

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**“SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COMPRAS E INVENTARIOS  
SAMA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA.**

**MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**POSTULANTE:** Raúl Francisco Choque Chambilla

**TUTOR:** Lic. Luisa Velásquez López Msc

**REVISOR:** Lic. Abdías Patzi Choque

LA PAZ – BOLIVIA

2007

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo esta dedicado a toda mi familia, a mis padres Florentino y María, pilares de mi formación, a mis hermanos Ramiro, Edwin, Julio, Janeth, Pilar, Victor, a mis cuñadas Nelly y Lydia y a mis sobrinas Estefanie y Yoselin. Quienes me brindaron siempre su apoyo y colaboración en todo momento.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi tutor Lic. Luisa Velásquez López a quien agradezco por la orientación en la estructuración del presente proyecto y por la guía en el uso de métodos de investigación, operacionalización, manejo de variables, utilización de herramientas adecuadas para el desarrollo y por el seguimiento continuo a este trabajo para una feliz culminación.*

*A mi revisor Lic. Abdiaz Patzi Choque por su dedicación en la revisión para el mejoramiento del presente proyecto.*

*Al señor Julio Ayala Vargas Gerente General de Industrias "SAMA" S.R.L. por darme la oportunidad de desarrollar e implementar el presente proyecto en instalaciones de la mencionada empresa.*

*A mis hermanos Ramiro, Edwin y a mis cuñadas Nelly y Lydia, quienes me ayudaron y colaboraron en el desarrollo y conclusión del presente trabajo.*

## RESUMEN

El presente proyecto de grado “Sistema de Compras e Inventarios SAMA”, es un estudio de la empresa Industrias SAMA, dedicada a la producción de gaseosas, como tal presenta problemas de administración y gestión de recursos monetarios e industriales, causados esencialmente por la cantidad de información que se genera a diario.

Para resolver los problemas que presenta Industrias Sama se optó por utilizar en el proceso de investigación el método científico y para el análisis y diseño para sistemas se utilizó la metodología de análisis estructurado. Para alcanzar los objetivos planteados también se utilizó los métodos, técnicas y herramientas que mencionamos a continuación: método precio medio ponderado, modelos de inventarios, técnica de fijación de máximos y mínimos, etc.

Durante el proceso de análisis se realizó el estudio de los procesos de compras e inventarios, realizando el modelado y comportamiento de los mismos mediante la utilización de diagramas de flujos de datos, identificando las entidades y relaciones existentes para el diseño de la base de datos.

Para modelar el sistema se realizó una modularización de procesos a partir de los diagramas de flujo de datos, también se aplicaron métricas de calidad para el software desarrollado y se hizo un estudio de resultados.

Finalmente se realiza una conclusión final para el estudio realizado con la recomendación respectiva para futuras investigaciones, que estén relacionadas con una empresa de producción.

# CONTENIDO

	Página.
<b>1 PRESENTACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Situación problemática	5
1.4 Formulación del problema	6
1.5 Objeto de estudio	7
1.6 Justificación	8
1.7 Objetivos	8
1.7.1 Objetivo general	8
1.7.2 Objetivos específicos	8
1.8 Límites y Alcances	8
1.9 Metodología	9
1.9.1 Métodos y medios de investigación científica	9
1.9.2 Métodos y medios de informática	10
1.10 Aportes	10
1.10.1 Aporte teórico	10
1.10.2 Aporte práctico	10
<b>2 MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>11</b>
2.1 Modelos de inventarios	11
2.1.1 Modelo de compra con déficit	12
2.1.2 Modelo de inventario probabilístico	14
2.2 Fijación de máximos y mínimos	17
2.3 Método de clasificación jerárquica	18
2.4 Método precio medio ponderado	20
2.5 Método de desarrollo por análisis estructurado	21
<b>3 MARCO PRACTICO</b>	<b>25</b>
3.1 Sistema físico actual	25
3.1.1 Análisis de las áreas de estudio	27

3.2 Sistema lógico actual	28
3.2.1 Flujograma del proceso de solicitud de insumos	28
3.2.2 Flujograma del proceso de compra de insumos	30
3.2.3 Flujograma del proceso de recepción de insumos en almacenes	32
3.2.4 Flujograma del proceso de salida de insumos para producción	33
3.2.5 Flujograma del proceso de cancelación de deudas pendientes	35
3.3 Estrategia y requerimientos del sistema	36
<b>4 PROCESO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>38</b>
4.1 Diseño del sistema lógico	38
4.1.1 Modelo ambiental	38
4.1.2 Modelo de comportamiento	40
4.1.3 Selección del software	42
4.2 Diseño del sistema físico y producción	42
4.2.1 Diagrama jerárquico	42
4.2.2 Modelo de datos	44
4.2.3 Diseño de la base de datos	46
4.2.4 Estructura de datos	63
4.2.5 Diseño de intranet	64
4.2.6 Ergonomía del sistema	66
4.2.7 Diseño de interfaz	67
4.3 Modelo del sistema	69
4.4 Calidad de software	72
4.5 Análisis de datos y resultados	82
<b>5 DISCUSIÓN</b>	
5.1 Conclusiones	85
5.2 Recomendaciones	86
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>87</b>

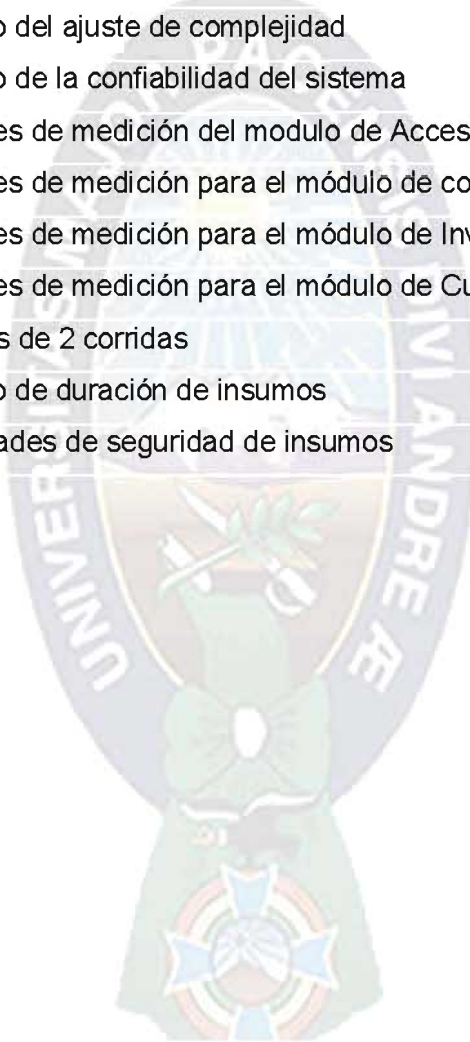
## LISTA DE FIGURAS

		Página.
Figura 4.1.1.1	Diagrama de contexto	39
Figura 4.1.2.1	Diagrama de flujo de datos de nivel 0	41
Figura 4.2.1.1	Diagrama Jerárquico	43
Figura 4.2.2.1	Diagrama Entidad Relación	45
Figura 4.2.4.1	Estructura de datos de un registro	63
Figura 4.2.4.2	Estructura de datos para la tabla ARTICULOS	64
Figura 4.2.5.1	Diseño de la Intranet	65
Figura 4.2.6.1	Pantalla de interfaz	66
Figura 4.2.7.1	Interfaz gráfica	68
Figura 4.2.7.2	Interfaz gráfica de ingreso de datos	68
Figura 4.3.1	Diagrama de transición de estados	70
Figura 4.3.2	Modelo de procesos de compras	71
Figura 4.3.3	Modelo de procesos de inventarios	72
Figura 4.4.1	Pantalla de interfaz de usuarios	72
Figura 4.4.2	Pantalla de interfaz empleados	73
Figura 4.4.3	Pantalla de interfaz notas de almacenes	73



## LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1.3.1	Causa - Efecto	5
Tabla 2.3.1	Tabla de objetos y variables	18
Tabla 2.3.2	Índices de nivel de agregación	19
Tabla 4.2.2.1	Relaciones del modelo E-R	44
Tabla 4.4.1	Cálculo del ajuste de complejidad	74
Tabla 4.4.2	Cálculo de la confiabilidad del sistema	75
Tabla 4.4.3	Factores de medición del modulo de Acceso	76
Tabla 4.4.4	Factores de medición para el módulo de compras	77
Tabla 4.4.5	Factores de medición para el módulo de Inventarios	77
Tabla 4.4.6	Factores de medición para el módulo de Cuentas por pagar	78
Tabla 4.4.7	Análisis de 2 corridas	82
Tabla 4.5.1	Tiempo de duración de insumos	83
Tabla 4.5.2	Cantidades de seguridad de insumos	83





## LISTA DE GRÁFICOS

		Página.
Gráfico 1.2.1	Organigrama Institucional	2
Gráfico 1.4.1	Gráfica de Variables	7
Gráfico 2.1.1.1	Modelo de compra con déficit	12
Gráfico 2.1.2.1	Modelo EOQ Probabilizado	15
Gráfico 2.1.2.2	Modelo EOQ Probabilizado	16
Gráfico 2.3.1	Dendograma	18
Gráfico 2.5.1	Diagrama de flujo de datos utilizado con el método de análisis estructurado	23
Gráfico 3.1.1	Organigrama Institucional	25
Gráfico 3.2.1.1	Diagrama de flujo de solicitud de insumos	29
Gráfico 3.2.2.1	Diagrama de flujo de compra de insumos	31
Gráfico 3.2.3.1	Diagrama de flujo de recepción de insumos	33
Gráfico 3.2.4.1	Diagrama de flujo de salida de insumos	34
Gráfico 3.2.5.1	Diagrama de flujo de cancelación de deudas pendientes	35
Gráfico 4.4.1	Gráfica del tiempo de ejecución de los algoritmos	81
Gráfico 4.4.2	Gráfica de los errores encontrados	82



# 1 PRESENTACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El adelanto de la ciencia, desde la venta del primer ordenador personal a finales de la década de los años 70 hasta hoy, ha desencadenado el uso de sistemas de información, que está llevando a que las personas trabajen de manera más inteligente, ocupando un lugar especial en las empresas donde facilitan la operación eficiente de oficinas de reservación de aerolíneas, seguimiento de actividades, departamento de archivo clínico en hospitales, funciones de contabilidad y nómina, y así como éstas existen un número sin fin de de aplicaciones, grandes y pequeñas.

El empleo estratégico de la información en la industria, está creando nuevas oportunidades para obtener ventajas competitivas ya sea a través de nuevos productos, servicios o eficiencia en el manejo de las compras e inventarios.

La compra es la adquisición de bienes, que en una empresa debe lograr mantener los inventarios a niveles óptimos, reduciendo los gastos que se presenta en la recepción, inspección y almacenamiento. Por lo tanto una compra se debe realizar de acuerdo a una planificación, tomando en cuenta la capacidad financiera de la empresa, la diversificación en la materia prima, pues a mayor diversificación de materia prima mayores son los problemas de abastecimiento y también mayor es la inversión en inventarios.

La administración de los inventarios es una de las actividades más complejas, porque las múltiples incertidumbres que encierran su planeación y ejecución implican la participación activa de varios segmentos de una empresa, como ventas, finanzas, compras, producción y

contabilidad. El resultado final tiene gran trascendencia en la posición financiera y competitiva, puesto que afecta directamente al servicio, a la clientela, a los costos de fabricación, a las utilidades y a la liquidez del capital de trabajo.

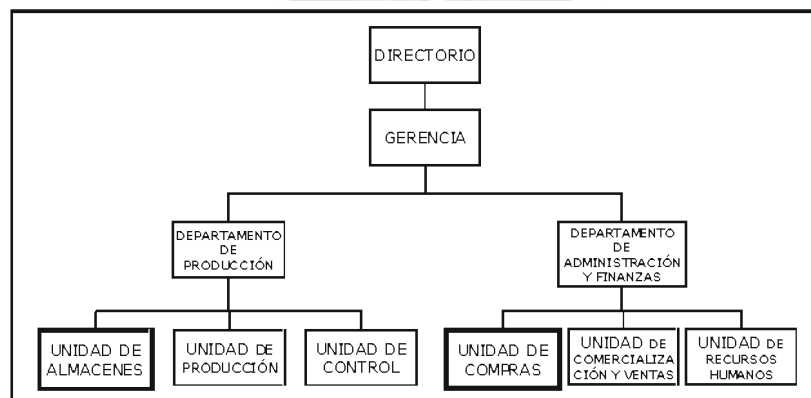
En la administración de los inventarios encontramos que los niveles de inversión en los inventarios absorben el porcentaje mayor del activo circulante, por tanto una empresa sufre la falta de efectivo por tener excesos en existencias de materiales, de productos en proceso y de productos terminados.

Para un mejor estudio el presente proyecto de grado esta dividido en 5 capítulos. En el capítulo 1, se detalla las tareas y actividades que se desarrollan dentro de la empresa, se identificará el problema principal, los objetivos trazados en la elaboración del presente proyecto, descripción del alcance y los límites que se tendrá; el capítulo 2 esta básicamente enfocado en teorías, modelos y métodos utilizados en desarrollo del software; el capítulo 3 abarca el análisis del sistema manejado por la empresa antes de la implementación del proyecto; el capítulo 4 es la parte donde se diseña el sistema, siguiendo la metodología del análisis estructurado y se aplica métricas de calidad con al software y en el capítulo 5 se exponen conclusiones y recomendaciones que se deben tomar en cuenta.

## 1.2 ANTECEDENTES

La Fábrica de Gaseosas SAMA está dedicada a la producción y comercialización de gaseosas, la empresa esta organizada de la siguiente forma, ver gráfico 1.2.1

**Gráfico 1.2.1 Organigrama Institucional**



**Fuente:** [Industrias SAMA; 2007]

Como se puede ver en el gráfico 1.2.1, la empresa SAMA esta dividida en cuatro niveles compuestos por un Directorio, Gerencia, Departamento de Producción y el Departamento de

Administración y Finanzas. El Departamento de Producción tiene como dependientes a las unidades de Almacén, Producción y Control. Mientras tanto que el Departamento de Administración y Finanzas tiene como unidades dependientes a las Unidades de Compras, Comercialización y Ventas, y la unidad de Recursos Humanos.

Con el transcurrir del tiempo, el crecimiento constante de la información en la empresa y debido a la demanda que tienen los productos elaborados, se identificaron problemas que evitan una eficiente administración de la empresa.

Por tanto, el considerable volumen de materia prima que maneja la fábrica y la falta de una clasificación adecuada de los artículos, los cuales son almacenados en distintos almacenes y depósitos; estos factores obstaculizan la elaboración de informes de los saldos existentes en los lugares de almacenaje. Otro factor importante a tomar en cuenta, es la presencia de almacenes ubicados fuera de la empresa, porque la infraestructura asignada a los almacenes no abastece al guardado de materia prima.

Actualmente la empresa realiza gran parte de sus actividades de control de forma manual, es decir registrando las actividades y tareas en cuadernos o en talonarios de comprobantes, ocasionando en la mayoría dificultades para controlar estas actividades y tareas. Unas cuantas actividades y tareas son realizadas en computadora usando en especial la aplicación Microsoft Excel, el cual no es suficiente para llevar un control adecuados de los inventarios de materia prima como productos terminados.

También se debe mencionar que la fábrica cuenta con decenas de proveedores, quienes suministran materia prima para su posterior transformación, la misma es comprada en efectivo ó al crédito, el cual ocasiona conflictos a la fábrica porque se carece de una herramienta que permita hacer un seguimiento eficiente de este tipo de compras.

La materia prima y los productos terminados son guardados en distintos almacenes, ocasionando perdidas económicas por el extravió ó desaparición, porque no se cuenta con un adecuado control y además se carece de una codificación adecuada para cada materia prima y producto terminado.

Por tanto, surge la necesidad de incorporar metodologías y herramientas para solucionar los problemas que en gran parte se encuentra en el control y manejo de inventarios. Los cuales son esenciales para la planificación de las operaciones de la empresa y en la generación de información que ayude a la toma de decisiones de la administración.

En la Universidad Mayor de San Andrés facultad de Ciencias Puras y Naturales, y en especial en la Carrera de Informática se desarrollaron proyectos similares que son descritos a continuación:

1. Proyecto de Grado “Sistema de Información para el control en la gestión y Administración de Almacenes INLASA”, autoría de Sonia Ruth Colque Condori y desarrollado el año 2005.

El objetivo general del proyecto mencionado es el siguiente:

“Desarrollar e implementar un Sistema de Información para la unidad de Almacenes del Instituto Nacional de Laboratorios de salud, que facilite el registro, actualización y control del movimiento de materiales y reactivos basado en las normativas de la institución”

**Observaciones**, se pudo verificar que el proyecto de grado cumplió con lo establecido en su objetivo general.

**Diferencia**, el proyecto abarca solamente el manejo de almacenes, realizando informes de inventarios, registrando las entradas y salidas de materiales, obviando el control de compras.

2. Proyecto de Grado “Sistema de Control de Inventarios y Proceso productivo”, autoría de Vanessa Alejandra Sainz de la Torre Ugarte y desarrollado el año 2005.

El objetivo general del proyecto mencionado es el siguiente:

“Desarrollar un sistema de información que permita mejorar el registro de los inventarios en existencia y la administración de la información en el proceso productivo para generar información oportuna, confiable y efectiva para la toma de decisiones”

**Observaciones**, el proyecto de grado según la declaración descrita fue implementada en la empresa para la cual se desarrollo, sin embargo se pudo notar que no se hace énfasis en el tipo de sistema de inventario que se estaba utilizando.

**Diferencia**, una de las principales diferencias observadas, fue el método utilizado para el proyecto el cual fue UML. Otra diferencia observada es el tipo de empresa, en este caso una empresa que se dedica a la confección de prendas de vestir.

3. Proyecto de Grado “Sistema de Control de Inventarios OSMAR Importaciones”, autoría de Sergio Aldo Ariñez Velo y desarrollado el año 2004.

El objetivo general del proyecto mencionado es el siguiente:

“En este sentido se toma la decisión de proyectar a la institución que lleva el nombre de OSMAR Importaciones (OI), hacia un mejor desarrollo, tomando como punto principal el análisis, desarrollo e implementación de un Sistema de Información para el ‘Control de inventarios OSMAR Importaciones’ para OSMAR Importaciones”.



**Observaciones**, se observo en el proyecto, carencia de un modelo de inventario, sin embargo este proyecto fue desarrollado obviando modelos de inventarios.

**Diferencia**, este proyecto usa el método Análisis estructurado moderno y además el ambiente de desarrollo es diferente, porque la empresa se dedica a la comercialización de artículos.

### 1.3 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La información que posee la Fábrica de Gaseosas SAMA de las actividades y tareas que realiza está dispersada y además es registrada de forma manual. Como consecuencia se tiene gran cantidad de papeles de constancias, anotaciones, registros de entradas y salidas de almacenes, registros de las compras realizadas y además de otras transacciones realizadas por la empresa.

El manejo manual de la materia prima, provoca demora en la elaboración y entrega de información actualizada, creando un vacío en la toma de decisiones para una adecuada provisión de los mismos. Provocando que el reabastecimiento de insumos no sea la óptima para satisfacer las demandas futuras del departamento de producción.

Resumiendo los enunciados anteriores en problemas, se llevará los mismos a la siguiente tabla.

**Tabla 1.3.1** Causa – Efecto

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	SOLUCIÓN
La fábrica no tiene un control adecuado de reposición de materia prima	Registro de notas de salida del almacén de materia prima se realiza de forma manual	Escasez en el almacén de materia prima	Incorporar el modelo de inventarios probabilística con revisión continua para la fijación de Máximos y Mínimos de existencias.
La materia prima y productos terminados carece de una codificación para su rápida ubicación.	Los atributos son registrados manualmente	Tardanza en la ubicación de los mismos.	Incorporar el método jerárquico para la catalogación de materia prima y productos terminados.
No se cuenta con una valoración de costos de las existencias en los	Los precios de adquisición no son fijos.	Costo de Inventario desconocido	Establecer un modelo de compras que permita determinar los

almacenes			costos de las existencias.
Las compras a crédito de materia prima carecen de un control adecuado	Las notas de compra son registradas manualmente	Acumulación de deudas y demoras a la hora de pagar	Implementar la estrategia de seguimiento cronológico de deudas pendientes mediante fechas de vencimiento.
En ocasiones la materia prima son dados de baja por mal estado.	Omisión de datos relacionados con la caducidad	Perdidas económicas para la fábrica	Proporcionar la estrategia de seguimiento a las fechas de vencimiento.
Las devoluciones de materia prima no son controladas adecuadamente.	Perdida de información con respecto a la compra	Inventarios no fiables.	Utilizar la técnica de desarrollo de planillas para facilitar la información de devoluciones.
El control de Entradas y salidas de materia prima es deficiente	Registro manual de entradas y salidas	Información poco fiable para la elaboración de Inventarios.	Almacenar los datos de acuerdo al orden de llegada usando la técnica de almacenamiento secuencial
No se cuenta con un control de los periodos de entrega de la materia prima.	Omisión de datos con respecto a la fecha de entrega.	Entrega de materia prima a destiempo.	Integrar el cálculo mediante el método tiempo de reposición.

#### 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El control y ausencia de procesos en la recolección y almacenamiento de datos afectan a la producción.

¿El software de Inventarios determinará los periodos de abastecimiento de materia prima en la unidad de almacenes de la fábrica?



**Tipo de Investigación:** Descriptiva

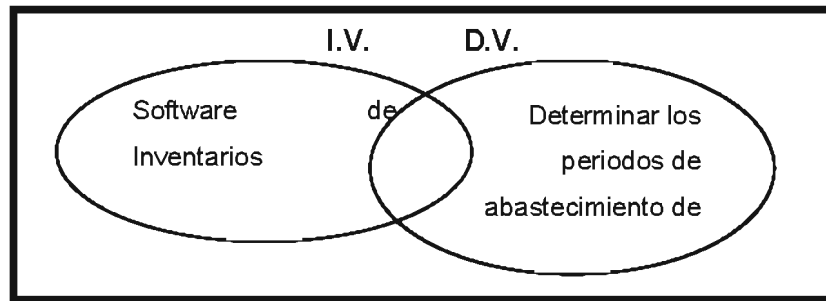
**Unidad de Observación:** Calcular los periodos de abastecimiento de insumos

**Variables:**

V<sub>1</sub>: Software de Inventarios

V<sub>2</sub>: Determinar los periodos de abastecimiento de materia prima.

**Gráfico 1.4.1** Gráfica de Variables



**Fuente:** [Velásquez Luisa. Datos Propios]

**Concepto:** Determinar los periodos de abastecimiento de materia prima: Planificar los periodos para que la fábrica se provea de insumos.

**Variable:** Periodos de abastecimiento

**Indicador:** Días

**Instrumento:** Modelo EOQ

Tiempo de duración de un artículo en un periodo:

$$t = \frac{Q}{D}$$

Donde:

t = tiempo de duración de un ciclo o periodo

D = Demanda del artículo

Q = Cantidad disponible

**Valor:** Numérico

## 1.5 OBJETO DE ESTUDIO

El presente proyecto realiza un estudio de la organización de Industrias SAMA, esencialmente de los procesos que están relacionados con la adquisición de materia prima en otras palabras con las compras que la empresa realiza y con el manejo de almacenes, los cuales están íntimamente ligados al manejo de inventarios. Todos estos estudios se

realizarán principalmente en las unidades de Almacenes y Compras mostrados en el organigrama de la institución.

Luego de los estudios que se realizarán se podrá determinar las soluciones que resuelvan los problemas expuestos en la tabla 1.3.1, para su posterior implementación en el sistema.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

La fábrica dispone de recursos computacionales, que no son utilizados adecuadamente, porque las actividades y tareas que realizan son manuales.

Por tanto existen las condiciones tecnológicas para poder desarrollar el nuevo proyecto, así los recursos computacionales de la fábrica tendrían un adecuado uso.

El proyecto ahorrará mucho tiempo y dinero, porque se podrá realizar un control a los inventarios de la fábrica.

Con el desarrollo de este proyecto, los empleados de la fábrica podrán realizar sus tareas con mayor comodidad y facilidad, posibilitando una mayor eficiencia de los mismos.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar e implementar un Software que pueda brindar información de las actividades de la fábrica, mediante procesos de recolección de datos brindando información rápida y oportuna para la toma de decisiones de la Gerencia.

### **1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Implementar el modelo de inventario probabilístico con revisión continua para la fijación de máximos y mínimos de existencias para evitar la paralización de la producción.
2. Establecer un modelo de compras que permita determinar los costos de las existencias en los almacenes.
3. Implementar el método jerárquico mediante el desarrollo de árboles para la clasificación de materia prima y productos terminados, y evitando pérdidas por vencimiento de los mismos.

## 1.8 LÍMITES Y ALCANCES

Los límites obtenidos son los siguientes:

- ✓ El presente proyecto se elaboró solo para la Fábrica de Gaseosas SAMA, por lo que sus interpretaciones deberán referirse a dicha fábrica.
- ✓ Los resultados obtenidos no podrán aplicarse a otras fábricas, porque su problemática es diferente.

Alcance del proyecto:

El presente proyecto pretende brindar analizar la situación actual de la administración de la empresa y determinar las soluciones, para poder diseñar un sistema que cubra las expectativas de los usuarios para mejorar el servicio de información incrementando el apoyo para la toma de decisiones, en las unidades de Compras y Almacenes.

## 1.9 METODOLOGÍA

### 1.9.1 MÉTODOS Y MEDIOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

*Método del Precio Medio Ponderado*, permite calcular el valor de las existencias de materia prima y productos terminados.

*Método de clasificación jerárquica*, que tiene por objeto hacer una representación gráfica de la información contenida en una tabla de datos.

*Modelos de inventarios*, permiten determinar las cantidades óptimas a comprar, el tiempo de aprovisionamiento para cada pedido y costos de una compra.

*Técnicas Observación*, realizada por medio de los sentidos, esta técnica permite descubrir y poner en evidencia las condiciones de los fenómenos observados.

*Técnica de la entrevista*, la entrevista es una interrelación entre el investigador y las personas que componen el objeto de estudio. El propósito de esta técnica es conferenciar, de manera formal, sobre algún tema establecido previamente y a la vez reunir datos.

*Técnica de fijación de máximos y mínimos*, ésta técnica permite fijar las cantidades de artículos que se deben tener como mínimo o máximo para un reabastecimiento adecuado, evitando problemas con los almacenes.

## 1.9.2 MÉTODOS Y MEDIOS DE INFORMÁTICA

*Método de desarrollo por análisis estructurado*, que tiene la finalidad la división del sistema en componentes que contiene los siguientes elementos: Diagramas de flujo de datos, diccionario de datos.

*Modelo en espiral*, es un modelo de proceso de software evolutivo, que proporciona el rápido desarrollo del software, realizando un perfeccionamiento del mismo cada vez que se realiza un incremento.

*Herramientas de desarrollo del software*, Para la codificación del software se hará uso del lenguaje de programación Visual Basic 6.0., para una mejor visualización de datos, se hará el uso del software True DBGrid., para la generación de reportes se hará uso del software Crystal Report y como servidor de base de datos Microsoft SQL Server.

## 1.10 APORTES

### 1.10.1 APORTE TEÓRICO

Se pudo observar que la empresa podría mejorar bastante, si se hiciera un estudio detallado de la producción para ahorrar insumos que en ocasiones son perdidos en el proceso de transformación.

### 1.10.2 APORTE PRÁCTICO

Se implementará modelos de inventarios para el manejo de la materia prima, apoyando la toma de decisiones de la Gerencia, porque el uso de los mismos permite calcular las cantidades óptimas de materia prima que se deberían comprar y determinando los tiempos de reabastecimiento de los almacenes, de acuerdo a la demanda existente.

Con la implementación del proyecto se determinará los niveles mínimos y máximos de existencias que deberían estar almacenados.

La clasificación de los artículos podrá facilitar la rápida ubicación en los varios almacenes y los saldos existentes por cada artículo.

## 2 MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia en el que está basado el presente proyecto es bastante amplio y a continuación detallaremos los temas que se estudiaron.

### 2.1 MODELOS DE INVENTARIOS

La naturaleza del problema del inventario consiste en hacer y recibir pedidos de determinados volúmenes, repetidas veces y a intervalos determinados. Desde este punto de vista, una política de inventario responde a las dos siguientes preguntas:

1. ¿Cuánto se debe ordenar?
2. ¿Cuándo se debe colocar los pedidos?

La respuesta a la primera pregunta determina el *lote económico* (EOQ) con respecto a la cantidad que se debe pedir, por tanto obtenemos el siguiente modelo de costo:

(Costo total del pedido) = (Costo de compra) + (Costo de preparación) + (Costo de almacenamiento) + (Costo faltante)

Todos estos costos se deben expresar en términos del lote económico deseado y del tiempo entre los pedidos.

El costo de compra se basa en el precio por unidad del artículo. El costo de compra puede ser constante o tener un descuento que depende del volumen del pedido.

El costo de preparación es el costo en el cual se incurre cuando se hace un pedido cual es independiente de la cantidad del pedido.

El costo de almacenamiento representa el costo de mantener suficientes existencias en el inventario. El costo de almacenamiento incluye el interés sobre el capital, así como el costo de mantenimiento y manejo de los artículos.

El costo faltante es la penalidad en la cual se incurre cuando nos quedamos sin existencias. Esto incluye las pérdidas por posibles ventas que se hubiesen realizado.

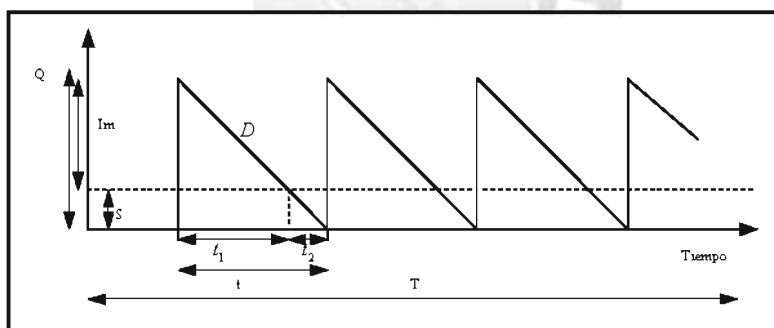
La respuesta a la segunda pregunta depende del tipo de sistema de inventario que se debe utilizar. Si el sistema de inventario requiere una revisión periódica (por ejemplo, semanal o mensual), el momento para hacer un nuevo pedido coincide con el inicio de cada periodo. De manera alternativa, si el sistema se basa en una revisión continua, los nuevos pedidos se colocan cuando el nivel del inventario desciende a un nivel previamente especificado llamado el punto de reorden.

### 2.1.1 MÓDELO DE COMPRA CON DÉFICIT

Los supuestos para este modelo son similares a las de un modelo de compra sin déficit excepto que ahora existe déficit, es decir si tiene un lapso de tiempo al terminar cada ciclo sin unidades, por no ser de reposición instantánea.

La grafica 2.1.1.1 muestra el comportamiento de dicho modelo que se presenta de la siguiente forma.

**Grafico 2.1.1.1** Modelo de compra con déficit



Fuente: [Chavéz Nicolas; 2004]

Los componentes de dicho modelo son:

$Q$  = Cantidad óptima de unidades a comprar

$D$  = Demanda total de unidades para un tiempo  $T$  o tiempo del total de ciclos.

$I_m$  = Inventario máximo.

$S$  = Número máximo de unidades agotadas.

$t_1$  = Tiempo sin déficit en un periodo.

$t_2$  = Tiempo con déficit en un periodo.

$t$  = Tiempo de un periodo o ciclo.

$T$  = Tiempo para el total de ciclos o periodos.



La ecuación de del costo de inventario por periodo para dicho modelo es:

$$C' = C_1 Q + C_2 + C_3 t_1 \text{Im}/2 + C_4 t_1 S/2$$

Donde  $C_4$  representa el costo de déficit por unidad para un tiempo T o tiempo para el total de periodos o ciclos y  $S/2$  representa el número promedio de unidades agotadas.

De la relación de pendientes se tiene que:

$$\text{Im} = Q - S$$

Donde

$$\text{Im}/t_1 = D \Rightarrow t_1 = \text{Im}/D$$

Por tanto la ecuación queda:

$$t_1 = (Q - S)/D \quad (1)$$

$$\text{Im}/t_2 = D$$

Por tanto la ecuación queda:

$$t_2 = S/D \quad (2)$$

Reemplazando los resultados se tiene que:

$$C' = C_1 Q + C_2 + C_3 (Q - S)/D \times (Q - S)/2 + C_4 (S/D)(S/2)$$

Por tanto tenemos

$$C' = C_1 Q + C_2 + C_3 (Q - S)^2/2D + C_4 (S^2/2D)$$

La ecuación de costo total de inventario se obtiene como:

$$C = C'N$$

Donde  $N = D/Q$

Por tanto la ecuación general es:

$$C = [C_1 Q + C_2 + C_3 (Q - S)^2/2D + C_4 (S^2/2D)] D/Q$$

$$C = C_1 D + C_2 D/Q + C_3 (Q - S)^2/2Q + C_4 (S^2/2Q)$$

Las cantidades óptimas Q y S se obtienen derivando parcialmente la ecuación de costo total de inventario respecto a dichas variables y resolviendo el sistema de ecuaciones simultaneas.

$$\begin{aligned} \partial C/\partial Q &= -C_2 D/Q^2 + C_3/2 [(2(Q - S)Q - (Q - S)^2)/Q^2] - C_4 (S^2/2Q) \\ &= -C_2 D/Q^2 + C_3/2 ((2Q^2 - 2SQ - (Q^2 - 2QS + S^2))/Q^2) \\ &= -C_2 D/Q^2 + C_3/2 (Q^2 - S^2)/Q^2 - C_4 (S^2/2Q^2) = 0 \\ &= -C_2 D/Q^2 + C_3/2 - C_3 S^2/2Q^2 - C_4 (S^2/2Q^2) = 0 \\ &= -C_2 D/Q^2 + C_3/2 - S^2/2Q^2 (C_3 + C_4) = 0 \quad (*) \end{aligned}$$

Derivando C con respecto a S tenemos:

$$\begin{aligned} \partial C/\partial S &= -(C_3/2Q)2(Q - S) + (C_4/2Q)2S = 0 \\ &= -(C_3/Q)(Q - S) + (C_4/Q)S = 0 \end{aligned}$$

$$S(C_3 + C_4)/Q = C_3$$

$$S = C_3Q/(C_3 + C_4) \quad (**)$$

Sustituyendo \*\* en \* tenemos

$$-C_2 D/Q^2 + C_3 /2 - (((C_3Q)/(C_3 + C_4))^2 / 2 Q^2)(C_3 + C_4) = 0$$

Donde

$$-C_2 D/Q^2 + C_3 C_4 /2(C_3 + C_4) = 0$$

$$C_2 D/ Q^2 = C_3 C_4 /2(C_3 + C_4)$$

Despejando Q nos queda

$$Q^2 = C_2 D 2 (C_3 + C_4) / C_3 C_4$$

Sacando cuadrados tenemos

$$Q = \sqrt{\frac{2C_2 D}{C_3}} \times \sqrt{\frac{C_3 + C_4}{C_4}} \quad (***)$$

Sustituyendo \*\*\* en \*\* obtenemos

$$S = \sqrt{\frac{2C_2 D}{C_4}} \times \sqrt{\frac{C_3}{C_3 + C_4}}$$

## 2.1.2 MÓDELO DE INVENTARIO PROBABILÍSTICO

Los modelos probabilísticos son aquellos donde la demanda se describe como una distribución de probabilidades. Los modelos probabilísticos están generalmente desarrollados para dos situaciones específicas los cuales son: análisis continuo y periódico.

### Módulo EOQ “probabilizado” con análisis continuo

El modelo EOQ probabilizado refleja la naturaleza probabilística de la demanda, el cual usa una aproximación sobreponiendo existencias estabilizadoras constantes sobre el nivel del inventario sobre todo el horizonte de planeación. El tamaño de las existencias estabilizadoras es determinado de modo que la probabilidad de agotamiento de las existencias durante el tiempo de entrega (periodo entre colocar y recibir un pedido) no exceda un valor predeterminado.

Definimos a continuación las variables que intervienen en este modelo:

$L$  = Tiempo de entrega entre colocar y recibir un pedido.

$x_L$  = Variable aleatoria que representa la demanda durante el tiempo de entrega.

$\mu_L$  = Demanda promedio durante el tiempo de entrega.

$\sigma_L$  = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega



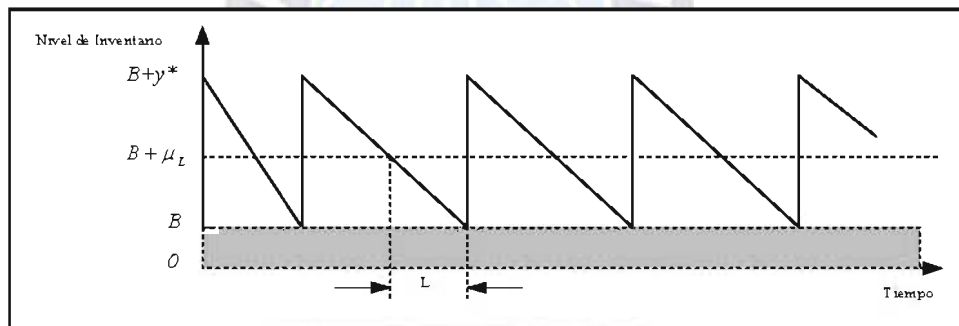
$B$  = Tamaño de la existencia estabilizadora.

$\alpha$  = Máxima probabilidad disponible de agotamiento de las existencias durante el tiempo de entrega.

El supuesto para este modelo es que la demanda,  $x_L$ , durante el tiempo de entrega  $L$  se distribuye normalmente con una media  $\mu_L$  y una desviación estándar  $\sigma_L$  es decir,  $N(\mu_L, \sigma_L)$ .

El gráfico 2.1.2.1 describe la relación entre la existencia estabilizadora,  $B$ , y los parámetros del modelo EOQ clásico de los modelos deterministas, el cuál incluye el tiempo de entrega  $L$ . La demanda promedio de las existencias durante el tiempo de entrega,  $\mu_L$ , y el EOQ,  $y^*$ . También podemos observar mediante el gráfico 2.1.2.1, que el tiempo de entrega  $L$  debe ser igual al tiempo de entrega efectivo es decir a la entrega física de las cantidades demandadas.

**Gráfico 2.1.2.1** Modelo EOQ Probabilizado



**Fuente:** [Taha Hamdy; 1997]

La condición de probabilidad usada para determinar  $B$  se plantea como:

$$P \{x_L \geq B + \mu_L\} \leq \alpha$$

Por definición la distribución normal se escribe como

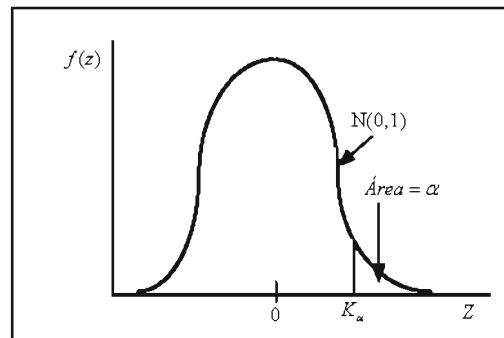
$$z = \frac{x_L - \mu_L}{\sigma_L}$$

El cual es una variable aleatoria con distribución normal  $N(0,1)$ . Por tanto tenemos

$$P \left\{ z \geq \frac{B}{\sigma_L} \right\} \leq \alpha$$

El gráfico 2.1.2.2 define  $K_\alpha$ , determinado por defecto a partir de las tablas normales estándar como:

Gráfico 2.1.2.2 Modelo EOQ Probabilizado



Fuente: [Taha Hamdy; 1997]

Donde

$$P\{z \geq K_\alpha\} = \alpha$$

De este modo obtenemos el tamaño de las existencias estabilizadora el cual debe satisfacer la siguiente condición.

$$B \geq \sigma_L K_\alpha$$

Por tanto la demanda durante el tiempo de entrega,  $L$ , el cual es descrito mediante una función de densidad de probabilidad que es calculada por *unidad de tiempo* (día o semana), de la cual se determina la distribución de la demanda durante  $L$ . Por tanto la demanda por unidad de tiempo tiene una distribución Normal con media  $D$  y desviación estándar  $\sigma$ , esto implica que la demanda durante  $L$  es  $N(\mu_L, \sigma_L)$ , donde:

$$\mu_L = DL$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L}$$

La fórmula para  $\sigma_L$  requiere que  $L$  sea (redondeada a) un valor entero.

**Ejemplo:** Se trata de determinar una política de inventario de materia prima, especialmente sacos de azúcar. Se estableció que  $EOQ = 100$  unidades. Si la demanda diaria es normal con media  $D = 10$  y desviación estándar  $\sigma = 5$  sacos de azúcar, es decir  $N(10,5)$  determinar el tamaño de las existencias de tal manera que la probabilidad de agotar la existencia esté por debajo de  $\alpha=0.05$ .

El tiempo de entrega es  $L = 2$  días

$$\mu_L = DL = 10 \cdot 2 = 20 \text{ sacos de azúcar}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L} = \sqrt{5^2 \cdot 2} = 7.07 \text{ sacos de azúcar}$$

Usando según las tablas de la Normal  $K_{0.05} = 1.64$

Por tanto el tamaño de la existencia estabilizadora se calcula como:

$B \geq 7.07 \times 1.64 \approx 12$  sacos de azúcar

Como el EOQ  $y^* = 100$  sacos de azúcar, entonces la política de inventarios óptimos con existencia estabilizadora  $B$  requiere ordenar 100 sacos cada vez que los niveles de inventarios caigan a 32 sacos de azúcar ( $= B + \mu_L = 12 + 2 \cdot 10$ ) sacos de azúcar.

## 2.2 FIJACIÓN DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS.

La técnica de fijación de máximos y mínimos consiste en establecer niveles máximos y mínimos de inventario y un periodo fijo de revisión de sus niveles. El inventario se revisa solo en estas ocasiones y se ordena o se pide la diferencia entre el máximo y la existencia total (cantidad existente mas cantidad en transito). Solo en casos especiales se deberá colocar pedidos fuera de las fechas de revisión cuando por una demanda anormalmente alta la existencia llegue al punto mínimo antes de la revisión. En sistemas automatizados estas fechas no se preestablecen, sino que se calculan los puntos de revisión y el sistema avisa cual es el mejor momento de efectuar la compra y la cantidad a solicitar.

Donde la fórmula de máximos y mínimos esta dada por:

$$P_p = C_p \cdot T_r + E_m$$

Donde:

$P_p$  = Punto de pedido

$T_r$  = Tiempo de reposición de inventario (en días)

$E_m$  = Existencia mínima (o de seguridad)

$C_p$  = Consumo promedio (diario)

$$E_M = C_M \cdot T_r + E_m$$

Donde:

$E_M$  = Existencia máxima

$C_M$  = Consumo máximo (diario)

$$E_m = C_m \cdot T_r$$

Donde

$C_m$  = Consumo mínimo (diario)

$$C_P = E_M - E$$

Donde

$E$  = Existencia actual

$C_P$  = Cantidad de pedido

## 2.3 MÉTODO DE CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA

Los métodos de clasificación jerárquica están destinados a producir una representación gráfica de la información contenida en la tabla de datos.

Los métodos de clasificación jerárquica representan de manera sintética el resultado de las comparaciones entre los objetos de una tabla  $T(n, p)$  observada, considerando en esas comparaciones las  $p$  variables.

Una clasificación jerárquica (ascendente o descendente) es una serie de particiones encajadas.

La representación gráfica del resultado de las comparaciones entre los individuos observados está dada por la tabla de objetos y variables, ver tabla 2.3.1

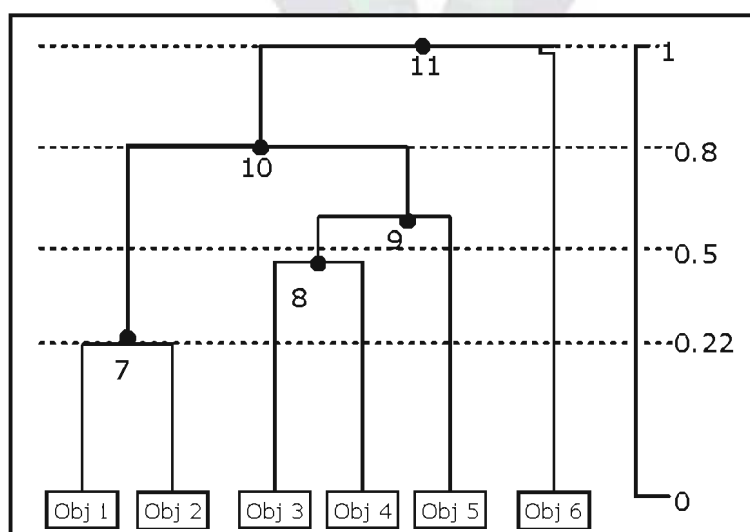
**Tabla 2.3.1**  $T(n,p)$

	Var 1 ...	var j ...	var p
Obj. 1	$X_{ij}$		
Obj. 2			
Obj. 3			
Obj. 4			
Obj. 5			
Obj. 6			

Fuente: [Criviski Eduardo; 1999]

El resultado está dado mediante un dendograma, ver gráfico 2.3.1

**Gráfico 2.3.1** Dendograma



Fuente: [Criviski Eduardo; 1999]

**Tabla 2.3.2** Índices de nivel de agregación

NUM	PRIMOGENITO	BENG	EFEC.	PESO	INDICE	HISTOGRAMA DE LOS INDICES DE NIVEL
7	Obj1	Obj2	2	2.00	0.22	*****
8	Obj3	Obj4	2	2.00	0.37	*****
9	8	Obj5	3	3.00	0.60	*****
10	7	9	5	5.00	0.80	*****
11	10	Obj6	6	6.00	1.00	*****

**Fuente:** [Criviski Eduardo; 1999]

**Definiciones:** A partir del ejemplo precedente. La familia H de partes del conjunto I de seis objetos, construida por ese algoritmo de clasificación es la siguiente:

Llamamos:  $\{i\}$  la clase asociada al objeto i, donde para todo  $i = 1, \dots, 6$ .

$$\{1\}; \{2\}; \{3\}; \{4\}; \{5\}; \{6\}; \{1,2\}; \{3,4\}; \{3,4,5\}; \{1,2,3,4,5\}; \{1,2,3,4,5,6\};$$

La familia H contiene:

El conjunto  $\{1,2,3,4,5,6\}$  que contiene todos los objetos del conjunto I

Todos los conjuntos de cardinalidad 1, correspondientes a cada objeto del conjunto I.

$$\text{Si } i \in I \Rightarrow \{i\} \in H.$$

Los otros conjuntos de H son todos desjuntados, o bien están incluidos unos en otros.

$$\text{Si } \{i\} \text{ e } \{i'\} \in H \Rightarrow \{i\} \cap \{i'\} = \Phi$$

O bien

$$\{i\} \subset \{i'\}, \text{ es decir que } \{i\} \cap \{i'\} = \{i\}.$$

La familia H de partes del conjunto I construida con un algoritmo ascendente forma una jerarquía ascendente.

Una jerarquía ascendente produce una cadena de n particiones encajadas compuestas de n a 1 clases.

- ✓ Los objetos a clasificar son los elementos terminales de la jerarquía.
- ✓ Las clases encajadas de la jerarquía son los nudos del árbol de clasificación.

La jerarquía se llama indiciada si:

$$\forall \{i\} \in H, \text{ existe un valor } v(i) \geq 0 \text{ tal que si } \{i\} \subset \{i'\} \Rightarrow v(i) \leq v(i').$$

El índice de agregación de una instancia queda definido por la distancia que determina el agrupamiento de los objetos en la clase.

El índice de agregación puede ser también normado. En ese caso, cuando todos los elementos se encuentran ligados entre ellos, a ese nodo del dendograma le corresponde el índice del valor 1.

## Verificación

El índice utilizado en el ejemplo anterior satisface las propiedades de una distancia ultra métrica.

La distancia entre dos objetos es siempre positiva o nula.

$$d_{(\{x\},\{y\})} \geq 0 \text{ para } \forall x; \forall y$$

Ejemplos:

$$d_{(\{2\},\{5\})} = 0.8$$

$$d_{(\{3\},\{6\})} = 1$$

La distancia entre dos objetos idénticos es nula.

$$d_{(\{x\},\{y\})} = 0 \text{ para } \forall x$$

Ejemplo:

$$d_{(\{4\},\{4\})} = 0$$

La distancia entre dos objetos es simétrica.

$$d_{(\{x\},\{y\})} = d_{(\{y\},\{x\})} \text{ para } \forall x; \forall y$$

Ejemplo:

$$d_{(\{1\},\{3\})} = d_{(\{3\},\{1\})} = 0.8$$

La distancia evaluada entre dos objetos respeta la desigualdad triangular.

$$d_{(\{x\},\{z\})} \leq d_{(\{x\},\{y\})} + d_{(\{y\},\{z\})} \text{ para } \forall x; \forall y; \forall z$$

Ejemplo:

$$d_{(\{1\},\{5\})} < d_{(\{1\},\{3\})} + d_{(\{3\},\{5\})}$$

$$0.8 < 0.8 + 0.6 = 1.4$$

La distancia evaluada entre dos objetos respeta la desigualdad ultra métrica.

$$d_{(\{x\},\{z\})} \leq \max(d_{(\{x\},\{y\})}; d_{(\{y\},\{z\})}) \text{ para } \forall x; \forall y; \forall z$$

Ejemplo:

$$d_{(\{1\},\{6\})} \leq \max(d_{(\{1\},\{3\})}; d_{(\{3\},\{6\})})$$

$$1 \leq \max(0.8; 1)$$

## 2.4 MÉTODO PRECIO MEDIO PONDERADO

Este método se basa en fluctuaciones de los precios de compra o costos de adquisición que normalmente son cambiantes por la dinámica del mercado, razón por la cual, es necesario ir acumulando los costos tanto unitarios como totales por cada compra de artículos para de esa manera poder determinar el costo de salida de los mismos al realizarse la salida de los mismos.



Es decir, para determinar el costo unitario de cada salida se dividirá el total valor acumulado a la fecha de salida entre el total de la cantidad acumulada a la misma fecha.

La descripción, corresponde al empleo de la siguiente fórmula.

$$CU = TV/TC$$

Donde

CU = Costo unitario por artículo

TV = Total valor

TC = Total cantidad

## 2.5 MÉTODO DE DESARROLLO POR ANÁLISIS ESTRUCTURADO

Muchos especialistas en sistemas de información reconocen la dificultad de comprender de manera completa sistemas grandes y complejos. El método de desarrollo del análisis estructurado tiene como finalidad de superar esta dificultad por medio de 1) la división del sistema en componentes y 2) la construcción de un modelo de sistema. El método incorpora elementos tanto de análisis como de diseño. [Senn James; 1992]

El análisis estructurado se concentra en especificar lo que se requiere que haga el sistema o la aplicación. No se establece cómo se cumplirán los requerimientos o la forma en que implantará la aplicación. Más bien permite que las personas observen los elementos lógicos (lo que hará el sistema) separados de los componentes físicos (computadoras, terminales, sistemas de almacenamiento, etc.). Después de esto se puede desarrollar un diseño físico eficiente para la situación donde será utilizado.

### Elementos del análisis estructurado

Los elementos esenciales del análisis estructurado son símbolos gráficos, diagramas de flujo de datos y el diccionario centralizado de datos.

**Descripción gráfica.** Una de las formas de describir un sistema es preparar un bosquejo que señale sus características, identifique la función para la que sirve e indique cómo éste interactúa con otros elementos, entre otras cosas. Sin embargo, describir de esta manera un sistema grande es un proceso tedioso y propenso a errores ya que es fácil omitir algún detalle o dar una explicación que quizá los demás no entiendan.

En lugar de las palabras el análisis estructurado utiliza símbolos, o iconos, para crear un modelo gráfico del sistema. Los modelos de este tipo muestran los detalles del sistema pero sin introducir procesos manuales o computarizados, archivos en cinta o disco magnético, o procedimientos operativos y de programas. Si se seleccionan los símbolos y notación

correctos entonces casi cualquier persona puede seguir la forma en que los componentes se acomodarán entre sí para formar el sistema.

Tal como identifica el gráfico 2.5.1, los íconos identifican los elementos básicos de los procesos, el flujo de datos, el sitio donde se almacenan los datos y las fuentes y destinos de éstos. Se dibuja una línea alrededor del sistema para señalar qué elementos se encuentran dentro del sistema y cuales fuera de su frontera.

El diagrama lógico de flujo de datos muestra las fuentes y destinos de los datos, identifica y da nombre a los procesos que se llevan a cabo, identifica y da nombre a los grupos de datos que relacionan una función con otra y señala los almacenes de datos a los que se tiene acceso (gráfico 2.5.1).

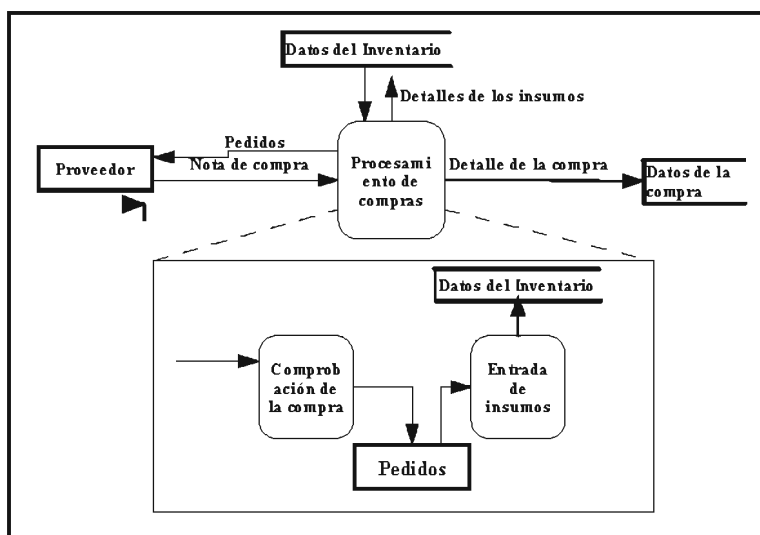
**Diagramas de flujo de datos.** El modelo del sistema recibe el nombre de *diagrama de flujo de datos* (DFD). La descripción completa de un sistema está formada por un conjunto de diagramas de flujo de datos.

Para desarrollar una descripción del sistema por el método de análisis estructurado se sigue un proceso descendente (top - down). El modelo original se detalla en diagramas de bajo nivel que muestran características adicionales del sistema. Cada proceso puede desglosarse en diagramas de flujo de datos cada vez más detallados. Esta secuencia se repite hasta que se obtienen suficientes detalles que permiten al analista comprender en su totalidad la parte del sistema que se encuentra bajo investigación.

El gráfico 2.5.1, muestra los niveles primero y segundo de una parte de algún sistema. Nótese que el enfoque está sobre los datos y procesos. No se hace mención de alguna de computadoras, comunicaciones, personas o departamentos y tampoco se incluyen detalles físicos.



**Gráfico 2.5.1** Diagrama de flujo de datos utilizado con el método de análisis estructurado



Fuente: [Propia]

**Diccionario de datos.** Todas las definiciones de los elementos en el sistema (flujos de datos, procesos y almacenes de datos) están descritos en forma detallada en el diccionario de datos. Si algún miembro del equipo encargado del proyecto desea saber alguna definición del nombre de un dato o el contenido particular de un flujo de datos, esta información debe encontrarse disponible en el diccionario de datos.

## DISEÑO ESTRUCTURADO

El *diseño estructurado*, otro elemento del análisis estructurado que emplea la descripción gráfica, se enfoca en el desarrollo de especificaciones de software. La meta del diseño estructurado es crear programas formados por módulos independientes unos de otros desde el punto de vista funcional. Este enfoque no sólo conduce hacia mejores programas sino que facilita el mantenimiento de los mismos cuando surja la necesidad de hacerlo.

El diseño estructurado es una técnica específica para el diseño de programas y no un método de diseño de comprensión. Es decir, no indica nada relacionado con el diseño de archivos o bases de datos, la presentación de entradas o salidas, la secuencia de procesamiento o el hardware que dará soporte a la aplicación. Esta técnica conduce a la especificación de módulos de programa que son funcionalmente independientes.

La herramienta fundamental del diseño estructurado al igual que los diagramas de flujo de datos son los diagramas estructurados que son de naturaleza gráfica y evitan cualquier referencia relacionada con el hardware o detalles físicos. La finalidad no es mostrar la lógica de los programas. Los diagramas estructurados describen la interacción entre módulos

independientes junto con los datos que un módulo pasa a otro cuando interactúan con él. Estas especificaciones funcionales para los módulos se proporcionan a los programadores antes que dé comienzo la fase de escritura de código.



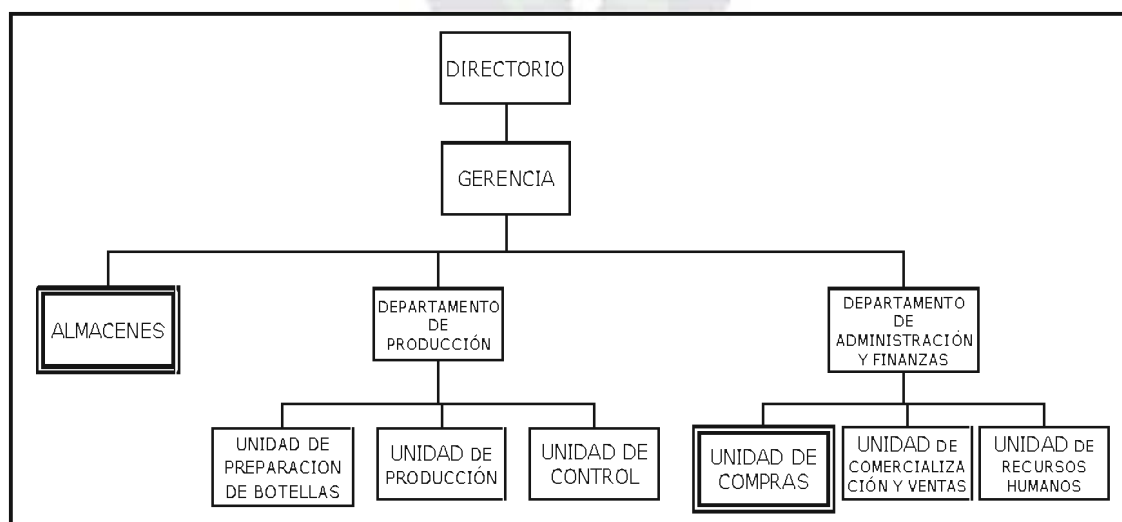
### 3 MARCO PRÁCTICO

#### 3.1 SISTEMA FISICO ACTUAL

En la actualidad Industrias SAMA opera industrial y comercialmente en la ciudad de El Alto, zona Rosas Pampa Industrial, desde allí se realizan todas las operaciones ligadas a la fabricación y comercialización de bebidas gaseosas.

La empresa tiene una estructura organizativa jerárquica que se ve a continuación (Gráfico 3.1.1)

Gráfico 3.1.1 Organigrama Institucional



Fuente. [Industrias SAMA; 2007]

La empresa SAMA esta dividida en 4 niveles jerárquicos: **Directorio**, conformado esencialmente por socios de la empresa.

**Gerencia**, conformado por el Gerente General de la empresa, quien debe tomar decisiones para el buen funcionamiento de la fábrica. Como funciones del gerente está la aplicación de políticas y estrategias dictadas por el directorio.

**Almacenes**, dividido en 2 tipos de almacenes, almacén de insumos y el almacén de productos terminados, cuales tienen diferentes encargados. El almacén de insumos tiene como responsable a una sola persona, mientras que el almacén de productos terminados tiene como responsable a tres personas.

La persona responsable del almacén de insumos tiene como funciones anotar las entradas y salidas de insumos, realizar periódicamente recuentos de la materia prima disponible y dar un informe detallado de los movimientos realizados al Gerente General.

Mientras que los responsables del almacén de productos terminados, tiene como función el registro de las entradas y salidas de los productos, luego del proceso productivo después de una venta. Además deben realizar un recuento de las bebidas gaseosas al final del día para tener un inventario actualizado y dar un informe al Gerente General. Se debe tomar en cuenta que en el almacén existen varias personas que ayudan al embarque de los productos luego de una venta o recepción de botellas vacías para su posterior reutilización.

**Departamento de producción**, tiene como supervisor a un Jefe de Producción, quién debe controlar todo el proceso productivo de la fábrica, tomar nota de los insumos que se utilizan para la producción de las bebidas gaseosas y anotar las cantidades producidas al final de un proceso productivo y tomar nota de roturas de botellas, derrame de los jarabes, etc. El departamento de producción tiene 3 unidades como dependientes, descritos a continuación:

1. *Unidad de Preparación de Botellas*, en esta unidad se realizan los trabajos de lavado de las botellas de vidrio y soplado de botellas pet, cuales son realizados en diferentes ambientes, las función principal de los empleados que trabajan en esta unidad es la esterilización de las botellas de vidrio y pet.
2. *Unidad de Producción*, conformada por muchos empleados, quienes deben realizar el preparado y embotellado de las bebidas.
3. *Unidad de control*, la función principal de esta unidad es hacer un estricto control de calidad del producto luego del preparado y también después del envasado. Para la elaboración de informes.

**Departamento de administración y finanzas**, el departamento tiene como encargado a un jefe, quién debe de controlar a las unidades dependientes.

1. *Unidad de Compras*, en esta unidad se realiza el registro de las compras, tanto a crédito como al contado, llevando el control de las compras a crédito y realizando informes del flujo de dinero por las adquisiciones realizadas.
2. *Unidad de comercialización y ventas*, responsable de las ventas que se realizan, además tiene bajo su responsabilidad el control de las ventas a crédito, asignación de vehículos para la distribución de los productos, control a los vendedores de la planta y control de los gastos erogados durante la comercialización de las bebidas debido a quiebres de botellas con contenido, pérdida de productos o devolución de los mismos.
3. *Unidad de Recursos Humanos*, responsable del control de los empleados de la empresa, evaluando el desempeño de cada empleado, esta unidad tiene como función la cancelación de sueldos y salarios de los empleados.

### **3.1.1 ANÁLISIS DE LAS AREAS DE ESTUDIO**

Después de haber realizado una descripción general de la organización de la empresa, se realizará un estudio mas detallado de Almacenes y de la Unidad de Compras.

#### **ALMACENES**

Como se menciona anteriormente, los almacenes son lugares donde se guardan materia prima o productos terminados. Cabe recordar que Industrias SAMA cuenta con almacenes externos de materia prima.

#### **Almacén insumos**

La persona responsable del almacén de insumos, aclaró que el almacén insumos esta dividido en sub almacenes o también llamados depósitos, en los cuales se guarda materia prima de acuerdo a previa clasificación, sin embargo debido al poco espacio que se tiene muchos insumos son almacenados en un mismo lugar obviando la clasificación o asignación.

Los insumos son clasificados de acuerdo al grupo al cual pertenecen y registrados en notas de entradas de acuerdo al orden de llegada de los mismos. Todas las notas de entradas se van guardando en fólderes y guardados en estantes.

Al final del día, la persona encargada debe también de transcribir los movimientos que se realizaron, es decir las entradas y salidas de la materia prima, para poder tener información veraz, oportuna y real.

#### **Almacén de productos terminados.**

A diferencia del almacén de insumos, el almacén de productos terminados es único, se cuenta con un solo ambiente (Galpón), donde se van guardando los productos, luego del proceso producción. Los responsables de este almacén deben hacer un registro de todas las entradas y salidas que se realizan, dependiendo de las situaciones que puedan presentarse, por ingreso por producción, devolución y salidas por ventas o baja de productos por mal estado.

#### **UNIDAD DE COMPRAS**

Las compras que realiza la unidad, lo hace de acuerdo a solicitudes del almacén o departamento de producción y/o cuando existe material faltante.

Para la compra de insumos o materiales ajenos a la producción se hace una solicitud de cotizaciones a diferentes proveedores, para la elección de una, de acuerdo al precio y la calidad para luego emitir una orden de compra. Las compras son guardadas en archivos de acuerdo al proveedor.

### **3.2 SISTEMA LÓGICO ACTUAL**

Los procesos que desarrollan dentro del área de estudio, se muestran a continuación mediante flujos administrativos.

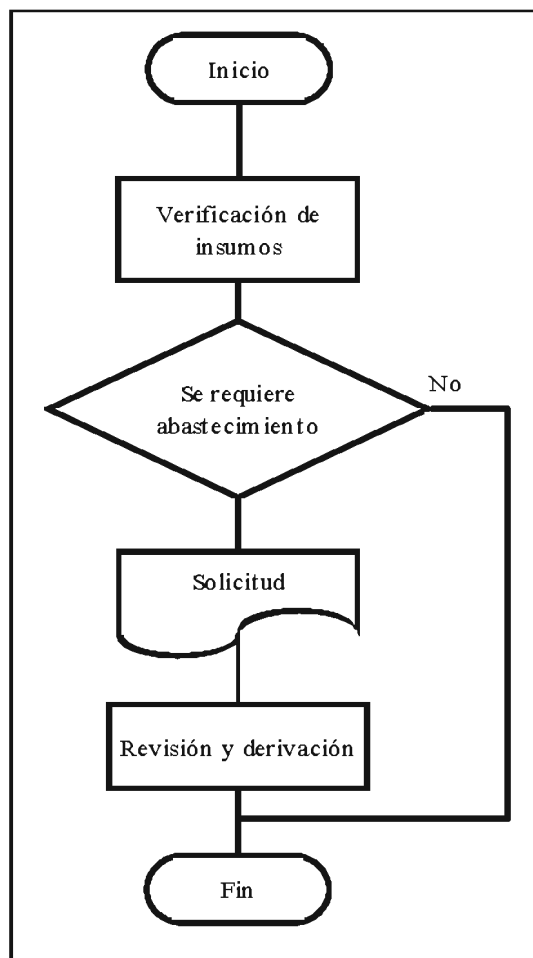
#### **3.2.1 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE SOLICITUD DE INSUMOS**

Este proceso tiene como actores principales a la persona responsable del almacén de insumos, Jefe de Administración y Finanzas y Gerente General.

El proceso de solicitud de insumos se inicia con la verificación continua de las cantidades existentes de materia prima en el almacén de insumos por parte de la persona responsable, quién hace una evaluación de un determinado insumo mediante listas de control, se verifica que la materia prima este en un nivel aceptable de cantidad, caso contrario si la cantidad está por debajo del nivel mínimo, el responsable debe tomar la decisión de hacer una solicitud del insumo faltante, mediante una nota ó verbalmente al Gerente General ó al Jefe de Administración y Finanzas, quienes determinarán si se hace el aprovisionamiento. Luego de aceptar la solicitud, la misma es revisada por el

Departamento de Administración y Finanzas y derivada a la Unidad de Compras para el respectivo pedido como se observa a continuación (gráfico 3.2.1.1).

**Gráfico 3.2.1.1** Diagrama de flujo de solicitud de insumos



**Fuente.** [Elaboración Propia]

Los datos que deben tener las notas de solicitudes de insumos son: Fecha de la solicitud, cantidad disponible al momento de hacer la verificación, descripción del insumo solicitado, marca del insumo, unidad de medida, firma del responsable y firma de la persona que recibe la solicitud.

Las listas de materia prima son hechas en una hoja de cálculo de la aplicación Microsoft Excel y las notas de solicitudes son guardadas en fólder por el encargado de almacenes.



### 3.2.2 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE COMPRA DE INSUMOS

Este proceso tiene como actores principales a los proveedores, personal de la Unidad de Compras, Jefe de Administración y finanzas.

El proceso se inicia con el pedido de cotización de la materia prima al proveedor o proveedores, de acuerdo a lo solicitado de forma verbal o mediante una nota, dependiendo del número de artículos requeridos. Después el proveedor manda una pro forma a la unidad de compras para su análisis de precios, la pro forma es remitida al Jefe de Administración y Finanzas para la calificación y aprobación o caso contrario se rechaza.

Después de la aprobación, se hace la compra de los insumos, la forma de pago es decidido por el Jefe de Administración y Finanzas junto con el Gerente, la adquisición puede realizarse a crédito o al contado, dependiendo de la situación económica de la empresa. Sí la compra se realiza al crédito se registra como una compra por pagar mediante la firma de un documento de pago al momento de hacer la recepción de los insumos como se muestra a continuación (gráfico 3.2.2.1).

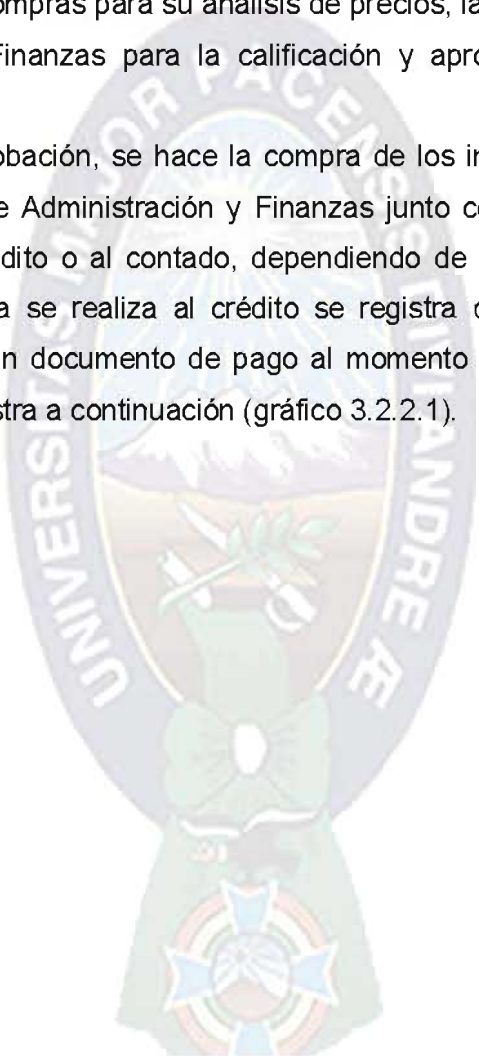
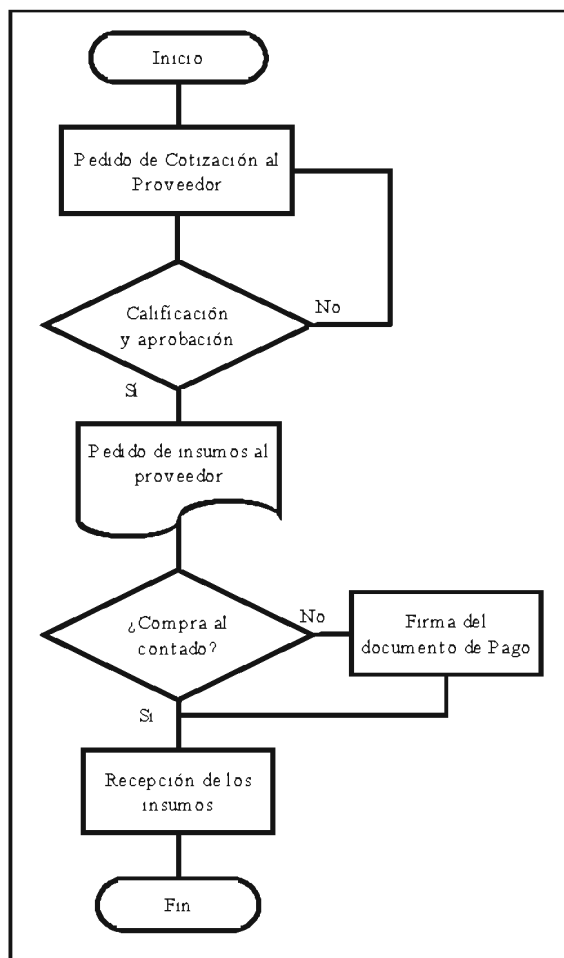




Gráfico 3.2.2.1 Diagrama de flujo de compra de insumos



Fuente. [Elaboración Propia]

Los datos registrados de la compra son: Fecha de compra, fecha de vencimiento de la compra, monto y moneda, proveedor, tipo de compra, contado o crédito, ítem, cantidad, unidad de medida, detalle del insumo, precio y firmas del proveedor y el comprador.

La nota de solicitud que se hace al proveedor, pro forma del proveedor, recibo de compra y el documento de pago son guardados en folders de la unidad de compras, sin embargo el control de las compras a crédito es realizada a través de un empastado.

### 3.2.3 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE RECEPCIÓN DE INSUMOS EN ALMACENES

El proceso de recepción de insumos, es la entrada de insumos al almacén, donde los actores intervinientes son el responsable del almacén, proveedor, el Jefe de Administración y Finanzas.

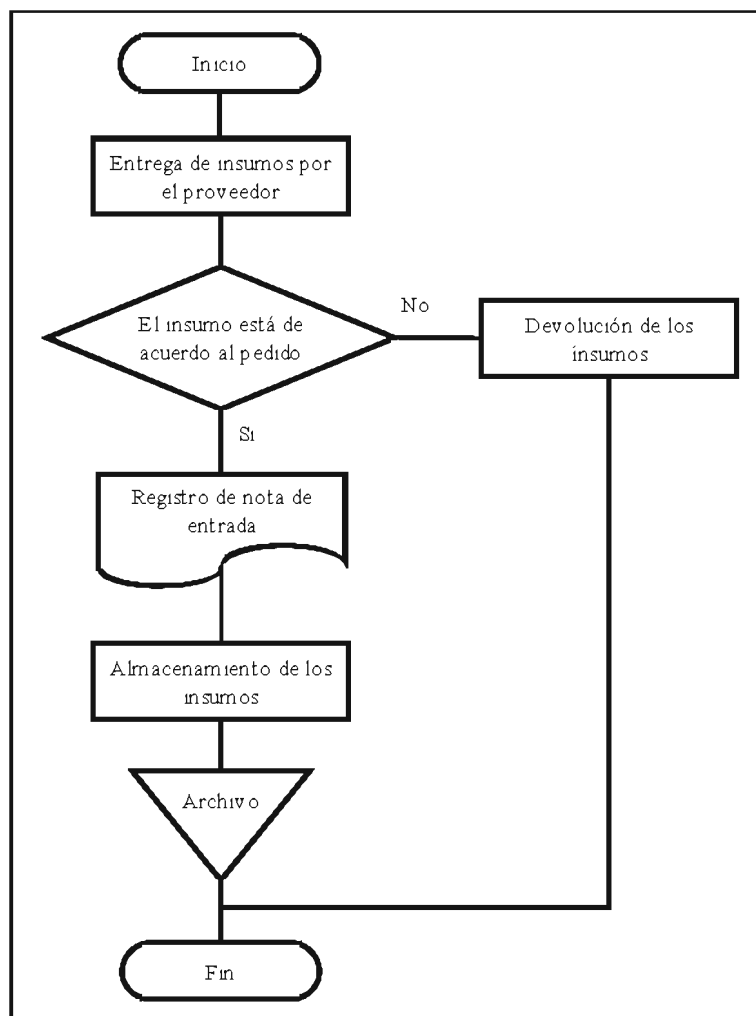
El proceso empieza, con la entrega de los insumos por el proveedor, después se realiza una revisión física junto al encargado de almacenes de materia prima, quién controla el estado de los artículos, la fecha de caducidad de los mismos. Si todo es correcto se toma la decisión admitir los mismos junto con una nota de entrada.

Luego del ingreso, se realiza el almacenamiento de la materia prima adquirida de acuerdo a la clasificación y a los ambientes disponibles o en caso contrario guardarlos en almacenes externos. Una vez concluido, se hace un registro general de las notas de ingreso en una hoja de cálculo en la aplicación Microsoft Excel como se muestra en el siguiente diagrama de flujo (gráfico 3.2.3.1).

Los datos que se anotan de cada insumo son: Fecha de ingreso, proveedor, tipo de cambio de la moneda extranjera, precio de compra por unidad, importe en dólares o bolivianos, total a cancelar, pago a cuenta, saldo, unidad de medida, numero de factura o remisión, detalle del insumo, lugar de recepción, observaciones, firma del responsable de almacén y firma de la persona que entrega.

Los documentos utilizados en este proceso son: notas de entrada registrados manualmente, listado de artículos solicitados los cuales son guardados en fólder por parte del responsable del almacén de materia prima.

Gráfico 3.2.3.1 Diagrama de flujo de recepción de insumos



Fuente. [Elaboración Propia]

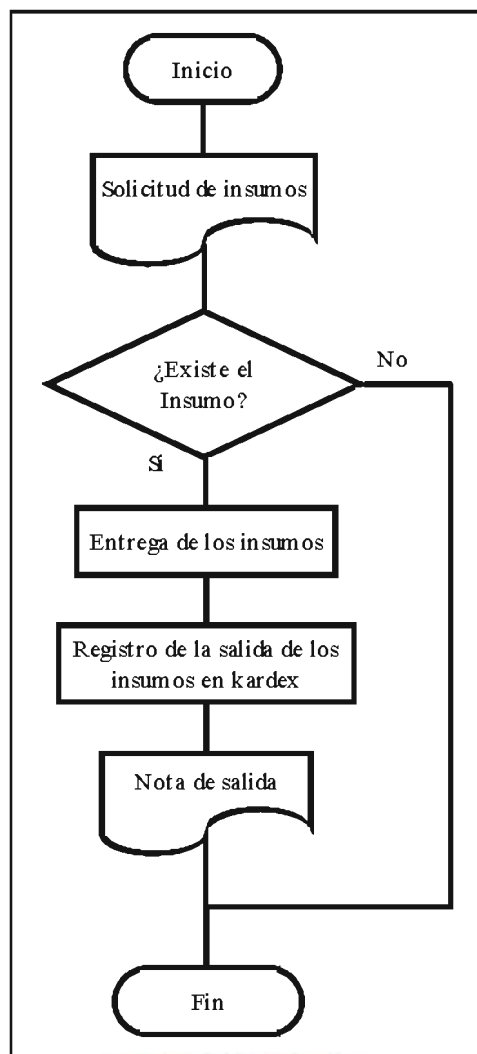
### 3.2.4 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE SALIDA DE INSUMOS PARA PRODUCCIÓN

La salida de insumos del almacén de materia prima hacia el departamento de producción es realizada básicamente por el responsable de almacenes y el Jefe de Producción, quienes son los dos actores en este proceso.

El proceso se inicia con el llenado de una nota de solicitud de materia prima, éste documento es entregado al almacenero, quien realiza una verificación de las existencias de acuerdo a la solicitud. Si el insumo existiese, se toma la decisión de dar curso mediante la entrega, actualización del kárdex del artículo para posteriormente emitir una nota de salida. Si el insumo no existiese se rechaza el pedido y se hace una solicitud al

Departamento de Administración y Finanzas o al Gerente General como se ve a continuación (gráfico 3.2.4.1).

**Gráfico 3.2.4.1** Diagrama de flujo de salida de insumos



**Fuente.** [Elaboración Propia]

Los datos que se deben llenar al momento de hacer la nota de salida son: Fecha de entrega o salida del insumo, sección destinada la materia prima, cantidad entregada, unidad, descripción de los productos a elaborarse con dicho insumo, firmas respectivas tanto del encargado como de la persona que recibe los insumos y observaciones.

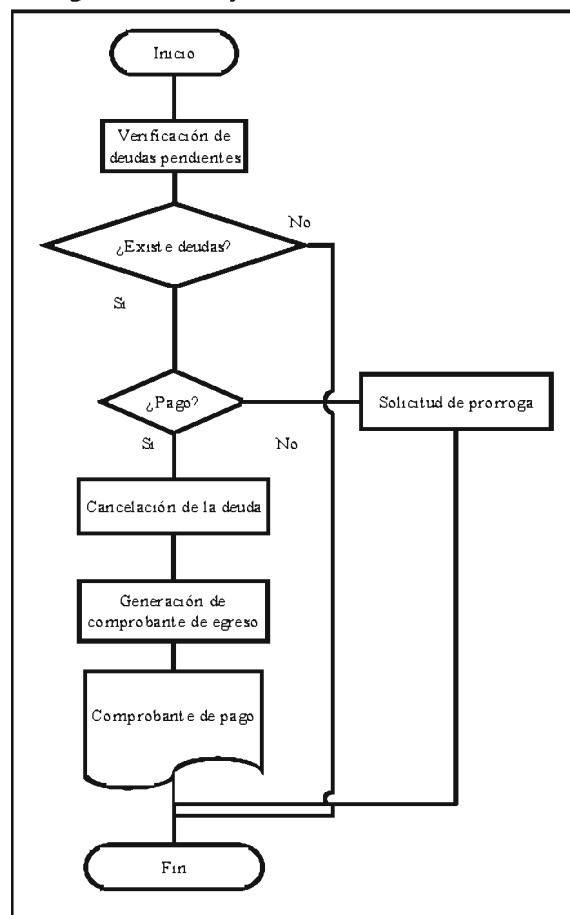
Los documentos utilizados en este proceso son básicamente notas, listados y un kárdex del propio almacenero, los cuales son guardados en fólderes y carpetas.

### 3.2.5 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE CANCELACIÓN DE DEUDAS PENDIENTES.

El control de cancelación de deudas pendientes tiene como actores al proveedor, personal de la Unidad de Compras, Jefe de Administración y Finanzas y Gerente General.

El proceso se inicia con la revisión de compromisos contraídos los cuales están registrados en un empastado el cuál hace como libro de cuentas por pagar. Si se adeuda, se comunica al Jefe de Administración juntamente con el Gerente General para que tomen la decisión de pagar o no, si el pago no se realiza se pide una prórroga al proveedor, siempre y cuando los plazos se hayan vencido. Si el pago se acepta se hace la cancelación mediante un comprobante de egreso el cuál debe ser firmado por el Gerente General, donde el documento original se da al proveedor y la copia se queda en la empresa, como se muestra a continuación (gráfico 3.2.5.1).

**Gráfico 3.2.5.1** Diagrama de flujo de cancelación de deudas pendientes



Fuente. [Elaboración Propia]

Los datos registrados en este comprobante de egreso son: fecha de pago, proveedor, nota de compra a la cual pertenece la deuda, monto a pagar, saldo adeudado, moneda, firmas del proveedor y la persona que hace el pago.

Las copias de comprobantes de pago son guardados en fólderes junto al empastado de deudas en el Departamento de Administración y Finanzas para su posterior descargo.

### **3.3 ESTRATEGIA Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA**

En la descripción de los procesos y observación de las figuras, se puede concluir que el sistema de trabajo de la empresa es en gran mayoría manual a excepción del uso de hojas de cálculo en la aplicación Microsoft Excel. Por tanto, la demora en el control y el retraso a la hora de actualizar los inventarios y deudas pendientes es causada porque los documentos utilizados en la empresa son registrados manualmente, por lo cual la búsqueda de información para la toma de decisiones es morosa.

Sin embargo la implementación de un sistema puede ayudar a la mejora de algunos procesos y dar apoyo a otros.

#### **MEJORAS**

El proceso de compras visto en el punto 3.2.2 puede mejorar con un sistema que pueda sacar datos relevantes con respecto a los precios y proveedores de materia prima, ayudando a la disposición inmediata de compras, reduciendo el tiempo de aprovisionamiento de insumos y a la disposición inmediata de información de una determinada compra obviando búsquedas innecesarias.

El control de almacenes puede ser más eficiente con la clasificación de los artículos y con ayuda de un sistema que realice los cálculos para la obtención de saldos existentes a través de datos registrados en las notas de entradas y salidas que cuenta el almacén.

También se mejorara el control de las compras a crédito por parte de la empresa en cuanto a los saldos de dinero que se tienen con los proveedores.

#### **AJUSTES**

El registro de las notas de entrada a almacenes tienen datos que no corresponden o no son relevantes para la persona encargada, se describe a continuación estos datos: saldo de dinero que se debe al proveedor y el total cancelado al proveedor.

También se debe ajustar las medidas de manejo de cantidades con relación a la materia prima, para que los cálculos no sean erróneos.

Se deben ajustar algunas políticas de la empresa, al momento de realizar el almacenaje de los insumos, registrando todos los datos requeridos en las notas de entrada para su posterior guardado.

Ajuste en la administración del personal de la empresa, asignando roles y funciones a los empleados involucrados con el área de estudio.

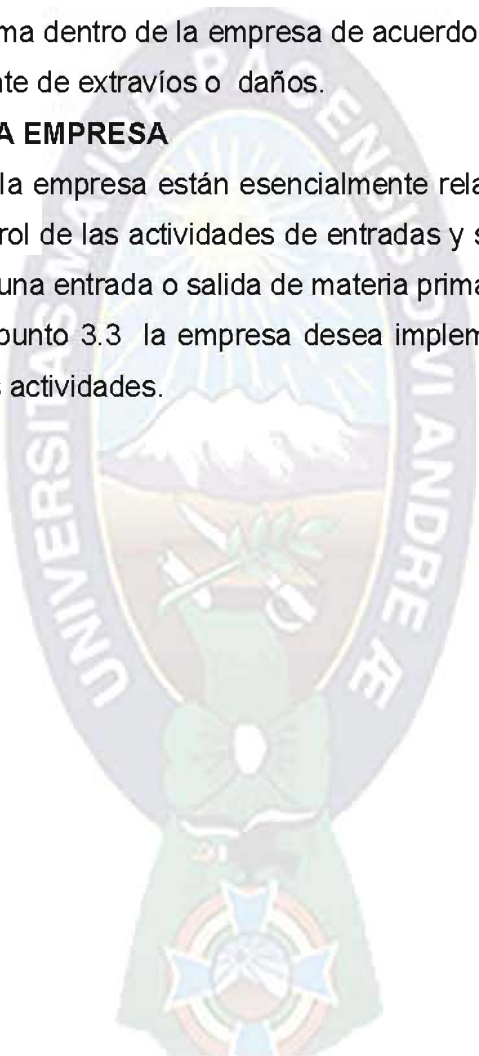
### **FALENCIAS**

Una de las falencias de la empresa, es la carencia de ambientes más amplios para el guardado de la materia prima dentro de la empresa de acuerdo a la clasificación asignada, el cual es causa principalmente de extravíos o daños.

### **REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA**

Los requerimientos de la empresa están esencialmente relacionados con elaboración de reportes financieros y control de las actividades de entradas y salidas de insumos. Debido al tiempo que lleva registrar una entrada o salida de materia prima.

Por lo expuesto en el punto 3.3 la empresa desea implementar un sistema informático que ayude al control de las actividades.





## 4 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

### 4.1 DISEÑO DEL SISTEMA LÓGICO

Se especifica todas las características que va a tener el nuevo sistema, iniciado con los objetivos y requerimientos determinados por el usuario. El modelo lógico o esencial para el sistema que se implementará en Industrias SAMA el cual estará compuesto por el modelo ambiental y el modelo de comportamiento.

#### 4.1.1 MODELO AMBIENTAL

El modelo ambiental es la información que ingresa al sistema desde el ambiente exterior y cuál la información que sale a ese ambiente externo. Este modelo está compuesto principalmente por tres componentes: descripción de propósitos, diagrama de contexto y lista de eventos.

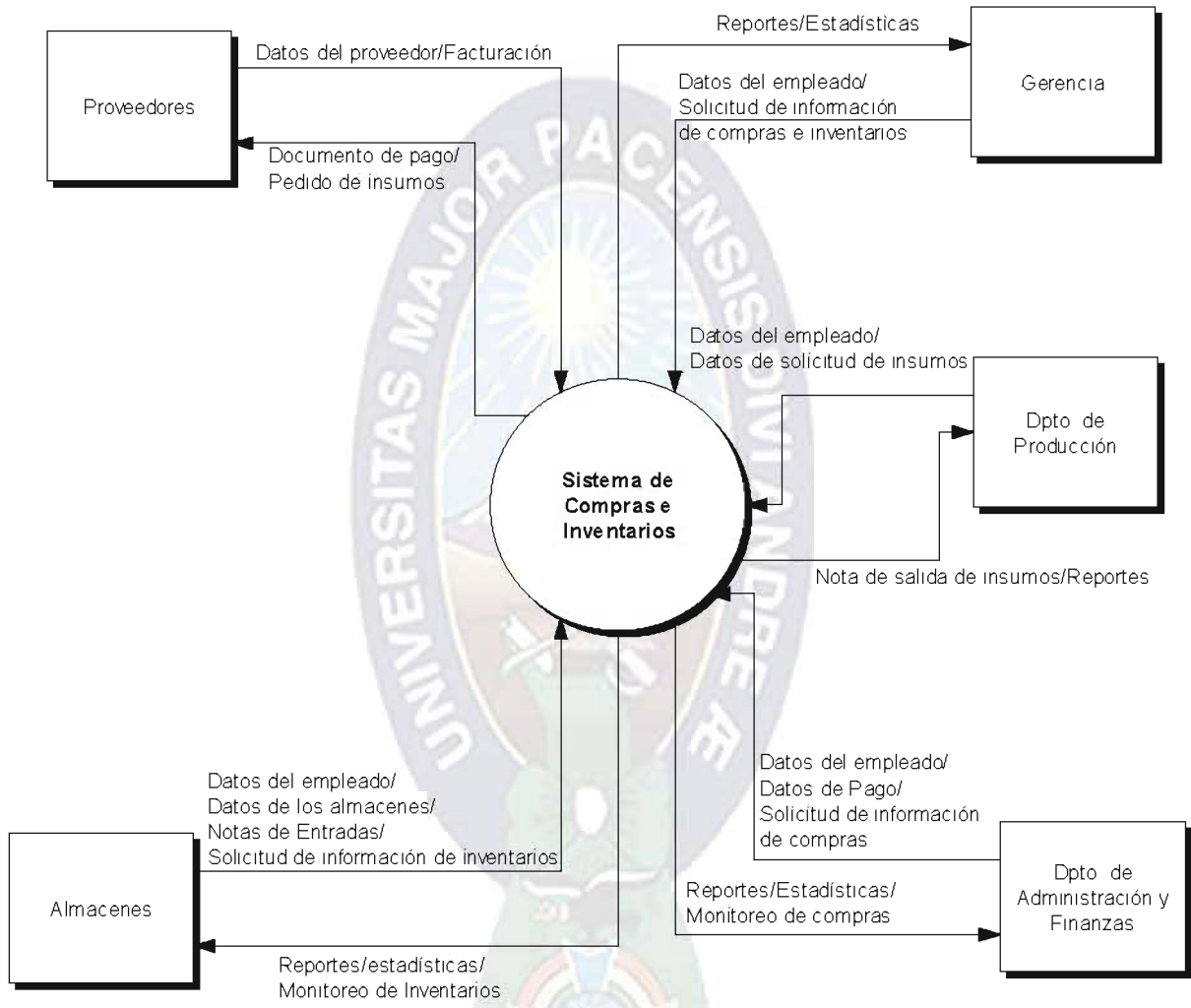
##### **Descripción de propósito.**

“El propósito del Sistema de Información de Compras e Inventarios de la Empresa SAMA es controlar y apoyar a la administración de la fábrica”.

##### **Diagrama de Contexto.**

Este diagrama muestra la interacción del sistema con el medio ambiente conformada por entidades externas, los cuales describimos a continuación: Proveedores, Gerencia, Almacenes, Departamento de Administración y Finanzas de la cual depende la Unidad de Compras. Las entidades descritas anteriormente se involucran con el sistema a través de datos, ver figura 4.1.1.1.

Figura 4.1.1.1 Diagrama de contexto



Fuente [Elaboración propia]

### Lista de eventos.

El objetivo de la lista de eventos o sucesos consiste en describir los eventos que suceden entre el sistema y ambiente exterior, para los cuales el sistema debe dar respuestas, estos eventos van desde el medio ambiente hacia el sistema, los cuales describimos a continuación:

- Un proveedor debe proporcionar sus datos.
- La facturación de la compra debe ser proporcionada por el proveedor.
- La Gerencia debe proporcionar datos del usuario para acceder al sistema.
- Gerencia solicita información de compras e inventarios.
- Los empleados del Departamento de Producción deben proporcionar sus datos para poder pedir insumos.
- Los empleados del Departamento de Producción deben proporcionar datos de los insumos solicitados.
- Los empleados del Departamento de Administración y Finanzas deben proporcionar sus datos para ser admitidos por el sistema.
- El empleado del Departamento de Administración y Finanzas debe proporcionar sus datos para realizar un pago por compras que se hicieron al crédito.
- El Departamento de Administración y Finanzas solicita información de compras.
- Los empleados de Almacenes deben proporcionar sus datos para ingresar al sistema.
- Almacenes debe proporcionar los datos de insumos que entran y salen.
- Almacenes solicita información de inventarios.

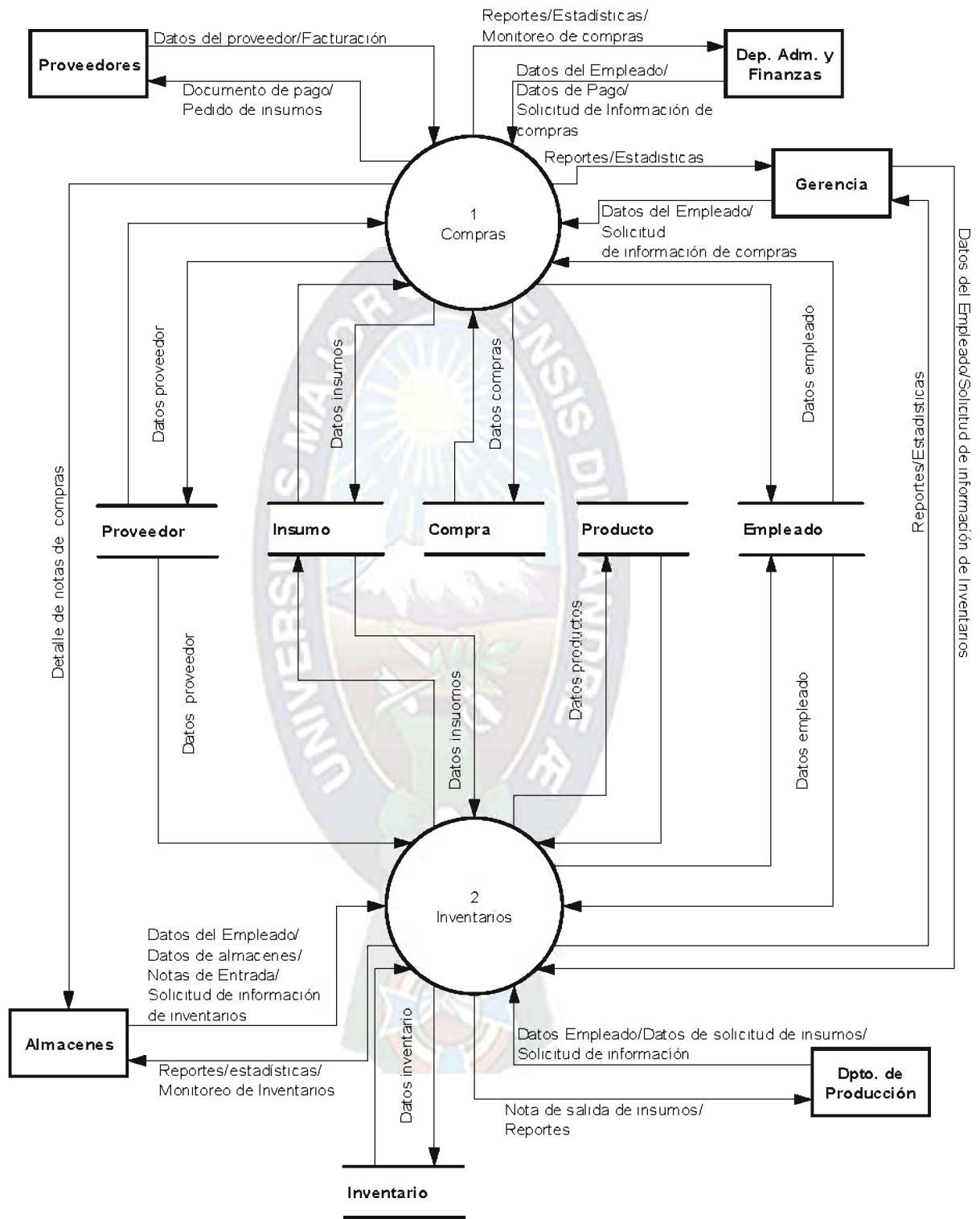
### 4.1.2 MODELO DE COMPORTAMIENTO

Después de haber realizado un análisis del comportamiento entre el sistema y su medio ambiente, se realizan los diagramas de flujo de datos a través de la técnica de derivación del esquema de transformaciones a partir del diagrama de contexto (Ver figura 4.1.1.1).

#### Diagrama de Flujo de Datos de Nivel 0

El diagrama de nivel 0 se construye a partir de la división del sistema en dos subsistemas primordiales los cuales son: Compras e Inventarios. Ambos subsistemas describen de manera general los sucesos o eventos que ocurren entre el medio exterior y el sistema, con el propósito de especificar e identificar entidades y almacenamientos de dato utilizados por el sistema, ver figura 4.1.2.1.

Figura 4.1.2.1 Diagrama de flujo de datos de nivel 0



Fuente [Elaboración propia]

### 4.1.3 SELECCIÓN DEL SOFTWARE

Para el desarrollo del presente proyecto se opto por el siguiente software: para la gestión de base de datos se opto por Microsoft SQL Server, que es un gestor de base de datos relacionales capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de forma simultanea proporcionando escalabilidad, estabilidad y seguridad para el manejo de una base de datos.

El lenguaje utilizado para la programación del sistema es Visual Basic 6.0 porque tiene un ambiente de desarrollo gráfico el cual facilita la creación de interfaces gráficas y ayudando a la programación misma donde el sistema a implementar debería tener una interfaz entendible y amigable para con el usuario, quienes están habituados al uso del sistema operativo Windows y a las aplicaciones de Microsoft Office. Por tanto, hará que el usuario este más cómodo con el uso del sistema.

Para la elaboración de reportes se opto por la herramienta Crystal Report, porque se complementa con el lenguaje de Visual Basic haciendo fácil la elaboración de reportes requeridos por los usuarios del sistema.

## 4.2 DISEÑO DEL SISTEMA FÍSICO Y PRODUCCIÓN

### 4.2.1 DIAGRAMA JERARQUICO

Mediante la utilización del diagrama jerárquico se identifican los 3 subsistemas importantes: control de accesos a usuarios, Compras e Inventarios los cuales componen el sistema, describiendo la relación lógica entre los elementos del sistema y el grado de asociación y procesamiento de la información, ver figura 4.2.1.1.

Figura 4.2.1.1 Diagrama Jerárquico



Fuente [Elaboración propia]

## 4.2.2 MODELO DE DATOS

En esta parte, se considera las entidades y relaciones que intervienen en el sistema de información, que es diseñado por el esquema conceptual empleando el modelo Entidad Relación (E-R), como se muestra en la figura 4.2.2.1

En la tabla 4.2.2.1 se muestra la relación de las entidades y las relaciones identificadas por el modelo E-R.

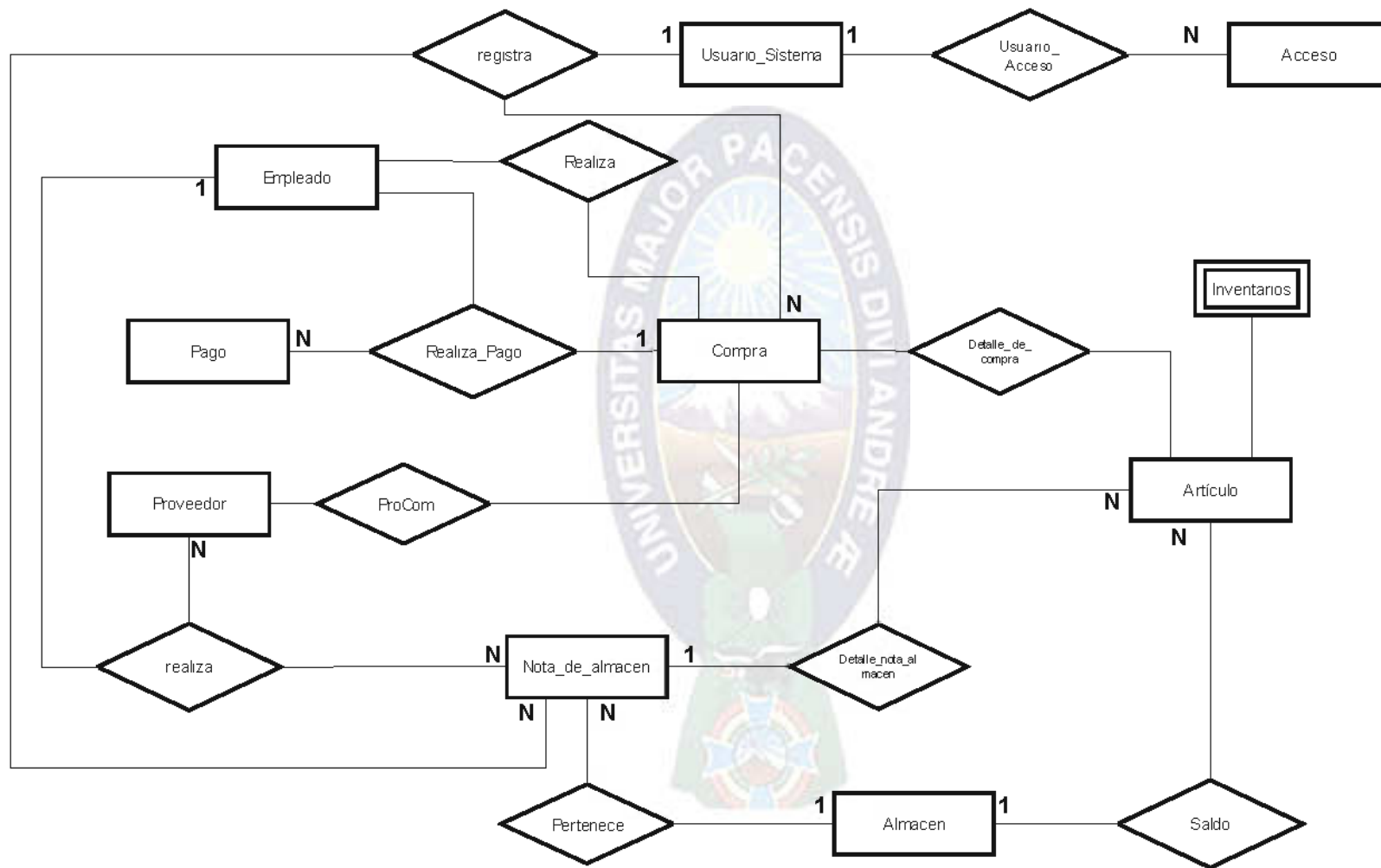
**Tabla 4.2.2.1** Relaciones del modelo E-R

<b>ENTIDADES</b>	<b>TIPO</b>
Usuario Sistema	Entidad fuerte.
Acceso	Entidad fuerte.
Empleado.	Entidad fuerte.
Compra.	Entidad fuerte.
Proveedor.	Entidad fuerte.
Notas de almacén.	Entidad fuerte.
Almacén.	Entidad fuerte.
Articulo.	Entidad fuerte.
Pagos	Entidad débil.
Inventarios	Entidad débil

**Fuente:** [Elaboración propia]



Figura 4.2.2.1 Diagrama Entidad Relación



Fuente [Elaboración propia]

### 4.2.3 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

A continuación se detalla la transformación del esquema conceptual E-R de la Base de Datos al modelo relacional, utilizado en el libro Sistemas de Base de Datos de autor El Masri.

Entonces los pasos para la transformación serán los siguientes:

**Paso 1.** Por cada entidad fuerte del diagrama E-R, se crea una relación R, eligiendo un atributo como clave primaria.

Por tanto, las entidades a llevar a la relación R son: Usuario, Empleado, proveedor, compras, notas de almacenes, almacén y artículo.

Donde:

- Usuario tiene los atributos: nombre de usuario, identificación, contraseña y negación de acceso
- Acceso tiene los atributos: código de acceso, descripción del acceso y permiso
- Empleado tiene los atributos: camé de identidad, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, grado de instrucción, fecha de nacimiento, fecha de ingreso a la empresa, cargo, observaciones del empleado.
- Proveedor tiene los atributos: NIT, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, empresa y observaciones.
- Compra tiene los atributos: fecha de compra, fecha de vencimiento, tipo de compra, descripción, estado de la compra, moneda de la compra, tipo de cambio, numero de factura y total de la compra.
- Almacén tiene los atributos: tipo de almacén, ubicación y descripción del almacén.
- Notas de almacén tiene los atributos: fecha, clase de nota (entrada o salida), tipo de nota (compra, devolución, traspaso, etc.), descripción y estado de la nota.
- Artículos tiene los atributos: tipo de artículo, grupo, unidad de manejo y descripción.

Estudiando la entidad **Usuario Sistema**, el atributo candidato a clave es **identificación**, pero analizando el uso del atributo en el sistema podría dificultar el flujo de este dato. Por tanto se tiene la necesidad de implementar un código secuencial como clave primaria para la relación R dada a continuación:

**Usuario Sistema** (código\*, nombre de usuario, identificación, contraseña, negación de acceso).

La entidad **acceso**, tiene entre sus atributos a **código de acceso**, que será la clave primaria para la relación R que a continuación se da:

**Acceso** (código de acceso\*, descripción del acceso, permiso)

Analizando la entidad **empleado**, como atributo candidato se tiene a **carne de identidad**, pero se constato, que en la empresa SAMA algunos obreros no cuentan con un documento de identificación. Por tanto se tiene la necesidad de implementar un código secuencial como clave primaria entonces la relación R será:

**Empleado** (código\*, carne de identidad, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, grado de instrucción, fecha de nacimiento, fecha de ingreso a la empresa, cargo, observaciones del empleado).

La entidad **proveedor** tiene como atributo candidato a **NIT**, pero existen proveedores que no cuentan con este documento, por tanto se añadirá un código secuencial como clave primaria y la relación R será:

**Proveedor** (código\*, NIT, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, empresa, observaciones)

En la entidad **compra** podría nombrarse como atributo clave a **número de factura**, pero no todas las compras se hacen con factura, por tanto se tiene la necesidad de implementar un código secuencial como clave primaria entonces la entidad quedaría como:

**Compra** (código\*, fecha de compra, fecha de vencimiento, tipo de compra, descripción, estado de la compra, moneda de la compra, tipo de cambio, numero de factura, total de la compra)

La entidad **almacén** no tiene un atributo candidato a clave primaria, por tanto se asignará un código secuencial.

**Almacén** (código\*, tipo de almacén, ubicación, descripción del almacén)

La entidad **Notas de almacén** no cuenta con un atributo candidato a clave primaria, por tanto se asignara un código secuencial.

**Notas de almacén** (código\*, fecha, clase de nota, tipo de nota, descripción, estado de la nota)

En la entidad **artículos** no existe un atributo candidato a clave, se podría asignar un código como los anteriores casos, pero en este caso el código no será de tipo secuencial, sino un código ingresado por el usuario, ya asignado a algunos artículos.

**Artículos** (código\*, tipo de artículo, grupo, unidad de manejo, descripción)

**Paso 2.** Por cada tipo de entidad débil D del esquema E-R con tipo de entidades propietarias E, se crea una relación R y se incluyen todos los atributos simples, incluyendo los atributos de clave externa.

Por tanto las entidades débiles a llevar a la relación R son: pagos e inventarios.

**Pagos** tiene como atributos: código de compra, fecha de pago, número de comprobante de egreso, monto pagado, moneda y tipo de cambio.

**Inventarios** tiene como atributos: código de artículo, tiempo de reposición, stock máximo y stock mínimo.

Expresando las entidades débiles en forma de relaciones R, tenemos:

- ✓ **Pagos** (código de compra\*, fecha de pago, numero de comprobante de egreso\*, monto pagado, moneda, tipo de cambio, código de empleado)
- ✓ **Inventarios** (código del artículo\*, tiempo de reposición, stock máximo, stock mínimo)

Donde los atributos que tienen (\*) serán las claves primarias de cada entidad.

**Paso 3.** Por cada tipo de vínculo binario 1:1 del esquema E-R, se identifican las relaciones S y T que corresponden a los tipos de entidades que participan en R y se escoge una de las relaciones y se incluye como clave externa.

En nuestro caso las entidades débiles relacionadas con entidades fuertes son los que presentan la relación 1:1, tales como: (nota de almacenes y detalle de notas de almacenes), (compras y detalle de compras), (artículo y saldo) y (artículo y Inventarios). Por tanto no es necesario agregar una clave externa porque ya cuentan con una las entidades débiles que los relaciona con las entidades fuertes.

**Paso 4.** Por cada tipo de vínculos normal (no débil) binario 1:N de R, se identifica la relación S del lado N al cual se agrega la clave de la entidad S' del lado 1.

Las relaciones que tienen la relación 1:N son: (empleado y compra), (proveedor y compra), (empleado y notas de almacenes) y (almacén y notas de almacenes).

Donde las relaciones a las que se agrega claves foráneas son:

- ✓ **Compra** (código\*, fecha de compra, fecha de vencimiento, tipo de compra, descripción, estado de la compra, moneda de la compra, tipo de cambio, numero de factura, total de la compra, código de empleado\*\*, código de proveedor\*\*)
- ✓ **Notas de almacén** (código\*, fecha, clase de nota, tipo de nota, descripción, estado de la nota, código de empleado\*\*, código de almacén\*\*, código de proveedor \*\*)

Donde doble asterisco (\*\*) representa claves foráneas.

**Paso 5.** Por cada tipo de vínculo binario M:N en R, se crea una nueva relación S, para representar S.

Las relaciones que tienen la relación M:N en R es: (Usuario Sistema, Accesos al sistema) entonces la nueva relación S, esta dada por:

- ✓ Usuario acceso (código usuario\*\*, código de acceso\*\*, fecha de asignación, estado)

Donde doble asterisco (\*\*) representa claves foráneas.

**Paso 6.** Por cada atributo multivaluado A se crea una nueva relación R que contiene un atributo correspondiente a A más el atributo de clave primaria K.

Analizando los atributos de las relaciones, ningún atributo es multivaluado, por tanto, obviamos este paso.

**Paso 7.** Por cada tipo de vínculos n-ario R,  $n > 2$ , se crea una nueva relación S que representa a R. se incluyen como atributos de clave externa en S las claves primarias de las relaciones que representan los tipos de entidades participantes. También se incluyen los atributos simples (o los componentes simples de los atributos compuestos) del tipo de vínculos n-ario como atributos de S. Donde la clave primaria de S casi siempre es una combinación de todas las claves externas que hacen referencia a las relaciones que representan los tipos de entidades participantes.

Por tanto las relaciones a llevar a R son: detalle de compras, detalle de notas de almacenes y saldo.

Donde:

**Detalle de compras** tiene los atributos: código de compra, código de artículo, unidad de compra, cantidad y precio unitario

**Detalle de notas de almacenes** tiene los atributos: código de nota de almacén, código de artículo, cantidad, precio unitario, fecha de caducidad.

**Saldo** tiene los atributos: código del artículo, código de almacén, cantidad y precio unitario.

Expresando las entidades débiles en forma de relaciones R, tenemos:

- ✓ **Detalle de compras** (código de compra\*, código de artículo\*, unidad de compra, cantidad, precio unitario)
- ✓ **Detalle de notas de almacenes** (código de nota de almacén\*, código de artículo\*, cantidad, precio unitario, fecha de caducidad)
- ✓ **Saldo** (código del artículo\*, código de almacén\*, cantidad, precio unitario)

Donde doble asterisco (\*) representa claves foráneas.

## NORMALIZACIÓN

Una vez llevado el esquema E-R al modelo relacional, aplicaremos la técnica de normalización.

### Primera forma normal.

La primera forma normal define que cada atributo debe ser atómico, es decir, no debe ser un atributo multivaluado como por ejemplo nombre que puede constar de nombre, apellido paterno y apellido materno.

Analizando las relaciones tenemos:

- ✓ Usuario Sistema (código\*, nombre de usuario, identificación, contraseña, negación de acceso).
- ✓ Usuario acceso (código usuario\*\*, código de acceso\*\*, fecha de asignación, estado)
- ✓ Acceso (código de acceso\*, descripción del acceso, permiso)
- ✓ Empleado (código\*, carné de identidad, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, grado de instrucción, fecha de nacimiento, fecha de ingreso a la empresa, cargo, observaciones del empleado).
- ✓ Proveedor (código\*, NIT, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, empresa, observaciones)
- ✓ Almacén (código\*, tipo de almacén, ubicación, descripción del almacén)
- ✓ Artículos (código\*, tipo de artículo, grupo, unidad de manejo, descripción)
- ✓ Compra (código\*, fecha de compra, fecha de vencimiento, tipo de compra, descripción, estado de la compra, moneda de la compra, tipo de cambio, numero de factura, total de la compra, código de empleado\*\*, código de proveedor\*\*)
- ✓ Notas de almacén (código\*, fecha, clase de nota, tipo de nota, descripción, estado de la nota, código de empleado\*\*, código de almacen\*\*, código de proveedor \*\*)
- ✓ Detalle de compras (código de compra\*, código de artículo\*, unidad de compra, cantidad, precio unitario)
- ✓ Detalle de notas de almacenes (código de nota de almacén\*, código de artículo\*, cantidad, precio unitario, fecha de caducidad)
- ✓ Saldo (código del artículo\*, código de almacén\*, cantidad, precio unitario)
- ✓ Pagos (código de compra\*, fecha de pago, numero de comprobante de egreso\*, monto pagado, moneda, tipo de cambio, código de empleado)
- ✓ Inventarios (código del artículo\*, tiempo de reposición, stock máximo, stock mínimo)



Observando las relaciones, verificamos que todos los atributos son atómicos.

### **Segunda forma normal**

La segunda forma normal establece que primero debe estar en primera forma normal, lo cual cumplen las relaciones, y además, todos sus atributos dependen de la clave candidata completa.

Por tanto las relaciones que cumplen son:

- ✓ Usuario Sistema (código\*, nombre de usuario, identificación, contraseña, negación de acceso).
- ✓ Usuario acceso (código usuario\*\*, código de acceso\*\*, fecha de asignación, estado)
- ✓ Acceso (código de acceso\*, descripción del acceso, permiso)
- ✓ Empleado (código\*, camé de identidad, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, grado de instrucción, fecha de nacimiento, fecha de ingreso a la empresa, cargo, observaciones del empleado).
- ✓ Proveedor (código\*, NIT, nombre, apellido paterno, apellido materno, dirección, teléfono, teléfono celular, empresa, observaciones)
- ✓ Almacén (código\*, tipo de almacén, ubicación, descripción del almacén)
- ✓ Artículos (código\*, tipo de artículo, grupo, unidad de manejo, descripción)
- ✓ Compra (código\*, fecha de compra, fecha de vencimiento, tipo de compra, descripción, estado de la compra, moneda de la compra, tipo de cambio, numero de factura, total de la compra, código de empleado\*\*, código de proveedor\*\*)
- ✓ Notas de almacén (código\*, fecha, clase de nota, tipo de nota, descripción, estado de la nota, código de empleado\*\*, código de almacen\*\*, código de proveedor \*\*)
- ✓ Detalle de compras (código de compra\*, código de artículo\*, unidad de compra, cantidad, precio unitario)
- ✓ Detalle de notas de almacenes (código de nota de almacén\*, código de artículo\*, cantidad, precio unitario, fecha de caducidad)
- ✓ Saldo (código del artículo\*, código de almacén\*, cantidad, precio unitario)
- ✓ Pagos (código de compra\*, fecha de pago, numero de comprobante de egreso\*, monto pagado, moneda, tipo de cambio, código de empleado)
- ✓ Inventarios (código del artículo\*, tiempo de reposición, stock máximo, stock mínimo)



Revisando las relaciones vemos que los atributos que no son claves dependen de esta, la segunda forma normal no menciona los atributos que sean claves foráneas en las entidades débiles. Por tanto, todas las relaciones están en segunda forma normal.

### Tercera forma normal.

Para que una relación este en tercera forma normal, debe de estar en primera forma normal, segunda forma normal y todos los atributos que no son claves son mutuamente independientes.

- ✓ Usuario acceso (código usuario\*\*, código de acceso\*\*, fecha de asignación, estado, negación de acceso)
- ✓ Notas de almacén (código\*, fecha, clase de nota, tipo de nota, descripción, estado de la nota, código de empleado\*\*, código de almacén\*\*, código de proveedor \*\*)
- ✓ Detalle de compras (código de compra\*, código de artículo\*, unidad de compra, cantidad, precio unitario)
- ✓ Detalle de notas de almacenes (código de nota de almacén\*, código de artículo\*, cantidad, precio unitario, fecha de caducidad)
- ✓ Saldo (código del artículo\*, código de almacén\*, cantidad, precio unitario)
- ✓ Almacén (código\*, tipo de almacén, ubicación, descripción del almacén)
- ✓ Artículos (código\*, tipo de artículo, grupo, unidad de manejo, descripción)
- ✓ Inventarios (código del artículo\*, tiempo de reposición, stock máximo, stock mínimo)

Como se puede observar solo 6 relaciones cumplen la tercera forma normal, por tanto las otras relaciones quedan descartadas.

Solo se normalizara hasta la tercera forma normal, que es el recomendado porque una normalización más profunda haría que las relaciones se multipliquen haciendo las búsquedas más complejas.

### DEPENDENCIAS FUNCIONALES

Una dependencia funcional es una relación  $R$ , definida sobre un conjunto de atributos  $A$  y dados  $X$  y  $Y$ , como elementos de este conjunto, se dice que existe una relación de dependencia funcional entre  $X$  y  $Y$  cuando cada valor de  $X$  tiene asociado en todo momento un único valor de  $Y$ , denominándose a  $X$  como el implicante y denominándose a  $Y$  como el implicado o también a  $X$  como determinante y  $Y$  determinado.

Donde:  $R \rightarrow A$

$X, Y$  pertenecen a  $A$

$X \rightarrow Y$

Analizando las relaciones que se tiene, se puede decir que las relaciones que cumplen con esta teoría son:

- ✓ Dependencias funcionales para la relación **USUARIO SISTEMA**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
usu_codigo	Código de usuario	A
usu_nombre	nombre de usuario,	B
usu_id	identificación	C
usu_clave	contraseña	D
usu_negado	negación de acceso	E

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

A → BCDE

B → CDE

BC → DE

BCD → E

Dado R como un esquema de relación R (A,B,C,D,E) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{ A \rightarrow BCDE, B \rightarrow CDE, BC \rightarrow DE, BCD \rightarrow E \}$

- ✓ Dependencias funcionales para la relación **USUARIO ACCESO**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
usu_codigo	código usuario	A
acc_codigo	código de acceso	B
uac_fecha	fecha de asignación	C
uac_estado	estado	D

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias son de la siguiente manera:

A → BCD

B → D

Dado R como un esquema de relación R (A,B,C,D) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{ A \rightarrow BCD, B \rightarrow D \}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **ACCESO**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
acc_codigo	código de acceso	A
acc_descrip	descripción del acceso	B
acc_permiso	permiso	C

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

$A \rightarrow BC$

Dado R como un esquema de relación R (A,B,C) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BC\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **COMPRA**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
com_codigo	Código de compras	A
com_fecha	fecha	B
com_fechaVen	Plazo para pagar la compra	C
com_tipo	tipo de compra	D
com_descrip	Descripción de compra	E
com_estado	estado de la compra	F
com_moneda	moneda de la compra	G
com_TipoCambio	tipo de cambio	H
com_noFactura	numero de factura	I
com_totalCompra	total de la compra	J

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias son de la siguiente manera:

$A \rightarrow BCDEFGHIJ$

$D \rightarrow FI$

$H \rightarrow G$

$I \rightarrow BGHJ$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDEFGHIJ, D \rightarrow FI, H \rightarrow G, I \rightarrow BGHJ\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **DETALLE DE COMPRAS**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
com_codigo	código de compra	A
art_codigo	código de articulo	B
com_unidad	unidad de compra	C
com_cantidad	cantidad	D
com_preunicos	precio unitario	E

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

$A \rightarrow CDE$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{AB \rightarrow CDE\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **NOTAS DE ALMACEN**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
not_codigo	Código de nota	A
not_fecha	fecha	B
not_clase	clase de nota	C
not_tipo	tipo de nota	D
not_descrip	descripción	E
not_estado	estado de la nota	F

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias están de la siguiente manera:

$A \rightarrow BCDEF$

$F \rightarrow CD$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E, F) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDEF, F \rightarrow CD\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **DETALLE DE NOTAS DE ALMACEN**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
not_codigo	código de nota de almacén	A
art_codigo	código de artículo	B
not_cantidad	cantidad	C
not_preunicos	precio unitario	D
not_fechaCad	Fecha de caducidad de un insumo	E

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

$AB \rightarrow CDE$

$E \rightarrow B$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{AB \rightarrow CDE, E \rightarrow B\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **ALMACEN**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
alm_codigo	Código de almacén	A
alm_tipoAlmacen	tipo de almacén	B
alm_ubicación	Ubicación del almacén	C
alm_descripcion	descripción del almacén	D

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

$A \rightarrow BCD$

$C \rightarrow B$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCD, C \rightarrow B\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **ARTICULO**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
art_codigo	Código de artículo	A
art_tipo	tipo de artículo	B
art_grupo	Grupo al que pertenece el articulo	C

art_unidad	unidad de manejo	D
art_descrip	descripción	E

Siguiendo el mapeo de letras, por tanto las dependencias podrían reescribirse de la siguiente manera:

$A \rightarrow BCDE$

$B \rightarrow C$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDE, B \rightarrow C\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **SALDO**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
art_codigo	código del artículo	A
alm_codigo	código de almacén	B
sal_cantidad	Cantidad disponible	C
sal_preunineto	precio unitario medio ponderado	D

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias son de la siguiente manera:

$AB \rightarrow CD$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{AB \rightarrow CD\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **PAGOS**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
com_codigo	código de compra	A
pag_fecha	fecha de pago	B
not_nroComprobante	numero de comprobante de egreso	C
pag_monto	monto pagado	D
pag_moneda	Moneda de pago	E
pag_TipoCambio	tipo de cambio	F

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

$A \rightarrow BCDEF$

$C \rightarrow BDEF$

$F \rightarrow BE$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D, E, F) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDEF, C \rightarrow BDEF, F \rightarrow BE\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **INVENTARIOS**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
art_codigo	Código del artículo	A
inv_tiempoRep	tiempo de reposición	B
inv_stockMáximo	stock máximo	C
inv_stockMínimo	stock mínimo	D

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias podrían reescribirse de la siguiente forma:

$A \rightarrow BCD$

Dado R como un esquema de relación R (A, B, C, D) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCD\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **Empleado**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
Emp_codigo	Código de empleado	A
Emp_ci	carne de identidad	B
Emp_nombre	nombre	C
Emp_apPaterno	apellido paterno	D
Emp_apMaterno	apellido materno	E
Emp_direccion	dirección	F
Emp_telefono	teléfono	G
Emp_celular	teléfono celular	H
Emp_gradoInstrucción	grado de instrucción	I
Emp_fechaNac	fecha de nacimiento	J
Emp_fechaIng	fecha de ingreso a la empresa	K
Emp_cargo	cargo	L
Emp_obs	observaciones del empleado	M



Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

A → BCDE

B → CDEJF

G → F

H → F

L → IK

M → BCDF

Dado R como un esquema de relación R (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDE, B \rightarrow CDEJF, G \rightarrow F, H \rightarrow F, L \rightarrow IK, M \rightarrow BCDF\}$

✓ Dependencias funcionales para la relación **Proveedor**

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	MAPEO DE LETRAS
pro_codigo	Código de proveedor	A
pro_nit	NIT del proveedor	B
pro_nombre	nombre	C
pro_apPaterno	apellido paterno	D
pro_apMaterno	apellido materno	E
pro_direccion	Dirección del proveedor	F
pro_telefono	teléfono	G
pro_celular	teléfono celular	H
pro_obs	observaciones del proveedor	I

Siguiendo el mapeo de letras, las dependencias anteriores podrían reescribirse de la siguiente manera:

A → BCDE

B → CDEF

I → BCDEF

G → F

H → F

Dado R como un esquema de relación R (A,B,C,D,E,F,G,H,I) y sea el siguiente conjunto de dependencias funcionales definidos sobre R.

$F = \{A \rightarrow BCDE, B \rightarrow CDEF, I \rightarrow BCDEF, G \rightarrow F, H \rightarrow F\}$

## TABLAS DE LA BASE DE DATOS

**USUARIO SISTEMA** <usu\_codigo, usu\_nombre, usu\_id, usu\_clave, usu\_negado>

**USUARIO ACCESO** <usu\_codigo, acc\_codigo, uac\_fecha, uac\_estado>

**ACCESO** < acc\_codigo, acc\_descrip, acc\_permiso>

**EMPLEADO** <\*emp\_codigo, emp\_ci, emp\_nombre, emp\_apPaterno, emp\_apMaterno, emp\_direccion, emp\_telefono, emp\_celular, emp\_gradoInstruccion, emp\_fechaNacimiento, emp\_fechaIngreso, emp\_cargo, emp\_observaciones >

**COMPRA** <\*com\_codigo, com\_fecha, com\_fechaVen, com\_tipo, com\_descrip, com\_estado, com\_moneda, com\_TipoCambio, com\_noFactura, com\_totalCompra, pro\_codigo, emp\_codigo >

**DETALLE DE COMPRAS** <\*com\_codigo, art\_codigo, com\_unidad, com\_cantidad, com\_preunicos>

**PROVEEDOR** <\*pro\_codigo, pro\_nit, pro\_nombre, pro\_apPaterno, pro\_apMaterno, pro\_direccion, pro\_telefono, pro\_celular, pro\_empresa, pro\_obs>

**NOTAS DE ALMACEN** <\*not\_codigo, not\_fecha, not\_clase, not\_tipo, not\_descrip, not\_estado, emp\_codigo, pro\_codigo, alm\_codigo >

**DETALLE DE NOTAS DE ALMACEN** <\*not\_codigo, art\_codigo, not\_cantidad, not\_preunicos, not\_fechaCad>

**ALMACEN** <\*alm\_codigo, alm\_tipoAlmacen, alm\_ubicación, alm\_descripcion>

**ARTICULO** <\*art\_codigo, art\_tipo, art\_grupo, art\_unidad, art\_descrip >

**SALDO** <\*art\_codigo, alm\_codigo, sal\_cantidad, sal\_preunineto>

**PAGOS** <com\_codigo, pag\_fecha, not\_nroComprobante, pag\_monto, pag\_moneda, pag\_TipoCambio, emp\_codigo>

**INVENTARIOS** <art\_codigo, inv\_tiempoRep, inv\_stockMáximo, inv\_stockMínimo>

## SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

Para los problemas que se plantearon en el capítulo 1 y tabla 1.3.1, las soluciones propuestas son:

- ✓ Para controlar la reposición de la materia prima, se utiliza el modelo de inventarios probabilísticos con revisión continua para la fijación de máximos y mínimos mediante los siguientes cálculos:

El tiempo de reposición esta dado mediante el despeje de la siguiente fórmula:

$$\mu_L = DL \rightarrow L = \mu_L / D$$

Donde L tendrá la nomenclatura de Tr para el tiempo de reposición, es decir el tiempo de hacer el pedido y recibir el pedido. Si la demanda promedio es de 40 unidades de sacos y la demanda fue de 10 unidades de sacos por día entonces el tiempo de entrega será de 4 días, esta cifra será almacenada en la base de datos del artículo correspondiente en la tabla Inventario para su posterior uso. Por medio de las fórmulas del modelo de inventarios probabilísticos con revisión continua se puede determinar la demanda promedio y otros.

Para calcular el mínimo y máximo se realizará a través del cálculo de la demanda diaria, dependiendo de las transacciones realizadas por el almacén de insumos para establecer el nivel mínimo de existencias se calcula a través de la fórmula siguiente explicado en el capítulo 2.

$$E_m = C_m * T_r$$

Suponiendo que el consumo mínimo en un día es de 10 unidades de sacos de azúcar y el tiempo de reposición es de 4 días. Entonces la existencia mínima es de 40 sacos de azúcar.

Para calcular el nivel máximo se utilizará la fórmula siguiente, explicado en el capítulo 2:  $E_M = C_M * T_r + E_m$

Suponiendo que el consumo máximo sea de 20 unidades de sacos de azúcar en el día y el tiempo de reposición 4 días, como el anterior caso y la existencia mínima sea de 40 sacos, entonces el nivel máximo será de 120 sacos de azúcar.

Por tanto los valores obtenidos serán almacenados en la tabla Inventario de la base de datos, los cuales serán utilizados para monitorizar los niveles mínimos y máximos de cada artículo, cumpliendo así con uno de nuestros objetivos específicos.

- ✓ Para la valoración de los costos en los que incurre la empresa se debe calcular el costo total del inventario a través del modelo de compras con déficit donde el costo total del inventario está dado por la fórmula, que se vio en el capítulo 2:

$$C = C_1 D + C_2 D/Q + C_3 (Q - S)^2/2Q + C_4 (S^2/2Q)$$

Si el costo de compra es de 100 Bs, con una demanda diaria de 10 sacos de azúcar, el costo de preparación de un pedido es de 20 Bs, el costo de almacenar 10 unidades es de 2 Bs al día y el costo por la falta de 10 unidades es de 200 Bs, donde la cantidad óptima a comprar es de 120 sacos de azúcar y el número máximo de unidades agotadas es de 20 sacos de azúcar, entonces el costo del inventario es de 1515 Bs.

Por tanto, para obtener estos datos se recurrirá a la base de datos de donde se obtendrá los costos mediante los precios de compra, la demanda por medio de las salidas de un determinado artículo y el cálculo de la cantidad óptima a través de los registros de las notas de salida del almacén insumos. Para el cálculo de los distintos valores se recurrirá a tablas temporales, que ayudarán a almacenar los resultados obtenidos.

- ✓ Para el control de las compras a crédito se utiliza la estrategia de seguimiento cronológico basado en el tiempo, utilizando como parámetros la fecha de compra y la fecha de vencimiento o plazo de pago que da un proveedor, ayudando a entender los cambios relacionados con determinados periodos a través del uso de registros que serán almacenados en la base de datos. El sistema hará peticiones a la base de datos y calculará los tiempos o periodos que se tienen para el pago de una compra al crédito, este seguimiento se realizará diariamente, avisando al usuario del sistema la fecha de vencimiento y el monto que se adeuda.
- ✓ La estrategia de seguimiento a las fechas de vencimientos de la materia prima, ayudará a reducir las pérdidas que se tienen por caducidad de los insumos a través del registro de las fechas de vencimiento de los artículos que ingresan al almacén, donde el sistema hará cálculos con la fecha actual para realizar la respectiva monitorización para luego dar un informe de los artículos que estén por vencer.
- ✓ Para el control de la materia prima que es devuelta, se utiliza la técnica de planillas, el cual es un documento de control, el cuál será generado por el sistema en un determinado periodo, de acuerdo al artículo, donde se mostrará datos de las devoluciones realizadas por la empresa. La planilla será generada a través de los registros de las salidas de la base de datos por devoluciones, donde se contabilizará las cantidades y las fechas respectivas. A través de la planilla se podrá calcular las cantidades devueltas.
- ✓ Para el control de las entradas y salidas de insumos, se utilizará la técnica de almacenamiento secuencial, el cual consiste en dar un número de registro en orden secuencial, de acuerdo al orden de llegada, por medio de esto se podrá determinar que insumo ingreso antes que otro o cual salió antes que un determinado artículo. El sistema irá asignando un número secuencial a una entrada o una salida de materia prima.

- ✓ Para determinar los periodos de abastecimiento utilizaremos la formula del modelo de compras con déficit, mediante el cual se calculara los periodos de duración de los artículos utilizando los valores Q y D, que previamente se obtuvieron a través del calculo de las notas del almacén que salieron a producción, mediante estos podremos calcular la demanda y la cantidad óptima se obtiene el tiempo de duración, dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Q}{D}$$

Suponiendo que la cantidad disponible Q es de 100 unidades de azúcar y la demanda diaria es de 10 unidades por día entonces el tiempo que durará el azúcar es de 10 días. Por tanto se debe hacer un pedido en el transcurso de esos 10 días dependiendo del tiempo de reposición.

#### Precio medio ponderado

Si el inventario inicial es de 100 unidades de azúcar valorado en 10000 Bs, y un precio unitario de 100 Bs y se realiza una compra de otras 100 unidades con un precio de 150 Bs, se determina el nuevo precio unitario del inventario de la siguiente forma:

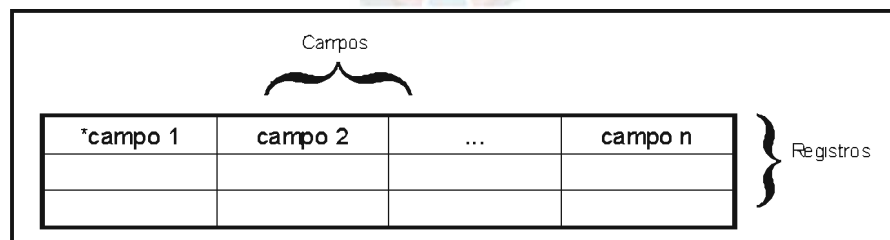
$$PMP = (10000 + 15000) / (100 + 100) = 125 \text{ Bs.}$$

Por tanto la valoración del inventario es de 25000 Bs.

#### 4.2.4 ESTRUCTURA DE DATOS

La estructura de datos para el almacenamiento de datos del sistema será través de registros, los cuales son almacenados en tablas pertenecientes a la base de datos del sistema. Cada registro es un conjunto de campos que contienen los datos que pertenecen a una misma repetición o entidad, cada registro debería tener un campo clave para una búsqueda rápida, como se muestra en la figura 4.2.4. 1

Figura 4.2.4.1 Estructura de datos de un registro

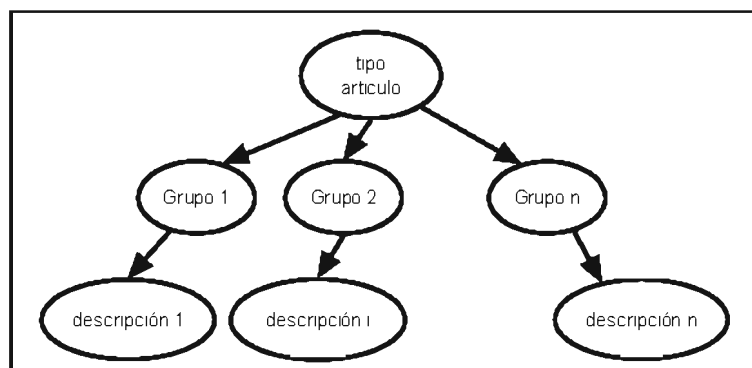


Fuente: [Elaboración propia]

### Clasificación jerárquica de los artículos

Sin embargo el sistema presentara la estructura de la tabla ARTICULOS haciendo uso de árboles binarios, para lo cual se usará este tipo de estructura de datos, donde el nodo padre será el tipo de artículo, posteriormente el grupo al cual pertenece la materia prima, la unidad de manejo y el nombre, ver figura 4.2.4.2

**Figura 4.2.4.2** Estructura de datos para la tabla ARTICULOS



**Fuente:** [Elaboración propia]

Por tanto la clasificación de los artículos, estará determinado por el tipo de artículo, el grupo al cual pertenece y una breve descripción. Ejemplo:

Insumo → Azúcar → azúcar guabirá, de 45 kilos

Insumo → Acido → cítrico marca TyT

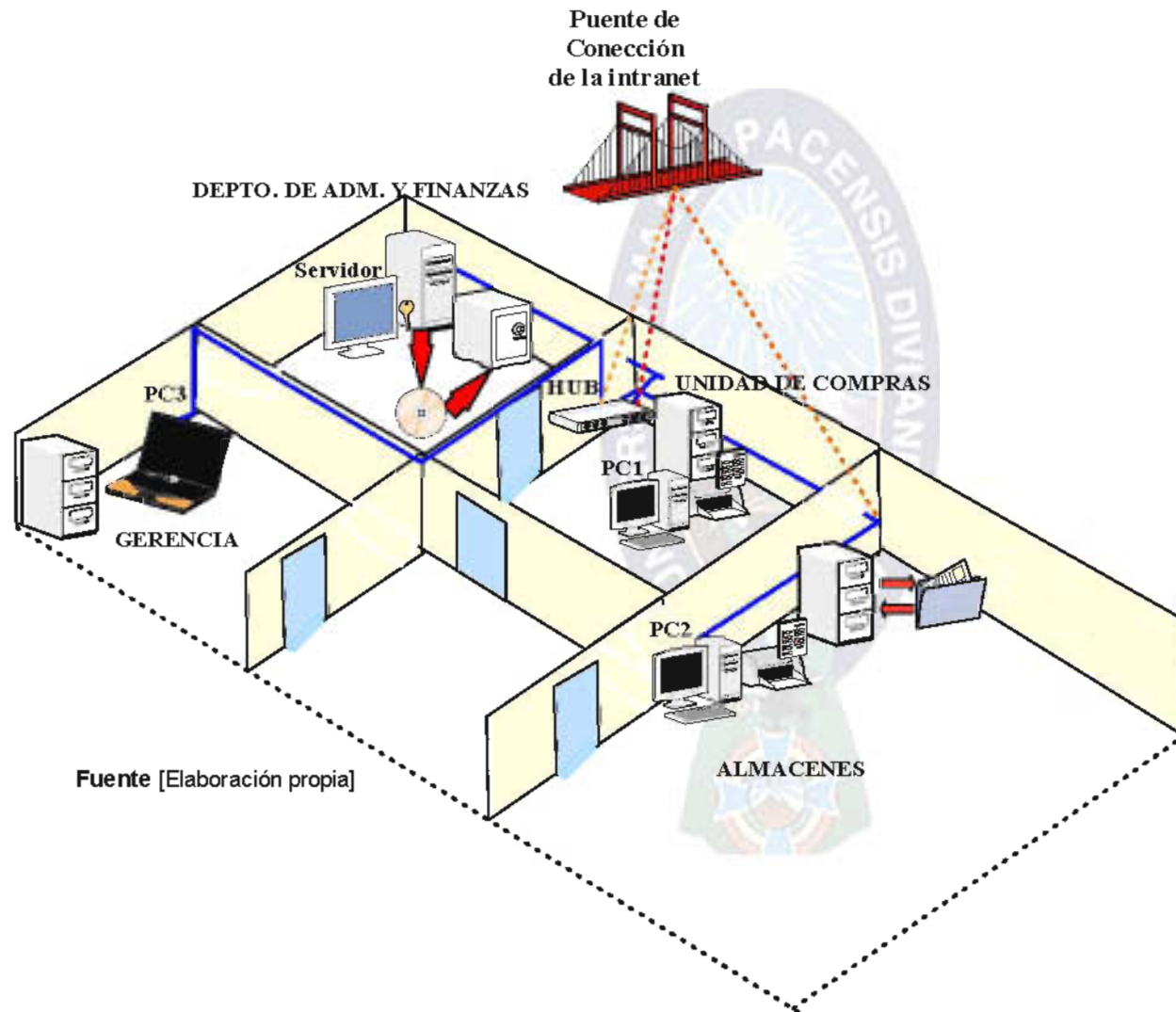
### 4.2.5 DISEÑO DE INTRANET

En este punto se pretende establecer la distribución física de las computadoras en la empresa SAMA, para la implementación de una red interna para la comunicación del servidor de base de datos, porque la fábrica es una empresa grande, por la cual se optó por una topología en estrella.

La empresa SAMA cuenta con una oficina para Gerencia, tiene infraestructura física para el Departamento de Administración y Finanzas, y Almacenes esta distribuido en varios ambientes dentro de la empresa, pero con una ubicación fija para el encargado de almacenes, el cual registra las entradas y salidas de la materia prima, ver figura 4.2.5.1



Figura 4.2.5.1 Diseño de la intranet





## 4.2.6 ERGONOMIA DEL SISTEMA

El sistema tiene que dar al usuario comodidad, satisfacción en el uso, organización y documentación del software.

Para satisfacer las necesidades del usuario, se utilizó pantallas fomularios para la interfaz con el usuario, diálogos en interfaces de errores, donde se describen los errores cometidos por el usuario, menús para la navegación por el sistema y un manual de ayuda del sistema. Cada interfaz cuenta con una barra de menús, iconos de acceso a las operaciones del sistema y el cuerpo del formulario, para que el usuario llene los datos requeridos, los cuales están distribuidos de acuerdo al tipo y obligatoriedad de cada dato, evitando trastornos psicológicos y haciéndolo atractivo a los ojos del usuario, ver figura 4.2.6.1

Figura 4.2.6.1 Pantalla de interfaz

The screenshot shows a software window titled "Empleados" with a menu bar containing "Registro", "Imprimir", and "Salir". Below the menu are several icons. The main area is a form with the following fields:

- Código: 6
- Nombres: CARLITOS
- Apellido Paterno: CORDOVA
- Apellido Materno: CODRS
- Fecha de Nacimiento: 23/05/1956
- Observaciones: antiguo
- Contacto: JULIO TAPIA 89852
- Dirección: JULIO TAPIA 89852
- Teléfono: 125454
- Celular: 754855
- Grado de Instrucción: Profesional
- Fecha de Ingreso: 23/05/2006
- Cargo: Jarabero

Below the form is a table with the following data:

Código	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Dirección	Teléfono
6	CARLITOS	CORDOVA	CODRS	JULIO TAPIA 89852	125454
7	JUAN	PEREZ	LOMA	JULIO TAPIA 898	2485414
10	INVENTARIO INICIA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	
8	MARCO	TORREZ	TORREZ	BS AIRES 890	
9	CARLOS	VALDIVIEZO		ZONA BS AS	

Fuente: [Elaboración propia]

#### 4.2.7 DISEÑO DE INTERFAZ

El sistema de información de compras e inventarios para la empresa SAMA presentará una interfaz gráfica que sea intuitivo para el usuario a través de ventanas, iconos y menús.

Para el diseño de la interfaz se tomaron los siguientes puntos mencionados por Pressman en su libro Ingeniería del Software donde el usuario debe tener el control del sistema, evitar el cansancio de la memoria del usuario donde la información presentada esté organizada de acuerdo a un estándar preestablecido conteniendo la siguiente información.

- ✓ Título, para la distinción de otras interfaces, el cual se imprime generalmente con letras grandes y resaltadas en la parte superior de la interfaz.
- ✓ Instrucciones, para indicarle al usuario como introducir la información necesaria en la interfaz.
- ✓ Cuerpo, es la parte principal de la interfaz, donde se ingresan los datos, los cuales pueden organizarse con un estilo abierto o encajonado o una combinación de ambos.

Además se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- ✓ Pedir entradas y producir salidas en forma consistente.
- ✓ Se debe pedir información con una secuencia lógica.
- ✓ Mostrar errores cometidos por el usuario, pero no mensajes que lo culpen por ese error.
- ✓ Permitir que el usuario pueda cancelar la transacción.
- ✓ Proporcionar un mecanismo de ayuda conveniente.
- ✓ Si el sistema realiza un proceso largo, hacer que se despliegue un mensaje al usuario para que no crea que se detuvo.

##### **Interfaz gráfica de Usuario.**

Este tipo de interfaz es una representación gráfica que permite una interacción directa con el usuario, además proporciona realizar transferencias de información entre módulos que están basados esencialmente en iconos. Por tanto para el usuario es más fácil entender con iconos porque entenderán de forma sencilla y rápida. Ver figura 4.2.7.1

**Figura 4.2.7.1** Interfaz gráfica



Fuente: [Elaboración propia]

Este formulario permitirá al usuario introducir datos de forma rápida de manera que el usuario entienda que tipo de información esta suministrando al sistema, ver figura 4.2.7.2

**Figura 4.2.7.2** Interfaz gráfica de ingreso de datos

Código	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Dirección	Teléfono
6	CARLITOS	CORDOVA	CODRAS	JULIO TAPIA 00052	125454
7	JUAN	PEREZ	LOZA	JULIO TAPIA 000	2405414
10	INVENTARIO INICIAL	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	
0	MANCO	TONNEZ	TONNEZ	BOAINEC 000	
9	CARLOS	VALDIVIEZO		ZONA BS AS	

Fuente: [Elaboración propia]

### Teoría de colores

Es bien sabido por los psicólogos la influencia del color en el ser humano, por esta razón se analizaron los colores que podrían ser utilizados en el sistema, por tanto el color elegido es azul con un degradado que da como resultado el color lila y además el azul es un color que permite realizar composiciones gráficas.

El color azul utilizado ampliamente como color corporativo, por la seriedad y confianza que inspira, y admite buenas degradaciones, pudiendo ser el color dominante en una aplicación o sistema.

El color azul está asociado a conceptos como seriedad, compromiso, lealtad, justicia y fidelidad, pero también puede expresar melancolía, tristeza, pasividad y depresión. Si es muy pálido puede dar sensación de frescura e incluso frío, si es intermedio, da sensación de elegancia, de frescura. Si es oscuro da sensación de espiritualidad, de seriedad, de responsabilidad.

### 4.3 MODELO DEL SISTEMA

El modelo del sistema esta representado a través del siguiente donde se observa el comportamiento de los tres subsistemas control de usuarios, compras e inventarios mediante el flujo de datos, los cuales están conectados en serie y paralelo, ver figura 4.3.1, con los cuales podemos conocer la estructura y comportamiento del nuevo sistema.



Figura 4.3.1 Diagrama de transición de estados



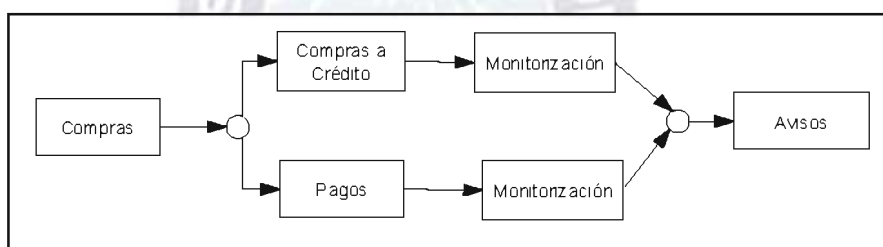
Fuente [Elaboración propia]

**Control de usuarios**, es un subsistema determinístico puesto que los usuarios que utilizan el sistema tienen accesos a lugares preestablecidos del sistema, donde los usuarios no pueden acceder a lugares no asignados.

**Compras**, debido a que este subsistema es probabilístico, no se puede determinar con exactitud las cantidades que se compran, porque esto depende de la demanda de productos vendidos por la empresa en un determinado periodo de tiempo. Sin embargo se podría hacer cálculos aplicando la teoría de sistemas de inventarios para obtener las cantidades que se deberían comprar y el tiempo de reposición de cada materia prima.

Separadamente, el subsistema de compras cuenta con un control para las compras a crédito, fechas de vencimiento y pagos hechos a proveedores, al cual lo llamaremos proceso de monitorización, como muestra la figura 4.3.2

**Figura 4.3.2** Modelo de procesos de compras



**Fuente:** [Elaboración propia]

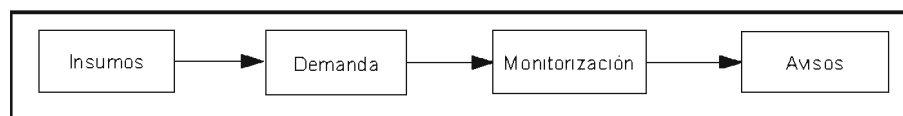
**Inventarios**, al igual que el subsistema de compras, el subsistema de inventarios refleja un comportamiento probabilístico, el cual fue determinado haciendo uso de la técnica de observación y entrevista, donde se observó que la demanda que existe de la materia prima varía. Por tanto para el cálculo de la demanda se utilizará los modelos de inventarios, para determinar la cantidad óptima que se necesita comprar, además se utiliza la técnica de máximos y mínimos para cada insumo, a través de se podrá si un determinado artículo está en un nivel bajo o alto. Pero antes debemos hacer una clasificación de la materia prima utilizando el método de clasificación jerárquica, agrupando según el tipo de artículo y grupo.

Los artículos que ingresen a los almacenes, contarán con un precio valorado, el cual será obtenido mediante el método del precio medio ponderado, el cual ayudara a determinar el valor del stock disponible.

El calculando de la demanda se realiza a través del uso de fórmulas que ayudan a establecer el stock de necesario para cubrir los requerimientos de la fábrica. Para tal efecto

es necesario implementar un proceso que monitoree constantemente las entradas y salidas de insumos, avisando al usuario la escasez de alguna materia prima, ver figura 4.3.3

**Figura 4.3.3** Modelo de procesos de inventarios



Fuente: [Elaboración propia]

## 4.4 CÁLIDAD DE SOFTWARE

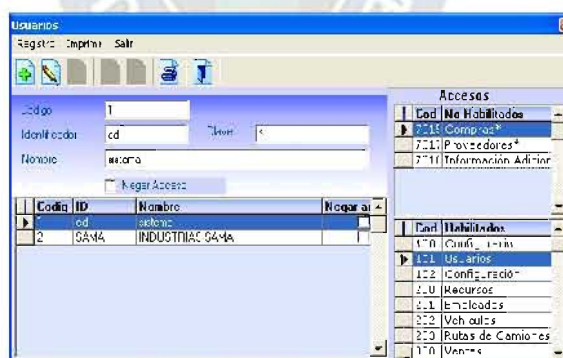
### Métricas del modelo de análisis

#### Funcionalidad

Para medir la funcionalidad del sistema se hará uso de la métrica punto función, que se obtiene a partir de una valoración subjetiva de entradas, salidas, consultas e interfaces del sistema.

Interfaz de captura de datos para los usuarios autorizados, otorgando permisos de acceso, ver figura 4.4.1.

**Figura 4.4.1** Pantalla de interfaz de usuarios



Fuente: [Elaboración propia]

Interfaz de captura de datos para los empleados de la planta, donde se registran sus datos, ver figura 4.4.2.



Figura 4.4.2 Pantalla de interfaz de empleados

The screenshot shows a software window titled 'Empleados'. At the top, there are buttons for 'Registro', 'Imprimir', and 'Salir'. Below this is a toolbar with icons for file operations. The main area is divided into two columns of input fields. The left column contains fields for 'Código', 'Nombres', 'Apellido Paterno', 'Apellido Materno', 'Fecha de Nacimiento', and 'Nivel de Ingresos'. The right column contains fields for 'Contacto', 'Dirección', 'Teléfono', 'Celular', 'Grado de Instrucción', 'Fecha de Ingreso', and 'Cargo'. Below the form is a table with the following data:

Código	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Dirección	Teléfono
6	CARLITOS	TOFROVA	TOFROS	JULIO TAPIA 89652	121414
7	JULIAN	PEREZ	LONA	JULIO TAPIA 899	248517
10	INVESTIGADORA	SISTEMA	SIS LMA	SISTEMA	
8	MARCO	TOFREZ	TCRREZ	BS AIRES 899	
9	CARLOS	VALDIVEZO		ZONA BS AS	

Fuente: [Elaboración propia]

Interfaz de captura de datos de las notas de almacenes para la salida de insumos, en este formulario se hace el registro de datos de las notas, ver figura 4.4.3.

Figura 4.4.3 Pantalla de interfaz notas de almacenes

The screenshot shows a software window titled 'Registro de Notas'. At the top, there are buttons for 'Registro', 'Imprimir', and 'Salir'. Below this is a toolbar with icons for file operations. The main area is divided into two columns of input fields. The left column contains fields for 'Comprobante Nro.', 'Empleado', and 'Glosa'. The right column contains fields for 'Fecha', 'Seleccion Asignada', and radio buttons for 'Producción', 'Proceso Final', and 'Uto'. Below the form is a table with the following data:

Código	Detalle	Cantidad

At the bottom of the window, there is a 'Total Cont...' field.

Fuente: [Elaboración propia]

La relación de funcionalidad esta dada por:

$$PF = \text{Cuenta Total} * (A + E * \sum Fi)$$

Donde:

PF: Funcionalidad estimada del sistema

Cuenta Total: Suma de todas las entradas.

x: Representa la portabilidad subjetiva estimada de la confiabilidad

E: Error estimado en el sistema.

$\sum Fi$ : Valores de ajuste de complejidad.

Por tanto iniciamos la medición de la funcionalidad del sistema:

El factor para el cálculo de ajuste de la complejidad del sistema, esta dado en una escala de 0 a 5.

Valor 0: muy baja

Valor 1: baja

Valor 2: limitado

Valor 3: Medio

Valor 4: alta

Valor 5: muy alta

**Tabla 4.4.1** Cálculo del ajuste de complejidad

Nro.	Cuestionamiento	Factor
1	¿Requiere el sistema copias de seguridad y recuperación fiables?	4
2	¿Se requiere comunicación de datos?	5
3	¿Existe funciones de procesamiento distribuido?	1
4	¿Es crítico el rendimiento?	2
5	¿Será ejecutado el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?	5
6	¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?	3
7	¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva y que las transacciones de entradas se lleven a cabo sobre múltiples pantallas o variadas operaciones?	3
8	¿Se actualizan los archivos maestros de forma interactiva?	1
9	¿Son complejos las entradas, las salidas, los archivos o peticiones?	4
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	4
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	4
12	¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	3
13	¿Se ha diseñado el sistema para soportar multiples instalaciones en diferentes organizaciones?	4
14	¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario?	5
		48

Fuente: [Elaboración propia]

Para calcular el punto función se necesita calcular el valor x, que significa el nivel de confiabilidad y el valor E que es las posibles fallas del sistema:

La confiabilidad es un dato subjetivo que esta basado en los siguientes elementos: Completitud, consistencia y precisión, solidez, simplicidad, calidad en los procesos de desarrollo, seguridad y verificabilidad, estas dos últimas etapas se determinan con el sistema en uso. Por tanto, para medir el valor de confiabilidad de todo el sistema se hará una estimación subjetiva de cada elemento utilizando rangos ponderables, esta confiabilidad será utilizada para todos los módulos.

0 % a 35%: Bajo

36% a 65%: Medio

66% a 100%: Alto

Se debe hacer una tabla de ponderación para los anteriores elementos como se a muestra a continuación, ver tabla 4.4.2.

**Tabla 4.4.2** Cálculo de la confiabilidad del sistema

Atributos	Valor %
Completitud	67
Consistencia y precisión	80
Solidez	70
Simplicidad	45
Calidad en los procesos de desarrollo	80
Seguridad	85
Verificabilidad	85

**Fuente:** [Elaboración propia]

Entonces la confiabilidad está calculada por el promedio de todos sus atributos, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\sum \text{Atributos}}{\text{numero de atributos}}$$

$$\text{Confiabilidad} = 522 / 7 = 73.1$$

Por tanto la confiabilidad es de 73 %

Para el cálculo de error para cada modulo se tomara un valor subjetivo, con un margen de error 1%.

### MODULO DE ACCESO DEL USUARIO AL SISTEMA

- ✓ Entradas al modulo de acceso las interfaces: registro de usuarios y acceso del usuario.
- ✓ Salidas al usuario del modulo de acceso: mensajes del modulo (error y validación de datos).
- ✓ Peticiones de usuarios: adicionar usuario, modificar, guardar, deshacer, eliminar, leer datos de la base de datos.
- ✓ Archivos utilizados: la base de datos.
- ✓ Interfaz externa utilizada: pantalla y conexión a la base de datos.

**Tabla 4.4.3** Factores de medición del modulo de Acceso

Parámetro de medición	Número	Factor de ponderación	
		Ponderación Simple	Resultado
Numero de entradas del usuario	2	3	6
Numero de salidas del usuario	1	4	4
Numero de peticiones de usuario	6	3	18
Numero de archivos	1	7	7
Numero de interfaces externas	2	5	10
Cuenta total			45

**Fuente:** [Elaboración propia]

Entonces la ecuación de la métrica punto función de acuerdo a la tabla 4.4.3 quedará:

$$PF = 45 * (0.73 + 0.01 * (48)) = 54.45$$

### MODULO DE COMPRAS

- ✓ Entradas al modulo de compras son las interfaces: proveedores, artículos y compras.
- ✓ Salidas al usuario del modulo de compras: reportes de compras y mensajes del modulo (error y validación de datos).
- ✓ Peticiones de usuarios: adicionar registro, modificar, guardar, deshacer, eliminar, imprimir, leer datos de la base de datos.
- ✓ Archivos utilizados: la base de datos
- ✓ Interfaz externa utilizada: pantalla, impresora y conexión a la base de datos.

**Tabla 4.4.4** Factores de medición para el módulo de compras

Parámetro de medición	Número	Factor de ponderación	
		Ponderación Simple	Resultado
Numero de entradas del usuario	3	3	9
Numero de salidas del usuario	2	4	8
Numero de peticiones de usuario	7	3	21
Numero de archivos	1	7	7
Numero de interfaces externas	3	5	15
Cuenta total			60

**Fuente:** [Elaboración propia]

Entonces la ecuación de la métrica punto función de acuerdo a la tabla 4.4.4 quedará:

$$PF = 60 * (0.73 + 0.01 * (48)) = 72.6$$

#### MODULO DE INVENTARIOS

- ✓ Entradas al modulo de inventarios con las interfaces: proveedores, empleados, artículos y registro de notas.
- ✓ Salidas al usuario del modulo de inventarios: reportes de notas, monitoreo de los niveles del inventario y mensajes del modulo (errores y validación de datos).
- ✓ Peticiones de usuarios: adicionar registro, modificar, guardar, deshacer, eliminar, imprimir, leer datos de la base.
- ✓ Archivos utilizados: la base de datos.
- ✓ Interfaz externa utilizada: pantalla, impresora y conexión a la base de datos.

**Tabla 4.4.5** Factores de medición para el módulo de Inventarios

Parámetro de medición	Número	Factor de ponderación	
		Ponderación simple	Resultado
Numero de entradas del usuario	4	3	12
Numero de salidas del usuario	3	4	12
Numero de peticiones de usuario	7	3	21
Numero de archivos	1	7	7
Numero de interfaces externas	3	5	15
Cuenta total			67

**Fuente:** [Elaboración propia]

Entonces la ecuación de la métrica punto función de acuerdo a la tabla 4.4.5 quedará:

$$PF = 67 * (0.73 + 0.01 * (48)) = 81.07$$

## MODULO DE CUENTAS POR PAGAR

- ✓ Entradas al modulo de cuentas por pagar: proveedores y comprobante de egreso.
- ✓ Salidas al usuario del modulo de inventarios: reportes de pagos, monitoreo de las compras a crédito y mensajes del modulo (errores y validación de datos).
- ✓ Peticiones de usuarios: cancelar pago, guardar, deshacer, eliminar, imprimir, leer datos de la base de datos.
- ✓ Archivos utilizados: la base de datos.
- ✓ Interfaz externa utilizada: pantalla, impresora y conexión a la base de datos.

**Tabla 4.4.6** Factores de medición para el módulo de Cuentas por pagar

Parámetro de medición	Número	Factor de ponderación	
		Ponderación simple	Resultado
Numero de entradas del usuario	2	3	6
Numero de salidas del usuario	3	4	12
Numero de peticiones de usuario	6	3	18
Numero de archivos	1	7	7
Numero de interfaces externas	3	5	15
Cuenta total			58

Fuente: [Elaboración propia]

Entonces la ecuación de la métrica punto función de acuerdo a la tabla 4.4.6 quedará:

$$PF = 58 * (0.73 + 0.01 * (48)) = 70.18$$

Por tanto, la métrica punto función de todo el sistema esta dado por:

$$PFT = \sum PF / \text{No de Módulos}$$

$$PFT = (54.45 + 72.6 + 81.07 + 70.18) / 4$$

$$PFT = 69.6 \approx 70$$

### Instalación del sistema

El sistema a implementar cumple con los siguientes parámetros: facilidad de instalación, el sistema viene integrado con un instalador predeterminado, el cual lleva los componentes utilizados por el sistema, además de contar con un proceso de instalación parecido a las aplicaciones de Microsoft.

Sin embargo la instalación de la base de datos es relativamente sencillo para una persona con conocimiento de SQL Server, sin embargo para usuarios sin conocimientos es difícil, por lo que se recomienda contar con personal capacitado al momento de instalar la base de datos al contrario de la aplicación en sí.



Desarrollo de herramientas de conversión, para la instalación del software, la versión del sistema operativo puede variar, porque el instalador cuenta con componentes predeterminados los cuales son utilizados por el sistema.

La plataforma requerimiento de conversión, para la instalación en sistema operativos antiguos Windows 95 y 98 se debe utilizar componentes adicionales para el buen funcionamiento del software.

Si existiese un bajo rendimiento del sistema, es a causa principal del hardware o de la conexión de red para con el servidor de la base de datos.

Por tanto, se recomienda tomar en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Instalar el sistema en computadoras Pentium II de 233 Mhz de velocidad y 64 Mb de memoria Ram como mínimo y un disco duro no menor a 1 Gb, para un mejor rendimiento.
- ✓ El sistema se ejecuta necesariamente en plataformas Windows, en sus distintas versiones.
- ✓ Para la instalación es necesario contar con una unidad de CD ROM
- ✓ El sistema puede ser ejecutado de forma mono usuario o cliente/servidor.

### **Mantenibilidad**

El análisis de la mantenibilidad se puede estimar bajo dos perspectivas se realiza bajo dos puntos de vista: mantenibilidad perfecta referida a nuevos requerimientos por parte del usuario, el cual el sistema cumple, pero se debe tomar en cuenta que estos cambios no signifique la estructura principal del software y la mantenibilidad adaptativa donde el sistema pueda sufrir cambios de orden legal.

### **Portabilidad**

Con respecto a la portabilidad, se puede afirmar:

- ✓ El sistema es portable en equipos con arquitectura de 32 bits y sistemas operativos Windows.
- ✓ En cuanto a los datos, estos pueden ser gestionados por Microsoft SQL Server o Microsoft Access, dependiendo del grado de seguridad que desea el usuario, haciendo un simple cambio en la conexión.

### **Performance**

La performance de un sistema se mide en función del tiempo de ejecución de los algoritmos. Donde la velocidad de ejecución es mínima, dependiendo de factores como: Cantidad de datos analizados en cada proceso y la velocidad de la máquina en el cual se ejecuta dicho proceso.



Para tal efecto se toma en cuenta dos aspectos: Tiempo de ejecución del algoritmo dado por  $T(n)$  y velocidad de crecimiento del tiempo con respecto a los datos dado por  $O(f(n))$

Entonces, la performance se presenta en el algoritmo actualización, búsqueda y monitoreo de actividades.

Como por ejemplo el algoritmo de inicio del sistema que se describen a continuación:

Inicio

Repetir

    Introducir contraseña

    Verificar contraseña

Hasta que contraseña sea correcta

Mientras no presione salir

Mostrar pantalla principal

Opciones

    X: Compras

    Y: Inventarios

Fin

X: realización de actualización.

Adicionar compra

Si es nuevo proveedor entonces

    Registrar a nuevo proveedor

Caso contrario

    Buscar proveedor

Fin

Mientras no sea fin

Si es nuevo articulo entonces

    Adicionar

Caso contrario

    Buscar

Fin

Repetir hasta llenar artículos

Y:

Registrar entrada a almacenes

Mientras no sea fin

Si es nuevo articulo entonces



Adicionar  
 Caso contrario  
 Buscar  
 Fin

Analizando la performance del algoritmo del sistema por medio del tiempo de ejecución, mediante el uso de la eficiencia teórica a través de funciones matemáticas, obtenemos la complejidad del algoritmo.

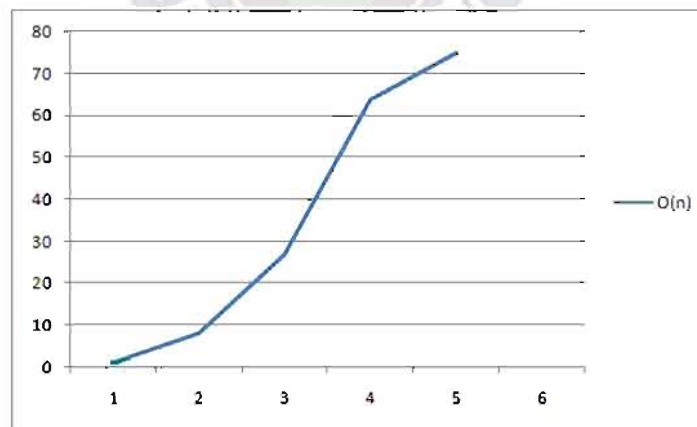
Hallando el tiempo de ejecución del algoritmo que es proporcional a una función dada  $f(n)$ , donde se debe considerar eventos desde el acceso del usuario, hasta la salida del sistema.

Por tanto tenemos que:

$$\begin{aligned} O(S(n)) &= \text{Max} \{O(\text{seguridad}), O(\text{Compras}), O(\text{Inventarios})\} \\ &= \text{Max} \{n, O(n,n,n), O(n,n,n)\} \\ &= \text{Max} \{n, n^3, n^3\} \\ &= n^3 \end{aligned}$$

Por tanto se concluye que el tiempo de ejecución del algoritmo utilizando el análisis de complejidad  $O(S(n))$  es de  $n^3$ , es decir que el tiempo de ejecución ira en ascenso como se observa en el gráfico 4.4.1.

**Gráfico 4.4.1** Gráfica del tiempo de ejecución de los algoritmos



Fuente: [Elaboración propia]

### Confiabilidad

Como se pudo observar en la tabla 4.4.2, el grado de confiabilidad del sistema es alto y por tanto aceptable.

### Resultados obtenidos en 2 corridas del sistema

Luego de haber implementado el sistema los errores obtenidos son los siguientes, ver tabla 4.4.7

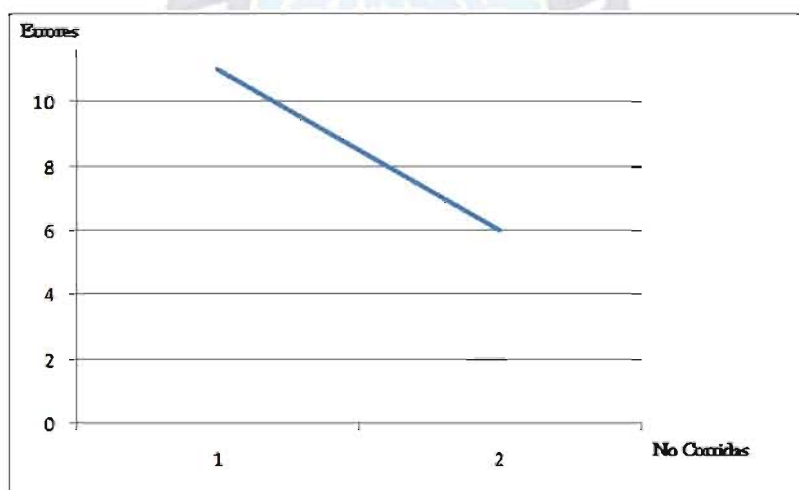
**Tabla 4.4.7** Análisis de 2 corridas

Errores	Corrida 1	Corrida 2
Validación de datos	7	3
Generación de reportes	2	1
Grabación de datos	2	2
<b>Total errores</b>	<b>11</b>	<b>6</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Se puede observar en la tabla 4.4.7 que el número errores van en descenso mientras más pruebas de corridas se realicen como se muestra en el gráfico 4.4.2

**Gráfico 4.4.2** Gráfica de los errores encontrados



Fuente: [Elaboración propia]

## 4.5 ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Con la implementación del sistema y las pruebas realizadas con 10 artículos, con los cuales se calculó el tiempo duración, planteado en el problema y se pudo obtener la siguiente información, ver tabla 4.5.1

**Tabla 4.5.1** Tiempo de duración de insumos

Insumo	Unidad	Demanda	Cantidad disponible	Tiempo de duracion (días)
Azúcar	Sacos	80	1000	13
Ácido cítrico	Kilos	20	100	5
Tapa coronas	Cajas	10	100	10
Botellas de vidrio	Cajas	100	1000	10
Colorante	Kilos	10	200	20
Cajas de madera	Unidad	100	500	5
Plástico para envoltura	Kilos	10	100	10
Jabón	Unidad	1	100	100
Alcohol	litros	1	50	50
Etiquetas	Kilos	10	100	10

Fuente: [Elaboración propia]

Con los datos obtenidos en la tabla 4.5.1 se observa que el tiempo de duración de los artículos varían de 5 a veinte días dependiendo de la demanda y la cantidad disponible, por tanto el sistema es capaz de hacer cálculos del 100% de los insumos registrados.

Utilizando el modelo de inventarios probabilística con revisión continua se pudo establecer la demanda mínima y máxima de algunos insumos como muestra la tabla 4.5.2

**Tabla 4.5.2** Cantidades de seguridad de insumos

Insumo	Unidad	Mínimo	Máximo
Azúcar	Sacos	80	550
Acido cítrico	Kilos	20	230
Tapa coronas	Cajas de 1000 unid	10	105
Etiquetas	Kilos	100	500

Fuente: [Elaboración propia]

La catalogación de la materia prima a través del método jerárquico facilitaron la clasificación de la materia prima y las búsquedas de cada una de ellas se realiza en menos de un minuto, debido a que el sistema registra el lugar donde esta almacenado y la cantidad disponible.

Con la utilización del modelo de compras con déficit se pudo obtener el costo del inventario por medio de la fórmula de costo total visto en el punto 2.1.1 del capítulo 2.

Con la sistematización de los movimientos de compras se incremento en un 50% la eficiencia de los empleados a la hora de pagar, debido a que se tiene controlado los plazos de pago de la materia prima y además se pudo obtener los montos adeudados a cada proveedor.

El registro de las fechas de vencimiento de cada insumo que ingresa al almacén de materia prima controla el 100% de la materia prima que tiene caducidad.

La utilización de planillas facilitó el control de las devoluciones brindando una confiabilidad del 100% por parte de la administración, debido a que se detalla con exactitud las devoluciones realizadas por la empresa y las causas que llevaron a ese echo.

Mediante la técnica de almacenamiento secuencial se obtuvieron datos 100% confiables porque se tiene un registro cronológico de las llegadas de cada registro.

La utilización del cálculo del tiempo de reposición arrojó los datos siguientes la materia prima se puede reponer en un día como el alcohol y la reposición de botellas de vidrio es más de 6 meses.



## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 CONCLUSIONES

La metodología de análisis estructurado, conformado por un conjunto ordenado de diagramas, donde el diseño del software se enfocó en una solución lógica, mediante la cual se dio respuesta a los problemas planteados al inicio del presente proyecto.

La metodología de análisis estructurado es adecuada para el presente proyecto, porque define los propósitos, objetivos y requerimientos para el desarrollo del sistema.

La aplicación de los modelos: modelo de compra con déficit, modelo de inventario probabilístico y los métodos: precio medio ponderado, clasificación jerárquica y la técnica de fijación de máximos y mínimos, descritos en el capítulo 2; permiten calcular: la demanda de materia prima, el tiempo de duración de cada insumo, el saldo valorado del inventario, las cantidades de materia prima a comprar, el cálculo de los niveles mínimos y máximos de cantidades de cada insumo; dando como resultado, datos más confiables de las compras e inventarios, mejorando la administración y la toma de decisiones sobre los recursos y procesos de la empresa.

Por tanto, se concluye que el sistema cubre todos los requerimientos de los usuarios, sobrepasando las expectativas esperadas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Para dar continuidad y consolidar el presente proyecto es necesario realizar estudios profundos en el campo de administración industrial y contabilidad financiera para enriquecer el ámbito de aplicación; llegando a cubrir todas las necesidades de una empresa de producción. También se recomienda estudios de otros modelos de inventarios, debido a que una fábrica de productos tiene como principal objetivo la mayor obtención de utilidades.





## BIBLIOGRAFÍA

PRESSMAN, ROGER S. (2002): *"Ingeniería del software un enfoque práctico"*. 5° Edición. Interamericana de España / McGraw – Hill: Concepción Fernandez Madrid. 165-323 p.

SENN, JAMES A. (1992): *"Análisis y diseño de Sistemas de Información"*. 2° Edición. Interamericana de México / McGraw – Hill. 172-229 p.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos. BAPTISTA LUCIO, Pilar. *"Metodología de la Investigación"*. 4° Edición. . Interamericana de México / McGraw – Hill. 3-61 p.

ELMASRI, Ramez A. NAVATHE, Shamkant B. *"Sistemas de Bases de Datos. Conceptos Fundamentales"*. 3° Edición. Addison - Wesley Publishing Company. 174-179 p.

GARCÍA CANTÚ, Alfonso. (1998). *"Enfoques prácticos para planeación y control de Inventarios"*. 3° Edición. Trillas, México, MEXICO. 19-42 p.

ZORRILLA ARENA, Santiago. TORRES XAMMAR, Miguel. *"Guía para elaborar la Tesis"*. Interamericana de México / McGraw – Hill. 2-64 p.

LAFUENTE CHAVEZ, Hilarión. MONTES CAMACHO, Niver. *"Sistemas Contables"*. Editorial Educación y Cultura, Cochabamba Bolivia. 1-56 p.

COLQUE CONDORI, Sonia Ruth. (2005):" *Sistema de Información para el control en la gestión y Administración de Almacenes INLASA"*. Proyecto de Grado: Carrera de Informática - U.M.S.A.