------	-----

<b>ANEXOS</b>	106
Anexo A: Tablas	107
Anexo B: Figuras	109
Anexo C: Bases de datos	111

## **DESCRIPTORES TEMATICOS**

- Confecciones.
- Herramienta Solver.
- Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Micro Empresas de Confecciones.
- Pequeña y Micro empresa (PYME).
- Planificación de la Producción.
- Programación Lineal.
- Programación No Lineal.
- Programación por Objetivos o Programación por Metas.



## **RESUMEN**

Actualmente las PYMES (pequeñas y micro empresas) de confecciones determinan sus niveles de producción en forma empírica, en base a la experiencia de los dueños de las empresas o de los encargados de la producción.

El objetivo general de este proyecto de investigación es desarrollar un sistema informático basado en un modelo de programación matemática de optimización general para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.

El sistema informático podrá ser usado por las PYMES que confeccionan distintos tipos de prendas: camisas, pantalones, polos, vestidos, sábanas, manteles, etc.

El sistema informático para la planificación de la producción determinará qué y cuánto producir para cumplir con las metas propuestas por las empresas.

Se ha elegido el desarrollo del sistema informático para el planeamiento de la producción por ser el área de la producción donde se genera el mayor costo del producto.

En este proyecto de investigación se usarán las técnicas de los métodos cuantitativos tales como programación lineal, programación no lineal y programación por objetivos.

La información necesaria se obtendrá mediante la técnica de información real.

Se utilizará la herramienta Solver de Excel porque siendo uno de los módulos del software Microsoft Office es de uso general y de fácil manejo.

El sistema informático desarrollado en este proyecto de investigación será implementado en dos PYMES del sector de confecciones para sistematizar su área de producción.

## **ABSTRACT**

Nowadays small and micro garment enterprises decide their production levels in an empirical way, based on the expertise of their owners or production's managers.

The general objective of this research project is to develop a computer system based on a general optimization model for production planning in small and micro enterprises of articles of clothing.

The computer system can be used by small enterprises that produce different kinds of clothes, such as shirts, trousers, t-shirts, dresses, sheets, tablecloths, etc.

The computer system for production planning will determine what and how much to produce to achieve the targets set by the company.

We have selected the computer system for production planning because the production area is the one that generate the largest cost of the product.

In this research project we will use techniques of quantitative methods: linear programming, non-linear programming and goal programming.

The necessary information will be get through the real information technique

Excel Solver will be used as it is one of the modules offered and is included in Microsoft Office software. This software utility is well known and easy to use.

This research project is going to be developed in two small enterprises of this sector. Thus, these companies will increase their profit taking advantage of a systematized production area and managing it in formal way.

## INTRODUCCIÓN

Una empresa es una organización dedicada a desarrollar actividades con fines económicos o comerciales, satisfaciendo las necesidades de bienes y/o servicios del mercado.

De acuerdo a la Legislación peruana<sup>1</sup>, las empresas se clasifican atendiendo a diversos criterios; entre ellos, los más comunes son: la actividad económica a la que se orienta, su dimensión, el sector geográfico en que desarrolla la actividad, el origen del capital y la estructura jurídica, entre otras.

De acuerdo a su dimensión, una empresa se clasifica en:

- 1) Microempresa: Si tiene menos de 10 trabajadores formales.
- 2) Pequeña empresa: Si tiene más de 10 trabajadores formales pero menos de 100.
- 3) Mediana empresa: Si tiene más de 100 trabajadores formales pero menos de 250.
- 4) Gran empresa: Si tiene más de 250 trabajadores formales.

Asimismo se tiene una clasificación especial denominada PYMES (Pequeñas y Micro Empresas) que reúne dos criterios:

- 1.- La cantidad de trabajadores formales:

---

<sup>1</sup> El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a través de la Dirección Nacional de Cuentas Nacionales, cumpliendo con los objetivos y atribuciones conferidas por el Decreto Legislativo N° 604, pone a disposición de las entidades públicas, privadas y usuarios en general el documento Clasificación Nacional de Actividades Económicas del Perú (ClnAE-Perú).

Microempresas: Si tienen como máximo 10 trabajadores

Pequeñas Empresas: Si tienen menos de 100 trabajadores.

2.- El monto de las ventas anuales:

Microempresas: Si las ventas anuales no exceden el equivalente a 150 Unidades Impositivas Tributarias (UIT)<sup>2</sup>.

Pequeñas Empresas: Si las ventas anuales no exceden el equivalente a 1700 UIT.

En este proyecto de investigación se escogió el sector de confecciones por ser uno de los que más se ha desarrollado a pesar de la falta de sistemas de información, en especial de un sistema informático para la planificación de la producción. Además este sector es uno de los que más mano de obra ocupa, siendo una alternativa a la falta de oportunidades laborales que vive el país.

En la actualidad, las prendas de vestir confeccionadas por las PYMES compiten con las prendas de vestir importadas, especialmente las provenientes de China, las cuáles han invadido el mercado interno.

El sistema informático para la planificación de la producción permitirá a las PYMES de confecciones ser más competitivas de manera sostenida en el tiempo, así mismo les permitirá aprovechar e incorporar nuevas oportunidades de negocio.

---

<sup>2</sup> El Ministerio de Economía y Finanzas fijó el 20 de diciembre del año 2012 que para el año 2013 el equivalente de una UIT es 3,700 soles

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1. 1. ANTECEDENTES**

Hace varias décadas, la acumulación de infraestructura (instalaciones, maquinarias y equipos) así como una abundante inversión en activos tangibles fueron el símbolo de la competitividad.

Actualmente, las organizaciones exitosas no sólo se limitan a potenciar activos tangibles sino que se interesan también en los activos intangibles, como el conocimiento y la especialización de sus integrantes, pues con ellos obtienen importantes ventajas diferenciales que garantizan la competitividad y el éxito empresarial.

Afortunadamente, gracias a la globalización, el acceso al conocimiento ya no es tan complicado como en el pasado. Así, las grandes, medianas, pequeñas y micro empresas tienen las mismas oportunidades de acceso al conocimiento; sólo su desinterés ó la incapacidad de sus integrantes puede limitarlos.

Las grandes y medianas empresas han logrado el éxito incorporando en sus procesos algunos sistemas informáticos, que facilitan y optimizan la planificación de la producción, asegurándose así que sus decisiones estén

debidamente sustentadas. Tales sistemas informáticos garantizan un alto nivel de eficiencia por que están basados en modelos matemáticos de optimización que se ven permanentemente mejorados gracias a las facilidades de la globalización.

Lamentablemente las PYMES, por la misma naturaleza de su origen, muchas veces no cuentan entre su personal con un especialista que oriente la planificación de la producción hacia la obtención de una herramienta informática, por lo que se limitan a la experiencia y el conocimiento empírico de alguno de sus gestores.

Considerando que por falta de conocimiento, por limitaciones financieras ó de gestión, las PYMES no se benefician de las facilidades y ventajas que brindan las tecnologías de la información, en este proyecto de investigación se propone un sistema informático orientado a apoyar y beneficiar a las PYMES en la planificación de la producción.

El aporte del presente proyecto de investigación está básicamente orientado a las PYMES del sector de confecciones, considerando que, pese a todas las deficiencias o falta de apoyo para su crecimiento, es uno de los sectores que más ha crecido en los últimos años y es el que más mano de obra no calificada ocupa.

## **1.2. DIAGNOSTICO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

En el Perú existe un importante sector productivo formado por pequeñas y micro empresas (PYMES) de confecciones que en los últimos años han mostrado abundante circulación de dinero, lo que evidencia el desarrollo de su producción.



Las PYMES de confecciones han crecido principalmente en un ambiente de informalidad<sup>1</sup>, superando toda expectativa y convirtiéndose en motores de un gran dinamismo comercial que no ha sido paralelamente orientado por un desarrollo estratégico empresarial.

Las PYMES son dirigidas empíricamente por pequeños empresarios que desarrollan sus habilidades basados en su experiencia y en el conocimiento práctico que aprendieron, en la mayoría de casos, observando de sus padres, guías o maestros.

En general, las PYMES tienen una baja utilización de los recursos que ofrecen las Tecnologías de Información y Comunicación para la mejora de la productividad. Por otra parte, para las PYMES representa un alto costo la incorporación de este tipo de sistema informático, así como invertir en la capacitación de su personal para que lo utilice.

Para mejorar los tiempos de respuesta y disminuir los costos asociados a una incorrecta asignación de recursos (máquinas, operarios, stock ocioso de materia prima, etc), es necesario un Sistema de Planeamiento de la Producción; sobre todo resulta una herramienta muy útil para PYMES que realizan el planeamiento de la producción en forma manual o con escaso soporte informático.

La experiencia en el análisis de diversas empresas demuestra la necesidad de disponer de sistemas flexibles de Planeamiento de la Producción, que se puedan parametrizar en función de las características de cada tipo de planta.

---

<sup>1</sup> "The Perú Report", Nemesio Espinoza H., Juan Infante, ex Presidente de la Coordinadora de empresarios de Gamarra y ex Director de Prompyme, publicado el 14/10/10 en el Diario El Comercio.

#### FORMALIDAD E INFORMALIDAD DEL SECTOR TEXTIL 2008 A NIVEL PAÍS

Sector	Formalidad	%	Informalidad	%	Total PYMES	%
Textil	7,741	4.18	177,863	95.82	185,604	100
Prendas de vestir	16,439	15.36	90,561	98.64	107,000	100
<b>TOTAL</b>	<b>24,180</b>	<b>8.26</b>	<b>268,424</b>	<b>91.64</b>	<b>292,604</b>	<b>100</b>

### 1.3. DEFINICION DEL PROBLEMA

Las empresas se clasifican en grande, mediana, pequeña ò micro empresa por el número de trabajadores, por el nivel de ventas y otros factores.

En el Perú existe una clase denominada PYMES (pequeñas y micro empresas), estas en el Perú, generan el 80% del empleo<sup>2</sup> (sea formal o informal). Por Decreto Legislativo 1086 del año 2008, Ley de Promoción de la Competitividad, Formalización y Desarrollo de la micro y pequeña empresa y del acceso al empleo decente, se modifica las características de las PYMES, según el cual una pyme debe reunir dos criterios, uno es la cantidad de empleados y el otro el monto de las ventas anuales equivalentes a Unidades Impositivas Tributarias (UIT):

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Equivalente a ventas máximas anuales en UIT</b>
Microempresa	1 – 10	Hasta 150
Pequeña empresa	1 – 100	Hasta 1700

Tabla No. 1: Características de las PYMES.

En estas PYMES del sector confecciones existe el problema común que consiste en determinar, entre varios modelos de prendas, qué y cuánto producir a fin de cumplir con las metas propuestas por la empresa: obtener la máxima ganancia y no sobrepasar el tiempo esperado de producción a fin de satisfacer la demanda del mercado.

En la actualidad, generalmente los dueños de las PYMES o empleados de confianza determinan qué y cuánto producir, basándose únicamente en su experiencia y sentido común, sin aprovechar los métodos de optimización que se aplican en un sistema de planeamiento de la producción, el cuál es desarrollado en base al conocimiento del sector de confecciones.

<sup>2</sup> PROMPYME. "La situación de la Micro y Pequeña Empresa en el Perú". Septiembre 2010.

Es de vital importancia una producción variada que responda a la demanda del mercado, cumpla los plazos de entrega, aproveche al máximo sus recursos a fin de lograr una mayor productividad, use al máximo la capacidad de producción (evitando tiempos improductivos), ya que en la actualidad las confecciones de las PYMES deben competir con las prendas de vestir importadas, principalmente las provenientes de China, que en gran variedad de modelos han invadido el mercado interno a bajo precio.

Concretamente, el problema en cuestión puede precisarse y definirse en los siguientes términos:

¿Es posible mejorar la planificación de la producción en las PYMES de confecciones, con un sistema informático basado en un modelo de programación matemática?

#### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

A fin de contestar esta pregunta se hace necesario trazar **objetivos concretos** que conduzcan el esfuerzo de la investigación de manera que se obtenga la respuesta objetiva y completa en cuestión.

##### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar un sistema informático que determine qué producir y cuánto producir en PYMES de confección basado en un modelo de programación matemática para la planificación de la producción.

##### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- **Conocer** el proceso productivo en PYMES de confecciones.

- **Construir** el modelo de programación matemática adecuado para el sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.
- **Desarrollar** el sistema informático que incorpore el modelo de programación matemática para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.

## **1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION**

Conviene establecer en forma hipotética los resultados que se esperan en esta investigación.

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- El Sistema informático basado en un modelo de programación matemática mejorará la planificación de la producción en PYMES de confecciones.

### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Identificando los factores del proceso productivo es posible diseñar el sistema informático para la planificación de la producción.
- El modelo de programación matemático adecuado permitirá mejorar el sistema de planificación de la producción.
- El uso del modelo de programación matemático permitirá desarrollar el sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las variables deben satisfacer los criterios de relevancia, precisión, sensibilidad y especificidad necesarios, conforme a las normas estadísticas.

El número de variables es pequeño de acuerdo con el principio de parsimonia del método científico que establece que la investigación debe ser puntual y con objetivos precisos a fin de evitar la influencia de los errores de medidas y de interpretación, siempre posibles.

### **1.6.1. Variable Independiente**

#### **Sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones:**

Disponibilidad de un recurso necesario para alcanzar los objetivos señalados previamente<sup>3</sup>: Determinar lo que se debe producir y la cantidad a producir en PYMES de confección, basándose en un modelo de programación matemática que optimice la planificación de la producción.

Los Indicadores de la Variable Independiente son:

- **Capacidad de producción:**

La capacidad de producción es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva determinada en un periodo específico de tiempo. En el caso de las PYMES de confecciones, el estudio de tal capacidad es fundamental para el éxito de la gestión empresarial, pues, en función del diseño de las prendas a confeccionar, permite analizar el uso óptimo que se debe dar a cada uno de los recursos de la organización: maquinarias (máquinas de coser, costura plana, remalladora, ojaladoras, botoneras, etc.), personal (costureros, remalladores, cortadores, planchadores, etc.), materia prima (telas) e insumos (hilos, etiquetas, botones, cierres, etc.).

---

<sup>3</sup> Numeral 1.4 "Objetivos de la investigación"

- **Demanda:**

El tipo y la cantidad de prendas de vestir que la sociedad requiere para satisfacer sus necesidades de abrigo y confort, corresponden a la demanda que los confeccionistas deben satisfacer en un período de tiempo específico. La demanda depende de las estaciones y condiciones climatológicas así como la moda.

- **Costos de producción:**

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para confeccionar las prendas de vestir. En las PYMES de confecciones, el costo de producción comprende principalmente el costo de la materia prima (tela), insumos (hilos, etiquetas, bolsas, etc), así como de la mano de obra directa.

### **1.6.2. Variable Dependiente**

#### **Planificación de la Producción en PYMES de confecciones:**

Ofrecer una herramienta para la Toma de Decisiones de la empresa, a través de la implementación de planes de acción para el aprovechamiento óptimo de sus recursos y el cumplimiento del plazo de entrega de la prendas.

El Indicador de la Variable Dependiente es:

- **Productividad:**

Es la relación entre la cantidad de prendas obtenidas por el sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También la podemos definir como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos. La productividad es definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

## 1.7. DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Es necesario formalizar tanto las variables como todos los indicadores en términos de definiciones operacionales, de escala y método es decir en términos de operaciones medibles como se hace en el cuadro siguiente:

### Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Indicador	Descripción	Escala
Sistema Informático para la planificación de la Producción en PYMES de confecciones.	Capacidad de producción	Unidades producidas por unidad de tiempo. (prendas/mes)	Numérica
	Demanda	Unidades demandadas por unidad de tiempo. (prendas/mes)	Numérica
	Costo de Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horas-hombre/unidad</li> <li>• Horas-Maquina/unidad</li> <li>• Metros tela/unidad</li> </ul>	Numérica

Tabla No. 2: Operacionalización de la Variable Independiente

### Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Indicador	Descripción	Escala
Planificación de la Producción en PYMES de confecciones.	Productividad	Productividad = $Q/R$  Q= Unidades producidas por unidad de tiempo  R= Recursos utilizados por unidad de tiempo	Numérica

Tabla No. 3: Operacionalización de la Variable Dependiente

## **1.8. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

Un proyecto de investigación como este representa un esfuerzo en términos de tiempo, dinero y dedicación profesional. Razón por lo que necesita ser justificado cuidadosamente.

Para esto se tuvo que delimitar el problema a un aspecto específico y muy puntual compatible con el nivel profesional del autor y a los recursos que dispone para realizar una investigación importante, con aporte definido para la sociedad.

Los resultados obtenidos confirman el acierto de construir el modelo de programación matemática adecuado para el sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.

### **1.8.1. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION**

Desde el punto de vista empresarial, este proyecto de investigación dará como resultado una herramienta para la toma de decisiones en PYMES de confecciones, que permitirá mejorar su productividad, el servicio y la satisfacción de sus clientes lo cual es necesario para ser competitiva en un mundo globalizado.

Asimismo la herramienta permitirá el desarrollo de nuevos productos y servicios, lo que permitirá tener ventaja competitiva.

Esta herramienta será el cimiento que permitirá tener la oportunidad de crecimiento y consolidarse como grandes empresas en el futuro.

Con la herramienta se podrá identificar las fortalezas y debilidades del área de producción, para potenciar las fortalezas y corregir las debilidades, así como también identificar donde se generan las pérdidas y desperdicios de los recursos productivos.



Desde el punto de vista social este proyecto de investigación contribuye significativamente al ordenamiento del sector de confecciones tan importante en la economía del país, generando puestos formales de trabajo.

### **1.8.2. DELIMITACION**

En este proyecto de investigación no se pretende optimizar todas las áreas organizacionales de las PYMES de confecciones, sólo se pretende optimizar el área de producción, que es el área donde se genera el mayor costo de los bienes producidos. Además, de todas las áreas que forman la cadena de suministros, desde el abastecimiento hasta la distribución de los bienes terminados, la producción es una área que no depende directamente de factores externos para mejorarla.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

Las razones principales para escoger este tema, relacionado con las PYMES de confecciones son las siguientes:

- Sólo las grandes y medianas empresas de confecciones tienen un sistema para la planificación de la producción, pero las PYMES no lo tienen. Además, si una pequeña empresa quisiera trabajar con un sistema de información, este no se adecua a sus necesidades, pues precisamente por ser pequeñas empresas requieren de información dinámica y actualizada.
- Para determinar qué y cuánto producir, generalmente los dueños de las empresas o sus empleados de confianza usan su experiencia y sentido común, porque es lo único con lo que cuentan.
- Es de vital importancia una producción variada que responda a la demanda del mercado, a un bajo costo, que cumpla los plazos de entrega y aproveche los recursos para alcanzar la máxima productividad.

- La Investigación de Operaciones <sup>4</sup> es un procedimiento científico para tomar decisiones sobre las operaciones de sistemas organizacionales (ejemplo: una empresa), es decir, la Investigación de Operaciones presupone el empleo de modelos y métodos cuantitativos para la toma de decisiones, entre los que se encuentra la Programación Lineal. Programación No lineal y Programación por metas ò por objetivos. En la actualidad son herramientas que ha permitido ahorrar miles o millones de dólares a muchas compañías y negocios, incluyendo industrias medianas en distintos países del mundo.

Expresado brevemente, el tipo más común de aplicación abarca el problema general de asignar recursos limitados entre actividades competitivas de la mejor manera posible (es decir, en forma óptima). Este problema de asignación puede surgir cuando debe elegirse el nivel de ciertas actividades que compiten por recursos escasos para realizarlas.

En este caso, la palabra programación no se refiere a programación en computadoras; en esencia es un sinónimo de *planeación*. Así, la Programación Lineal, Programación No lineal, y Programación por metas ò por objetivos, trata la *planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo, esto es, el resultado que mejor alcance la meta especificada (según el modelo) entre todas las opciones de solución*.

- Los dueños de las PYMES generalmente no han sido involucrados en el desarrollo y uso de los modelos matemáticos de optimización, excepto tal vez a través de las encuestas para proveer información.
- Es necesario contar con un sistema informático que permita planificar y optimizar la producción de las PYMES de confecciones,

---

<sup>4</sup> Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004). *Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos*. Australia: Thomson.

considerando la gran variedad de modelos de prendas que deben producir.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

La investigación operativa es una moderna disciplina científica <sup>5</sup>que se caracteriza por la aplicación de teoría, métodos y técnicas especiales, para buscar la solución de problemas de administración, organización y control que se producen en los diversos sistemas que existen en la naturaleza y los creados por el ser humano, tales como las organizaciones a las que identifica como sistemas organizados, sistemas físicos, económicos, ecológicos, educacionales, de servicio social, etc. El objetivo más importante de la aplicación de la investigación operativa es apoyar en la “toma óptima de decisiones” en los sistemas y en la planificación de sus actividades.

El enfoque fundamental de la investigación operativa es el enfoque de sistemas, por el cual, a diferencia del enfoque tradicional, se estudia el comportamiento de todo un conjunto de partes o sub-sistemas que interaccionan entre sí, se identifica el problema y se analizan sus repercusiones, buscando soluciones integrales que beneficien al sistema como un todo.

Para hallar la solución, la investigación operativa generalmente representa el problema como un modelo matemático, que es analizado y evaluado previamente. La investigación de operaciones es una ciencia interdisciplinaria.

---

<sup>5</sup> Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México, D. F.: McGraw-Hill.

## **FASES DE UN PROYECTO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES<sup>6</sup>:**

- Estudio de la organización.
- Interpretación de la organización como un sistema.
- Formulación de los problemas de la organización.
- Construcción del modelo.
- Derivación de soluciones del modelo.
- Prueba del modelo y sus soluciones.
- Diseño de controles asociados a las soluciones.
- Implementación de las soluciones a sus resultados.

No existen reglas fijas en la ejecución de estas fases, pero detallamos una guía general que puede ser utilizada.

---

<sup>6</sup> Taha, H. A., & González, P. V. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson/Educación.

**Guía general que puede ser utilizada, para resolver un modelo matemático de optimización<sup>7</sup>.**

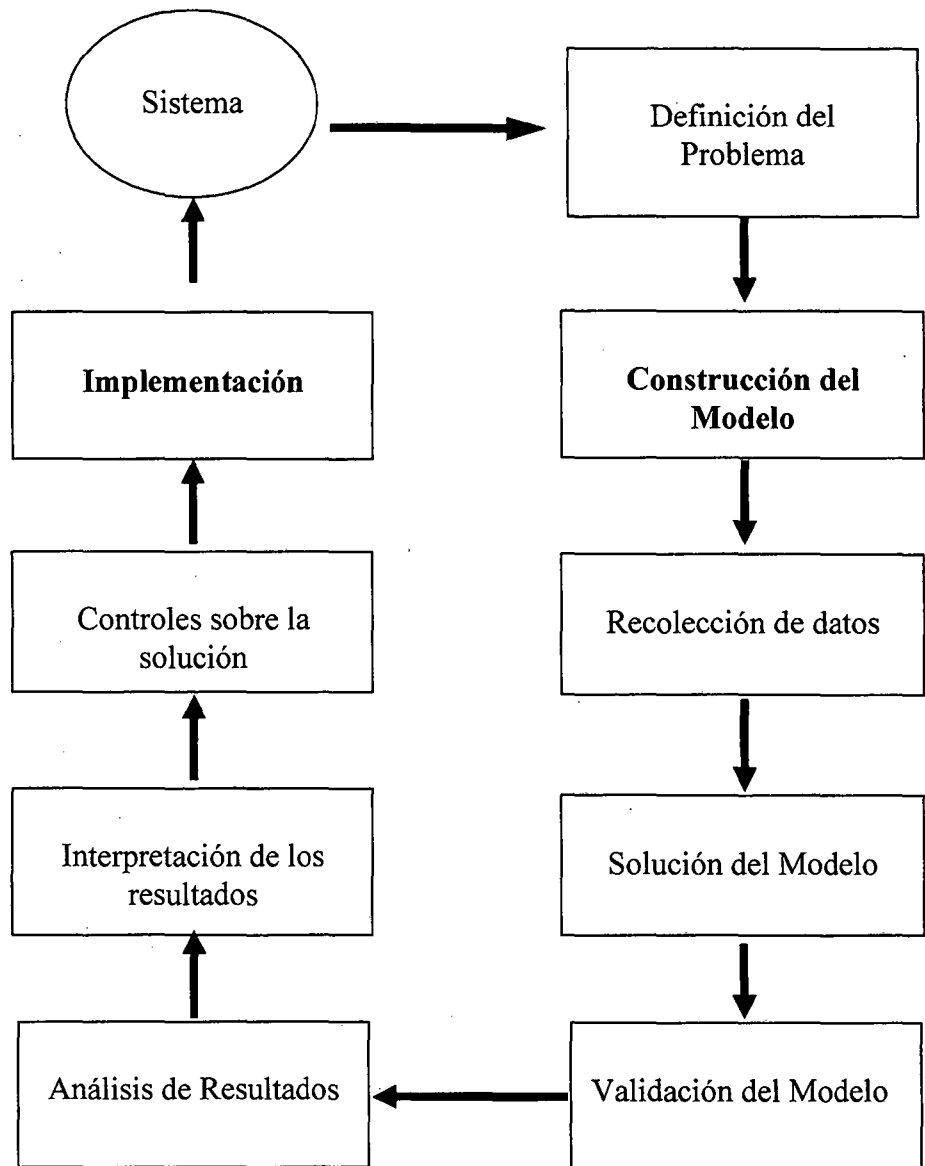


Figura No. 1: Guía general que puede ser utilizada, para resolver un modelo matemático de optimización.

<sup>7</sup> Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México, D. F: McGraw-Hill.

## **Definición o formulación del problema**

La primera fase del estudio requiere una definición del problema. Desde el punto de vista de investigación de operaciones se deben considerar tres aspectos principales:

- Una descripción de la meta o el objetivo del estudio
- Una identificación de las alternativas de decisión del sistema.
- Un conocimiento de las limitaciones, restricciones y requisitos del sistema.

Una descripción del objetivo del estudio debe reflejar una representación aproximada del interés total del sistema. Una falla común en este aspecto es identificar algunas metas que se refieren solamente a una porción del sistema total. Bajo tales condiciones, lo que se considera mejor para esta porción del sistema, puede realmente ser dañino para la operación entera. En forma semejante, un estudio que no toma en cuenta todas las alternativas y limitaciones de decisión del sistema es probable que proporcione una solución no aproximada.

## **Construcción del Modelo**

La segunda fase del estudio corresponde a la construcción del modelo. Dependiendo de la definición del problema, entonces se deberá decidir sobre el modelo más adecuado para representar el sistema. Tal modelo deberá especificar expresiones cuantitativas para el objetivo y las restricciones del problema en función de sus variables de decisión. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos comunes (por ejemplo programación lineal, programación no lineal, programación por metas) puede obtenerse una solución conveniente mediante técnicas matemáticas.

Si las relaciones matemáticas del modelo son demasiado complejas para permitir soluciones analíticas puede ser más apropiado un modelo de simulación. Algunos casos pueden requerir el uso de una combinación de modelos matemáticos, heurísticos y de simulación. Esto por supuesto, depende mucho de la naturaleza y complejidad del sistema en investigación.

### **Solución del Modelo**

La tercera fase del estudio corresponde a la solución del modelo. En modelos matemáticos, esto se logra usando técnicas de optimización bien definidas y se dice que el modelo proporciona una solución "OPTIMA", si se usan los modelos de simulación o heurísticos el concepto de optimalidad no está tan bien definido y la solución en estos casos se emplea para obtener evaluaciones aproximadas de las medidas del sistema.

Además de la solución (óptima) del modelo, se debe también asegurar, siempre que sea posible, información adicional sobre el comportamiento de la solución debida a cambios en los parámetros del sistema. Usualmente esto se conoce como "análisis de sensibilidad". Tal análisis es especialmente necesario cuando los parámetros del sistema no pueden estimarse aproximadamente. En este caso es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en los entornos de estas estimaciones.

### **Validación del Modelo**

La cuarta fase busca la validación del modelo. Un modelo es válido si, independiente de sus inexactitudes al representar el sistema, puede dar una predicción confiable del funcionamiento del sistema. El problema aquí es que no existe la seguridad de que el funcionamiento futuro del sistema continuara suplicando su historia. También, ya que el modelo está basado en el examen cuidadoso de datos anteriores, esta comparación deberá siempre revelar resultados favorables. En algunos ejemplos este problema debe resolverse utilizando datos de corridas de ensayo del sistema.



Debe notarse que tal método de validación no es apropiado para sistemas que no existen, ya que no habrá datos disponibles para comparación. En algunos casos, si el sistema original se investiga por un modelo matemático, puede ser factible construir un modelo de simulación del cual se obtienen los datos para llevar a cabo la comparación indicada.

### **Implementación de los resultados finales**

La fase final del estudio trata sobre la implantación de los resultados probados del modelo. La tarea de aplicar estos resultados recae principalmente en los investigadores de operaciones. Esto básicamente implicaría la traducción de estos resultados en instrucciones de operación detallada, emitidas en una forma comprensible a los individuos que administrarán y operarán el sistema después. La interacción del equipo de investigación de operaciones y el personal de operación llegara a su máximo en esta fase. La comunicación entre los dos grupos puede mejorarse buscando la participación del personal de operación al desarrollar el plan de implantación. En efecto esta participación deberá hacerse a través de todas las fases del estudio. En esta forma ninguna consideración práctica, que de otra manera puede llevar al fracaso del sistema, se dejara de analizar.

### **2.2.1. CLASIFICACION DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS**

Los modelos matemáticos pueden ser clasificados como:

#### **Cualitativos - Cuantitativos.**

##### Cualitativos

Son aquellos que estudian los problemas de acuerdo a sus cualidades, propiedades o características. La maqueta de una obra arquitectónica, es ejemplo de modelo cualitativo.

### Cuantitativos

Se refiere a la construcción de un modelo matemático representado por cantidades, en función a las variables y constantes del mismo.

El CPM (Método del Camino Crítico), el PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programas), son algunos de los modelos matemáticos que están dentro de este rubro.

### **Estándar - Hecho a la Medida**

#### Estándar

Son aquellos que son utilizados en forma repetitiva, aplicando el mismo procedimiento y se generarán resultados que no cambian en esencia; pero sí numéricamente. Para calcular el área de cualquier triángulo, se utiliza la fórmula:

$$A = \frac{b \cdot h}{2}$$

#### Modelo hecho a la medida

Es aplicable estrictamente para resolver un problema específico, en consecuencia, si se presentan otras variantes al mismo, quedará obsoleto.

### **Probabilístico - Determinístico**

#### Probabilístico o estocásticos

La característica del modelo estocástico es que al menos una variable no controlable es incierta y está sujeta a variación.

Para modelos de Planeación de la Producción, la demanda futura puede estar dentro de un rango de valores, o sea, que la demanda puede variar, el modelo es un modelo probabilístico o estocástico.

### Determinísticos

Son modelos donde se tiene total certeza de lo que sucederá, la variable no controlable en este modelo se conocen y éstas no pueden tener variaciones. Ilustrando esto, tenemos que, la tasa del Impuesto sobre la Renta (ISR), es una tasa fija y conocida, un modelo matemático que contenga esta tasa, como única variable no controlable, resultaría ser un modelo determinístico.

### **Descriptivos - De Optimización**

#### Descriptivos

Como su nombre lo indica, este tipo de modelo describe los elementos del problema. Contribuye con la información vital requerida que ayudará en la toma de decisiones. Un mapa de división política, es un modelo descriptivo.

#### De optimización

Comúnmente iterativos por naturaleza, o sea, que existen repeticiones análogas. La respuesta final llega a pasos y cada nueva iteración se acerca a la solución del nivel óptimo. La programación Lineal, busca optimizar sus soluciones.

### **Heurísticos**

En esencia, emplean reglas intuitivas que servirán como guía para explorar las trayectorias más probables para llegar a una conclusión. El Modelo de Inventario de Silver & Mille, se ajusta a este tipo de modelo.

### **Estático - Dinámico**

#### Estático

Determinan una respuesta para una serie especial de condiciones fijas que probablemente no cambiarán significativamente a corto plazo.

El Modelo de Inventarios de Producción y consumo, es un ejemplo de modelo matemático estático.

### Dinámico

Está sujeto al factor tiempo, ya que desempeña un papel esencial en la secuencia de decisiones. Sin importar cuales hayan sido el resultado de la decisión anterior, el modelo matemático nos permite encontrar la decisiones óptimas para los períodos que queden todavía en el futuro.

Modelos de Asignación de Presupuestos a diversos proyectos en forma secuencial, es un ejemplo de modelo matemático dinámico.

### **Simulación - No Simulación**

#### Simulación

Son aquellos que hacen réplica del comportamiento y modelan la operación del sistema. Pueden manejarse sistemas bastante complejos que difícilmente se lograrían de manera manual, haciendo uso de números aleatorios, los resultados obtenidos generalmente son imprecisos.

En un proceso de colas, la llegada de clientes y servicio, pueden ser generados por números aleatorios según sus distribuciones de probabilidad respectivas. Esto ejemplifica un modelo de simulación.

#### No simulación

Estadísticamente hablando, no realiza experimentos sobre los datos de una muestra más que sobre el universo entero.

Debe mencionarse que todos los modelos son de simulación, se ejecutan de esta manera, de lo contrario, arrojaría costos muy elevados.

En la Investigación de Operaciones los modelos son casi siempre matemáticos ya que son representaciones de la realidad expresadas en ecuaciones, de estructura fundamental muy sencilla:

$$U = F(x_i, y_j)$$

Donde:

U: utilidad o valor de la ejecución del sistema

F: es la función o la relación entre las variables

$x_i$ : Variables independientes, que afectan a U

$y_j$ : Variables dependientes.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos de elementos:

1) **Variables y parámetros de decisión:** Las variables son las incógnitas o decisiones que deben determinarse según se vaya resolviendo el problema.

Los parámetros pueden ser determinísticos o probabilísticos y son los valores conocidos que se relacionan con las variables, restricciones y la función objetivo.

2) **Restricciones o limitantes:** Son aquellas limitaciones que se deben tomar en cuenta, como las tecnológicas, económicas y otras del sistema que van a restringir a las variables de decisión en un rango de valores que resulte factible.

3) **Función objetivo:** Es una expresión matemática que describe el objetivo que persigue el problema. Así mismo, define la medida de efectividad que obtiene el sistema, cuando los valores de las variables de

decisión con sus respectivos parámetros y restricciones, dan como resultado un mejoramiento del sistema.

El éxito del Modelo Matemático dependerá en gran medida de la precisión con la que se hayan expresado la función objetivo y las restricciones a las que está sujeta ésta, en términos de ecuaciones matemáticas.

## **2.2.2. TIPOS DE PLANEAMIENTO DE LA PRODUCCION.**

**2.2.2.1. Planeamiento de la producción empírica:** Se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios, y mano de obra para satisfacer las necesidades de la demanda en forma eficiente. Basándose en la experiencia y sentido común.

### **2.2.2.2. Planeamiento de la producción usando software:**

Del software existente en el mercado, es el Sistema ERP PROWIN (Enterprise Resource Planning) el más usado. Este es un conjunto de aplicaciones de gestión integradas entre sí que comparten la misma base de datos. De esta manera, los distintos procesos de negocios de la empresa están relacionados, consiguiendo con ello aumentar el beneficio de la información y mejorar los vínculos.

**Beneficios de un sistema de gestión ERP:** Es un sistema eficaz de planificación de recursos empresariales para gestionar los productos y servicios ofrecidos al mercado.

Proporciona el control de todas las actividades de la empresa, como son: comercial y ventas, aprovisionamientos, distribución y logística, fabricación y costos, subcontratación, planificación de cargas y máquinas, EDI, calidad, proyectos, cuadros de mando.

Un sistema de gestión ERP tiene como propósito coordinar los negocios de la empresa en su totalidad, desde la evaluación del proveedor hasta la facturación al cliente. Además de ello, los beneficios de un sistema de gestión ERP son:

- Innovación en la gestión empresarial.
- Ayuda a la planificación de la empresa.
- Aumento de la productividad.
- Reinversión del negocio, posicionando al cliente en el centro.
- Autonomía en la gestión.
- Facilita las relaciones comerciales, tanto con clientes como con proveedores.

**Ventajas aportadas por ERP Prowin:** Este moderno software de gestión ERP mecaniza las diferentes áreas de las PYMES. Es una aplicación totalmente personalizable por parte del usuario. Su interfaz de usuario y su sencillez hacen que sea uno del mejor software de gestión ERP del mercado. Las áreas integradas son:

**Módulo Comercial:**

- Gestión avanzada de ofertas.
- Integración con Word y Excel.
- Seguimiento de los clientes.
- Gestión de visitas y módulo de tele marketing.

**Módulo de Ventas:** Las operaciones se pueden iniciar desde las ofertas, los pedidos o directamente desde los albaranes, integrando todo el circuito comercial y de ventas.

- Las facturas integradas directamente a contabilidad.

- Dispone de control de comisiones y representantes.
- Genera etiquetas de portes, etc.

Módulo de Logística: Gestión de almacén con lotes, series y ubicaciones. Multi Almacén con cálculo de necesidades y propuestas de pedidos de compra.

Módulo de Planificación: Integrado con Ms Project enviando datos desde el software gestión ERP o planificando en Ms Project y recuperando desde el software gestión ERP Prowin.

Módulo de Producción:

- Incorpora diferentes modelos de producción como son las rutas y estructuras y los proyectos y fases.
- Formato Estructura en árbol, multinivel.
- Realiza la planificación de necesidades.
- Dispone de captura de datos en planta con pantalla táctil.

Módulo de Calidad:

- Evaluación automática de proveedores.
- Gestión de incidencias de calidad, No conformidades.
- Estadísticas de calidad.
- Informes de retrasos.
- Acciones preventivas y correctoras.

Módulo SAT:

- Fichas de seguimiento.
- Asistencias y reparaciones.
- Contratos de mantenimiento.



### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

En el desarrollo de este proyecto de investigación se usarán la programación lineal, programación no lineal y programación por objetivos. Muchas personas clasifican el desarrollo de la programación lineal entre los avances científicos más importantes de mediados del siglo XX, su impacto desde 1950 ha sido extraordinario. En la actualidad es una herramienta de uso normal que ha ahorrado miles o millones de soles a muchas compañías o negocios, incluyendo empresas medianas en los distintos países industrializados del mundo; su aplicación a otros sectores de la sociedad se está ampliando con rapidez. Una proporción muy grande de los cálculos científicos en computadoras está dedicada al uso de la programación lineal.

La programación lineal, no lineal y por objetivos expresado brevemente, abarca el problema general de asignar recursos limitados entre actividades competitivas de la mejor manera posible (es decir, en forma óptima). Con más precisión, este problema incluye elegir el nivel de ciertas actividades que compiten por recursos escasos necesarios para realizarlas. Después, los niveles de actividad elegidos dictan la cantidad de cada recurso que consumirá cada una de ellas. La variedad de situaciones a las que se puede aplicar esta descripción es sin duda muy grande, y va desde la asignación de instalaciones de producción a los productos, hasta la asignación de los recursos nacionales a las necesidades de un país; desde la selección de una cartera de inversiones, hasta la selección de los patrones de envío; desde la planeación agrícola, hasta el diseño de una terapia de radiación, etc. No obstante, el ingrediente común de todas estas situaciones es la necesidad de asignar recursos a las actividades eligiendo los niveles de las mismas. La programación lineal, no lineal y por objetivos; utiliza un modelo matemático para describir el problema. En este caso, las palabra programación no se refiere a programación en computadoras; en esencia es un sinónimo de planeación. Así, la programación lineal, no lineal y por objetivos trata la planeación de las actividades para obtener un resultado óptimo, esto es, el

resultado que mejor alcance la meta especificada (según el modelo matemático) entre todas las alternativas de solución. Aunque la asignación de recursos a las actividades es la aplicación más frecuente, la programación lineal tiene muchas otras posibilidades. De hecho, cualquier problema cuyo modelo matemático se ajuste al formato general del modelo de programación lineal es un problema de programación lineal. Aún más, se dispone de un procedimiento de solución extraordinariamente eficiente llamado método simplex, para resolver estos problemas, incluso los de gran tamaño. Estas son algunas causas del tremendo auge de la programación lineal en las últimas décadas.

### **2.3.1. DEFINICIONES**

**2.3.1.1. PYMES de confecciones:** Las empresas se clasifican en grande, mediana, pequeña o micro empresa por el número de trabajadores, por el nivel de ventas y otros factores.

En el Perú existe una clasificación denominada PYMES, para favorecer con la legislación laboral a las pequeñas y microempresas; estas en el Perú, generan el 80% del empleo (sea formal o informal).<sup>8</sup>Ley de promoción de la competitividad, formalización y desarrollo de la micro y pequeña empresa y del acceso al empleo decente, modifica las características de las PYMES, según el cual una pyme debe reunir dos criterios, uno es la cantidad de empleados y el otro el monto de las ventas anuales equivalentes a Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

#### **2.3.1.2. Características de las PYMES:**

- Empresa de tipo familiar, constituida legalmente como firma unipersonal, sociedad de responsabilidad limitada o compañía anónima.

---

<sup>8</sup> Decreto Legislativo 1086 del año 2008

- En el proceso productivo predomina la actividad manual, pudiendo ser complementada con equipos y herramientas menores.
- Generalmente tiende a no cambiar su sitio de operaciones, tratan de mantener su mercado y tener una estrecha relación con sus clientes.
- Crece principalmente a través de la reinversión de sus utilidades, pues no cuenta con apoyo técnico financiero significativo de instituciones privadas y del gobierno.
- La contabilidad está en manos de contadores externos, quienes se encargan principalmente de los aspectos legales de personal y tributarios.
- Los dueños suelen participar en el proceso productivo y ejercen el control y la dirección general.
- Carece de estructura formal en todas sus áreas.
- Resistencia a delegar, debido a:
  - Temor a perder el control de la empresa.
  - Temor a perder el control de las compras.
  - Quiebras personales

**2.3.1.3. Características de los empresarios<sup>9</sup>:** Se Considera conveniente conocer el perfil de los directivos de las PYMES, porque son ellos quienes deciden su rumbo.

– *Edad:* El 60 % de los empresarios están en un rango de 31 a 50 años de edad y la proporción de empresarios con edades superiores a 70 años e inferiores a 20 años es escasa. En general es una dirigencia madura. La

---

<sup>9</sup> PROMPYME. "La situación de la Micro y Pequeña Empresa en el Perú". Septiembre 2010.

tercera parte de los empresarios tiene entre 41 y 50 años de edad y un 27% entre 31 y 40.

– *Género*: El 78,8% de los empresarios son hombres y el 21,2 % son mujeres. Las mayores participaciones femeninas se encuentran en la industria de alimentos y confecciones.

– *Experiencia total y específica*: La dirigencia de las PYMES es bastante experimentada. Más del 43 % de los empresarios superan los 20 años de experiencia total y más del 20 % se encuentran en el rango de 16 a 20 años. Sólo el 2,1 % tiene menos de 3 años de experiencia total. En sus cargos, experiencia específica, se observa algo similar pues más del 52 % tienen superan los 10 años de experiencia.

– *Educación*: En este campo hay notorios avances que contrasta con los problemas de gestión. El 9,9 % de los empresarios han realizado estudios de postgrado, el 51,1 % ha completado sus estudios universitarios y el 11,6 % tiene estudios parciales de educación superior.

– *Capacidades competitivas*: Las capacidades competitivas, están relacionadas con las características de sus dirigentes y con la forma como conducen sus empresas. Tomando un enfoque sistémico para una firma, podemos dividir a la pyme en seis componentes internos (subsistemas) que están interrelacionados y son interdependientes. Los subsistemas son:

- 1) Innovación y calidad
- 2) Aprendizaje y talento humano
- 3) Financiero
- 4) Dirección y administración
- 5) Mercadeo
- 6) Producción

Bajo este enfoque, las capacidades competitivas de la pyme dependen del comportamiento armónico de los componentes del sistema. Al fallar cualquiera de ellos, la empresa puede colapsar. Las deficiencias en la gestión de los subsistemas empresariales pueden conducir a la pérdida de competitividad y a la desaparición de las empresas.

**2.3.1.4. Planeación de la producción:** La producción por pedido es la base del sistema de producción intermitente. Estas pueden fabricar productos estandarizados durante los períodos de baja demanda y almacenarlos durante algún tiempo, en espera de pedidos. Consecuentemente, en el momento de realizar la planificación global deberán preverse los períodos de baja demanda y las cantidades de productos estándar por almacenar.

Aunque la planificación detallada tiene como finalidad establecer las cantidades que deberán fabricarse por período para cada producto, este procedimiento no es suficiente en el caso de un sistema de producción intermitente, porque cada pedido tiene su propia secuencia de producción, su tiempo de ejecución, su cantidad por producir y sus demoras de entrega. Por tal motivo es necesario una etapa: la referente a la distribución (asignación de los trabajos a máquinas y empleados) y al seguimiento de cada pedido en el transcurso del proceso de fabricación. Esta etapa se conoce como programación de pedidos.

Las principales características de este tipo de sistema de producción son:

- Bajo volumen de producción por producto.
- Gran diversidad de los productos por fabricar.
- Reagrupamiento de máquinas similares por taller.
- Alto grado de especialización de la mano de obra.
- Desigualdad en la distribución de los trabajos entre los diferentes talleres, máquinas o empleados.

- Baja tasa de utilización de ciertas máquinas
- Flexibilidad de la producción.
- Falta frecuente de materias primas.
- Posibilidad de fabricar ciertos productos estándar durante los períodos de baja demanda.

### **2.3.2. SISTEMA INFORMATICO PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PYMES DE CONFECCIONES**

Sistema informático para la Planificación de la Producción en PYMES de confecciones, porque se adecuará a todo tipo de prendas es decir una empresa que confecciona polos, camisas, pantalones, vestidos, manteles, etc.

### **2.3.3. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO**

El proceso de confección es la combinación de varias tareas que permiten obtener de una porción de tela un producto final denominado prenda de vestir, por ejemplo, polos, pantalones, camisas, vestidos, etc.

El proceso productivo que se muestra a continuación corresponde a diversas empresas del sector de las PYMES dedicadas a la confección de prendas de vestir. Estas tareas desarrolladas en el área de producción se han agrupado en Desarrollo del Producto, Corte, Confección, Control de Calidad y Acabado.

El proceso productivo de las PYMES de confecciones consta de los siguientes procesos:

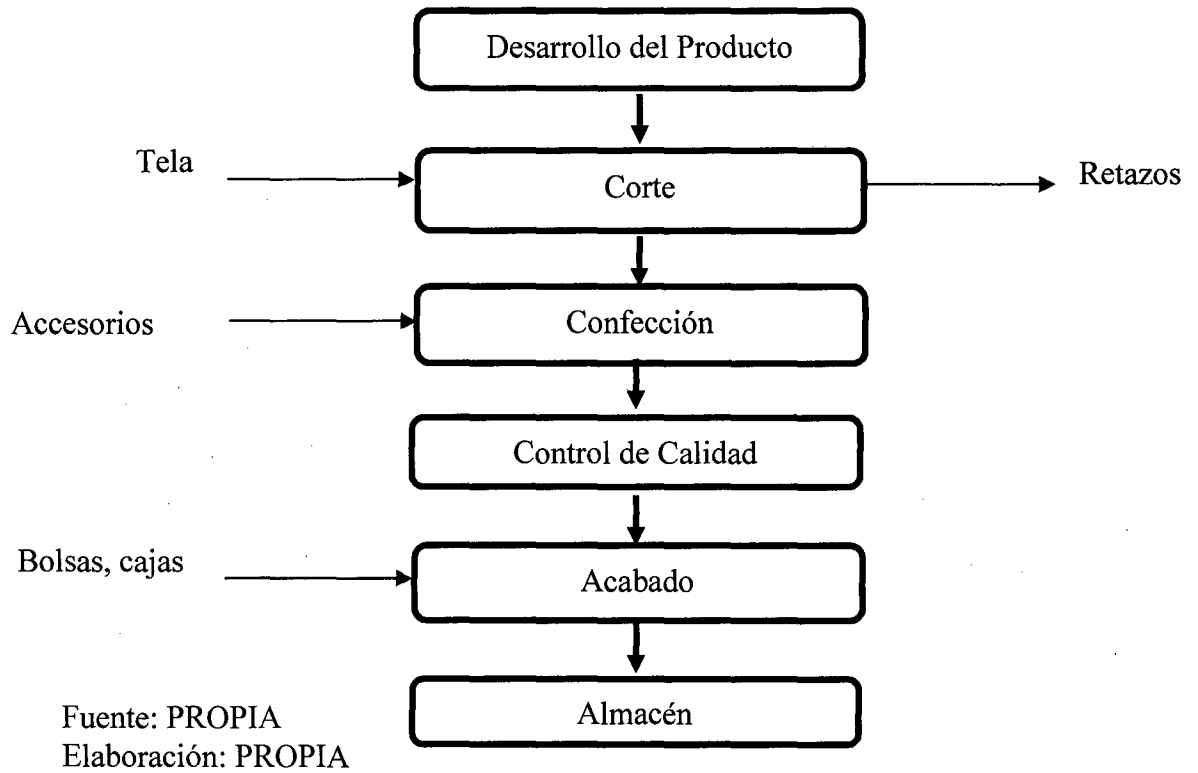


Figura No. 2: El proceso productivo de las PYMES de confecciones consta de los siguientes procesos.

### **Área de Desarrollo del Producto:**

Una diseñadora se encarga del diseño de los nuevos productos de acuerdo a la tendencia de la moda, tomando como referencia la tendencia de la moda en Estados Unidos, pero adaptando a los gustos del mercado y a los materiales y accesorios disponibles en el mercado interno que se pueden adaptar al producto,

Cuando el diseño es aceptado, se desarrollan los moldes de una talla, que si es, para varones es la talla Medium, y si es para mujeres la talla es Small, para confeccionar un prototipo, a este se le realizan los cambios si los

hubieran, y si el prototipo es aceptado, se desarrollan los moldes para todas las tallas, que generalmente son Small, Medium y Large.



Figura No. 3: Área de desarrollo del producto

### **Área de Corte:**

Cuando se genera una orden de producción, los rollos de tela son transportados desde el almacén de materias primas hasta esta sección, donde se desarrollan las operaciones de dibujar, tender la tela, cortar, numerar las piezas, y habilitar.

**Dibujar:** De acuerdo a la orden de producción que indica el modelo, cantidad por talla y colores, se procede al dibujo con los moldes ya desarrollados en cartón que preparó el área del desarrollo del producto. Se dibujan sobre un papel, todas las piezas de la prenda, en forma proporcional a la cantidad indicada en la orden de producción.

**Tender:** El operario coloca el rollo de tela en la máquina de tendido, y realiza esta operación extendiendo y acomodando la tela sobre la mesa de corte, de acuerdo al tamaño del dibujo que se preparó en la sección anterior, formando una pila de paños de tela, de acuerdo a la cantidad solicitada por color.



**Cortar:** El dibujo desarrollado en la operación Dibujar es colocado y asegurado con grapas sobre la pila de paños de tela tendidos sobre la mesa de corte y se inicia el corte de las piezas con la máquina cortadora de mesa.

Para las piezas pequeñas que requieren precisión se procede al corte en la máquina de Cinta.

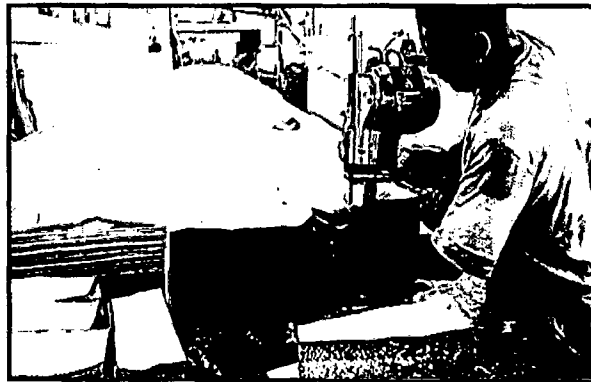


Figura No. 4: Área de Corte.

**Numerar:** Las piezas seccionadas en la operación anterior, tales como delantero, espalda, mangas, cuello, etc., son numeradas a fin de que todas las piezas que corresponden a una prenda tengan el mismo número, y evitar fallas por tono en el color de la tela.

**Habilitar:** La operación de habilitado consiste en formar paquetes de las piezas cortadas, paquetes a los que se les adiciona un ticket, que contiene información del número de la orden de producción, la talla, el color, y la cantidad de piezas que componen un paquete, dispuesto de esta manera, los paquetes son llevados a la sección de Costura, y colocados en anaqueles, para dar inicio a las operaciones propias del área de costura.

### **Área de Costura:**

En esta sección se cose el producto en sí, generalmente está dividida en áreas.

- $a_{ij}$  Son los coeficientes tecnológicos (conocidos)
- $b_i$  Representa los requerimientos mínimos que deben satisfacerse (conocidos).

### 2.3.5. PROGRAMACION NO LINEAL

La suposición más importante de la programación lineal es que la función objetivo y las restricciones son funciones lineales de las variables de decisión. Con frecuencia, esta suposición no se cumple. De esta manera los modelos correspondientes son modelos de programación no lineal.

#### *Optimización con restricciones*

Condiciones de Kuhn-Tucker<sup>10</sup>

Sea  $P: \text{Max (min) } f(x)$   
 s.a.  $g(x) \leq 0,$

Donde  $g(x)$  es un vector cuya  $i$ -ésima componente es  $g_i(x), i = 1, \dots, m$

Las condiciones necesarias de Kuhn-Tucker para que  $x_0$  sea un óptimo, local o global, de  $f$  son: existe un vector  $\lambda$  tal que  $\lambda \geq 0$  ( $\lambda \leq 0$ )

$$\nabla f(x_0) - \lambda \nabla g(x_0) = 0$$

$$\lambda_i g_i(x_0) = 0$$

$$g(x_0) \geq 0$$

$\lambda_i$  son llamados los multiplicadores de Lagrange.

$\nabla g(x)$  es la matriz cuya  $i$ -ésima fila es  $\nabla g_i(x), i = 1, \dots, m$

Teorema: Sea  $R$  el espacio de soluciones del problema  $P$ .

---

<sup>10</sup> Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004). Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos. Australia: Thomson.

Las condiciones necesarias de Kuhn-Tucker son también condiciones suficientes para que  $x^*$  sea un óptimo global de P si además,

P es un problema de maximización,  $f$  es cóncava y R es convexo, ó

P es un problema de minimización,  $f$  es convexa y R es convexo.

### **2.3.6. PROGRAMACION POR OBJETIVOS O PROGRAMACION POR METAS<sup>11</sup>**

Por lo anteriormente expuesto se ha supuesto que los objetivos de la organización que lleva a cabo el estudio de programación lineal ó programación no lineal se pueden integrar en un solo objetivo global, como el de maximizar la ganancia total o minimizar el costo total. Sin embargo, esta suposición no siempre es realista. De hecho, las organizaciones con frecuencia deben cumplir varios objetivos distintos, por ejemplo, mantener utilidades estables, incrementar (o conservar) el porcentaje de mercado, diversificar los productos, mantener precios de venta estables, mejorar la moral de los trabajadores, aumentar el prestigio de la compañía. La programación por objetivos proporciona la posibilidad de alcanzar varios objetivos al mismo tiempo.

La idea básica de la programación por objetivos es establecer una meta numérica específica para cada uno de los objetivos, formular una función objetivo para cada uno de ellos y después buscar una solución que minimice la suma (ponderada) de las desviaciones de estas funciones objetivo de sus metas respectivas.

Existen dos casos que se deben considerar, uno llamado programación por objetivos sin prioridades, es en el que todas las metas tienen básicamente la misma importancia. El otro se conoce como programación por objetivos con

---

<sup>11</sup> Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004). Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos. Australia: Thomson

prioridades y en él existe una jerarquía de niveles de prioridad para las metas, de manera que los objetivos con importancia primaria reciben atención prioritaria, los objetivos secundarios reciben atención de segunda prioridad y así sucesivamente (si existen más de dos niveles de prioridad)

### **2.3.7. HERRAMIENTA SOLVER<sup>12</sup>**

Las planillas de cálculo se han convertido en herramientas obligadas de análisis de datos. Sin embargo, no siempre se aprovechan todas sus potencialidades.

La planilla más difundida en el mercado es Excel, que viene incluida en el paquete Office de Microsoft.

Solver es una herramienta para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos.

Con Solver, se puede buscar el valor óptimo para una celda, denominada celda objetivo, en donde se escribe la fórmula de la función objetivo  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Solver cambia los valores de un grupo de celdas, denominadas celdas cambiantes, y que estén relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo. En estas celdas se encuentran los valores de las variables controlables  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Puede agregar restricciones a Solver, escribiendo una fórmula  $g_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$  en una celda, y especificando que la celda deberá ser mayor o igual, igual, o menor o igual que otra celda que contiene la constante  $c_j$ .

---

<sup>12</sup> Manual del Microsoft Office.

También puede especificar que los valores sean enteros, para evitar dar resultados absurdos de algunos problemas, tales como que se necesitan 3,5 empleados.

Solver ajustará los valores de las celdas cambiantes, para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo.

Microsoft Excel Solver utiliza diversos métodos de solución, dependiendo de las opciones que seleccione.

- Para los problemas de Programación Lineal utiliza el método Simplex.
- Para problemas lineales enteros utiliza el método de ramificación y límite, implantado por John Watson y Dan Fylstra de Frontline Systems, Inc.
- Para problemas no lineales utiliza el código de optimización no lineal (GRG2) desarrollado por la Universidad Leon Lasdon de Austin (Texas) y la Universidad Allan Waren (Cleveland).

El informe de respuestas de Excel no sólo brinda la solución óptima de un Programa Lineal, sino también los Precios Duales correspondientes a cada restricción y el Análisis de Sensibilidad de los coeficientes de la función objetivo y de las constantes del lado derecho de cada restricción. Esta información ha demostrado ser muy útil en el análisis de diversos problemas.

Pueden controlarse las características avanzadas del proceso de solución, cargarse o guardarse definiciones de problemas y definirse parámetros para los problemas lineales y no lineales. Cada opción tiene una configuración predeterminada adecuada a la mayoría de los problemas.

Tiempo máximo: Limita el tiempo que tarda el proceso de solución. Puede introducirse un valor de hasta 32.367, pero el valor predeterminado 100 (segundos) es adecuado para la mayor parte de los problemas.

**Iteraciones:** Limita el tiempo que tarda el proceso de solución, limitando el número de cálculos provisionales. Aunque puede introducirse un valor de hasta 32 767, el valor predeterminado 100 es adecuado para la mayor parte de los problemas pequeños.

**Precisión:** Controla la precisión de las soluciones utilizando el número que se introduce para averiguar si el valor de una restricción cumple un objetivo o satisface un límite inferior o superior. Debe indicarse la precisión mediante una fracción entre 0 (cero) y 1. Cuantos más decimales tenga el número que se introduzca, mayor será la precisión; por ejemplo, 0,0001 indica una precisión mayor que 0,01. Cuanto mayor sea la precisión, más tiempo se tardará en encontrar una solución.

**Tolerancia:** El porcentaje mediante el cual la celda objetivo de una solución satisface las restricciones externas puede diferir del valor óptimo verdadero y todavía considerarse aceptable. Esta opción sólo se aplica a los problemas que tengan restricciones enteras. Una tolerancia mayor tiende a acelerar el proceso de solución.

**Convergencia:** Si el valor del cambio relativo en la celda objetivo es menor que el número introducido en el cuadro Convergencia para las últimas cinco iteraciones, Solver se detendrá. La convergencia se aplica únicamente a los problemas no lineales y debe indicarse mediante una fracción entre 0 (cero) y 1 (uno). Cuantos más decimales tenga el número que se introduzca, menor será la convergencia; por ejemplo, 0,0001 indica un cambio relativo menor que 0,01. Cuanto menor sea el valor de convergencia, más tiempo se tardará en encontrar una solución.

**Adoptar modelo lineal:** Selecciónelo cuando todas las relaciones en el modelo sean lineales y desee resolver un problema de optimización o una aproximación lineal a un problema no lineal.

**Mostrar resultado de iteraciones:** Selecciónelo para que Solver muestre temporalmente los resultados de cada iteración. Esta opción es válida sólo en modelos no lineales.

**Usar escala automática:** Selecciónelo para utilizar la escala automática cuando haya grandes diferencias de magnitud entre las entradas y los resultados; por ejemplo, cuando se maximiza el porcentaje de beneficios basándose en una inversión de medio millón de dólares.

**Adoptar no-negativo:** Hace que Solver suponga un límite de 0 (cero) para todas las celdas ajustables en las que no se haya definido un límite inferior en el cuadro Restricción del cuadro de diálogo Agregar restricción.

**Cargar modelo:** Muestra el cuadro de diálogo Cargar modelo, donde puede especificarse la referencia del modelo que desee cargar.

**Guardar modelo:** Muestra el cuadro de diálogo Guardar modelo, donde puede especificar la ubicación en que desee guardar el modelo. Úselo únicamente cuando desee guardar más de un modelo con una hoja de cálculo; el primer modelo se guardará de forma automática.

#### Opciones para Modelos No Lineales

**Estimación:** Especifica el enfoque que se utiliza para obtener las estimaciones iniciales de las variables básicas en cada una de las búsquedas dimensionales.

**Lineal:** Utiliza la extrapolación lineal de un vector tangente.

**Cuadrática:** Utiliza la extrapolación cuadrática, que puede mejorar en gran medida los resultados de problemas no lineales.

**Derivadas:** Especifica la diferencia que se utiliza para estimar las derivadas parciales del objetivo y las funciones de la restricción.

Progresivas: Se utilizan para la mayor parte de los problemas, en que los valores de restricción cambien relativamente poco.

Centrales: Se utiliza en los problemas en que las restricciones cambian rápidamente, especialmente cerca de los límites. Aunque esta opción necesita más cálculos, puede ser útil cuando Solver devuelve un mensaje diciendo que no puede mejorarse la solución.

Buscar: Especifica el algoritmo que se utiliza en cada iteración para determinar la dirección en que se hace la búsqueda.

Newton: Utiliza un método cuasi Newton que normalmente necesita más memoria pero menos iteraciones que el método de gradiente conjugado.

Gradiente Conjugado: Necesita menos memoria que el método Newton, pero normalmente necesita más iteraciones para alcanzar un determinado nivel de precisión. Use esta opción cuando se trate de un problema grande o cuando al hacer un recorrido a través de iteraciones se descubra un progreso lento.

### **2.3.8. LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO UML<sup>13</sup>**

El UML (Lenguaje Unificado de Modelado) es una de las herramientas del desarrollo de sistemas. Permite a los creadores de sistemas generar diseños que capturen sus ideas en una forma convencional y fácil de comprender para comunicarlas a otras personas.

En este contexto, un sistema es considerado como una combinación de software y hardware que da una solución a un problema de negocios. El desarrollo de sistemas es la creación de un programa para un cliente, este último es quien tiene el problema que debe ser resuelto. Un analista es el que documenta el problema del cliente y lo comunica a los desarrolladores,

---

9 Joseph Schumler (2001). *Aprendiendo Uml En 24 Horas*. Pearson Educación



que son los programadores que generarán el programa que resolverá el problema y lo distribuirán en equipos de computación.

El UML es la creación de Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson. Estos caballeros, apodados recientemente “Los tres amigos”, trabajaban en empresas distintas durante la década de los años ochenta y principios de los noventa y cada uno diseñó su propia metodología para el análisis y diseño orientado a objetos. Sus metodologías predominaron sobre las de sus competidores. A mediados de los años noventa empezaron a intercambiar ideas entre sí y decidieron desarrollar su trabajo en conjunto.

El UML está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas. La finalidad de los diagramas es presentar diversas perspectivas de un sistema, a las cuales se les conoce como *modelo*. El modelo UML describe lo que supuestamente hará un sistema, pero no dice cómo implementar dicho sistema.

Los diagramas más comunes de UML son:

- Diagrama de clases
- Diagrama de objetos
- Diagrama de casos de uso
- Diagrama de estados
- Diagrama de secuencias
- Diagrama de Actividades
- Diagramas de distribución

### **2.3.8.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO**

El caso de uso es un poderoso concepto que ayuda a un analista a comprender la forma en que un sistema deberá comportarse. Le ayuda a obtener los requerimientos desde el punto de vista del usuario. Es un hecho que los usuarios con frecuencia saben más de lo que dicen: el caso de uso ayuda a romper el hielo.

Los diagramas de casos de uso son a menudo confundidos con los casos de uso. Mientras los dos conceptos están relacionados, los casos de uso son mucho más detallados que los diagramas de casos de uso.

La descripción escrita del comportamiento del sistema al afrontar una tarea de negocio o un requisito de negocio. Esta descripción se enfoca en el valor suministrado por el sistema a entidades externas tales como usuarios humanos u otros sistemas.

La posición o contexto del caso de uso entre otros casos de uso. Dado que es un mecanismo de organización, un conjunto de casos de uso coherente y consistente promueven una imagen fácil de comprender del comportamiento del sistema, un entendimiento común entre el cliente/propietario/usuario y el equipo de desarrollo.

En esta práctica es común crear especificaciones suplementarias para capturar detalles de requisitos que caen fuera del ámbito de las descripciones de los casos de uso.

### **2.3.9. METODOLOGIA SCRUM<sup>14</sup>**

Scrum es una metodología ágil de desarrollo de proyectos que toma su nombre y principios de las observaciones sobre nuevas prácticas de producción, realizadas por Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka a mediados de los 80.

Scrum es una metodología de desarrollo muy simple, que requiere trabajo duro, porque no se basa en el seguimiento de un plan, sino en la adaptación continua a las circunstancias de la evolución del proyecto.

Como método ágil:

---

<sup>14</sup> Curso :SCRUM Apuntes, [www.scrummanager.net](http://www.scrummanager.net)

- Es un modo de desarrollo adaptable, antes que predictivo.
- Orientado a las personas, más que a los procesos.
- Emplea el modelo de construcción incremental basado en iteraciones y revisiones.

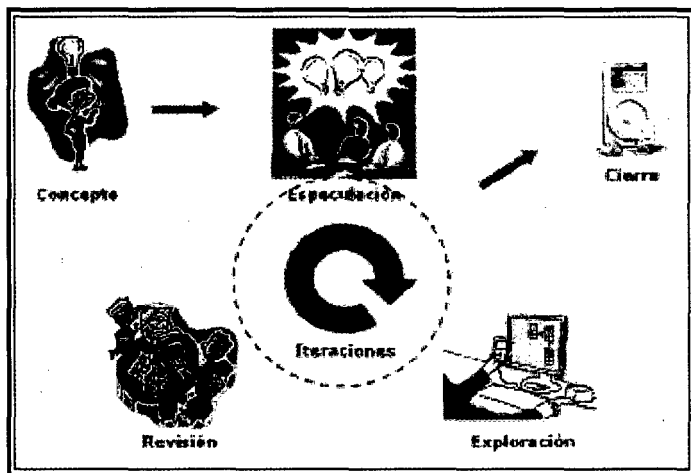


Figura No. 6: Estructura del desarrollo ágil.

Comparte los principios estructurales del desarrollo ágil a partir del concepto o visión de la necesidad del cliente, construye el producto de forma incremental a través de iteraciones breves que comprenden fases de especulación y revisión. Estas iteraciones (en Scrum llamadas sprints) se repiten de forma continua hasta que el cliente da por cerrado el producto.

Estas iteraciones son la base del desarrollo ágil, y Scrum gestiona su evolución en reuniones breves diarias donde todo el equipo revisa el trabajo realizado el día anterior y el previsto para el siguiente.

**Control de la evolución del proyecto:** Scrum controla de forma empírica y adaptable la evolución del proyecto, a través de las siguientes prácticas de la gestión ágil:

- **Revisión de las Iteraciones:** Al finalizar cada iteración (sprint) se lleva a cabo una revisión con todas las personas implicadas en el proyecto. Es por tanto la duración del sprint, el periodo máximo que se tarda en

reconducir una desviación en el proyecto o en las circunstancias del producto.

- **Desarrollo incremental:** Las personas implicadas no trabajan con diseños o abstracciones. El desarrollo incremental implica que al final de cada iteración se dispone de una parte de producto operativa, que se puede inspeccionar y evaluar.
- **Desarrollo evolutivo:** Los modelos de gestión ágil se emplean para trabajar en entornos de incertidumbre e inestabilidad de requisitos. Intentar predecir en las fases iniciales cómo será el resultado final, y sobre dicha predicción desarrollar el diseño y la arquitectura del producto no es realista, porque las circunstancias obligarán a remodelarlo muchas veces. ¿Para qué predecir los estados finales de la arquitectura o del diseño si van a estar cambiando? Scrum considera a la inestabilidad como una premisa, y se adoptan técnicas de trabajo para permitir la evolución sin degradar la calidad de la arquitectura que también evoluciona durante el desarrollo. Durante el desarrollo se genera el diseño y la arquitectura final de forma evolutiva. Scrum no los considera como productos que deban realizarse en la primera "fase" del proyecto. (El desarrollo ágil no es un desarrollo en fases)
- **Auto-organización:** En la ejecución de un proyecto son muchos los factores impredecibles en todas las áreas y niveles. La gestión predictiva confía la responsabilidad de su resolución al gestor de proyectos.

En Scrum los equipos son auto-organizados (no auto-dirigidos), con margen de decisión suficiente para tomar las decisiones que consideren oportunas.

- **Colaboración:** Las prácticas y el entorno de trabajo ágiles facilitan la colaboración del equipo. Ésta es necesaria, porque para que funcione

la auto-organización como un control eficaz cada miembro del equipo debe colaborar de forma abierta con los demás, según sus capacidades y no según su rol o su puesto.

- **Visión general del proceso:** Scrum denomina "sprint" a cada iteración de desarrollo y según las características del proyecto y las circunstancias del sprint puede determinarse una duración desde una hasta dos meses, aunque no suele ser recomendable hacerlos de más de un mes.

El sprint es el núcleo central que proporciona la base de desarrollo iterativo e incremental.

### **Las reuniones**

- **Planificación del sprint:** Jornada de trabajo previa al inicio de cada sprint en la que se determina cuál va a ser el trabajo y los objetivos que se deben conseguir en la iteración.
- **Seguimiento del sprint:** Breve revisión diaria, en la que cada miembro describe tres cuestiones:
  - 1.- El trabajo que realizó el día anterior.
  - 2.- El que tiene previsto realizar.
  - 3.- Cosas que puede necesitar o impedimentos que deben suprimirse para realizar el trabajo.

Cada persona actualiza en la pila del sprint el tiempo pendiente de sus tareas, y con esta información se actualiza también el gráfico con el que el equipo monitoriza el avance del sprint (burn-down).

- **Revisión del sprint:** Análisis y revisión del incremento generado.

## Los elementos

- **Pila del producto:** (product backlog) lista de requisitos de usuario que a partir de la visión inicial del producto crece y evoluciona durante el desarrollo.
- **Pila del sprint:** (sprint backlog) lista de los trabajos que debe realizar el equipo durante el sprint para generar el incremento previsto.
- **Incremento:** Resultado de cada sprint

## Los roles

Todas las personas que intervienen o tienen relación directa o indirecta con el proyecto, se clasifican en dos grupos: comprometidos e implicados.

En círculos de Scrum es frecuente llamar a los primeros (sin ninguna connotación peyorativa) “cerdos” y a los segundos “gallinas”. El origen de estos nombres es esta metáfora que ilustra de forma gráfica la diferencia entre “compromiso” e “implicación” con el proyecto: *Una gallina y un cerdo paseaban por la carretera. La gallina preguntó al cerdo: “¿Quieres abrir un restaurante conmigo?”. El cerdo consideró la propuesta y respondió: “Sí, me gustaría. ¿Y cómo lo llamaríamos?”. La gallina respondió: “Jamón con huevos”. El cerdo se detuvo, hizo una pausa y contestó: “Pensándolo mejor, creo que no voy a abrir un restaurante contigo. Yo estaría realmente comprometido, mientras que tu estarías sólo implicada”.*

<b>Comprometidos</b> (cerdos)	<b>Implicados</b> (gallinas)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Propietario del producto</li><li>• Equipo</li></ul>	Otros interesados (Dirección general, Dirección comercial, Marketing, Usuarios, etc.)

Tabla No. 4: Los roles en la metodología Scrum.

- **Propietario del producto:** es la persona responsable de lograr el mayor valor de producto para los clientes, usuarios y resto de implicados.
- **Equipo de desarrollo:** grupo o grupos de trabajo que desarrollan el producto.
- **Scrum Manager:** Responsable del funcionamiento de la metodología Scrum en la organización.

Algunas implementaciones de modelo Scrum, consideran el rol de gestor de Scrum como “comprometido” y necesario (Scrum Master).

Con el criterio de Scrum Management, es recomendable que las responsabilidades que cubre este rol, estén identificadas en una única persona cuando se comienzan a aplicar prácticas de Scrum en una organización. En organizaciones ágiles maduras puede tener menos sentido.

En cualquier caso, las responsabilidades de Scrum Manager no son del proyecto, sino del grupo de procesos y métodos de la organización, por lo que no debe considerarse ni “cerdo” ni “gallina”.

### **Valores**

Scrum es una “carrocería” que da forma a los principios ágiles. Es una ayuda para organizar a las personas y el flujo de trabajo; como lo pueden ser otras propuestas de formas de trabajo ágil: Crystal, DSDM, etc.

La carrocería sin motor, sin los valores que dan sentido al desarrollo ágil, no funciona:

- Delegación de atribuciones (*empowerment*) al equipo para que pueda auto organizarse y tomar las decisiones sobre el desarrollo.
- Respeto entre las personas. Los miembros del equipo deben confiar entre ellos y respetar sus conocimientos y capacidades.

- Responsabilidad y auto-disciplina (no disciplina<sup>15</sup> impuesta).
- Trabajo centrado en el desarrollo de lo comprometido.
- Información, transparencia y visibilidad del desarrollo del proyecto.

#### **2.3.9.1. Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales.**

La diferencia entre usar metodologías ágiles respecto a las tradicionales va a depender de las condiciones en que se esté realizando el proyecto, si cuenta con recursos limitados, como personal, equipo y tiempo; es recomendable usar una metodología ágil para evitar gastar tiempo en el análisis y diseño del producto que se desea.

La **ventaja principal** de las metodologías ágiles es el acoplamiento del cliente al grupo de trabajo que permite tener una idea clara de lo que se espera del software, la **desventaja principal** es la poca documentación que se realiza en el proceso.

Las metodologías ágiles son adecuadas para las PYMES porque cuentan con un menor número de procesos que las grandes empresas, esta es la principal causa que no se necesita generar muchos documentos.

En la siguiente tabla se muestra las diferencias que existe entre las metodologías ágiles como Scrum, y las metodologías tradicionales.

---

<sup>15</sup> [www.programacionsrum.org](http://www.programacionsrum.org)



### Diferencias entre las metodologías ágiles y tradicionales

<b>Metodologías Ágiles</b>	<b>Metodologías Tradicionales</b>
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código.	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo.
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto.	Cierta resistencia a los cambios.
Impuestas internamente (por el equipo de desarrollo)	Impuestas externamente.
Proceso menos controlado, con pocos principios.	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas.
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible.	Existe un contrato prefijado.
El cliente es parte del equipo de desarrollo.	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones.
Grupos pequeños (menos de 10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio.	Grupos grandes y posiblemente distribuidos.
Pocos artefactos.	Más artefactos.
Pocos roles.	Más roles.
Menos énfasis en la arquitectura del software.	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos.

Tabla No. 5: Diferencias entre las metodologías ágiles y tradicionales.

Es por estos motivos que se elige la metodología SCRUM para la implementación del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones, porque el modelo de programación matemática puede sufrir modificaciones que deben ser atendidas de forma rápida.

## **CAPÍTULO III**

### **REVISION DEL ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. ARTÍCULO TITULADO:**

#### **“METODOLOGÍA DE MEJORAMIENTO EN EL DESEMPEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, APLICACIONES EN PYMES DE LA CONFECCIÓN”**

El interés de mejorar la producción de las PYMES de confecciones y la necesidad de contar con herramientas informáticas que mejoren el desempeño de las PYMES, fue estudiado cuidadosamente por María A. Solano<sup>16</sup>, Juan J. Bravo<sup>17</sup> y Jaime A. Giraldo<sup>18</sup>. Los resultados del estudio se resumen en el artículo publicado en la revista “Ingeniería y competitividad”<sup>19</sup> bajo el título:

**“Metodología de mejoramiento en el desempeño de sistemas de producción, Aplicaciones en PYMES de la confección”.**

---

<sup>16</sup> Facultad de Ingeniería de Ingeniería Industrial y Estadística - Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.

<sup>17</sup> Facultad de Ingeniería de Ingeniería Industrial y Estadística - Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.

<sup>18</sup> Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

<sup>19</sup> Revista Colombiana: Ingeniería y Competitividad, Volumen 14, No. 2, p. 37 - 52 del año 2012.

En el artículo se explica que en Colombia las PYMES de confección poseen una estructura plana, en la cual el gerente (en muchos casos propietario) concentra su actividad en el desarrollo de funciones del nivel operativo, descuidando decisiones concernientes al nivel estratégico y táctico, según se reporta en el estudio realizado previamente por Sarache-Castro (2003). La industria textil y de confección, se ha destacado como factor fundamental en el desarrollo de Colombia, ya que durante más de 80 años ha hecho una contribución muy importante al crecimiento de las exportaciones y del PIB de la nación. Es de destacar que la industria de confecciones creció 11.8% en términos reales (precios del 2000) entre el 2006 y 2007, según Proexport (2009). Según información de Inexmoda, Colombia es reconocida internacionalmente como un país que presenta grandes fortalezas en el negocio de los textiles y confecciones y en particular, en el de la moda.

A nivel microeconómico, el procedimiento validado por Sarache - Castro (2007) en PYMES del sector metalmeccánico y con posibilidad de aplicación en otros sectores, propone un esquema de mejoramiento coherente en tres aspectos fundamentales, denominado conjuntamente P-S-P: 1) las prioridades competitivas (P), 2), la configuración productiva o sistema de producción (S), y 3), las palancas de fabricación (P).

La estructura del sistema de producción comprende, por un lado, al subsistema virtual y de decisión (o de gestión), responsable de la fijación de una estrategia funcional y de las funciones de planificación, programación y control, sino también en las palancas de fabricación en donde necesita enfocar sus esfuerzos: En implementar un sistema de calidad, reducción de tiempos de operación, mejorar la programación de materiales y capacidad con la ayuda de herramientas informáticas como el MRP y CRP, las cuales constituyen un soporte al proceso de toma de decisiones para programar la producción y evitar realizar los montajes de pedidos empíricamente.

### **3.2. TESIS TITULADA:**

#### **“PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA PYME DE CONFECCIONES VERNEY JIMÉNEZ E.U. EN BOGOTÁ”**

Un trabajo de investigación orientado a optimizar y mejorar la operación de una PYME ha sido desarrollado por Iván Camilo Camero Alfonso y Edwin Julián Vargas Ramírez del Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre - Bogotá D.C., en el año 2012 y sustentado con el título:

#### **“Planeación, Programación Y Control De La Producción En La Pyme de Confecciones Verney Jiménez E.U. en Bogotá”.**

En esta investigación se desarrolla una herramienta de mejora que permita planear, programar y controlar la producción de una PYME de tal manera que aumente su productividad. Adicionalmente establecen una caracterización de los procesos productivos y un diagnóstico enfocado en el sistema productivo.

En dicho trabajo se expone que las PYMES, en el intento de lograr respuestas a corto plazo, excluyen herramientas de la ingeniería que les impiden competir en el mercado nacional e internacional.

Según el comportamiento del sector textil en Bogotá y en Colombia las PYMES son un ejemplo de superación laboral para el país, pero para lograr su éxito y reconocimiento total se hace necesario aplicar instrumentos que contribuyan en su desarrollo interno y externo. Muchas de estas empresas fracasan ya que solo se fijan metas a corto plazo y no definen de forma precisa su estructura organizacional y funcional, dejando a un lado procesos que permitan el éxito. Cualquier proceso de planeación tiene como punto de partida una exploración de las posibilidades de mercado de los productos. En base a este contexto las PYMES colombianas de no utilizar estos procesos o de no tenerlos correctamente implementados como es el caso de

la empresa VERNEY JIMÉNEZ E.U estarían compitiendo con una desventaja significativa, por que presenta debilidades o vacíos en su sistema de producción, ya que, no manejan herramientas técnicas de la administración de operaciones como es: La planeación, programación y control de la producción.

Los autores desarrollar un sistema de planeación de la producción capaz de captar la información que realiza el proceso productivo, aprovechar los insumos que entran para procesarlos de forma adecuada garantizando la optimización del producto final. Dicho esto la función esencial y específica del sistema de planeación, es integrar la información para interpretarla y difundirla con el fin de encumbrar al máximo la eficiencia de una organización.

Las técnicas fundamentales que dan como resultado incrementos en la productividad son: métodos, estándares de estudios de tiempos (También conocidos como medición del trabajo) y diseño de trabajo.

Para lograr niveles de adecuados de productividad, diseñaron y establecieron controles que permiten retroalimentar a través de todas las áreas involucradas el sistema productivo en referencia. La confiabilidad de la información se obtiene de los controles establecidos, depende en mayor grado de los parámetros que se establezcan y de su operatividad. Porque una empresa sin información, es una empresa sin futuro, lo cual implica su desventaja en un mundo altamente competitivo y con niveles de productividad cada vez más exigentes, el grado de tecnología que posee un sistema productivo facilitara en mayor o en menor grado el funcionamiento de los controles respectivos y la exactitud de la información requerida. La eficacia del control se establece a través de los medidores empleados por las diferentes áreas de la organización que buscan dar respuesta al objetivo central que es ganar dinero.

### 3.3. TESIS TITULADA:

#### **“OPTIMIZADOR DE OPERARIOS INDUSTRIALES”**

Planificar la producción de las PYMES de confecciones es una actividad que generalmente se realiza en forma empírica, lo cual constituye un serio problema cuando se desea aumentar la producción. Así, la necesidad de herramientas informáticas que mejoren el desempeño de las PYMES de confecciones es abordada por un gran número de investigadores. Es precisamente ese el objetivo del estudio titulado **“OPTIMIZADOR DE OPERARIOS INDUSTRIALES”**, desarrollado por **Raúl Suárez Dabó**, de la Universidad Autónoma de Barcelona, España y sustentado el 9 Setiembre del 2010.

Este es un proyecto orientado hacia la optimización de actividades productivas en plantas industriales de empresas *PYMES* (pequeñas y medianas empresas) mediante entornos de programación. Más concretamente la idea es realizar una aplicación que permita realizar planificaciones eficientes de cómo distribuir el trabajo a los operarios de producción dentro de una planta industrial convencional.

Actualmente las PYMES son organizaciones con serias limitaciones de recursos (financieros, tecnológicos, etc), actuando generalmente como proveedoras de empresas más grandes (Sistema de Valor, Porter). Las PYMES no suelen disponer de ningún tipo de software específico que les permita gestionar la carga de trabajo de los operarios de la planta de manera eficiente. Debido a ello se realiza dicha distribución de carga de manera manual, confiando en la experiencia del responsable de producción, encargado de turno, etc. Quedando registrado a lo sumo, en ficheros de *Excel* cumplimentados a criterio del responsable. Aunque actualmente en el mercado hay herramientas *MRP* (Planificación de los requerimientos de material) ya consolidadas, suelen ser de carácter general y poco orientadas exclusivamente a la planificación eficiente de tareas a los operarios. Se

orientan a la jerarquización de preferencias para asegurar materiales a la producción, mantener el nivel de inventario y planear las actividades de manufactura. Este último como trazo complementario a los dos primeros. En ningún caso se contempla como una herramienta de gestión de personal productivo como único concepto.

Por tal de abarcar de forma correcta este problema se distribuye el proyecto en tres bloques principales:

**El primero** es realizar un algoritmo metaheurístico propio con el objetivo de realizar la distribución, no necesariamente óptima pero si aceptable. **En segundo** lugar realizar un estudio de los datos necesarios para poder llevar a cabo dicho algoritmo y diseñar una base de datos que disponga de la información adecuada para la organización de los recursos. Seguidamente, **el programa que ejecutará** la planificación del conjunto de órdenes de fabricación de la planta y su evaluación del nivel de eficiencia de la solución propuesta. El programa será realizado en el lenguaje de programación *Java*. Y finalmente, la presentación de los resultados y la bondad de la heurística desarrollada.

Y la conclusión de este artículo, es que desde un óptica más realista y valorando todas las simulaciones es que no existe la mejor metaheurística. Según la tipología de producción y su naturaleza, es más eficiente una u otra.



## CAPÍTULO IV

### MODELO MATEMATICO PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PYMES DE CONFECCIONES

#### 4.1. MODELO MATEMATICO DE PROGRAMACION POR METAS O PROGRAMACION POR OBJETIVOS PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PYMES DE CONFECCIONES

Función Objetivo:

$$Z = \sum_{l=1}^m e_l + d_l$$

Restricciones de metas:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} * x_j = e_i + d_i \quad i = 1, \dots, k$$

Restricciones de propias del modelo:

$$\sum_{i=k+1}^n a_i * x_j = b_{k+1} \quad i = k + 1, \dots, p$$

Restricción de No Negatividad:

$$\forall X_j \geq 0$$

$$\forall e_i \geq 0$$

$$\forall d_i \geq 0$$

Donde:

- $X_j$  Son las variables de decisión (a determinarse)
- $e_i$  Son las variables de desviación positiva (a determinarse)
- $d_i$  Son las variables de desviación negativa (a determinarse)
- $a_{ij}$  Son los coeficientes tecnológicos (conocidos)
- $b_i$  Representa los requerimientos mínimos que deben satisfacerse (conocidos).
- Z: Valor de la función objetivo (a determinarse)

#### 4.2. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE DECISIÓN Y DATOS DEL MODELO MATEMÁTICO.

Las variables de decisión son los elementos a través de los cuales se logra el objetivo que se persigue.

La definición de las variables de decisión se identifica con cada una de las actividades en que se descompone el problema.

Variables de decisión: Las variables de decisión son reales no negativos.

Para formular y resolver el modelo, detallamos las variables de decisión.

**XPN**  $_{i j}$ : Número de unidades a producir en horario normal de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**XPE**  $_{i j}$ : Número de unidades a producir en horario extra de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**XVenta**  $_{i j}$ : Número unidades vendidas de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**Xinv**  $_{i j}$ : Número en unidades en inventario final de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**Xinvtela**  $k_j$ : Tela en inventario final del diseño  $k = 1, \dots, l$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**XCompra**  $k_j$ : Tela a comprar del diseño  $k = 1, \dots, l$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

Datos:

**C\_tiempo\_normal\_MO**  $i$ : Costo de la mano de obra en tiempo normal de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$

**C\_tiempo\_extra\_MO**  $i$ : Costo de la mano de obra en tiempo extra de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$

**Pventa**  $i$ : El precio de venta de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  (no lineal), depende del volumen a vender.

**C\_tela**  $k$ : Costo por la compra de la materia prima  $k$ , la cual depende del volumen de compra (no lineal).

**Demanda**  $i_j$ : Número de unidades demandadas de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**R\_tiempo\_prenda**  $i$ : Tiempo requerido para la producción de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$

**D\_tiempo\_normal**  $j$ : Horas disponibles de producción en tiempo normal durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**D\_tiempo\_extra**  $j$ : Horas disponibles de producción en tiempo extra durante el mes  $j = 1, \dots, m$

**R\_tela\_prenda**  $i$ : Metros de tela requerida para la producción de las prendas modelo  $i = 1, \dots, n$  (no lineal) a mayor número de prendas, menor desperdicio.

**Cap\_almacén\_tela**  $j$ : Capacidad de almacén de tela, durante el mes

$j = 1, \dots, m$

$D\_tela_{kj}$ : Tela disponible del diseño  $k = 1, \dots, m$ , durante el mes  $j = 1, \dots, m$

$Cap\_almacén\_prendas_j$ : Capacidad de almacén durante el mes  $j = 1, \dots, m$

### 4.3. SISTEMA DE RESTRICCIONES DEL MODELO

Para la construcción del sistema de restricción es necesario considerar que existe una limitación cuantitativa.

Este paso es muy importante porque no debe constituir restricción aquello que realmente no esté limitado.

#### 4.3.1 Sistema de restricciones propias del modelo

a) **Balance de producción e inventario de productos terminados**: El inventario final de la prenda modelo  $i$  durante el mes  $j$  es igual al inventario inicial de la prenda  $i$  durante el mes  $j$  más la producción de la prenda  $i$  durante el mes  $j$  menos la venta de la prenda modelo  $i$  durante el mes  $j$

$$\forall i = 1..n \quad \forall j = 1..m$$

$$Xinv_{ij} = Xinv_{i,j-1} + XPN_{ij} + XPE_{ij} - XVenta_{ij}$$

b) **Balance de inventario de tela**: El inventario final de tela diseño  $k$  durante el mes  $j$  es igual al inventario inicial de la tela diseño  $k$  durante el mes  $j$  más requerimiento de la tela para la prenda modelo  $i$  por el total de prendas a producir del modelo  $i$  tanto en tiempo normal y tiempo extra durante el mes  $j$

$$\forall k = 1..l \quad \forall j = 1..m$$

$n$

$$XInvtela_{kj} = XInvtela_{k,j-1} + \sum_{i=1}^n Rtela\_prenda_i * (XPN_{ij} + XPE_{ij}) - XVenta_{ij}$$

c) **Satisfacción de la Demanda:**  $X_{Venta_{ij}}$  representa en el modelo matemático las prendas a vender de acuerdo a los pedidos de la prenda modelo  $i$ , durante el mes  $j$ , el valor que tome esta variable en la solución no puede sobrepasar la demanda de la prenda modelo  $i$ , durante el mes  $j$ .

$$\forall i = 1..n \quad \forall j = 1..m \quad X_{Venta_{ij}} \leq Demanda_{ij}$$

d) **Capacidad de inventario de productos terminados:** el total de prendas a almacenar en un mes, no puede sobrepasar la capacidad del almacén de productos terminados.

$$\forall j = 1..m \quad \sum_{i=1}^n X_{Inv_{ij}} \leq Cap\_almac\grave{e}n\_prenda_j$$

e) **Capacidad de inventario de telas:** el total de tela a almacenar en un mes, no puede sobrepasar la capacidad del almacén.

$$\forall k = 1..l \quad \sum_{i=1}^n X_{Inv_{tela_{kj}}} \leq Cap\_almac\grave{e}n\_tela_k$$

f) **Disponibilidad del tiempo normal en el mes j:** El tiempo normal de producción usado durante el mes  $j$  no debe sobrepasar la disponibilidad de tiempo normal en el mes  $j$

$$\forall j = 1..m \quad \sum_{i=1}^n R\_tiempo\_prenda_i * X_{PN_{ij}} \leq D\_tiempo\_normal_j$$

g) **Disponibilidad de tiempo de producción extra en el mes j:** El tiempo total extra de producción no puede sobrepasar la disponibilidad de tiempo extra.

$$\forall j = 1..m \quad \sum_{i=1}^n R\_tiempo\_prenda_i * X_{PE_{ij}} \leq D\_tiempo\_extra_j$$

h) **Disponibilidad de tela:** Cada tela tiene un diseño y un color definido, todas las prendas a producir tienen un requerimiento de tela y no podemos usar más tela de la que nos pueden vender los proveedores.

$$\forall k = 1..l \quad \forall i = 1..n$$

$$\sum_{j=1}^n \text{Req tela}_{ik} * (XPN_{ij} + XPE_{ij}) \leq D\_tela_{kj}$$

#### 4.3.2 Sistema de restricciones de metas del modelo

i) **Meta 1: Costo de la mano de obra:** No sobrepasar el presupuesto asignado para el pago al personal mensualmente.

$$\sum_{j=1}^n C_j * X_j = \text{Presupuesto Asignado mensual} + e_1 - d_1$$

j) **Meta 2: Presupuesto de compra de tela:** No sobrepasar el presupuesto asignado para la compra de la tela mensualmente.

$$\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^m c\_tela_k * XCompra_{kj} = \text{presupuesto\_asignado\_mensual} + e_2 - d_2$$

k) **Meta 3: Ingresos por vender:** Lograr un ingreso mínimo esperado por vender las prendas.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Pventa_i * (XPN_{ij} + XPE_{ij}) = \text{presupuesto\_asignado\_mensual} + e_3 - d_3$$

l) **Meta 4: Satisfacción de la Demanda:** Satisfacer la demanda de la prenda modelo i, durante el mes j.

$$\forall i = 1..n \quad \forall j = 1..m \quad X_{Venta_{ij}} = Demanda_{ij} + e_{ij} - d_{ij}$$

m) **Meta 5: Máximo de horas extras:** El total de horas extras mensuales no debe sobrepasar del valor permitido por la ley.

$$\forall j = 1..m \quad \sum_{i=1}^n R_{tiempo\_prenda_i} * X_{PE_{ij}} \leq valor\_permitido + e_5 - d_5$$

#### 4.4. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

La función objetivo representa la suma de las desviaciones de las metas propuestas.

$$Min = e_1 + e_2 + d_3 + d_{4K} + e_5$$

## **CAPÍTULO V**

### **DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN PYMES DE CONFECCIONES**

#### **5.1. REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN PYMES DE CONFECCIONES.**

Los requerimientos para el desarrollo del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones están divididos en dos grandes grupos: los requerimientos de datos para el modelo de programación matemática de la planificación de la producción, y los requerimientos de software.

##### **5.1.1. Requerimientos para el desarrollo del modelo de programación matemática para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.**

La información obtenida de las dos PYMES que han sido analizadas, indican los siguientes factores del proceso productivo a considerar en el sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones:

- **Tiempo estándar de una operación:** El tiempo estándar de una operación se lo definirá como: "El tiempo necesario para completar un



ciclo de la operación, cuando ésta se ejecuta con cierto método y a cierta velocidad de trabajo arbitraria, la cual incluya estipulaciones por retrasos que estén fuera del control del operador”.

Otra definición de tiempo estándar de una operación dada, “Es el tiempo requerido para que una operaria de tipo medio, plenamente calificada y adiestrada, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación”.

En conclusión el tiempo estándar de una operación se lo determina de la siguiente manera:

$$T_n = T_c \times V$$

$$T_s = T_n + S + F$$

Donde:  $T_n$  = tiempo normal

$T_c$  = tiempo ciclo

$V$  = valoración o factor de la actuación

$T_s$  = tiempo estándar

$S$  = suplementos

$F$  = frecuencias.

- **Los requerimientos promedios de materia prima:** La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final. Un producto terminado tiene incluido una serie de elementos y subproductos que mediante un proceso de transformación permitieron la confección del producto final.

La materia prima es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta para el manejo del costo final de un producto.

El requerimiento consiste en la cantidad promedio en kilos requerida que se necesita para una prenda de vestir, cuando es tela de punto y en la cantidad promedio en metros requerida que se necesita para una prenda de vestir, cuando es tela de plana.

- **La disponibilidad de horas hombre en tiempo normal:** Para las leyes laborales peruanas el promedio de horas hombre en horario normal es de 40 horas a la semana. Así tenemos:

Disponibilidad de horas hombre en tiempo normal = Número de operarios x 40

- **La disponibilidad de horas hombre extra:** Las PYMES de confecciones generalmente laboran dos horas extras diarias.

Disponibilidad de horas hombre en tiempo extra = Número de operarios x 10

- **La disponibilidad de materias primas:** Está determinada por la cantidad de materia prima que se tiene en el almacén de materias primas o por la cantidad de materia prima que se ha solicitado a los proveedores y está por ingresar al almacén de materias primas.
- **Los costos de la mano de obra directa:** Para determinar el costo de mano de obra directa, se toma como base el sueldo mínimo actual, estos costos se incrementan en el 25% para el cálculo de los costos de mano obra en tiempo extra.
- **Los costos de la materia prima:** El costo de la materia prima es no lineal está determinado por la cantidad de metros o kilos a comprar, ya que se obtienen descuentos por cantidad, es decir a comprar mayor volumen el costo es menor.
- **Los pedidos de las prendas:** Generalmente se tienen dos modalidades, para las ventas de las prendas.
  - Los clientes van hasta la empresa y hacen sus pedidos directamente.
  - Se tienen vendedores que visitan a los clientes, llevando muestras de las prendas y muestras de las telas.

- **Los precios de venta:** Los precios de venta son no lineales, dependen del volumen de prendas solicitadas, a mayor número de prendas, se consideran descuentos que pueden ser desde el 5% hasta el 20% del precio de venta.

Estos datos de entrada para el modelo de programación matemática para la planificación se han ordenado en un modelo de gestión del área de producción. Considerando los datos de los productos, los insumos y los pedidos.

Con estos datos se ejecuta el modelo de programación matemática para la planificación de la producción, obteniendo como salida es el reporte de la planificación de la producción que necesitan en común estas PYMES de confecciones.

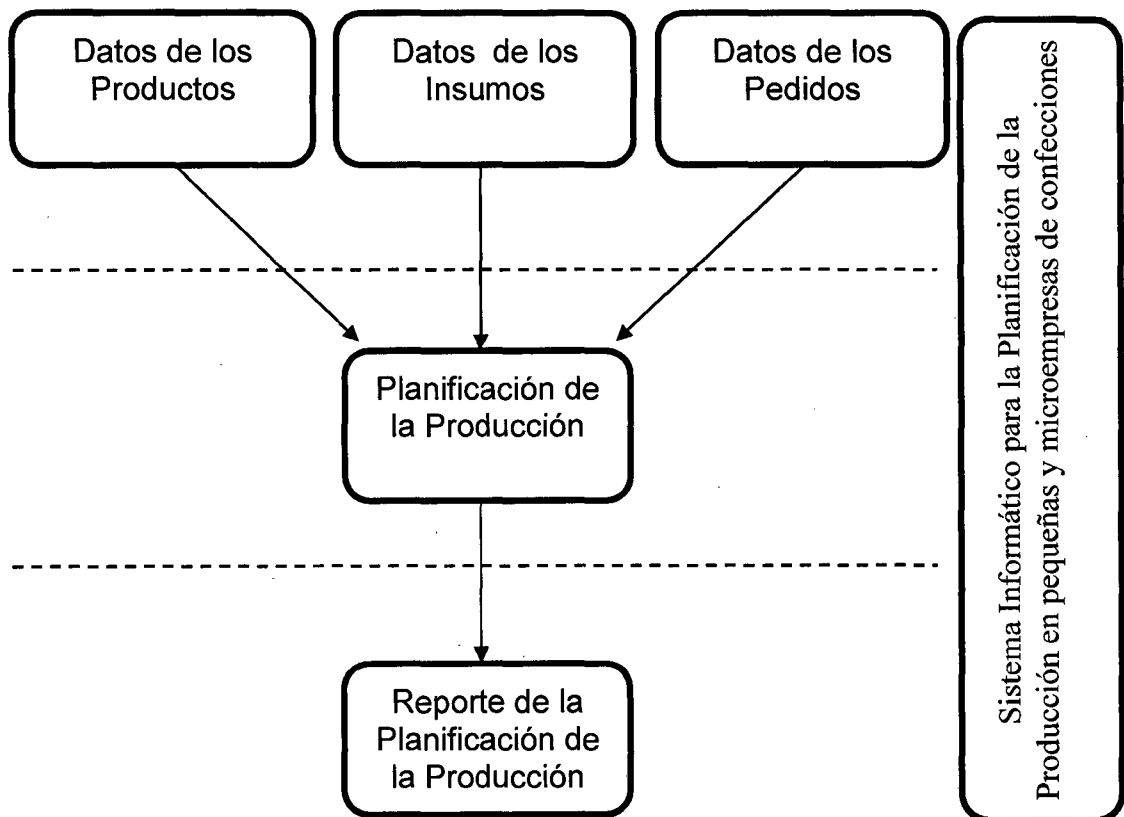


Figura No. 7: Modelo de Gestión del Área de Producción en PYMES de confecciones.

En base al modelo de Gestión del Área de Producción se desarrolla el Sistema Informático para la Planificación de la Producción en PYMES de confecciones, que tendrá las interfaces:

- Ingreso de los datos de los productos y los datos del Insumo.
- Ingreso de los datos de los pedidos.
- Resumen por producto
- Reporte de la planificación de la producción.

#### **5.1.2. Requerimientos de software para el desarrollo del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones.**

Los requerimientos para el desarrollo del Sistema Informático para la Planificación de Producción en PYMES de Confecciones, basados en la metodología SCRUM, donde en principio se implementaran las interfaces básicas que requiere el Sistema Informático.

A la fecha la mayoría de las PYMES de confecciones cuentan con una computadora y esta computadora usa la plataforma del sistema operativo Windows. Esta es una de las razones por la cual se opto desarrollarlo en esta plataforma.

Basado en lo anterior se opto usar el Excel por ser uno de los módulos del software Microsoft Office, software de uso general y de fácil manejo. En este software se desarrollarán las bases de datos, y para el modelo matemático se utiliza el módulo Solver.

Las interfaces para el ingreso de los datos y para el reporte solución se desarrollaran en la plataforma java SE (Standar Edtion) JDK13 UPTE, plataforma IDE netbeans<sup>20</sup> 7.2.1, pero no es necesario la instalación de este

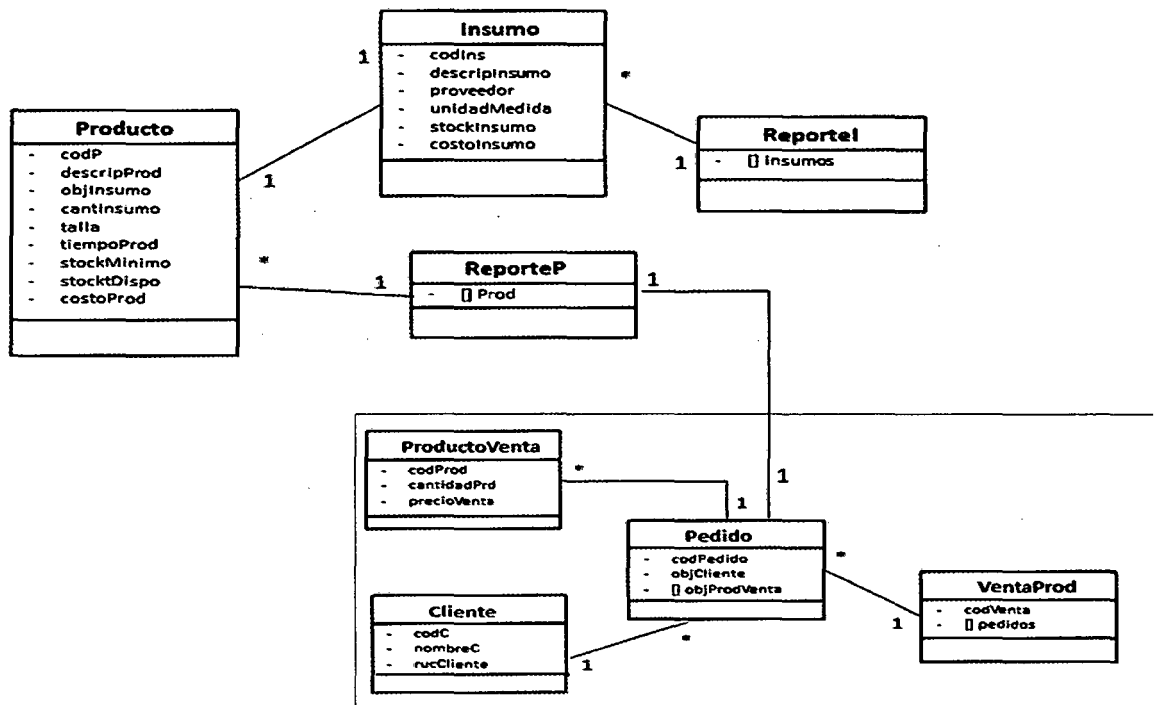
---

<sup>20</sup> [www.netbeans.org](http://www.netbeans.org)

software en las computadoras, ya que solo es necesario instalar el ejecutable.

## 5.2. DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA INFORMATICO PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PYMES DE CONFECCIONES

Este diagrama describe la estructura del sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos.



**DIAGRAMA DE CLASES**

Figura 8: Diagrama de Clases

### 5.3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LOS CASOS DE USO

Los modelos de casos de uso de UML se usan para tener una visión clara de lo que necesitan las PYMES de confecciones que han sido evaluadas, Pero la metodología que se uso para la investigación es SCRUM.

El caso de uso se ha desarrollado usando el software Rational Rose Modeler<sup>21</sup>

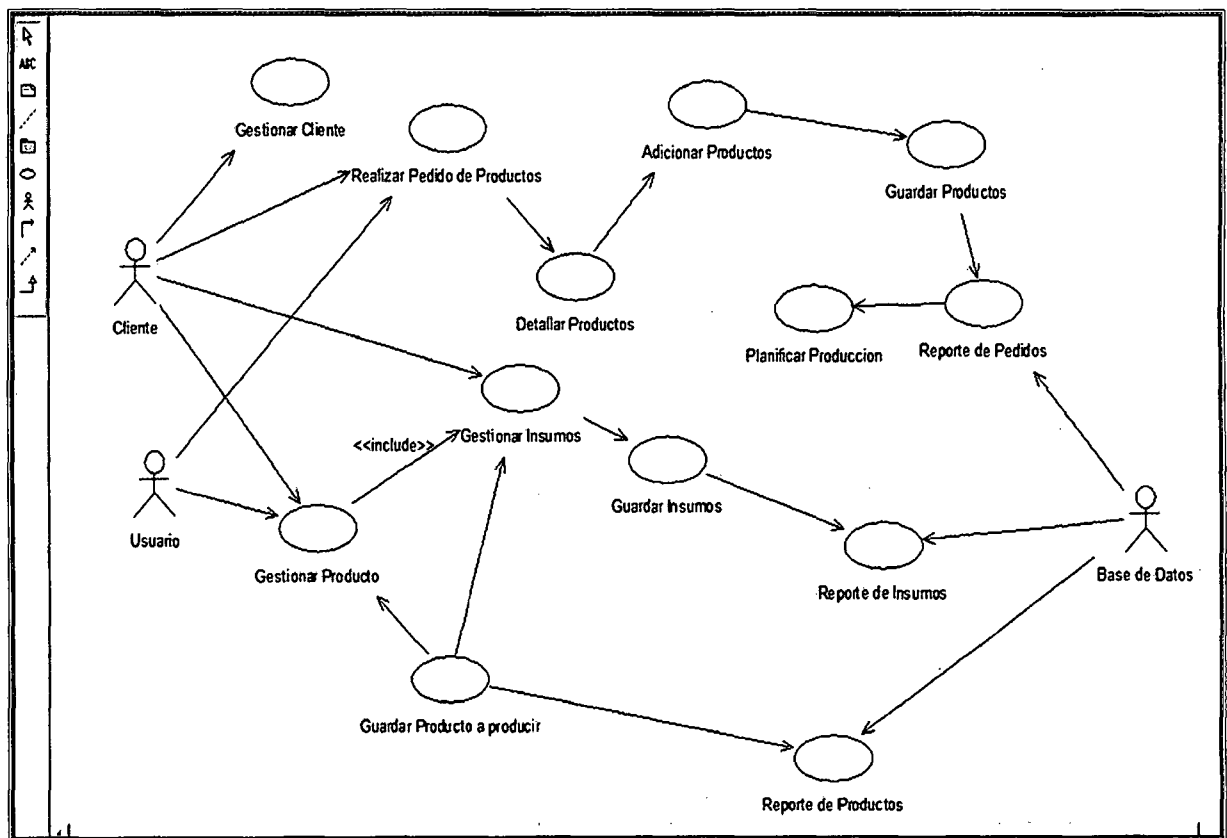


Figura No.9: Casos de Uso del Sistema Informático para el Planeamiento de la Producción en PYMES de confecciones.

<sup>21</sup> <http://www-142.ibm.com/software/products/us/en/rosemod/>

### Tablas del Diagrama de Casos de Uso

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Gestionar Productos
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite registrar un nuevo producto, en la base de datos productos y permite generar el reporte listado de producto.
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• El nuevo código del producto.</li><li>• Descripción del producto</li><li>• Le permite gestionar el insumo<sup>22</sup>.</li><li>• cantidad de insumo requerido.</li><li>• Talla en que se confecciona la prenda (S, M, L)</li><li>• El tiempo de producción en minutos.</li><li>• El stock de seguridad, hay productos que dada su alta demanda, requieren de una cantidad mínima en stock.</li><li>• Stock disponible, cuantas prendas hay en ese momento en el almacén de productos terminados.</li><li>• El costo de producción.</li></ul>

Tabla No. 7: Caso de Uso: Gestionar productos

<sup>22</sup> Caso de Uso: Gestionar Insumo

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Guardar producto
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite guardar los datos del producto.
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones guarda los datos de cada producto, los cuales se van grabando uno a uno y le permitirán generar una hoja de excel (base de datos) que usará el modelo de programación matemática que soporta el sistema. Los datos que se van grabando son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto.</li> <li>• Descripción del producto.</li> <li>• Código del insumo.</li> <li>• Cantidad de insumo requerido.</li> <li>• Talla en que se confecciona la prenda</li> <li>• El tiempo de producción.</li> <li>• El stock de seguridad.</li> <li>• Stock disponible.</li> <li>• Costo de producción</li> </ul>

Tabla No. 8: Caso de Uso: Guardar producto

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Reporte de producto
<b>Actores</b>	Usuario, base de datos
<b>Función (objetivo)</b>	Permite generar la base de datos PRODUCTOS.
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones genera el reporte de productos, el cual se guarda en una hoja de excel (base de datos) que usará el modelo de programación matemática que soporta el sistema. La base de datos contiene los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto.</li> <li>• Descripción del producto.</li> <li>• Código del insumo.</li> <li>• Cantidad de insumo requerido.</li> <li>• Talla en que se confecciona la prenda</li> <li>• El tiempo de producción.</li> <li>• El stock de seguridad.</li> <li>• Stock disponible.</li> <li>• Costo de producción</li> </ul>

Tabla No. 9: Caso de Uso: Reporte de producto



<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Gestionar Insumos
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite registrar las características de los insumos en la base de datos insumos, y permite generar el reporte listado de insumos.
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El código de insumo.</li> <li>• La descripción del insumo (tela).</li> <li>• El nombre del proveedor.</li> <li>• Si la unidad de medida es kilogramos o metros.</li> <li>• La cantidad de kilogramos o metros disponibles en el almacén.</li> <li>• Costo de la tela.</li> </ul>

Tabla No. 10: Caso de Uso: Gestionar Insumo

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Guardar insumo
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite guardar los datos del insumo
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones guarda los datos de cada insumo, los cuales se van grabando uno a uno y le permitirán generar una hoja de excel (base de datos) que usará el modelo de programación matemática que soporta el sistema.</p> <p>Los datos que se van grabando son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El código de insumo.</li> <li>• La descripción del insumo (tela).</li> <li>• El nombre del proveedor.</li> <li>• La unidad de medida.</li> <li>• Stock.</li> <li>• Costo.</li> </ul>

Tabla No. 11: Caso de Uso: Guardar Insumo

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Reporte de insumo
<b>Actores</b>	Usuario, base de datos
<b>Función (objetivo)</b>	Permite generar la base de datos INSUMO
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones genera el reporte de pedidos que acumula o consolida para cada producto, el cual se guarda en una hoja de excel (base de datos) que usará el modelo de programación matemática que soporta el sistema.</p> <p>La base de datos contiene los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El código de insumo.</li> <li>• La descripción del insumo (tela).</li> <li>• El nombre del proveedor.</li> <li>• La unidad de medida.</li> <li>• Stock.</li> <li>• Costo.</li> </ul>

Tabla No. 12: Caso de Uso: Reporte de Insumo

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Realizar Pedido de Productos
<b>Actores</b>	Usuario y Clientes
<b>Función (objetivo)</b>	Permite registrar los pedidos de los productos realizados por los clientes
<b>Descripción</b>	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar cuando un cliente hace un pedido lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El código del pedido (correlativo).</li> <li>• El código del cliente, si es un cliente nuevo se le asigna un nuevo código<sup>23</sup>.</li> </ul> <p>Un pedido contiene uno o más productos, los cuales se adicionan en el caso de uso detallar producto<sup>24</sup> y en el caso de uso adicionar producto<sup>25</sup></p>

Tabla No. 13: Caso de Uso: Realizar Pedido de Productos

<sup>23</sup> Caso de Uso: Gestionar Cliente

<sup>24</sup> Caso de Uso: Detallar Producto

<sup>25</sup> Caso de Uso: Adicionar Productos

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Gestionar Cliente
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite registrar los datos de los nuevos clientes.
<b>Descripción</b>	El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del cliente</li> <li>• Razón social del cliente</li> <li>• RUC del cliente</li> </ul>

Tabla No. 14: Caso de Uso: Gestionar Cliente

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Detallar producto
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite registrar los datos del producto que conforma un pedido.
<b>Descripción</b>	El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar cada vez que un cliente solicita un pedido lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto.</li> <li>• Cantidad solicitada o pedida.</li> <li>• Precio de venta.</li> </ul>

Tabla No. 15: Caso de Uso: Detallar producto

<b>NOMBRE DEL CASO DE USO</b>	Adicionar producto
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Función (objetivo)</b>	Permite adicionar productos o productos que conforman un pedido.
<b>Descripción</b>	El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones debe de ingresar cuando un cliente solicita más de un producto. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto.</li> <li>• Cantidad solicitada o pedida.</li> <li>• Precio de venta.</li> </ul>

Tabla No. 16: Caso de Uso: Adicionar producto

NOMBRE DEL CASO DE USO	Guardar producto
Actores	Usuario
Función (objetivo)	Permite guardar el producto o productos que conforman un pedido.
Descripción	<p>Cuando el usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones ingresa un pedido se guarda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto.</li> <li>• Cantidad solicitada o pedida.</li> <li>• Precio de venta.</li> </ul>

Tabla No. 17: Caso de Uso: Guardar producto

NOMBRE DEL CASO DE USO	Reporte de pedidos
Actores	Usuario, base de datos
Función (objetivo)	Permite generar la base de datos PEDIDOS.
Descripción	<p>El usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones genera el reporte de pedidos que acumula o consolida para cada producto, el cual se guarda en una hoja de excel (base de datos) que usará el modelo de programación matemática que soporta el sistema.</p> <p>La base de datos contiene los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto</li> <li>• el total pedido o solicitado</li> <li>• El precio de venta</li> </ul>

Tabla No. 18: Caso de Uso: Reporte de pedidos

NOMBRE DEL CASO DE USO	Planificar Producción
Actores	Usuario
Función (objetivo)	Permite planificar la producción.
Descripción	<p>Cuando el usuario del sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confecciones ingresa al reporte de planificar la producción, este le permite capturar los resultados después que se ejecuta el modelo de programación matemático que soporta este sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código del producto</li> <li>• La cantidad optima a producir</li> </ul>

Tabla No. 19: Caso de Uso: Planificar Producción

#### 5.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

Para el diseño de la base de datos se aplicó las técnicas de normalización de los datos.

##### Base de datos de Productos

Columna	Descripción
Cod. Prod.	Código del producto
Descripción	Características del producto
Cod. Insumo	Código del Insumo
Cant. Req.	Cantidad Requerida de insumo
Talla	S – M – L
Tiempo	Tiempo de producción
Stock. Min	Stock de seguridad
Stock. Disponible	Stock disponible
Costo	Costo de producción

Tabla No. 20: Base de datos de Producto

##### Base de datos de Telas

Columna	Descripción
Cod. Insumo	Código de insumo
Descripción	Características de la tela
Proveedor	Nombre del proveedor
Unidad de medida	Kilogramos o Metros
Disponible	Tela disponible
Costo	Costo de la tela

Tabla No. 21: Base de Datos de Telas.

##### Base de datos de Clientes

Columna	Descripción
Cod. Cliente	Código del cliente
Razón Social	Razón social del cliente
RUC	Registro Único de Contribuyente

Tabla No. 22: Base de Datos de Clientes

### Base de Datos de Pedidos

Columna	Descripción
Cod. Pedido	Código de Pedido
Cod. Cliente	Código del Cliente
Cod. Producto	Código del Producto
Cantidad	Cantidad Pedida
Precio de venta	Precio de Venta

Tabla No. 23: Base de Datos de Pedidos

### 5.5. DISEÑO, DESARROLLO Y PRUEBAS DEL SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN PEQUEÑAS Y MICROEMPRESAS DE CONFECCIONES versión 1.

La interface principal contiene cuatro interfaces: Abrir, Ver Pedidos, Reporte de Planificación y Acerca De, como se muestra a continuación.

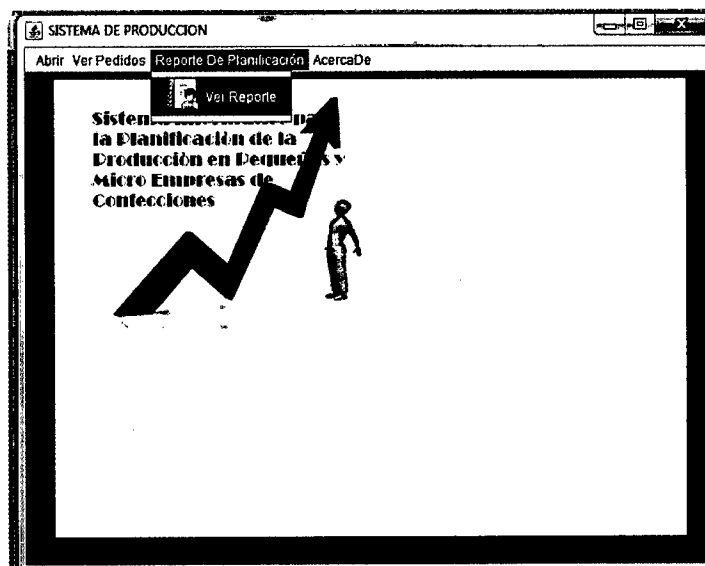


Figura No. 10: Pantalla Principal

### 5.5.1. Interface para Ingresar Producto e Ingreso de Pedido.

Cuando el usuario presione la opción **Abrir** aparecerán dos alternativas: **Ingresar Producto e Ingreso de Pedidos**.

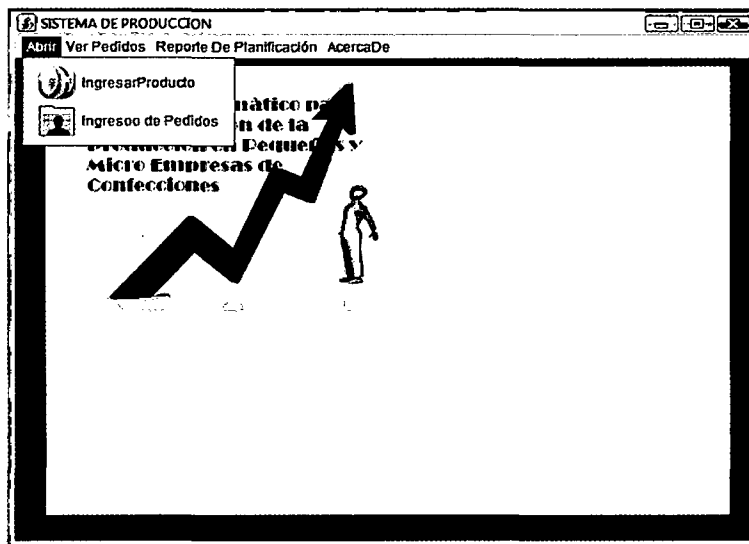


Figura No. 11: Pantalla principal, con el desplegable de la pestaña abrir.

#### 5.5.1.1. Interface para Ingresar Producto

Cuando el usuario ingrese a la opción: **ingresar Producto**, esta le permitirá, ingresar la información de los productos así como los **datos del insumo**.

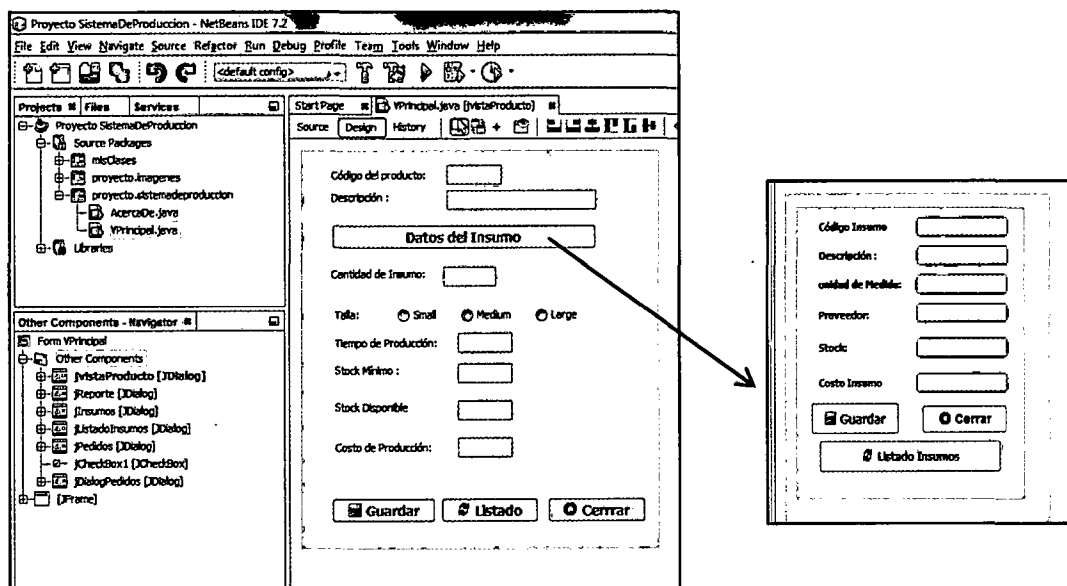


Figura No. 12: Pantalla ingreso de productos y datos del insumo

Terminado de ingresar los datos del insumo, estos se podrán listar como se muestra, y además crear el archivo en formato del Microsoft Excel, datos que se usarán en el modelo de programación matemática, base del Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones

Código de ...	Descripción	Unidad de ...	Proveedor	Stock de T...	Costo
G-GM050	Gamuza 5...	Kilo	Creditex	850.0	13.0

**Crear Archivo**

Figura No. 13: Listado de Insumo

Terminado de ingresar los datos del producto, estos se podrán listar como se muestra, y además crear el archivo en formato del Microsoft Excel. Datos que se usarán en el modelo de programación matemática, base del Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones.

Código Pr...	Descripci...	Código In...	Cantidad ...	Talla	Tiempo P...	Stock Mini...	Stock Dis...	Costo de ...
P-001	Polo M/C, ...	G-GM050	0.35	S	6.63	0	0	5.6

**Guardar Datos en Excel**      **Cerrar**

Figura No. 14: Listado de productos.



### 5.5.1.2. Interface ingreso de pedidos

Para cada pedido, se ingresarán los datos del cliente: Código del cliente, Razón Social y RUC.; y la lista de los productos de cada pedido, para luego guardar el pedido.

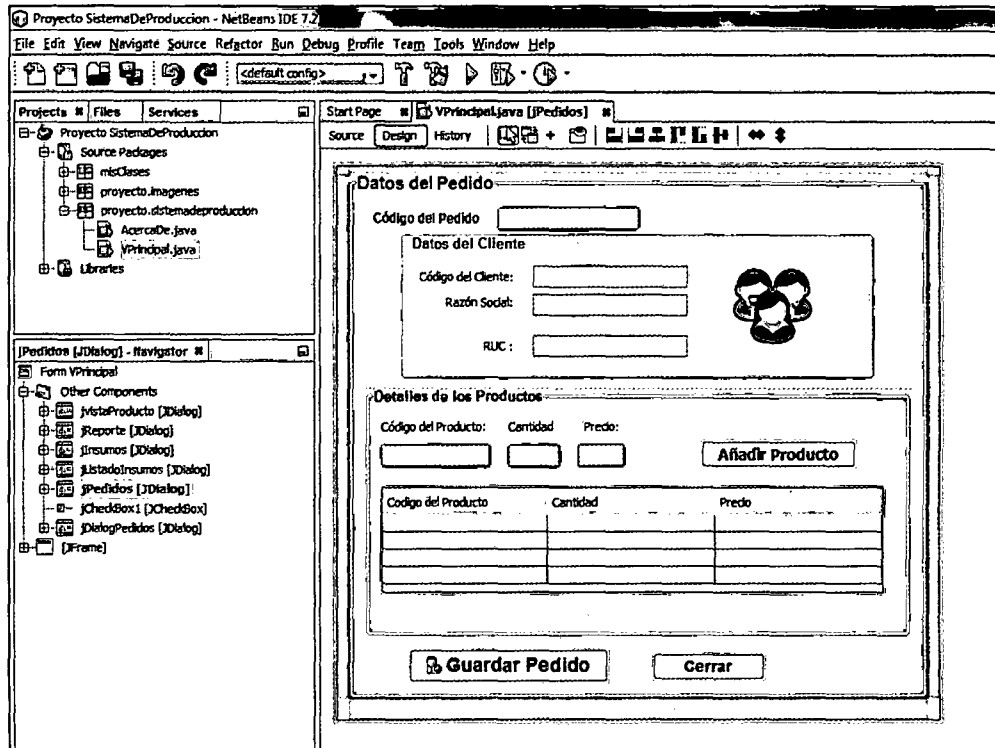


Figura No. 15: Ingreso de pedidos y datos del cliente.

### 5.5.2. Interface ver pedidos

Cuando el usuario presione la opción **Ver Pedidos** aparecerá **Resumen producto**.

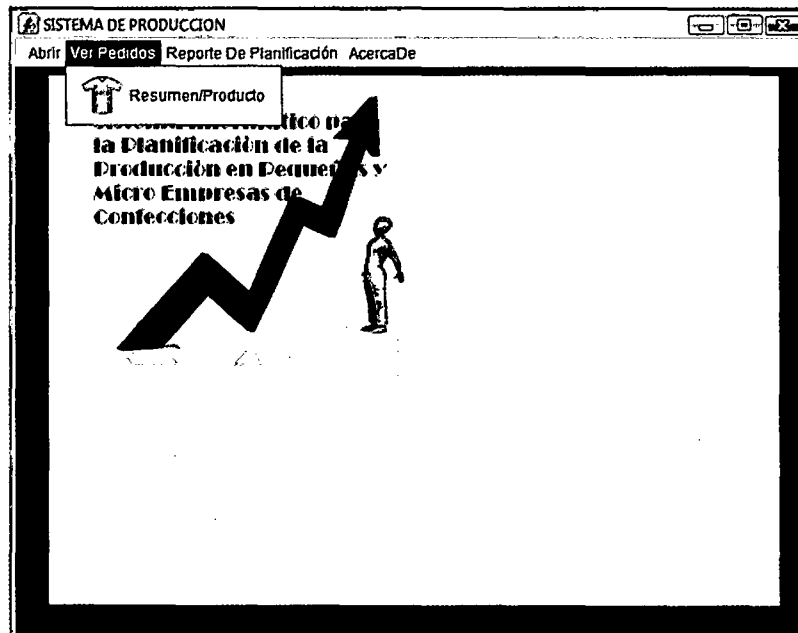


Figura No. 16: Ver pedidos

Esta opción Resumen Producto genera el consolidado de todos los pedidos, por código del producto, consolidando la cantidad total.

Por ejemplo: diversos clientes pueden pedir el mismo producto, en el archivo Excel se consolida el total por código de producto.

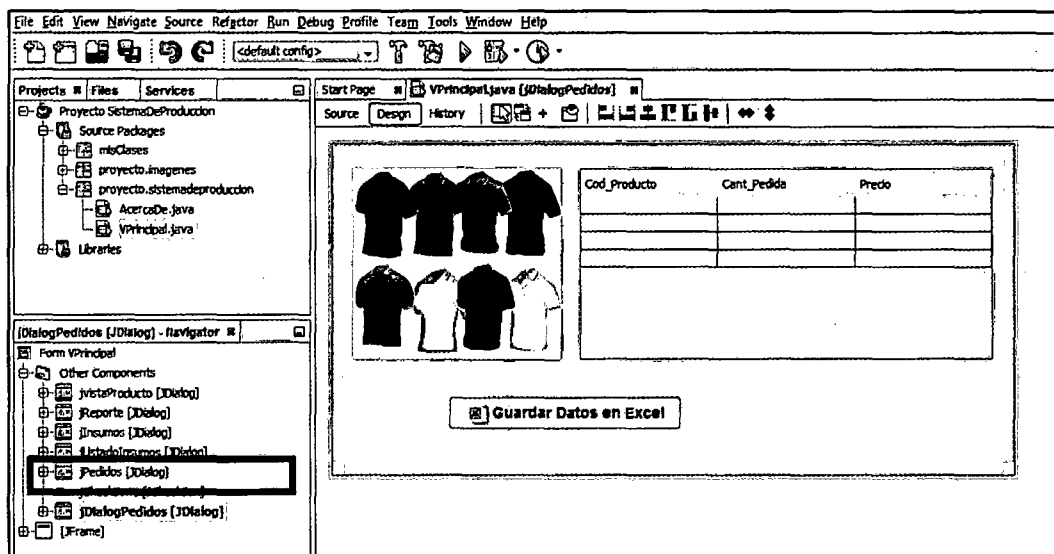


Figura No.17: Listado de los pedidos.

### 5.5.3. Interface Reporte de Planificación.

Cuando ingresamos a esta opción, presionando **ver reporte**, se ejecutará el modelo matemático, en el cual está basado Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones.

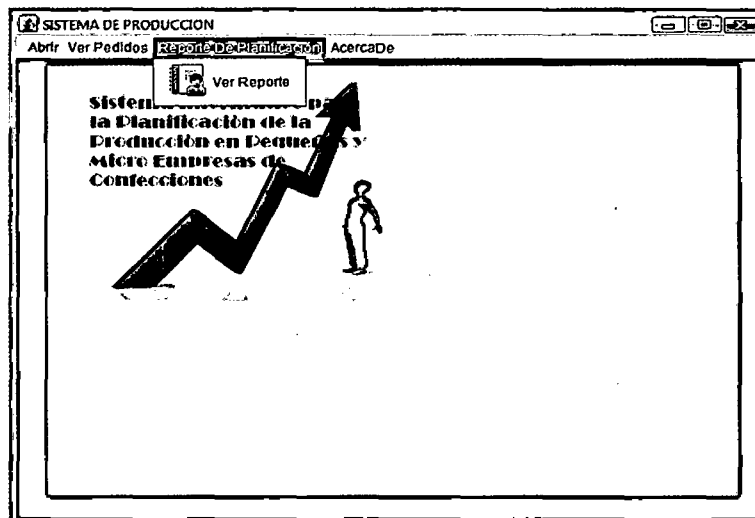


Figura No.18: Reporte de Planificación.

Luego de ejecutarse el modelo matemático, se genera el Reporte de la Solución del modelo matemático, el cual indica la cantidad que debemos de producir de cada una de las prendas a fin de cumplir con las metas propuestas por la empresa.

Codigo Del Producto	Cantidad De Producción
P_012	1496,69
P_013	1212,037
P_016	0
P_017	227,651
P_018	181,651
P_019	1330,651
P_020	816,828
P_C01	0
P_C02	386,174
P_C03	249,181
P_C04	1750
P_C05	1444,444
P_C06	224,429
P_C07	216,535
P_C08	179,181

Figura No 19: Reporte Plan de Producción

## **CAPÍTULO VI**

### **CASOS DE ESTUDIO**

#### **6.1. DESCRIPCION DEL AMBIENTE DE LOS CASOS DE ESTUDIO**

El sistema informático para la planificación de la producción en las PYMES de confecciones ha sido instalado en dos PYMES de la ciudad de Lima.

Una de ellas se dedica a la confección de polos en tejido de punto en diversas calidades y diseños, para damas, caballeros y niños en manga larga, manga corta, manga al codo y sin manga, con botones, bordados, estampados, colores, etc.

En el área de producción tiene nueve trabajadores, ocho en el área de costura y un trabajador que se encarga de cortar y habilitar las prendas.

La otra empresa se dedica a la confección de camisas para caballeros, en distintos modelos tanto de vestir, como sport.

En esta micro empresa laboran 6 trabajadores en total en el área de producción.

## **6.2. INDICADORES PARA EVALUAR EL SISTEMA INFORMATICO PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PYMES DE CONFECCIONES.**

Para evaluar el Sistema Informático para la Planificación de la Producción, se consulto con las personas encargadas del área de producción en las dos PYMES donde se instalo este Sistema Informático, resultando que no existen actualmente parámetros estándares para evaluar el rendimiento del personal, el rendimiento de las máquinas, el costo unitario de producción y el tiempo real de producción. Las empresas solo se basan en tratar de cumplir con todos los pedido, en ver al personal ocupado y las máquinas trabajando. Por tanto se establece el indicador de la productividad de la variable dependiente que permitirá evaluar el sistema informático, otros parámetros son la capacidad de producción, demanda y costo de producción indicadores de la variable independiente, pero el costo de producción está evaluado en el cálculo de la productividad.

### **6.2.1. INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

**Capacidad de Producción:** Unidades producidas por unidad de tiempo.

La capacidad de producción en tiempo normal es de 526 polos manga corta al día.

Pero en temporada alta se trabaja sobretiempo siendo la capacidad de producción en tiempo extra de 98 polos manga corta al día, lo que totaliza 624 polos manga corta al día.

Se trabajan 25 días al mes.

Un criterio a tomar en cuenta es que los dueños o administradores de las PYMES consideran que mientras las máquinas estén trabajando, se está aprovechando la capacidad de producción.

Lo que se quiere demostrar es que se debe aprovechar esta capacidad de producción, pero produciendo las prendas que generan mayor utilidad.

**Demanda:** Unidades solicitadas por los clientes por unidad de tiempo.

Los dueños o administradores de las PYMES creen que se deben de satisfacer todos los pedidos, no importa el costo que generen, si se tiene que trabajar domingo, o la fecha que se entreguen, no importa entregarlos fuera de fecha, pero entregar.

Lo que se quiere demostrar es que no atender todos los pedidos puede crear mala imagen y pérdida de clientes y menor utilidad.

**Costo de producción:** El costo de las prendas esta dado principalmente por el costo de la materia prima (tela) y el costo de la mano de obra (tiempo de producción).

- Horas-hombre/unidad: El costo de la hora hombre por minuto es de 0.156 soles en horario normal de trabajo.  
Y el costo de la hora hombre en sobretiempo es de 0.234 soles por minuto.

Lo que se quiere demostrar que no siempre es necesario hacer tiempo extra, se debe tratar de producir en tiempo normal y si se tiene que trabajar tiempo extra se tiene que hacer produciendo las unidades que generen mayor utilidad.

## 6.2.2. INDICADOR DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

**Productividad:**

Productividad =  $Q/R$

Donde:       $Q$ = Unidades producidas por unidad de tiempo

$R$ = Recursos utilizados por unidad de tiempo

- En la **primera pyme** a evaluar, la que se dedica a la producción de polos, en el mes de Julio del año 2011 la producción fue de 10,200 polos al mes, lo que genero un costo total de 146,567 soles al mes; evaluando obtenemos una productividad de 0.070 prendas/sol.
- Con el sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones. En el mes de Julio del 2011, se debieron producir 11,819 prendas lo que genero un costo total de 138,494 soles al mes; que evaluando tenemos una productividad de 0.086 prendas/sol.

El sistema informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones, se ha replicado desde el mes de Julio del 2011 hasta el mes de Agosto del 2012, obteniéndose la siguiente tabla de resultados de productividad.

#### **Variación de la productividad en la pyme que confecciona polos**

<b>PYME CONFECCIONA POLOS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Julio 2011	Q = 10,200 prendas/mes R = 146,567 soles/mes P = 0.070 prenda/sol	Q = 11,819 prendas/mes R = 138,494 soles/mes P = 0.086 prenda/sol	Variación = 22.63%
Agosto 2011	Q = 9,870 prendas/mes R = 139,676 soles/mes P = 0.071 prenda/sol	Q = 10,230 prendas/mes R = 125,434 soles/mes P = 0.082 prenda/sol	Variación = 15.42%

<b>PYME CONFECCIONA POLOS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Setiembre 2011	Q = 11,342 prendas/mes R =163,450 soles/mes P =0.070 prenda/sol	Q = 10,230 prendas/mes R =125,434 soles/mes P =0.082 prenda/sol	Variación = 17.53%
Octubre 2011	Q = 11,860 prendas/mes R =143,000 soles/mes P =0.083 prenda/sol	Q = 11,655 prendas/mes R =125,555 soles/mes P =0.093 prenda/sol	Variación = 11.93%
Noviembre 2011	Q = 10,900 prendas/mes R =148,675 soles/mes P =0.073 prenda/sol	Q = 11,655 prendas/mes R =133,234 soles/mes P =0.087 prenda/sol	Variación = 19.32%
Diciembre 2011	Q = 10,654 prendas/mes R =146,577 soles/mes P =0.073 prenda/sol	Q = 11,655 prendas/mes R =133,234 soles/mes P =0.087 prenda/sol	Variación = 20.35%
Enero 2012	Q = 11,008 prendas/mes R =147,422 soles/mes P =0.075 prenda/sol	Q = 11,867 prendas/mes R =134,564 soles/mes P =0.088 prenda/sol	Variación = 17.43%
Febrero 2012	Q = 11,200 prendas/mes R =143,455 soles/mes P =0.078 prenda/sol	Q = 12,016 prendas/mes R =132,567 soles/mes P =0.090 prenda/sol	Variación = 16.10%



<b>PYME CONFECCIONA POLOS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Marzo 2012	Q = 11,250 prendas/mes R =146,566 soles/mes P =0.077 prenda/sol	Q = 12,016 prendas/mes R =132,567 soles/mes P =0.090 prenda/sol	Variación = 18.09%
Abril 2012	Q = 11,343 prendas/mes R =145,655 soles/mes P =0.078 prenda/sol	Q = 11,987 prendas/mes R =133,333 soles/mes P =0.089 prenda/sol	Variación = 15.44%
Mayo 2012	Q = 10,400 prendas/mes R =136,567 soles/mes P =0.076 prenda/sol	Q = 10,322 prendas/mes R =122,456 soles/mes P =0.084 prenda/sol	Variación = 10.69%
Junio 2012	Q = 11,500 prendas/mes R =154,555 soles/mes P =0.074 prenda/sol	Q = 11,345 prendas/mes R =121,333 soles/mes P =0.094 prenda/sol	Variación = 22.66%
Julio 2012	Q = 11,346 prendas/mes R =153,655 soles/mes P =0.074 prenda/sol	Q = 10,922 prendas/mes R =119,233 soles/mes P =0.092 prenda/sol	Variación = 24.05%
Agosto 2012	Q = 11,342 prendas/mes R =152,103 soles/mes P =0.075 prenda/sol	Q = 10,878 prendas/mes R =118345 soles/mes P =0.092 prenda/sol	Variación = 23.27%

Tabla No. 24: Variación de la productividad en la PYME que confecciona polos.

- En la **segunda PYME** a evaluar, la que se dedica a la producción de camisas, en el mes de Julio del año 2011 la producción fue de 2,400 polos al mes, lo que genero un costo total de 51840 soles al mes; que evaluando tenemos una productividad de 0.046 prendas/sol.
- Con el sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones. En el mes de Julio del 2011, se debieron producir 2,800 prendas al mes lo que genero un costo total de 57040 soles al mes; que evaluando tenemos una productividad de 0.049 prenda/sol.

El sistema informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de Confecciones; se ha replicado desde el mes de Julio del 2011 hasta el mes de Agosto del 2012, obteniéndose la siguiente tabla de resultados de productividad.

Variación de la productividad en la PYME que confecciona camisas

<b>PYME CONFECCIONA CAMISAS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Julio 2011	Q = 2400 prendas/mes R =51,840 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Q = 2800 prendas/mes R =57,040 soles/mes P =0.049 prenda/sol	Variación = 6.03%
Agosto 2011	Q = 2300 prendas/mes R =50,890 soles/mes P =0.045 prenda/sol	Q = 2550 prendas/mes R =54,000 soles/mes P =0.047 prenda/sol	Variación = 4.48%

<b>PYME CONFECCIONA CAMISAS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Setiembre 2011	Q = 2600 prendas/mes R =51,800 soles/mes P =0.050 prenda/sol	Q = 2600 prendas/mes R =48,900 soles/mes P =0.053 prenda/sol	Variación = 5.93%
Octubre 2011	Q = 2300 prendas/mes R =51,890 soles/mes P =0.044 prenda/sol	Q = 2600 prendas/mes R =55,380 soles/mes P =0.047 prenda/sol	Variación = 5.92%
Noviembre 2011	Q = 2900 prendas/mes R =62,640 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Q = 2800 prendas/mes R =59,680 soles/mes P =0.047 prenda/sol	Variación = 1.34%
Diciembre 2011	Q = 3000 prendas/mes R =64,800 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Q = 3000 prendas/mes R =59,346 soles/mes P =0.051 prenda/sol	Variación = 9.19%
Enero 2012	Q = 2550prendas/mes R =55,296 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Q = 2500 prendas/mes R =52,000 soles/mes P =0.048 prenda/sol	Variación = 3.85%
Febrero 2012	Q = 2390 prendas/mes R =51,840 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Q = 2800 prendas/mes R =57,040 soles/mes P =0.049 prenda/sol	Variación = 6.03%

<b>PYME CONFECCIONA CAMISAS</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Antes</b>	<b>Sistema Informático</b>	<b>Variación de la Productividad</b>
Marzo 2012	Q = 2300 prendas/mes R =48,450 soles/mes P =0.047 prenda/sol	Q = 2350 prendas/mes R =66,389 soles/mes P =0.049 prenda/sol	Variación = 6.71%
Abril 2012	Q = 2450 prendas/mes R =50,000 soles/mes P =0.049 prenda/sol	Q = 2450 prendas/mes R =47,897 soles/mes P =0.051 prenda/sol	Variación = 4.39%
Mayo 2012	Q = 2200 prendas/mes R =51,456 soles/mes P =0.043 prenda/sol	Q = 2100 prendas/mes R =45,789 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Variación = 7.27%
Junio 2012	Q = 2000 prendas/mes R =47,890 soles/mes P =0.042 prenda/sol	Q = 2100 prendas/mes R =45,321 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Variación= 10.95%
Julio 2012	Q = 2050 prendas/mes R =47,900 soles/mes P =0.043 prenda/sol	Q = 2100 prendas/mes R =45,321 soles/mes P =0.046 prenda/sol	Variación= 8.27%
Agosto 2012	Q = 2000 prendas/mes R =47,900 soles/mes P =0.041 prenda/sol	Q = 2050 prendas/mes R =45,458 soles/mes P =0.045 prenda/sol	Variación= 8.01%

Tabla No. 25: Variación de la productividad en la PYME que confecciona camisas.

### **6.3 COMPARACION DE LAS EMPRESAS ANTES Y DESPUES DE USAR EL SISTEMA INFORMATICO PARA LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION EN PEQUEÑAS Y MICRO EMPRESAS DE CONFECCIONES.**

Para ambas PYMES se evaluó 14 meses desde Julio del 2011, hasta Agosto del 2012

En ambas empresas la variación de la productividad es positiva, lo que indica que existió mejora después de la implementación del Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de confecciones.

Debemos resaltar que las personas asignadas para la implementación del Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de confecciones, indicaron que es fácil el uso de esta herramienta, pero que de todas maneras requieren de una capacitación, además resaltaron que el Sistema Informático para la Planificación de la Producción en Pequeñas y Microempresas de confecciones les permitirá tomar una mejor decisión en el momento de aceptar un pedido.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Las conclusiones que se obtienen de este proyecto de investigación son las siguientes:

- El desarrollo de un Sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confección basada en un modelo de programación matemático adecuado permitió mejorar el sistema de planificación de la producción.
- El desarrollo de un Sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confección es viable siguiendo los principios de la metodología Scrum, permitiendo personalizar el sistema según el tipo de prenda a confeccionar.
- El desarrollo del Sistema informático para la planificación de la producción en PYMES de confección ha sido aceptado favorablemente en las PYMES donde se instaló debido a su fácil uso y su rápida adaptación a las necesidades de estas.
- El proceso productivo en PYMES de confecciones, tiene un modelo estándar, lo que permitirá implementarlo en cualquier tipo de PYME de confecciones.

## RECOMENDACIONES

- A los profesores de Ingeniería de Sistemas que motiven a sus alumnos el desarrollo de software de optimización, especialmente para las PYMES, teniendo en cuenta la necesidad del país de elevar radicalmente la productividad del trabajo a fin de continuar progresando económicamente.
- A fin de completar el modelo de Gestión de Operaciones desarrollar el MRP (Planificación del Requerimiento de Materiales) como segundo módulo de este Sistema Informático para la Planificación de la Producción en PYMES de confecciones.
- La utilización de este Sistema Informático para la Planificación de la Producción en PYMES de confecciones como soporte a la toma de decisiones en la elaboración de las mejores estrategias de producción.

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Bases de Datos:** Es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Una base de datos es un sistema de archivos electrónico.

**Confección:** Es la actividad de fabricar prendas de vestir por medio de telas que se convertirán en trajes.

**Demanda:** El tipo y la cantidad de prendas de vestir que la sociedad requiere para satisfacer sus necesidades de abrigo y confort, corresponden a la demanda que los confeccionistas deben satisfacer en un período de tiempo específico. La demanda depende de las estaciones y condiciones climatológicas así como la moda.

**Diagrama de Caso de Usos:** Diagrama UML que describe el comportamiento de un sistema desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto, los casos de uso determinan los requisitos funcionales del sistema, es decir, representan las funciones que un sistema puede ejecutar.

Su ventaja principal es la facilidad para interpretarlos, lo que hace que sean especialmente útiles en la comunicación con el cliente.



**Diagrama de Clases:** Es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Los diagramas de clases son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre uno y otro.

**Modelo Matemático:** Un modelo matemático describe teóricamente un objeto que existe fuera del campo de las Matemáticas.

**Sistema Informático :** Un sistema informático como todo sistema, es el conjunto de partes interrelacionadas, hardware, software y de recurso humano que permite almacenar y procesar información. El hardware incluye computadoras o cualquier tipo de dispositivo electrónico inteligente, que consisten en procesadores, memoria, sistemas de almacenamiento externo, etc.

El software incluye al sistema operativo, firmware y aplicaciones, siendo especialmente importante los sistemas de gestión de bases de datos. Por último el soporte humano incluye al personal técnico que crean y mantienen el sistema (analistas, programadores, operarios, etc.) y a los usuarios que lo utilizan.

**Solver:** Un módulo de la planilla más difundida en el mercado, Excel que viene incluida en el paquete Office de Microsoft. Es una herramienta para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos.

**UML:** Lenguaje Unificado de Modelado (LUM o UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema, y

aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y compuestos reciclados.

**Planeación de la producción:** Se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios, y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de demanda en forma eficiente. Dado que las condiciones que afectan a la producción no son estables en el tiempo, la producción debe planificarse de forma agregada con el fin de obtener una utilización eficiente de los recursos.

**Productividad:** Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

**Programación Lineal:** Es una técnica de optimización que consiste en la maximización o minimización, de una función lineal, llamada Función Objetivo, sujeta a restricciones también lineales.

Un problema de Programación Lineal consta de tres elementos: variables de decisión, función objetivo y las restricciones

**Programación No Lineal:** La suposición más importante de la programación lineal es que la función objetivo y las restricciones son funciones lineales de las variables de decisión. Con frecuencia, esta suposición no se cumple. De esta manera los modelos correspondientes son modelos de programación no lineal.

**Programación por Objetivos:** La idea básica de la programación por objetivos es establecer una meta numérica específica para cada uno de los objetivos, formular una función objetivo para cada uno de ellos y después

buscar una solución que minimice la suma (ponderada) de las desviaciones de estas funciones objetivo de sus metas respectivas.

**PYMES:** En el Perú existe una clase denominada PYMES, para favorecer con la legislación laboral a las pequeñas y microempresas; estas en el Perú, generan el 80% del empleo (sea formal o informal). Decreto Legislativo 1086 del año 2008, una ley de promoción de la competitividad, formalización y desarrollo de la micro y pequeña empresa y del acceso al empleo decente, modifica las características de las PYMES, según el cual una PYME debe reunir dos criterios, uno es la cantidad de empleados y el otro el monto de las ventas anuales equivalentes a Unidades Impositivas Tributarias (UIT):

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Trabajadores</b>	<b>Equivalente a ventas máximas anuales en UIT</b>
Microempresa	1 – 10	Hasta 150
Pequeña empresa	1 – 100	Hasta 1700

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aching Guzmán C.: (2006) *Guía Rápida Ratios Financieros y Matemáticas de la Mercadotecnia*, Edición electrónica gratuita. Texto completo en [www.eumed.net/libros/2006a/](http://www.eumed.net/libros/2006a/)
- [2] Cervera, H., Herrera, T., & De La Hoz Granadillo, E. (2011). Análisis comparativo entre las cadenas productivas del sector textil-confecciones de la provincia de Jiangsu-China y el departamento del Atlántico-Colombia. (Spanish). *INGENIARE - Revista Chilena De Ingeniería*, 19(3), 429-441.
- [3] Domínguez Machuca, José Antonio y otros. (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*: Madrid. McGraw Hill.
- [4] 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, D.F. [etc.: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- [5] García, M., & Díaz, A. (2010). Webs usables y accesibles en PYMES. Retos para el futuro. (Spanish). *Revista Latina De Comunicación Social*, 13(65), 1-18. doi:10.4185/RLCS-65-2010-908-392-409

- [6] Gálvez, D., & Vargas, K. (2003). *La Capacidad Innovadora de las PYMES peruanas en el universo del APEC*. (Spanish). Cuadernos De Difusión, 8(14), 125-154.
- [7] Heizer, Jay y Render, Barry. (2001). *Dirección de la producción*. 6ª Ed. 2 T. Madrid, Prentice Hall.
- [8] Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México, D. F: McGraw-Hill.
- [9] Joseph Schmuller (2001). *Aprendiendo Uml En 24 Horas*. Pearson Educación.
- [10] Meredith, Jack R. (1999). *Administración de las operaciones, un énfasis conceptual* México, Limusa.
- [11] Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: Pearson/Educación.
- [12] Taha, H. A., & González, P. V. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson/Educación.
- [13] Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2004). *Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos*. Australia: Thomson.
- [14] [www.netbeans.org](http://www.netbeans.org)
- [15] [www.programacionsrum.org](http://www.programacionsrum.org)
- [16] [www.sistemaerp.prowin.com](http://www.sistemaerp.prowin.com)
- [17] <http://www-142.ibm.com/software/products/us/en/rosemod/>

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **TABLAS**

Tabla No. 1:	Características de las PYMES.
Tabla No. 2:	Operacionalización de la Variable Independiente.
Tabla No. 3:	Operacionalización de la Variable Dependiente.
Tabla No. 4:	Los roles en la metodología Scrum.
Tabla No. 5:	Diferencias entre las metodologías ágiles y tradicionales.
Tabla No. 6:	Ventajas y Desventajas de Planeación Total de la Producción.
Tabla No. 7:	Caso de Uso: Gestionar productos
Tabla No. 8:	Caso de Uso: Guardar producto
Tabla No. 9:	Caso de Uso: Reporte de producto
Tabla No. 10:	Caso de Uso: Gestionar Insumo
Tabla No. 11:	Caso de Uso: Guardar Insumo
Tabla No. 12:	Caso de Uso: Reporte de Insumo
Tabla No. 13:	Caso de Uso: Realizar Pedido de Productos
Tabla No. 14:	Caso de Uso: Gestionar Cliente
Tabla No. 15:	Caso de Uso: Detallar producto
Tabla No. 16:	Caso de Uso: Adicionar producto

- Tabla No. 17: Caso de Uso: Guardar producto
- Tabla No. 18: Caso de Uso: Reporte de pedidos
- Tabla No. 19: Caso de Uso: Planificar Producción
- Tabla No. 20: Base de datos de Producto.
- Tabla No. 21: Base de Datos de Telas.
- Tabla No. 22: Base de Datos de Clientes.
- Tabla No. 23: Base de Datos de Pedidos.
- Tabla No. 24: Variación de la productividad en la PYME que confecciona polos.
- Tabla No. 25: Variación de la productividad en la PYME que confecciona camisas.



## **ANEXO B**

### **FIGURAS**

- Figura No.1: Guía general que puede ser utilizada, para resolver un modelo matemático de optimización.
- Figura No.2: El proceso productivo de las PYMES de confecciones consta de los siguientes procesos.
- Figura No.3: Área de desarrollo del producto.
- Figura No.4: Área de Corte.
- Figura No.5: Área de Costura.
- Figura No.6: Estructura del desarrollo ágil.
- Figura No.7: Modelo de Gestión del Área de Producción en PYMES de confecciones.
- Figura No. 8: Diagrama de Clases.
- Figura No. 9: Casos de Uso del Sistema Informático para el Planeamiento de la Producción en PYMES de confecciones.
- Figura No. 10: Pantalla Principal.
- Figura No. 11: Pantalla principal, con el desplegable de la pestaña abrir.
- Figura No. 12: Pantalla ingreso de productos y datos del insumo.
- Figura No. 13: Listado de Insumo.
- Figura No. 14: Listado de productos.

- Figura No. 15: Ingreso de pedidos y datos del cliente.
- Figura No. 16: Ver Pedidos.
- Figura No. 17: Listado de los Pedidos.
- Figura No. 18: Reporte de Planificación.
- Figura No. 19: Reporte Plan de Producción

## ANEXO C

### BASES DE DATOS

**PYME: Confecciona Polos**

#### Productos

código Producto	Descripción	Código Insumo	Cantidad	Talla	Tiempo Producción	Stock Mínimo	Stock Disponible	Costo
P-C01	Polo manga corta, cuello redondo	G-GM050	0,35	S	6,63	0	0	
P-C02	Polo manga corta, cuello con rib	J-JM040	0,40	M	7,25	0	0	
P-C03	Polo manga corta, cuello con rib, pechera	J-JM030	0,30	L	6,52	0	0	
P-C04	Polo manga corta, cuello con rib y bordado	G-GM082	0,40	M	6,70	0	0	
P-C05	Polo manga corta, cuello con rib y estampado	P-PM001	0,45	M	6,80	0	0	
P-C06	Polo manga corta, cuello con rib y bolsillo	G-GM104	0,45	M	6,45	0	0	
P-C07	Polo manga corta,cuello redondo con bordado	G-GM003	0,35	M	7,00	0	0	
P-C08	Polo manga corta, cuello V con rib y botones	G-GM075	0,40	M	7,30	0	0	
P-C09	Polo manga corta, cuello V	G-GM025	0,35	M	6,60	0	0	
P-C10	Polo manga corta, cuello V y abertura en costados	G-GM060	0,35	M	7,10	0	0	
P-C11	Polo manga corta, cuello con rib y pechera	G-GM040	0,35	M	7,40	0	0	
P-012	Polo sin manga , cuello redondo	G-GM104	0,30	M	6,00	0	0	
P-013	Polo sin manga , cuello con rib	G-GM003	0,35	M	6,20	0	0	
P-C14	Polo manga corta, cuello con rib y bolsillo en V	G-GM075	0,35	M	6,30	0	0	
P-C15	Polo manga corta, cuello V, abertura en costados y bordado	G-GM025	0,40	M	6,40	0	0	

código Producto	Descripción	Código Insumo	Cantidad	Talla	Tiempo Producción	Stock Mínimo	Stock Disponible	Costo
P-016	Polo sin manga , cuello redondo, estampado cazado	G-GM050	0,25	M	6,10	0	0	
P-017	Polo sin manga , cuello redondo, estampado sin cazar	J-JM040	0,20	M	6,00	0	0	
P-018	Polo sin manga , cuello con rib, con bordado	J-JM030	0,20	M	5,50	0	0	
P-019	Polo sin manga , cuello con rib, con bordado cazado	G-GM075	0,25	M	5,90	0	0	
P-020	Polo sin manga , cuello con rib, con bordado sin cazar	G-GM025	0,20	M	5,50	0	0	
P-M21	Polo manga al codo, cuello redondo	G-GM060	0,50	M	7,50	0	0	
P-M22	Polo manga al codo , cuello con rib, con bordado	G-GM060	0,50	M	7,85	0	0	
P-M23	Polo manga al codo, cuello redondo, con bordado	G-GM040	0,50	M	7,80	0	0	
P-M24	Polo manga al codo, cuello bote,	G-GM075	0,50	M	7,80	0	0	
P-M25	Polo manga al codo, cuello V	G-GM025	0,52	M	7,60	0	0	
P-M26	Polo manga al codo, cuello con rib	G-GM050	0,60	M	7,70	0	0	
P-L27	Polo manga larga, cuello redondo, puño cerrado	G-GM003	0,70	M	8,50	0	0	
P-L28	Polo manga larga, cuello V puño con rib	J-JM030	0,80	M	8,65	0	0	
P-L29	Polo manga larga, cuello bote, abertura costados, puño cerrado	G-GM075	0,90	M	8,90	0	0	
P-L30	Polo manga larga, cuello redondo, con bolsillo redondo	G-GM082	1,00	M	8,85	0	0	
P-L31	Polo manga larga, cuello V puño terminado en V y botones	P-PM001	0,80	M	8,50	0	0	
P-L32	Polo manga larga, cuello redondo estampado	G-GM104	0,70	M	8,50	0	0	
P-L33	Polo manga larga, cuello redondo bordado	G-GM025	0,70	M	8,50	0	0	

código Producto	Descripción	Código Insumo	Cantidad	Talla	Tiempo Producción	Stock Mínimo	Stock Disponible	Costo
P-L34	Polo manga larga, cuello bote	G-GM060	0,60	M	8,50	0	0	
P-L35	Polo manga larga, cuello con pechera y botones	G-GM082	0,65	M	8,90	0	0	
P-L36	Polo manga larga, cuello rib y cazado	P-PM001	0,70	M	9,00	0	0	
P-L37	Polo manga larga, cuello rib sin cazar	G-GM104	0,65	M	8,50	0	0	
P-M38	Polo manga al codo, cuello redondo y cazado	G-GM025	0,70	M	8,00	0	0	
P-M39	Polo manga al codo, cuello redondo sin cazar	G-GM060	0,65	M	7,80	0	0	
P-M40	Polo manga al codo , cuello con rib, con bordado y cazado	G-GM050	0,60	M	8,00	0	0	
P-M41	Polo manga al codo , cuello con rib, con bordado sin cazar	J-JM040	0,50	M	7,80	0	0	
P-M42	Polo manga al codo, cuello redondo, con bordado cazado	J-JM030	0,60	M	8,00	0	0	
P-M43	Polo manga al codo, cuello redondo, con bordado sin cazar	G-GM082	0,50	M	7,80	0	0	
P-M44	Polo manga al codo, cuello bote, y bolsillo	P-PM001	0,50	M	8,00	0	0	
P-M45	Polo manga al codo, cuello bote, bolsillo y abertura	G-GM104	0,70	M	8,00	0	0	
P-M46	Polo manga al codo, cuello bote, cazado	G-GM003	0,50	M	8,00	0	0	
P-M47	Polo manga al codo, cuello V sin cazar	G-GM075	0,60	M	7,80	0	0	

## Insumo

Código Insumo	Descripción	Unidad Medida	Proveedor	Stock	Costo
G-GM050	Gamuza pyma 50/1	kilo	Creditex	850	13
J-JM040	Jersey 40/1	kilo	San Jacincto	200	12
J-JM030	Jersey 30/1	kilo	San Jacinto	150	11
G-GM082	Gamuza 50% algodón - 50% polyester	kilo	Creditex	700	12.5
P-PM001	Pique	kilo	San Jacinto	650	12
G-GM104	Gamuza pyma 40/1	kilo	Creditex	550	12
G-GM003	Gamuza pyma 30/1	kilo	Creditex	500	11
G-GM075	Gamuza 75% algodón - 25% polyester	kilo	Creditex	660	14
G-GM025	Gamuza 25% algodón - 75% polyester	kilo	Creditex	1400	11
G-GM060	Gamuza 60% algodón - 40% polyester	kilo	Creditex	700	13
G-GM040	Gamuza 40% algodón - 60% polyester	kilo	Creditex	400	12

## Pedidos

Código	Total	P. venta
P-013	1153	25
P-C07	193	30
P-020	798	24
P-C09	2467	28.5
P-C15	24	27
P-M25	326	36
P-C11	192	28.5
P-M23	422	34
P-016	867	22.5
P-C01	1484	30
P-M26	60	35
P-C10	1045	28.5
P-M21	625	35.5
P-019	1313	22.5
P-C08	158	27
P-C14	36	29
P-M24	158	34
P-C04	1620	28.5
P-012	1481	20
P-C06	85	29
P-018	164	22.5
P-C03	228	27
P-017	210	22.5
P-C02	100	28.5
P-C05	1404	27