

**“ESTUDIO PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN  
MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS FINALES DE LÍNEA DE LA  
PLANTA DRESSING EN LA EMPRESA UNILEVER ANDINA COLOMBIA  
LTDA.”**

**LUIS ALEJANDRO PEÑA CAÑAS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN  
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MBA  
SANTIAGO DE CALI, SEPTIEMBRE DE 2007**

**“ESTUDIO PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN  
MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS FINALES DE LÍNEA DE LA  
PLANTA DRESSING EN LA EMPRESA UNILEVER ANDINA COLOMBIA  
LTDA.”**

**LUIS ALEJANDRO PEÑA CAÑAS**

**TESIS DE GRADO  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Edinson Caicedo Cerezo  
Director de Tesis  
Universidad Del Valle**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN  
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MBA  
SANTIAGO DE CALI, SEPTIEMBRE DE 2007**

Nota de aceptación:

---

RUBEN DARIO ECHECERRI  
Director  
Maestría de Administración de Empresas  
Universidad del Valle

---

EDINSON CAICEDO CERZO  
Director Tesis de Grado  
UNIVALLE

---

Jurado

---

Jurado

Santiago de Cali, Septiembre de 2007

**Dedico este titulo:**

A los que no están presente, Dios Todopoderoso y a mi Papá, Andrés Guillermo, quienes guían cada uno de mis pasos, día a día, y son mi fuente de Fe y Esperanza.

A Elsa, mi querida y venerada madre, a quien debo todo, mi existencia, mis anhelos y mis ilusiones.

A Yolanda, mi esposa, ya que mediante sus estímulos, colaboración, esfuerzo y decidido apoyo, hicieron posible la culminación de mis estudios de **Magíster en Administración de Empresas.**

A Catalina, Marcela y Natalia, mis hijas para que sirva de ejemplo en su educación y formación integral y las motive a construir su futuro en los valores tales como: responsabilidad, honestidad y sinceridad.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

La Universidad del Valle Seccional Cali y su equipo humano de la Facultad de las Ciencias de la Administración por haber aportado a mi formación profesional una serie de valores éticos, morales e intelectuales.

A Edinson Caicedo Cerezo, profesor del departamento Contabilidad y Finanzas de la Universidad del Valle, por sus recomendaciones en el problema propuesto, en la rectificación de la metodología, y en la elaboración del trabajo.

A la empresa Unilever Andina Colombia Ltda. - División alimentos, por la ayuda prestada en entregar la información pertinente para el desarrollo de esta tesis de grado.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 APROXIMACIÓN AL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACIÓN	22
1.3 ANTECEDENTES	22
2 OBJETIVOS	36
2.1 GENERAL	36
2.2 ESPECIFICOS	36
3 JUSTIFICACIÓN	38
4 MARCO TEORICO	39
4.1 TÉRMINOS Y PROPOSITOS DE COSTOS	39
4.1.1 Costos en General	39
4.1.2 Costos de Producción	41
4.1.3 Costos Directos e Indirectos	44
4.1.4 Factores de Costos y Administración de Costos	45
4.1.5 Patronos de comportamiento de costos: Costos Variables y Fijos	46
4.1.6 Clasificaciones de costos.	47
4.1.7 Sistema de Costeo por Procesos en la fabricación	48
4.1.8 Diferencia entre costeos por órdenes de producción y costeos Por procesos	50

4.1.9	Objetivo de costeo por procesos	51
4.1.10	Diseño de un sistema de costos por procesos	52
4.1.11	Costos estándar	54
4.1.12	Ventajas de los costeos estándar	55
4.1.23	Objetivos de costos por estándares	57
4.2	CONCEPTOS DE AUTOMATIZACIÓN	58
4.2.1	Que es automatización?	58
4.2.2	Objetivos de la automatización	59
4.2.3	Partes principales de un sistema automatizado	60
4.2.4	Principio de un Sistema Automático	65
4.2.5	Fases de Estudio en la elaboración de un Automatismo	66
4.3	OPCIONES TECNOLOGICAS	69
4.3.1	Autómata Programable	69
4.3.2	Funciones básicas de un PLC	77
4.4	ESTRATEGIA DE PROCESOS Y SELECCIÓN DE MAQUINA Y EQUIPOS	79
4.4.1	Tres Estrategias de Proceso	80
4.5	FLUJO DE CAJA PROYECTADO	85
4.5.1	Elementos del flujo de caja.	86
4.5.2	Estructura de un flujo de caja.	88
4.5.3	Flujo de caja de proyectos en empresas en funcionamiento	90
4.6	METODOS DE EVALUACIÓN	91

5	METODOLOGIA	95
5.1	IDENTIFICAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN CUANTO A TECNOLOGIA (MAQUINARIA) Y PERSONAL OPERATIVO	95
5.2	IDENTIFICAR LAS ETAPAS DEL PROCESO DE UNA LÍNEA DE EMPAQUE SIN Y CON AUTOMATIZACION EN LOS FINALES DE LÍNEA	97
5.3	SELECCIONAR LA MAQUINARIA A UTILIZAR EN LOS FINALES DE LÍNEA CON SISTEMAS DE AUTOMATIZACION	98
5.4	IDENTIFICAR LOS COSTOS ACTUALES Y NUEVOS DE LOS FACTORES DE PRODUCCION A NIVEL DE: COSTOS DE DEPRECIACION, COSTOS DE MANTENIMIENTO, COSTOS DE PERSONAL Y COSTOS DE SERVICIOS (ELECTRICIDAD)	99
5.5	PROYECTAR LOS COSTOS DE PRODUCCION DE LOS FINALES DE LÍNEA CON Y SIN AUTOMATIZACION Y CALCULAR EL VALOR PRESENTE NETO DE LOS MISMOS EMPLEANDO LA METODOLOGIA DEL COSTO ACTUAL EQUIVALENTE	101
6	DESCRIPCION UNILEVER Y DESCRIPCION DEL PROCESO	103
6.1	RESEÑA HISTORICA	103
6.2	SITUACION FINANCIERA E INDICADORES	104
6.3	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES QUE COMPONEN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PLANTA DRESSING.	108
6.3.1	Planta de Mayonesa.	108
6.3.2	Recibo de Materiales.	110
6.3.3	Elaboración de genéricos.	111
6.3.4	Preparación de fases.	112
6.3.5	Proceso continuo y llenado.	113



7	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	116
7.1	ESTADO ACTUAL DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN LA PLANTA DRESSING	116
7.2	COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUALES PLANTA DRESSING	120
8	PROPUESTA PARA CUANTIFICAR LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZANDO LOS FINALES DE LÍNEA DE LA PLANTA DRESSING PARA EL MEJORAMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.	122
8.1	SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA	126
8.1.1	Maquina Estuchadora	128
8.1.2	Maquina Encajadora	129
8.2	ANALISIS DE COSTOS	135
8.2.1	Costos de producción automatizando finales de línea.	135
9	EVALUACION DE LA INVERSION	141
10	CONCLUSIONES	149
11	RECOMENDACIONES	151
12	BIBLIOGRAFÍA	153

## LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Comparación de las características de los tres tipos de proceso Para la selección de maquinaria	82
Tabla 2 Consideraciones para selección de maquinaria	85
Tabla 3 Indicadores de: Tamaño, Dinámica y Rentabilidad	105
Tabla 4 Indicadores de: Endeudamiento, Eficiencia y Liquidez	106
Tabla 5 Indicadores de: Nomina y otros	107
Tabla 6 Maquinaria existente líneas de empaque planta Dressing	118
Tabla 7 Personal actual líneas de empaque planta Dressing	118
Tabla 8 Costos año 2004 Líneas de empaque Planta Dressing.	121
Tabla 9 Criterios y cuantificación selección empresa maquina nueva	127
Tabla 10 Maquinaria propuesta líneas de empaque planta Dressing	133
Tabla 11 Valor de la Depreciación	136
Tabla 12 Valor del Mantenimiento	137
Tabla 13 Valor de la Mano de Obra	138
Tabla 14 Valor del Servicio – Electricidad con proyecto	139
Tabla 15 Valores por rubros automatizando finales de línea	140
Tabla 16 Valor de las maquinas a quitar del rubro depreciación	143
Tabla 17 Valor proyección unitario Mantenimiento Sin y con Proyecto	144
Tabla 18 Valor proyección unitario Personal Sin y Con Proyecto	145
Tabla 19 Ingresos y Egresos sin proyecto	146

Tabla 20 Ingresos y Egresos con proyecto	146
Tabla 21 Variación de los costos entre alternativas	147

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1 Porcentaje participación Unilever versus marcas propias	21
Figura 2 Ejemplo de panel principal de proceso	30
Figura 3 Elementos de un producto	42
Figura 4 Carta de flujo de trabajo	54
Figura 5 Bucle o lazo en un sistema automático	66
Figura 6 Vista de un autómata programable	70
Figura 7 Ingresos y Egresos Proyectado	88
Figura 8 Flujo preparación Mayonesa	109
Figura 9 Flujo preparación Tomate	115
Figura 10 Situación actual línea de empaque planta Dressing	117
Figura 11 Líneas de empaque y operadores actuales planta Dressing	119
Figura 12 Etapas del proceso de una línea de empaque con automatización de los finales de línea	123
Figura 13 Estuchadora Volpak PAK – 1310	129
Figura 14 Encajadora Volpak DP – 60	132
Figura 15 Finales de línea propuestos con sus respectivos operadores	134

## GLOSARIO

**ACIDEZ:** medida de la concentración de ácido en producto.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:** cuantificación de propiedades características de un producto.

**ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO:** determinación de cualidades básicas de un producto dado frente a un patrón. Entre ellas: Aroma, color, sabor y aspecto.

**CADENA DE ABASTECIMIENTO:** es una disciplina para optimizar la gestión de una compañía. Esta cadena se **inicia** desde los “Proveedores” de “Nuestros” proveedores **hasta** la distribución y entrega eficaz del producto al cliente.

**CADENA PRODUCTIVA:** sistema conformado por la interacción armoniosa entre diversos eslabones que actúan de una manera directa o indirecta en la cadena para la producción de productos y servicios.

**DRESSING:** nombre de una categoría de productos dentro de la compañía Unilever, donde se encuentra la fabricación de Mayonesas, salsas de tomate, aderezos y vinagres.

**DUREZA:** resistencia de un producto a su fácil deformación.

**FLUJO MASICO:** cantidad de kilogramos que pasan por un punto en un tiempo determinado.

**HOMOGENIZAR:** hacer homogénea una mezcla de diferentes fases evitando decantación de sus constituyentes.

**MOLINO COLOIDAL:** motor de alta velocidad y mínimas holguras que facilita la emulsión de dos líquidos.

**OLEOSA:** solución aceitosa o que contiene aceite.

**PLUMMET:** medida indirecta de la viscosidad o consistencia de una mayonesa.

**PORCENTAJE DE CLORUROS:** concentración de cloruros de sodio en un producto determinado.

**REACCIÓN EXOTÉRMICA:** reacción química en la que se produce liberación espontánea de energía.

**SALMUERA:** solución de cloruro de sodio en agua.

**SIROPE:** jarabe de azúcar (solución concentrada).

**SPICOL:** aceite esencial de mostaza.

## **SIGLAS**

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

**TIR:** Tasa interna de rendimiento.

**VPN:** Valor presente neto.

**VPN ajustado:** Valor presente neto ajustado.

## **RESUMEN**

La cuestión de la competitividad descansa cada vez más en el conocimiento (científico, técnico, la capacidad de diseño, los sistemas de información) y en la gestión tecnológica, hoy en día la gestión tecnológica constituye una dimensión estratégica de la empresa, la cual abarca el conjunto del modo de accionar de la misma en la investigación y desarrollo, fabricación y distribución de los productos.

En este contexto, se ha desarrollado el presente trabajo focalizándose en recopilar e interpretar la información existente sobre los costos de producción en las líneas de empaque, diseñándose una estrategia en tecnología basada en la automatización de los finales de líneas de empaque de la planta Dressing, mejorando los costos de producción de los productos y contribuir a la gestión de disminución de costos de la cadena de abastecimiento de la compañía.



## INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende estudiar la reducción de los costos de producción mediante la automatización de los finales de línea de la planta Dressing en la empresa Unilever Andina Colombia Ltda.

La preparación de este proyecto estará dividido en 12 capítulos: del primero al tercero, se presenta la definición del problema con sus antecedentes, objetivos y justificación; en el cuarto se condensa el marco teórico sobre términos y propósitos de costos, conceptos de automatización, opciones tecnológicas, estrategia de procesos, selección de maquina y equipos, flujo de caja y métodos de evaluación; en el quinto se presenta la metodología usada; en el sexto se realiza una reseña histórica de Unilever, situación financiera e indicadores y una descripción de las operaciones que componen el proceso de fabricación de la planta Dressing; en el séptimo hace una descripción de los resultados de la investigación; en el octavo se muestra la propuesta con los nuevos costos de producción; en el noveno el análisis de los costos y se elaboran los cuadros analíticos y antecedentes adicionales para la evaluación del proyecto; al final se presenta un capítulo de conclusiones y recomendaciones que sintetiza la investigación, y la reseña bibliográfica de obras consultadas.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 APROXIMACIÓN AL PROBLEMA**

Porter (1990) comenta que: “Uno de los viejos paradigmas sobre la competitividad era el modelo de la ventaja comparativa, la noción de que la competitividad es impulsada por el costo, y el costo es impulsado fundamentalmente por el costo de las entradas, el costo de mano de obra, el costo de los recursos naturales, el costo de capital, etc. Bajo este paradigma, por supuesto, el nivel nacional es muy importante porque las tasas nacionales de salarios varían, y tales cosas como el costo de capital son establecidos principalmente a un nivel nacional. Pero las grietas están apareciendo en este paradigma. Los costos de entradas ya no parecen impulsar el éxito competitivo sobre una base internacional. ¿Por qué? Primero, por causa de la globalización, cada vez más las empresas pueden encontrar sus materias primas a un nivel global.

La tecnología tiene un papel de igual importancia en socavar el paradigma tradicional porque capacita a las empresas que son competitivas en encontrar formas de eliminar o hasta sobrepasar el papel de estas entradas de costo. Si uno tiene costos altos en salarios uno no es competitivo, uno sencillamente automatiza la actividad laboral del proceso.

Cada vez más, no es el costo de la entrada que uno tiene lo que determina su éxito, es que tan eficientemente y qué tan efectivamente uno puede utilizar

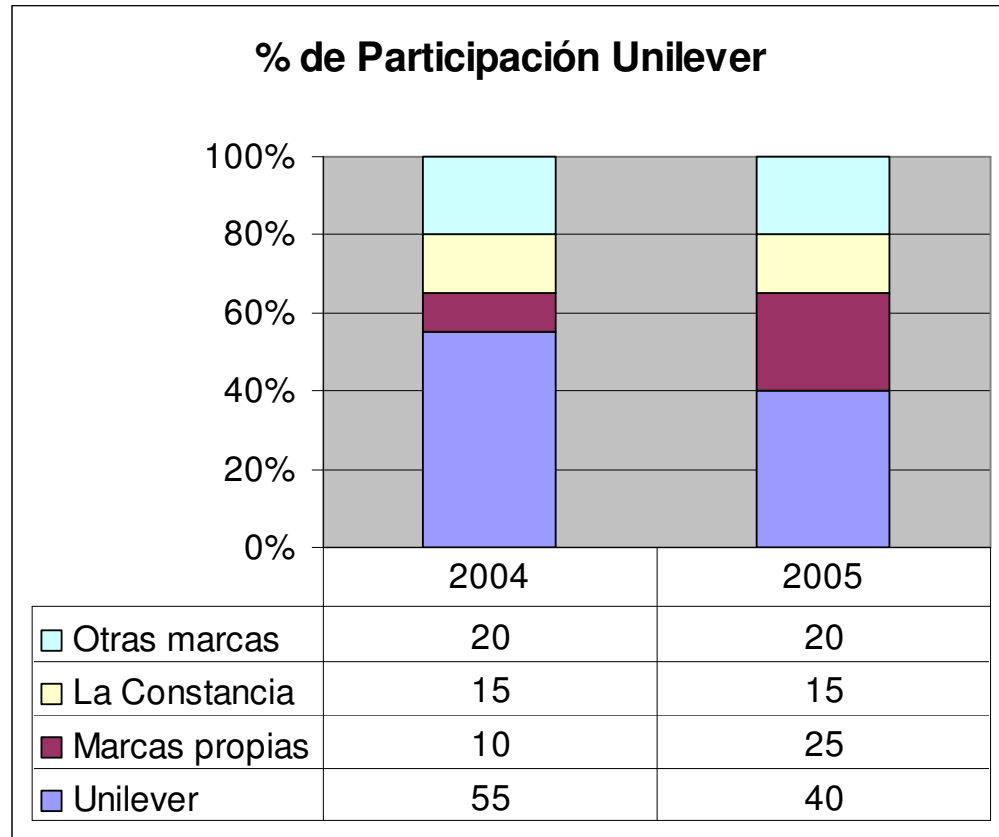
esas entradas para determinar el éxito competitivo. Las empresas más innovadoras de hoy en día pueden eliminar el papel de las entradas completamente (Porter, 1993).

La cuestión de la competitividad descansa cada vez más en el conocimiento (científico, técnico, la capacidad de diseño, los sistemas de información) y en la gestión tecnológica. Esta última ya no cabe concebirla en departamentos totalmente constituidos y limitados a la investigación y desarrollo; por el contrario, hoy en día la gestión tecnológica constituye una dimensión estratégica de la empresa, la cual abarca el conjunto del modo de accionar de la misma (proveedores de materia primas, componentes y equipos; servicios de ingeniería, diseño y organización; servicios de investigación contratados de la universidad y centros tecnológicos, cooperación empresarial) en la investigación y desarrollo, fabricación y distribución. (Rosales, 1991)

En la compañía actualmente en todas las áreas de la cadena de abastecimiento se tiene un plan estratégico de reducción de costos con el fin de darle al área de Mercadeo y Ventas mas dinero para crecer en los temas de publicidad, reducir el margen de precio de venta con los de la competencia, darle mayor valor percibido a los productos para que los consumidores finales estén satisfechos y los sigan comprando ya que ellos son la razón del negocio.

Referente a los productos del área de Dressing (Mayonesas, Salsas de Tomate, Salsas Listas y vinagres) la compañía esta perdiendo margen de participación en un 15% como promedio porque han salido marcas propias de los hipermercados y de empresas medianas con una calidad aceptable y precios entre un 10 o 15% mas bajos. ver figura 1. (Unilever, 2005)

**Figura 1. Porcentaje de participación Unilever versus Marcas propias en la categoría de Salsas (Tomate y Mayonesa) y Vinagres.**



Fuente: Unilever. 2001, Departamento de Mercadeo. Estudio de Mercado sobre la participación en la categoría Dressing de marcas propias versus marcas Unilever en Colombia.

En razón a lo anterior Unilever dentro de su estrategia de incrementar su participación en la categoría de salsas y vinagres el área de manufactura aportaría en la reducción de costos de producción con el fin de dar un mayor

margen operacional y de esta forma darle combustible al negocio en esta categoría.

El proyecto que se formula a continuación genera beneficios relacionados con la reducción de costos en el factor recursos humanos ya que automatizando ciertos finales de líneas de empaque de la planta Dressing ayudaría a tener un costo mas bajo de los productos que se fabrican por estas líneas, lo que apoyaría que la compañía siga aumentando el valor del producto tangible mediante la reducción de los costos de producción.

## **1.2 FORMULACIÓN**

¿Cuál es la reducción de los costos de producción automatizando los finales de línea de la Planta Dressing en la fabrica Unilever Andina Colombia Ltda. – División Alimentos ¿

## **1.3 ANTECEDENTES**

En la compañía se esta liderando el plan maestro de encontrar oportunidades en el área de procesos y líneas de empaque en donde el conocimiento y la

gestión tecnológica se unen para encontrar oportunidades de mejoramiento en la reducción de costos de producción.

Se han identificado proyectos coincidentes en el tema propuesto en filiales de la compañía, donde se han encontrado oportunidades de mejoramiento y se ha empleado la automatización en las líneas de empaque. Como ejemplo se cita el caso de nuestra filial Unilever España - Alimentos, en donde sus finales de línea están automatizados hasta llegar al área de bodega de almacenamiento. En esta fábrica el proceso es el siguiente: se tiene la línea de empaque controlada por un autómata programable, la encajadora controlada por un autómata programable, bandas transportadoras con detector de códigos de barra para identificación de producto en línea y direccionamiento de paletización y por último se tiene la sección de paletizado para su almacenamiento en la bodega de producto terminado la cual es ordenada y controlada por un sistema de radio frecuencia. Este mejoramiento continuo focalizado en tecnología utilizando la automatización dio los siguientes resultados. Incremento en la confiabilidad de la fabrica en un 15%, aumento en la eficiencia operativa de las líneas de empaque en un 10%, aumento en el indicador adherencia al programa de producción en un 5%, y en la parte de logística y distribución aumento en el indicador A Tiempo y Completo en un 15% (Unilever, 2003).

A continuación se dan otros ejemplos en donde se aprecia la funcionalidad de una línea de empaçado focalizándose en la tecnología aplicando la automatización.

En Unilever Colombia planta de Alimentos, se encuentra la línea de empaçado de salsa de tomate, una solución integral se diseñó para el tratamiento y manipulación de sobres de aluminio verticales. Ejemplo de ello es la instalación de una línea completa para la producción y envasado de salsa de tomate referencias de 400, 600 y 1000 gramos, con una capacidad de producción de 200 sobres por minuto la cual es controlada por un autómata programable. Los envases tienen la peculiaridad de incorporar un tapón en su interior, de forma que cuando se abren se accede directamente a la salsa de tomate (Unilever, 2002).

Otro ejemplo complejo de integración de línea de empaçado es el realizado para empaçar sobrecitos de Té, la cual requería un envase para picadura de Té en bolsa de 40 gramos. con cierre corredera que incluyera un pequeño sobre humidificador para el Té. Su presentación final debía ser en dispensadores con 6 ó 12 unidades de venta y en cajas de 12 ó 24 dispensadores para su distribución a los puntos de venta.

La línea de empaque incluía una envasadora horizontal controlada por un autómata programable la cual pesaba la cantidad de Té, formaba el sobre, en



donde se depositaba los 40 gramos de Te previamente pesado junto al sobre humidificador, realizaba el cierre corredera cerrando el conjunto con un sello adhesivo. El sobre convenientemente plegado y etiquetado era estuchado en agrupaciones de 6 en 6 y depositados de 6 ó 12 unidades en un dispensador de cartón para finalmente ser encajados y estibados. Esta línea de empaque cuenta con una capacidad de producción de 60 bolsas por minuto, lo que representa 10 dispensadores por minuto y 0,42 cajas / minuto en la presentación de 6 dispensadores (Volpak, 2004).

En el área de procesos de fabricación de salsa de tomate y mayonesa en la planta Unilever Colombia División Alimentos, se tiene otro ejemplo de integración tecnológica focalizada en automatización en donde la formulación y la mezcla de los ingredientes se hacía en forma manual por el operario de preparación, éste con fórmula en mano iba cerrando y abriendo las diferentes válvulas de acuerdo al flujo de preparación que se tenía para cada producto. El proceso no era continuo y se paraba para poder realizar las siguientes toneladas planeadas. Lo realizado fue montar en una computadora todas las fórmulas de salsa de tomate y mayonesa con los respectivos pasos secuenciales e instalar los diferentes instrumentos y equipos para que el operador desde un monitor ó pantalla de trabajo escogiera el producto, seleccionara la fórmula y usando un autómatas programable da la orden de abrir, cerrar, dosificar y corregir las diferentes cantidades de materia prima

para la fabricación en forma continua de salsa de tomate y mayonesa. Con este proceso de automatización se paso de fabricar 32 a 64 toneladas por día, se dio un mejor servicio al departamento de ventas referente a la respuesta de manufactura de acuerdo a la demanda de nuestros productos en el mercado, se disminuyeron los costos de producción en un 65 %, el indicador de manufactura llamado adherencia al programa de producción aumento en un 10% y se mejoro la confiabilidad del proceso en un 30% (Unilever, 2000).

En el sector petrolero la automatización se hace presente con el proyecto de la ampliación de generación del Campo Santiago para Petrobras Colombia Ltda. En donde se diseño y suministró los equipos para los centros de distribución, generación, control y Monitoreo de energía del campo petrolero SANTIAGO.

Petróleos del Brasil está invirtiendo en Colombia y busca convertirse en menos de dos (2) o tres (3) años en la primera empresa petrolera del país

El proyecto de automatización presento como solución la oferta del Sistema de Medida Control y Monitoreo de interruptores, el cual permitió comunicar los 44 interruptores de calibres entre 800 y 3200 A, de características, del tipo extraíble con unidades de disparo con comunicación, transmitir todos los datos del estado del interruptor, abierto o cerrado, fallas eléctricas, parámetros eléctricos y llevar esta información a las interfaces y concentradores para tener

una red Modbus el cual permitió conectarle analizadores de red y a través de los autómatas programables y las terminales realizar todo el control del sistema de sincronización de generadores (Schneider Electric, 2006)

Otro ejemplo de automatización se tiene en la automatización de un molino (harina, arroz). El sistema de automatización se diseñó en ambiente gráfico esto que permite que su manejo sea fácil y no requiera de alto grado de capacitación para su manejo. La automatización consistió en manejar todo el proceso de producción desde un cuarto de control de proceso usando autómatas programables con sus debidos equipos, sensores y terminales para realizar todo el control de sincronización de los equipos de proceso. Este proyecto se realizó con el fin de obtener una mayor productividad en el área de procesos (Imatic, 2004).

A continuación se describe en forma general la seguridad del sistema, manipulación del proceso y explicación de un panel principal de proceso. La seguridad está basada en que los usuarios que manipulan la aplicación tienen diferentes niveles de seguridad que van desde el Nivel cero ( 0 ) mínimo nivel hasta el Nivel nueve ( 9 ) máximo nivel permitido, estos niveles de seguridad son asignados por el administrador del sistema.

Los niveles de seguridad están dados en orden ascendente así :

El Nivel cero ( 0 ) al Nivel seis ( 6 ) permite navegar en aplicación pero no permite la manipulación ni operación de ningún control o interruptor del sistema.

El Nivel ( 7 ) esta asignado a los Operarios ( Molineros ) que son quienes realizan la operación del sistema .

El Nivel ( 8 ) y ( 9 ) esta dado para el administrador del sistema.

El personal que tiene usuario asignados al iniciar su operación debe registrar su nombre de usuario y contraseñas previamente asignados, una vez terminada su operación debe cerrar la sección de trabajo, ya que de no hacerlo el sistema registra toda la operación que realice y en caso de un accidente o mala manipulación de personal no autorizado será de su responsabilidad.

La aplicación esta diseñada para ser manipulada con el puntero del mouse en la zona donde aparece una mano la cual indica que usted puede pulsar para ejecutar la operación o simplemente para ser pulsado por tacto en una pantalla del tablero principal, siempre y cuando el usuario se halla registrado y tenga el nivel de seguridad requerido para realizar la operación.

El sistema esta diseccionado desde una pantalla principal o panel principal que permite acceder a diferentes opciones del sistema.

Los paneles son :

Panel Principal

Panel de Limpieza

Panel de Acondicionamiento y Segunda Limpia

Panel de Fábrica y Cernido

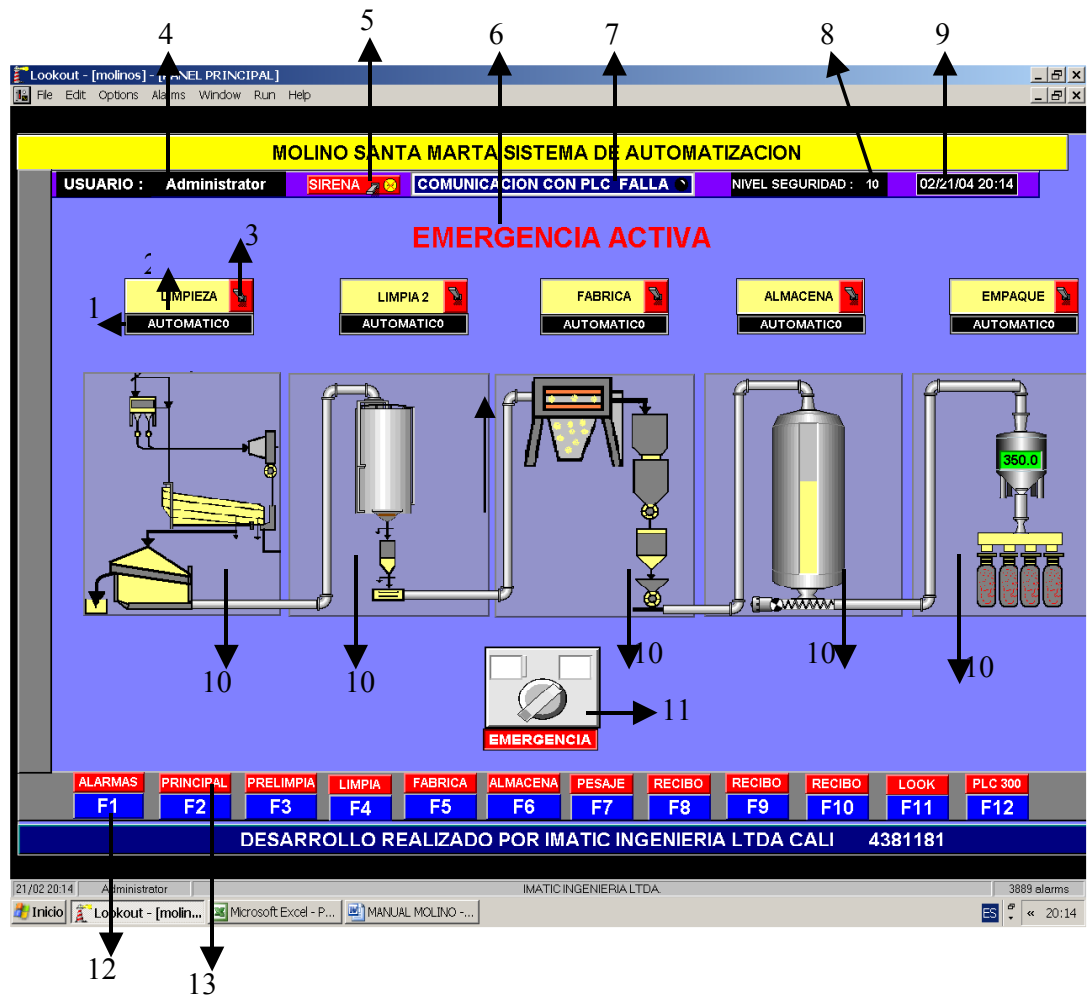
Panel de Almacenamiento

Panel de Empaque

Panel de Fallas y Alarmas

En la figura 2 se da un ejemplo del panel de proceso

Figura 2. Ejemplo de panel principal de proceso



Fuente: IMATIC. 2000, Departamento de Ingeniería. Sistema de Automatización Molino No.3 – Planta Santa Marta. Fuente: Unilever. 2001,

A continuación se describe la descripción de opciones y mensajes del panel principal de proceso.

En el panel principal del proceso se encuentran resumidos los paneles de operación del molino desde allí se puede acceder fácilmente dando click con el puntero de Mouse en el nombre o en el grafico o simplemente presionado con el dedo desde la pantalla del tablero de control.

- 1) Indicación en cada panel para conocer si el proceso esta en modo de operación manual o automático, en este caso limpieza esta en modo de operación automático.
- 2) Nombre del panel del proceso en este caso limpieza, pulsando en el nombre nos lleva al panel limpieza.
- 3) Interruptor para cada panel del proceso que permite pasar de modo de operación es decir se puede pasar de modo de operación manual a automático o viceversa.
- 4) Indicación que nos informa cual es el usuario activo para operar el proceso.
- 5) Interruptor que nos permite apagar la sirena de fallas.
- 6) Indicación que nos informa que se activo la parada de emergencia de la planta.
- 7) Indicación que permite conocer si el PLC esta en comunicación con el sistema o si por el contrario se ha presentado ha falla de comunicación.
- 8) Indicación que nos informa el nivel de seguridad del usuario activo.

- 9) Indicación que nos muestra la fecha y hora del sistema.
- 10) Gráficos que resumen cada panel de proceso y pulsando allí nos llevan a los paneles respectivos.
- 11) Interruptor que activa la parada de emergencia de la planta y detiene todo el proceso.
- 12) Nos indica que pulsado las teclas de función nos llevan al panel respectivo en este caso F2 nos lleva al panel principal.
- 13) Pulsando en esta zona nos lleva al panel deseado en el proceso.

Otro ejemplo de automatización que se considera es agregar capacidad de conexión en redes, sensores, y procesamiento a los objetos y espacios del mundo real que mejorará la toma de decisiones tanto en los negocios como en el ámbito personal (Comcel, 2005). Se resaltan tres categorías de tecnologías que ayudarán a que esta idea de una Web para el mundo real sea una realidad:

- Aplicaciones sensibles a la ubicación. Esto se refiere a aplicaciones para empresas móviles que explotan la posición geográfica de un trabajador móvil o de un activo, básicamente a través de sistemas de posicionamiento satelitales como GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) o a través de tecnologías de ubicación en las redes de celulares y dispositivos móviles.



- Identificación por Radio Frecuencia (Pasiva). También conocida como RFID, la identificación por radio frecuencia ha generado mucha expectativa inflada en los años recientes, aunque los sistemas basados en vehículos están fuertemente arraigados. Esta tecnología involucra la marcada o el pegado de unos chips muy pequeños a tipos de objetos arbitrarios. Estos chips transforman la energía de la señal de radio en electricidad, y responden devolviendo información que está almacenada en el chip.
- Redes en Malla – Sensores. Las redes en malla son redes ah-hoc que se conforman por mallas dinámicas de nodos pares, cada nodo incluyendo tecnología sencilla de red, de computo, y capacidades sensoriales

En Colombia se ha visto una expansión de esta automatización en empresas que han empezado a utilizarla con los siguientes beneficios: (Insitu, 2005)

- Lograr transmitir la información de sus trabajadores de campo en un tiempo record a los sistemas de información de la compañía, es decir, información en tiempo real. Permitted generar indicadores de gestión, mediante la visualización de reportes y administración de la aplicación vía Web.

- Obtener información sobre tendencias futuras y predicción de variables económicas basándose en la experiencia contenida en la información que ha sido generada a través de sus sistemas, durante sus operaciones diarias.

### Casos de Éxito

La Compañía Nacional de Chocolates utiliza para el chequeo de variables de sus productos y los de la competencia en grandes superficies, permitiendo tener reportes en tiempo real de chequeos de precios, agotados y exhibiciones de sus productos y los de la competencia.

Por otro lado, los directores de cuenta de las grandes superficies tienen acceso Web a los reportes en tiempo real y a notificaciones vía SMS (mensaje de texto) cuando las alarmas de precios se disparan, es decir, cuando el precio de venta está por debajo del precio de lista. De la misma manera, programan la revisión automática de productos según las condiciones del mercado. (Insitu, 2005)

La compañía XM filial de Interconexión Eléctrica S.A. ISA utiliza para la notificación de eventos ocurridos en la red en el momento en que ocurren o cuando así lo deseen, para esto mediante una página web crean grupos de usuarios, plantillas de mensajes y perfiles de usuario que envían las

notificaciones via mail y SMS (Mensaje de texto) a los grupos de gerencia, soporte, entre otros. (Insitu, 2005)

Arroz Caribe utiliza para tener control de sus vendedores y el desempeño de los mismos en el campo, permitiendo tener acceso a inventarios en línea, cartera, rutero, realización de pedido y detalle del último pedido del cliente. Así mismo, tienen acceso a una serie de reportes via web y Excel que le permiten generar indicadores de gestión, manejar presupuestos de ventas, reporte de compras por cliente, pedidos por vendedor, ventas de cada producto, entre otros. (Insitu, 2005)

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

Cuantificar la reducción de los costos de producción automatizando los finales de línea de la planta Dressing en la fabrica Unilever Andina Colombia Ltda. – División Alimentos.

### **2.2 ESPECIFICOS**

- Identificar el estado actual de las líneas de empaque en cuanto a tecnología (maquinaria) y personal operativo.
- Identificar las etapas del proceso de una línea de empaque sin y con automatización en los finales de línea.
- Seleccionar maquinaria con sistemas de automatización de acuerdo con las necesidades detectadas.

- Identificar los costos de producción actuales y nuevos de los factores de producción a nivel de: Depreciación, Mantenimiento, personal y servicios (electricidad).
- Proyectar los costos de producción de los finales de línea con y sin automatización y calcular el valor presente neto de los mismos empelando la metodología del costo actual equivalente.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La evaluación de automatizar los finales de líneas de producción de la planta Dressing en Unilever Andina Colombia Ltda. – División Alimentos, representa una oportunidad de acrecentar la ventaja competitiva a nivel de costos de la cadena de abastecimiento, reduciendo los costos de los factores de producción a nivel de: Recursos Humanos y tecnológicos.

Este proyecto pretende contribuir al crecimiento de la compañía en el área de manufactura aumentando el valor del producto tangible mediante la reducción de los costos de producción.

## 4. MARCO TEORICO

Los conceptos a desarrollar, para la construcción del cuerpo teórico de este trabajo, se enmarcarán en los conceptos de: Costos de Producción, Automatización, Tasa de Descuento, Flujo de caja Proyectado y dentro de este se tienen: Elementos del flujo de caja, Estructura de un flujo de caja y Flujos de caja proyectados en empresas en funcionamiento.

### 4.1 TÉRMINOS Y PROPÓSITOS DE COSTOS

**4.1.1 Costos en General.** Usualmente se define el costo como un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico. Por ahora, consideremos a los costos medidos en la forma convencional contable, como cantidades monetarias (por ejemplo, dólares o pesos) que se tienen que pagar para adquirir bienes o servicios (Horngren – Foster – Datar, 1996).

Para Polimeni – Fabozzi – Adelberg (1991), el costo se define como el “valor” sacrificado para obtener bienes o servicios. El sacrificio hecho se mide en dólares mediante la reducción de activos o el aumento de pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios. En el momento de la adquisición,

se incurre en el costo para obtener, se incurre en el costo para obtener beneficios presentes o futuros. Cuando se obtienen los beneficios, los costos se convierten en gastos. Un gasto se define como un costo que ha producido un beneficio y que ya está expirado. Los costos no expirados que puedan dar beneficios futuros se clasifican como activos.

Para guiarse en las decisiones, los administradores desean saber el costo de algo. Llamamos a este algo un *objeto de costo* y lo definimos como algo para el cual se desea una medición separada de costos. Ejemplos de objetos de costos incluyen un producto, un servicio, un proyecto, un consumidor, una categoría de marca, una actividad, un departamento, y un programa. Se escogen los objetos de costos no sólo por sí mismos, sino para ayudar en la toma de decisiones (Horngren – Foster – Datar, 1996).

Un sistema de costeo típico da cuenta de los costos en dos etapas amplias.

1. *Acumula* costos por medio de alguna clasificación “natural”, tales como materiales, mano de obra, combustibles, publicidad, o embarques, y después
2. *Asigna* estos costos a objetos de costos.

La acumulación de costos es la recopilación de datos de costos en alguna forma organizada por medio de un sistema de contabilidad. La asignación de costos es un término general que abarca tanto el seguimiento de los costos



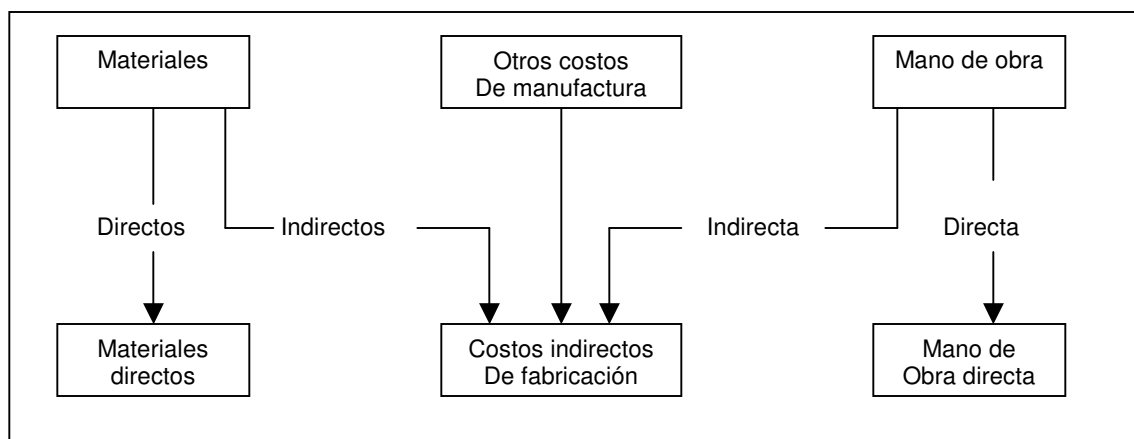
acumulados a un objeto de costo, como la adjudicación de costos acumulados a un objeto de costos (Horngren – Foster – Datar, 1996).

**4.1.2 Costos de Producción.** Hargadon – Múnera (1994) define que en una empresa industrial podemos distinguir tres funciones básicas: producción, ventas y administración. Para llevar a cabo cada una de estas tres funciones, la empresa tiene que efectuar ciertos desembolsos por pago de salarios, arrendamientos, servicios públicos, materiales, etc. Estas erogaciones reciben respectivamente el nombre de costos de producción, gastos de administración y gastos de ventas, según la función a que pertenezcan.

Los costos de producción se trasfiere (capitalizan) al inventario de productos fabricados. En otras palabras, el costo de los productos fabricados está dado por los costos de producción que fue necesario incurrir para su fabricación. Por esta razón a los desembolsos relacionados con la producción es mejor llamarlos costos y no gastos, puesto que se incorporan en los bienes producidos y quedan por lo tanto capitalizados en los inventarios hasta tanto se vendan los productos. Los gastos de administración y ventas, por el contrario, no se capitalizan sino que, como su nombre lo indica, se gastan en el período en el cual se incurren y aparecen como tales en el Estado de Rentas y Gastos.

Los elementos del costo de un producto o sus componentes integrales son los materiales directos, la mano de obra directa y los costos de fabricación, como se ilustra en la figura 3.

**Figura 3. Elementos de un producto**



Fuente: Polimeni – Fabozzi – Adelberg, (1991)

Esta clasificación proporciona a la gerencia la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación de precios del producto. A continuación se definen los elementos de un producto.

**Materiales.** Son los principales bienes que se usan en la producción y que se transforman en artículos terminados con la adición de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. El costo de los materiales se puede dividir en materiales directos e indirectos, los primeros son los que se pueden identificar en la producción de un artículo determinado, que se pueden asociar fácilmente

con el producto y los segundos son los comprendidos en la fabricación de un producto diferente de los materiales directos (Polimeni – Fabozzi – Adelberg, 1991).

**Mano de Obra.** Es el esfuerzo físico o mental gastado en la fabricación de un producto. El costo de la mano de obra se puede dividir en mano de obra directa y mano de obra indirecta (Polimeni – Fabozzi – Adelberg, 1991).

**Costos indirectos de fabricación.** Hacen falta para la fabricación de los productos otra serie de costos tales como servicios públicos (agua, luz y teléfonos), arrendamientos de plantas y equipos, seguro de plantas, etc. Todos estos costos junto con los materiales indirectos y la mano de obra indirecta, conforman el grupo de los costos indirectos de fabricación, que constituye el tercer elemento integral del costo total del producto terminado (Hargadon – Múnera, 1994)

**4.1.3 Costos Directos e Indirectos.** Una pregunta importante respecto de los costos es si tienen una relación directa o indirecta con un objeto de costos específico.

**Costos directos.** De un objeto de costos: costos que están relacionados con el objeto de costos, y que puede hacerse su seguimiento de manera económicamente factible.

**Costos indirectos.** De un objeto de costos: costos que están relacionados con el objeto de costos, pero que no pueden hacerse su seguimiento en forma económicamente factible. Los costos indirectos son adjudicados al objeto de costos utilizando un método de adjudicación de costos (Horngren – Foster – Datar, 1996).

“Económicamente factible” significa “efectivo en costos. La materialidad de la partida de costos afecta la efectividad del costo. Consideremos una compañía que vende por medio de catálogos y del correo. Tal vez fuera económicamente factible el seguimiento de los cargos de mensajería por entregar un paquete en forma directa a cada cliente. En contraste, el costo del papel en que está impresa la factura incluida en el paquete enviado al cliente es posible se clasifique como un costo indirecto, porque no es económicamente factible el seguimiento del costo de este papel a cada cliente (Horngren – Foster – Datar, 1996).

**4.1.4 Factores de Costos y Administración de Costos.** La reducción continua de costos por parte de los competidores hace que las organizaciones se empeñen en una búsqueda interminable para reducir sus costos. Los esfuerzos para reducir costos son frecuencia se enfocan en dos áreas claves:

1. Hacer solo *actividades que agregan valor*, esto es, aquellas actividades que los clientes perciben añaden utilidad (mayor provecho) a los productos o servicios que compran; y
2. Administrar con efectividad el uso de los factores de costos es esas actividades que agregan valor.

Un *factor de costos* es cualquier variable que afecta los costos. Es decir, un cambio en el factor de costos ocasionará un cambio en el costo total de un objeto de costos relacionado. Algunos factores de costos son medidas financieras que se encuentran en los sistemas contables (tales como dólares de la mano de obra directa en la fabricación y dólares de ventas), mientras que otros son variables no financieras (como el numero de piezas por producto y numero de unidades producidas) (Horngren – Foster – Datar, 1996).

La *administración de costos* es la serie de acciones que los administradores toman para satisfacer a los clientes, al mismo tiempo que reducen y controlan constantemente los costos. Es conveniente formular un advertencia sobre el

papel que tienen los factores de costos en la administración de costos. Los cambios en un factor de costos específico no conducen automáticamente a cambios en los costos globales (Horngren – Foster – Datar, 1996).

#### **4.1.5 Patrones de comportamiento de costos: Costos Variables y Fijos**

Los sistemas de contabilidad administrativa registran el costo de los recursos adquiridos y hacen el seguimiento de su uso subsecuente. Se tienen dos tipos básicos de patrones de conducta de costos que se encuentran en muchos sistemas: costos variables y fijos. Un costo variable es un costo que cambia *en total* en proporción a los cambios de un factor de costos. Un costo fijo es un costo que no cambia a pesar de los cambios de un factor de costos (Horngren – Foster – Datar, 1996).

Costos fijos de producción son aquellos que no guardan una relación de causalidad directa con las fluctuaciones de la producción a corto plazo. Si la producción sube o baja, los costos fijos permanecen indiferentes. Los costos variables de producción, por el contrario, son aquellos que sí guardan una relación de causalidad con respecto a las fluctuaciones en el nivel de producción y por lo tanto dichos costos varían en total, cuando el nivel de producción varía (Hargadon – Múnera, 1994).

**4.1.6 Clasificaciones de costos.** Para Horngren – Foster – Datar (1996), las clasificaciones de costos pueden hacerse basadas en:

1. Función del negocio: Investigación y desarrollo, Diseño de productos, servicios y procesos, Producción, Mercadotecnia, Distribución, Servicio al cliente, Estrategia y administración.
2. Asignación a un objeto de costos: Costos directos, Costos indirectos.
3. Patrón de comportamiento en relación con los cambios de un factor de costos: Costos variables, Costos fijos.
4. Agregado o promedio: Costos totales, Costos unitarios.
5. Activos o gastos: Costos inventariables, Costos capitalizables no inventariables, Costos del periodo.

Para Polimeni – Fabozzi – Adelberg (1991), con el objeto de proveer datos útiles y relevantes a la gerencia, los costos se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Elementos de un producto: Materiales directos, Mano de obra directa, Costos indirectos de fabricación.
2. Relación con la producción: Costos primos, Costo de conversión.
3. Relación con el volumen: Costos variables, Costos fijos.
4. Capacidad para asociar los costos: Costos directos, Costos indirectos.
5. Departamento donde se incurrieron: Producción, De servicios.

6. Áreas funcionales: Costo de manufactura, Costos de mercadeo, Costos administrativos, Costos financieros.
7. Periodo donde se van a cargar a los ingresos.
8. Relación con la planeación, el control y la toma de decisiones.

**4.1.7 Sistema de Costeo por Procesos en la fabricación.** Para Horngren – Foster – Datar (1996), las empresas adoptan uno de dos sistemas básicos de costeo para asignar costos a productos o servicios:

**Sistema de costeo por órdenes.** En este sistema, se obtiene el costo de un producto o servicio asignando costos a un producto o servicio identificable. Una orden es una actividad por la que se gastan los recursos para llevar un producto distinto, identificable, al mercado. Con frecuencia, un producto se fabrica especialmente para un cliente específico.

**Sistema de costeo por procesos.** Se utilizan los sistemas de costeo por procesos para costear unidades iguales o parecidas de productos, que con frecuencia se producen en serie. Estas unidades se diferencian de los productos de fabricación especial o única, que se costean de acuerdo por los sistemas por órdenes de trabajo.



Los costeos por procesos se utilizan en empresas de producción masiva y continua de artículos similares, como la industria de alimentos, textiles, de procesos químicos, plásticos, cementos, azúcar, petróleo, vidrio, minería, etc., en las cuales la producción se acumula periódicamente en los departamentos de producción o en centros de costos, bien sea en procesos secuenciales o en procesos paralelos. En los primeros el artículo en fabricación va de un departamento a otro hasta quedar totalmente terminado. En los segundos, el artículo en fabricación se trabaja en procesos independientes, cuya unión final es necesaria para obtener el producto terminado. (Gómez, 2005)

Gómez (2005), comenta que la tendencia moderna en costeos, como consecuencia de una tecnología más avanzada, es hacia la aplicación del sistema de costeo por procesos con datos estándar, porque facilita más la planeación y el control de la producción. La aplicación de un sistema por procesos puede hacerse de dos maneras: con base de datos históricos, o con base en datos predeterminados estándar, con el consiguiente aumento de los costos administrativos, pero con las extraordinarias ventajas que ofrece este método para el control de la producción. En la empresa se utiliza este sistema de costeo con datos estándares.

#### **4.1.8 Diferencias entre costeos por órdenes de producción y costeos por procesos.**

Cuando se trata de comparar los sistemas de costeo por órdenes de producción y de costeo por procesos, surgen diferencias tanto en su naturaleza como en su contabilización de cada uno de los elementos.

En los costeos por ordenes de producción, los elementos se contabilizan por tareas o por trabajos y se conoce de antemano el numero de unidades que se van a producir. Además, la producción en este caso es intermitente, es decir, se puede suspender en cualquier momento, sin que ello afecte de ninguna manera el trabajo que se está haciendo. Por el contrario, en los costeos por proceso, en una operación particular, no se puede suspender sin perjuicio de la labor que se esta utilizando.

En los costos históricos por ordenes de producción, los dos primeros elementos, los materiales directos y la mano de obra directa, a los cuales también se les conoce como costo primo, están dados en cifras reales, mientras que el tercer elemento, los costos indirectos de fabricación, esta con cifras predeterminadas, gracias al calculo de una tasa que es indispensable conocer para saber, en una forma estimada, cuanto valen los costos indirectos que se aplican a la producción en cualquier momento.

En los costos históricos por procesos, la situación es un poco diferente. Los tres elementos son reales, siempre y cuando la producción sea constante, que es el caso más generalizado en los costeos por procesos.

En empresas que cuentan con más de un departamento de producción y de servicios, y elaboran más de un artículo diferente es cuando surgen las principales dificultades en costeos por procesos; las unidades semiterminadas que se presentan al concluir el periodo del proceso que se realiza en uno u otro departamento de producción requieren aun un determinado porcentaje con respecto a los elementos de costo para que se consideren como terminadas; no es posible conocer con exactitud el porcentaje de elaboración que llevan consigo, de ahí tampoco se pueda saber realmente el número de unidades que se han elaborado en cada uno de los departamentos de producción. Se tiene que recurrir entonces, para obviar la dificultad, a lo que se ha denominado producción equivalente para poder calcular los costos unitarios equivalentes. (Gómez, 2005)

**4.1.9 Objetivo de costeo por procesos.** El sistema de costeo por procesos cumple dos objetivos esenciales:

1. Calcular, en un tiempo determinado, los costos de producción de un proceso particular que se puede realizar en un solo departamento de producción o en varios.

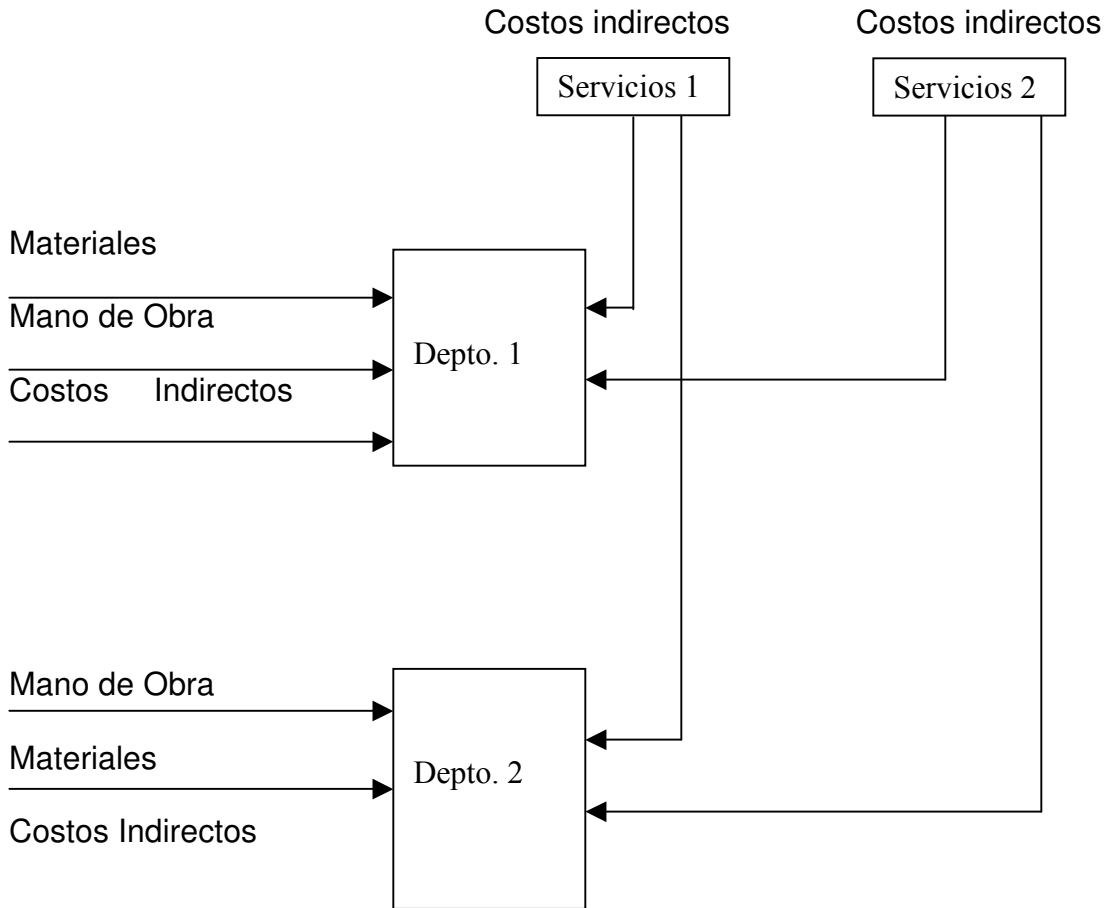
2. Ayudar a la gerencia de una empresa en el control de los costos de producción, a través de los informes que sobre cada departamento o centro de costos debe rendir el departamento de contabilidad, con base en los datos suministrados por esos mismos centros. Con estos informes la gerencia puede mantener un adecuado control de la producción, aunque solo sea después de que esta ha terminado, exigiendo una mayor eficiencia cuando así se requiera. Además dispone de la herramienta esencial – los costos de producción – para determinar nuevas políticas de precios, teniendo en cuenta las necesidades de los consumidores y los precios que ofrecen las firmas competidoras. (Gómez, 2005)

**4.1.10 Diseño de un sistema de costos por procesos.** Un sistema de costeo por procesos en una empresa de transformación, uno de los primeros pasos que se debe dar es elaborar una carta del flujo de trabajo, en la cual se delimiten con claridad tanto los departamentos de producción como los de servicios.

Los departamentos de producción incurrirán en costos por materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación; los de servicios, en cambio, solo incurrirán en costos indirectos de fabricación que posteriormente deberán ser absorbidos por los costos de producción.

En la figura 8 se muestra una forma sencilla de presentación de una carta del flujo de trabajo de una empresa con dos departamentos de producción y dos servicios.

**Figura 4. Carta del flujo de trabajo**



Fuente: Gómez, 2005.

**4.1.11 Costos estándar.** Para Gómez (2005), Una de las grandes desventajas que tienen los sistemas de costeo por ordenes de producción y por procesos basados en datos históricos o reales, radica en que la gerencia de un empresa sólo puede hacer un análisis efectivo de los costos después de que se ha desarrollado una orden de producción o ha concluido un periodo de trabajo.

La expansión cada vez mas creciente de las empresas, y el deseo de la gerencia de mantener un control mas eficiente de la producción antes de que esta se realice, para hacer a tiempo las correcciones que sean necesarias y determinar las áreas donde con mayor frecuencia se presentan las deficiencias y las irregularidades, donde se pierden las unidades o donde surgen los desperdicios, ha creado la necesidad del uso de los llamados datos predeterminados, con aplicación en los sistemas de costeo por ordenes de producción y por procesos.

Gómez (2005), comenta que con base en datos predeterminados seriamente calculados mediante procedimientos científicos, se indica antes de que se realice la producción, lo que se espera que sean los costos. Posteriormente y a medida que avanza la elaboración de los productos, los datos predeterminados se confrontan con los reales, y se tienen en cuenta los costos como deberían ser. Es tal la seriedad, tantos los estudios y tantas las personas que intervienen en la predeterminación de los costos por estándares, que si mas adelante se presentan diferencias con los datos históricos o reales, se consideran equivocados estos últimos.

**4.1.12 Ventajas de los costeos estándar.** El uso de los estándares en la determinación de los costos de producción de un producto, que es donde mas

utilización tienen, trae muchas ventajas a una empresa. Entre otras las siguientes: (Gómez, 2005)

1. Control de Producción. Esta es la ventaja más importante que puede ofrecer la aplicación del sistema de costeo estándar dentro de una empresa, ya que ofrece a la gerencia las herramientas necesarias para hacer la confrontación de los datos reales con los predeterminados. Si la diferencia es muy grande, es decir, si lo real se aleja mucho de lo que deberían ser los costos, la gerencia puede investigar a tiempo que está sucediendo y tomar las medidas del caso para remediar la situación, o sea que realiza un verdadero control de la producción.

2. Establecimiento de políticas de precios. En la mayoría de los casos la predeterminación de los costos hace posible que una empresa pueda fijar, antes de que se realice la producción, políticas de precios de venta. Y si tal predeterminación se hace con base en los estudios más serios posibles, tales políticas serán más acertadas.

3. Ayuda en la presentación de los presupuestos. Los presupuestos tienen por objetivo presentar los planes futuros de una empresa, y mientras estos se basen en los datos más precisos, mejores serán y mejores resultados ofrecerán.



**4.1.13 Objetivos de costos por estándares.** La aplicación de los costos estándar tiene dos objetivos importantes: (Gómez, 2005)

1. Conocer, en un tiempo determinado, los costos de elaboración de una parte específica y del producto mismo, ya sea en uno o varios departamentos de producción.

2. Ayudar a la gerencia de una empresa en el control de los costos de producción, a través de los informes que sobre cada departamento o centro de costos debe rendir el departamento de contabilidad, con base en los datos suministrados por esos mismos centros.

A través de estos informes, la gerencia no sólo puede mantener un adecuado control de la producción, exigiendo mayor eficiencia cuando así se requiera, sino que dispone de la herramienta esencial – la confrontación de los reales con los estándares – para obtener los resultados esperados mediante la aplicación de las correcciones que sean necesarias durante el proceso de elaboración de un artículo.

## **4.2 CONCEPTOS DE AUTOMATIZACIÓN**

**4.2.1 Que es automatización?** Esta pregunta puede generar una variedad de respuestas ya que mucha gente tiende a definir automatización como una función de su entorno y experiencias. Para las amas de casa la automatización la ven en una lavadora de ropa eléctrica; para el trabajador de una factoría le puede significar un robot; para el presidente de una compañía puede estar en la diferencia entre ganancias y pérdidas. En términos técnicos, automatización, significa el funcionamiento automático de una maquina o conjunto de maquinas, encaminado a un fin único, lo cual permite realizar con poca intervención del hombre una serie de trabajos industriales o administrativos o de investigación. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano (Schmitt, 1983).

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos (Piedrahita, 1991).

**4.2.2 Objetivos de la automatización.** Para Balcells – Romeral (1991), los objetivos de la automatización son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Para Schmitt (1983), los objetivos de la automatización son:

- Contribuir en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados.
- Incrementar la producción y reducir los costos.
- Generar más puestos de trabajo. Señala que aunque algunos trabajadores pueden quedar en el paro, la industria que produce la maquinaria automatizada genera más trabajos que los eliminados.

**4.2.3 Partes Principales de un sistema automatizado.** Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte Operativa
- Parte de Mando

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés

electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada) . En un sistema de fabricación automatizado el autómeta programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado (Balcells – Romeral, 1991).

## **Parte Operativa**

### **Detectores y Captadores**

Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

- La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.
- El estado físico de sus componentes

Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores.

Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

- Transductor todo o nada: Suministran una señal binaria claramente diferenciados. Los finales de carrera son transductores de este tipo.
- Transductores numéricos: Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.
- Transductores analógicos: Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, fotocélulas, pulsadores, encoders, etc. (Balcells – Romeral, 1991)

## **Accionadores y Preaccionadores**

El accionador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso.

Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.

Los accionadores pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos.

Los accionadores más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc.

Los accionadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún preaccionamiento para amplificar la señal de mando. Esta preamplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.

Los preaccionadores disponen de:

Parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia.

(Balcells – Romeral, 1991)

## **Parte de Mando**

### **Tecnologías ó Lógicas cableadas**

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes.

Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son: (Balcells – Romeral, 1991)

- Réles electromagnéticos.
- Módulos lógicos neumáticos.
- Tarjetas electrónicas.



## **Tecnologías ó Lógicas programadas**

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:

- Los ordenadores.
- Los autómatas programables.

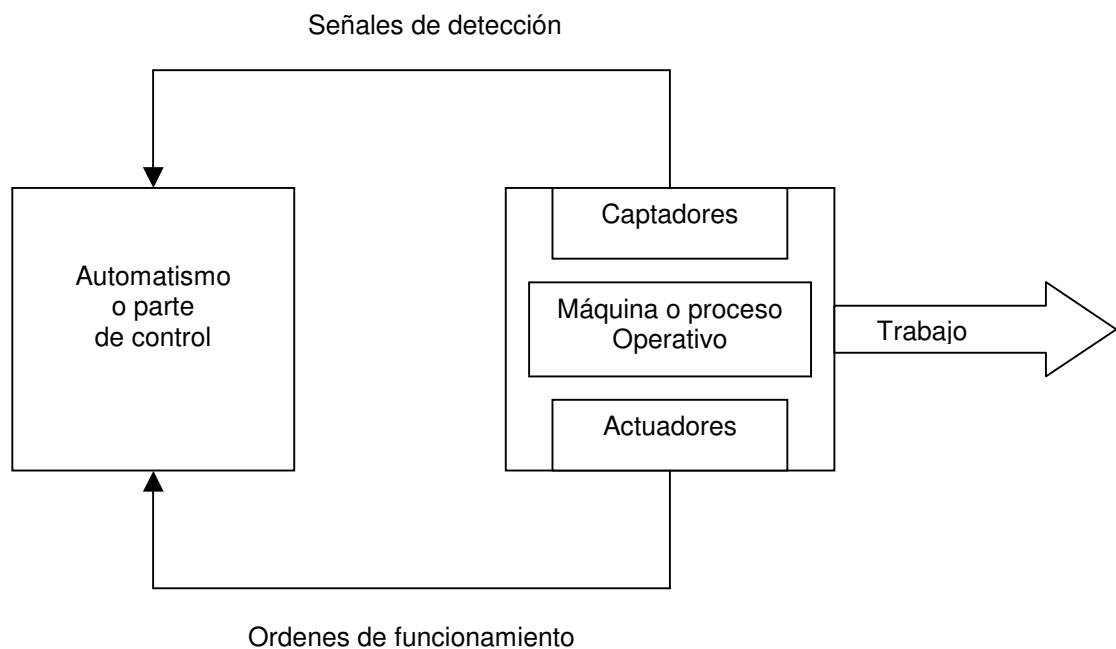
El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.

Un autómata programable industrial es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador. (Balcells – Romeral, 1991)

**4.2.4 Principio de un Sistema Automático.** Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de realimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de auto corrección. Un ciclo o bucle de realimentación es un dispositivo mecánico, neumático o

electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, un tamaño o una velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable (Porras – Montanero, 1991). En la figura 5 se muestra un Bucle o lazo en un sistema automático.

**Figura 5. Bucle o lazo en un sistema automático**



Fuente: Porras - Montanero, 1991

**4.2.5 Fases de Estudio en la elaboración de un Automatismo.** Según Porras – Montanero (1991), para el desarrollo y elaboración correcta de un

automatismo, por el técnico o equipo encargado de ello, es necesario conocer previamente los datos siguientes:

- 1. Estudio previo.** Es importante antes de acometer cualquier estudio medianamente serio de un automatismo el conocer con el mayor detalle posible las características, el funcionamiento, las distintas funciones, etc., de la máquina o proceso a automatizar; esto lo obtenemos de las especificaciones funcionales, ésta es la base mínima a partir de la cual podremos iniciar el siguiente paso, es decir, estudiar cuáles son los elementos más idóneos para la construcción del automatismo.
- 2. Estudio técnico-económico.** Es la parte técnica de especificaciones del automatismo: relación de materiales, aparatos, su adaptación al sistema y al entorno en el que se haya inscrito, etc. También aquí se ha de valorar la parte operativa del comportamiento del automatismo en todos sus aspectos, como mantenimiento, fiabilidad, etc. Es obvio que la valoración económica, que será función directa de las prestaciones del mismo, ha de quedar incluida en esta parte del estudio.
- 3. Decisión final.** En el apartado anterior se han debido estudiar las dos posibilidades u opciones tecnológicas generales posibles: lógica cableada y lógica programada. Con esta información y previa elaboración de los parámetros que se consideren necesarios tener en cuenta, se procede al análisis del problema.

Los parámetros que se deben valorar para una decisión correcta pueden ser muchos y variados, algunos de los cuales serán específicos en función del problema concreto que se va a resolver, pero otros serán comunes, tales como los siguientes:

- Ventajas e inconvenientes que se le asignan a cada opción en relación a su fiabilidad, vida media y mantenimiento.
- Posibilidades de ampliación y de aprovechamiento de lo existente en cada caso.
- Posibilidades económicas y rentabilidad de la inversión realizada en cada opción.
- Ahorro desde el punto de vista de necesidades para su manejo y mantenimiento.

Una vez realizado este análisis sólo queda adoptar la solución final elegida (Porrás – Montanero, 1991).

### **4.3 OPCIONES TECNOLÓGICAS**

De acuerdo a lo explicado en el numeral anterior, en la realización de automatismos los equipos utilizados para este fin son: los ordenadores y los autómatas programables. Los primeros están terminando su ciclo de vida en esta era tecnológica y los segundos esta afinándose por lo cual se trataran en esta monografía con más detalle.

#### **4.3.1 Autómata Programable**

Introducción. Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC (ver figura 9) trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación (Piedrahita, 1991).

Porras – Montanero, (1991) lo define como toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informaticos. Realiza funciones lógicas: series,

paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

También se le puede definir como una caja negra en la que existen unos terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores; unos terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, de tal forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado (Porras – Montanero, 1991).

### **Figura 6. Vista de un Autómata Programable**



Fuente: BALCELLS, Josep y ROMERAL, José Luís, (1991). Autómatas Programables. McGraw – Hill.

**Antecedentes e Historia.** El desafío constante que toda industria tiene planteado para ser competitiva ha sido el motor impulsor del desarrollo de nuevas tecnologías para conseguir una mayor productividad.

Debido a que ciertas etapas en los procesos de fabricación se realizaban en ambientes nocivos para la salud, con gases tóxicos, ruidos, temperaturas extremadamente altas o bajas, unidos a consideraciones de productividad, llevó a pensar en la posibilidad de dejar ciertas tareas tediosas, repetitivas y peligrosas a un ente al que no pudieran afectarle las condiciones ambientales adversas: había nacido la máquina y con ella la automatización.

Surgieron empresas dedicadas al desarrollo de los elementos que hicieran posible tal automatización; debido a que las máquinas eran diferentes y diferentes las maniobras a realizar, se hizo necesario crear unos elementos estándar que, mediante la combinación de los mismos, el usuario pudiera realizar la secuencia de movimientos deseada para solucionar su problema de aplicación particular.

Relés, temporizadores, contadores, fueron y son los elementos con que se cuenta para realizar el control de cualquier máquina. Debido a la constante mejora de la calidad de estos elementos y a la demanda del mercado, que exigía mayor y mejor calidad en la producción, se fue incrementando el número de etapas en los procesos de fabricación controlados de forma automática.

Comenzaron a aparecer problemas: los armarios de maniobra o cajas en donde se coloca el conjunto de relés, temporizadores, etc, constitutivos de un control, se hacían cada vez más y más grandes, la probabilidad de avería era enorme, su localización, larga y complicada, el stock que el usuario se veía obligado a soportar era numerosos, y el costo del mismo se incrementaba cada vez más.

El desarrollo tecnológico que trajeron los semiconductores primero y los circuitos integrados después intentaron resolver el problema sustituyendo las funciones realizadas mediante réles por funciones realizadas con puertas lógicas.

Con estos nuevos elementos se ganó en fiabilidad y se redujo el problema del espacio, pero no así la detección de averías ni el problema del mantenimiento de un stock. De todas maneras subsistía un problema: la falta de flexibilidad de los sistemas.

Debido a las constantes modificaciones que las industrias se veían a realizar en sus instalaciones para la mejora de la productividad, los armarios de maniobra tenían que ser cambiados, con la consiguiente pérdida de tiempo y el aumento del costo que ello producía.

En 1968, Ford y General Motors impusieron a sus proveedores de automatismos unas especificaciones para la realización de un sistema de



control electrónico para máquinas de transferencia continua. Este equipo debía ser fácilmente programable, sin recurrir a los computadores industriales ya en servicio en la industria.

A medio camino entre estos microcomputadores y la lógica cableada aparecen los primeros modelos de Autómatas, también llamados controladores lógicos programables (PLC's). Limitados originalmente a los tratamientos de lógica secuencial, los Autómatas se desarrollaron rápidamente, y actualmente extienden sus aplicaciones al conjunto de sistemas de control de procesos y máquinas (Porras – Montanero, 1991).

**Campos de Aplicación.** Según Porras – Montanero (1991), el PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc., (Porras – Montanero, 1991).

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

A continuación se dan ejemplos de aplicación generales:

#### 1. Maniobra de máquinas:

- Maquinaria industrial del mueble y madera.
- Maquinaria en procesos de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria de alimentos.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinaria en procesos textiles y de confección.

## 2. Maniobra de instalaciones:

- Instalaciones de aire acondicionado, calefacción, etc.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de frío industrial.
- Instalaciones de almacenamiento y trasvase de cereales.
- Instalaciones en la industria de automoción.
- Instalaciones de tratamientos térmicos.

## 3. Señalización y control

- Chequeo de programas.
- Señalización del estado de procesos.

**Ventajas e inconvenientes.** Para Piedrahita (1991), no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

## **Ventajas**

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos

- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

## **Inconvenientes**

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

**4.3.2 Funciones básicas de un PLC.** Según Balcells – Romeral (1991), las funciones básicas de un PLC se clasifican en:

- Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- Diálogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

- Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la maquina.

### Nuevas Funciones

- Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.
- Sistemas de supervisión: También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.
- Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

- Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.
- Buses de campo: Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

#### **4.4 ESTRATEGIA DE PROCESOS Y SELECCIÓN DE MAQUINA Y EQUIPOS**

Una estrategia de proceso (o de transformación) es el enfoque que adopta una organización para transformar recursos en bienes y servicios. El objetivo de una estrategia de proceso es encontrar una forma de producir bienes que satisfagan las necesidades de los clientes y las especificaciones de los productos, aun costo concreto y bajo determinadas restricciones de gestión.

El proceso seleccionado tendrá efectos a largo plazo en las actividades, eficiencia y producción de la organización, así como en la flexibilidad, costo y calidad de los bienes producidos. El resultado de una selección eficaz de

proceso previa a la producción es mucho más fructífera que el esfuerzo mismo empleado más tarde para mejorar un proceso equivocado. ( South Link, 2002)

#### **4.4.1 Tres Estrategias de Proceso.**

##### **Enfoque de proceso.**

Se trata de productos de bajo volumen y alta variedad, en lugares denominados "talleres". Las instalaciones se organizan para realizar un proceso. Las instalaciones tienen un enfoque de proceso en términos de equipos, layout y supervisión. Proporcionan un alto grado de flexibilidad de producto, ya que están diseñadas para procesar una amplia variedad de requerimientos y manejar frecuentes cambios. También son conocidos como procesos intermitentes. ( South Link, 2002)

##### **Enfoque de producto.**

La producción del alto volumen y baja variedad se denomina enfocada a producto. El equipo, layout y la supervisión están organizadas para hacer un producto. Debido a que las instalaciones enfocadas a producto tienen tiradas de producción muy largas, también se denominan procesos continuos.



Una organización con un proceso continuo tiene capacidad inherente para establecer estándares y mantener una calidad dada, a diferencia de una empresa que cada día produce un producto diferente. ( South Link, 2002)

### **Enfoque repetitivo.**

El proceso repetitivo utiliza módulos. Los módulos son partes o componentes preparados previamente, a menudo en procesos continuos. Un ejemplo de proceso repetitivo es la clásica línea de montaje. La estrategia repetitiva tiene menos flexibilidad que una instalación orientada a proceso, pero más flexibilidad que una instalación enfocada a producto.

Este tipo de producción permite más personalización que un proceso continuo, de este modo los módulos se ensamblan para conseguir un producto casi bajo pedido. De esta forma, la empresa obtiene a la vez las ventajas del bajo costo unitario del modelo continuo (donde muchos de los módulos están preparados) y la ventaja de la personalización del modelo de bajo volumen y alta variedad.

En la tabla 1 se muestra la comparación de los tres tipos de proceso y los criterios para la selección de maquinaria y equipos. (South Link, 2002)

**Tabla 1. Comparación de las características de los tres tipos de proceso y criterios para la selección de maquinaria.**

<b>Proceso de bajo volumen y alta variedad (Enfoque de Proceso)</b>	<b>Proceso modular (Enfoque Repetitivo)</b>	<b>Proceso de alto volumen y baja variedad (Enfoque a Producto)</b>
Se producen pequeñas cantidades y gran variedad de productos.	Se producen largas tandas de producción, normalmente de un producto estandarizado con opciones, a partir de módulos.	Se produce una gran cantidad y pequeña variedad de productos.
El equipo utilizado es de propósito general.	Equipo especial ayuda en la utilización de una línea de montaje.	El equipo utilizado es especializado.
Los operarios son altamente cualificados (amplia formación)	Los empleados están relativamente entrenados.	Los operarios están muy poco formados.
Hay muchas instrucciones de trabajo porque cada trabajo es diferente.	Las operaciones repetitivas reducen el entrenamiento y los cambios en las instrucciones de trabajo.	Las órdenes de trabajo y las instrucciones de trabajo son pocas, debido a que están estandarizadas.
Los inventarios de materias primas son relativamente altos para el valor del producto.	Se utilizan técnicas just in time de gestión de aprovisionamiento.	Los inventarios de materias primas son relativamente bajos para el valor del producto.
El stock de trabajo en curso es alto en comparación con el output.	Se utilizan técnicas just in time de gestión de inventarios.	El inventario de trabajo en curso es bajo comparado con el output.
Las unidades se mueven lentamente a través de la planta.	El movimiento se mide en horas y días.	Es típico un movimiento rápido de las unidades a través de la instalación.
Los materiales se mueven a través de un pequeño equipo	Los materiales se mueven con transportadores,	Los materiales se mueven por tuberías conectadas, guías de

flexible.	máquinas de transferencia, etc.	materiales, etc.
Son típicos los pasillos anchos y los almacenes amplios.	Pasillos de anchura media o estrecha, poco espacio de almacenaje.	La instalación se construye alrededor de los equipos, máquinas y flujo de productos.
Los artículos finales normalmente se hacen contra pedido y no se almacenan.	Los artículos finales se producen a partir de previsiones frecuentes.	Los artículos acabados normalmente se realizan a partir de una previsión y se almacenan.
Planificar los pedidos es complejo y depende de un equilibrio entre disponibilidad de inventario, capacidad y servicio al cliente.	La planificación está basada en construir distintos modelos a partir de diferentes módulos para los que se hacen previsiones.	La planificación es relativamente simple y busca establecer una tasa de producción suficiente para satisfacer las previsiones de ventas.
Los costos fijos tienden a ser altos y los variables altos.	Los costos fijos dependen de la flexibilidad de la instalación.	Los costos fijos tienden a ser altos y los variables bajos.
El costo se estima antes de hacer el trabajo, pero sólo se conoce después del trabajo.	Los costos normalmente son conocidos, debido a numerosas experiencias previas.	Dado que los costos fijos son altos, los costos dependen mucho de la utilización de la capacidad.

Fuente: [www.southlink.com.ar](http://www.southlink.com.ar)

Las decisiones sobre un determinado proceso requieren elegir maquinaria y equipos. Estas decisiones son complejas, ya que, en prácticamente todas las funciones de operaciones son posibles métodos de producción alternativos. La elección del mejor equipo significa entender la industria concreta, los procesos establecidos y la tecnología. Esta elección de equipo requiere considerar los

costos, calidad, capacidad y flexibilidad (ver tabla 2). Para tomar esta decisión, el personal de operaciones elabora documentación que indica la capacidad, el tamaño y las tolerancias de cada opción, y sus necesidades de mantenimiento.

La selección de la maquinaria y equipo de un determinado tipo de proceso puede también proporcionar una ventaja competitiva. Muchas empresas, por ejemplo, desarrollan una máquina singular o una técnica única que proporciona una ventaja competitiva en un proceso de producción establecido. Esta ventaja puede venir de una flexibilidad añadida para satisfacer las necesidades de los clientes, de un bajo costo, o de una alta calidad. La innovación y modificación del equipo puede también permitir conseguir un proceso de producción más estable que requiera menos ajuste, mantenimiento y formación de operarios.

**Tabla 2. Consideraciones para selección de maquinaria**

<b>Método de producción</b>	<b>Costos de producción</b>	<b>Calidad</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Formación de Operarios</b>
Bajo volumen, Alta variedad	Fijos altos, variables altos	Alta	Bajo	Altamente cualificados
Modular	Costos fijos dependen de la flexibilidad de la operación	Alta	Calificado	Relativamente entrenados
Alto volumen, Baja variedad	Costos fijos altos, variables bajos	Muy alta	Muy calificado	Muy poca formación

Fuente: Unilever, 2000

#### **4.5 FLUJO DE CAJA PROYECTADO**

La proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos mas importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuará sobre los resultados que en ella se determinan.

Si bien comúnmente se habla de “el flujo de caja”, es posible distinguir tres tipos distintos en función del objeto de la evaluación. De esta manera, habrá un

flujo de caja para medir la rentabilidad de toda la inversión, independientemente de sus fuentes de financiamiento, otro para medir sólo la rentabilidad de los recursos aportados por el inversionista y otro para medir la capacidad de pago, es decir, si independientemente de la rentabilidad que pudiera tener el proyecto, puede cumplir con las obligaciones impuestas por las condiciones del endeudamiento (Sapag, 1994).

**4.5.1 Elementos del flujo de caja.** Para Sapag (1995) el flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos:

- a) los egresos iniciales de fondos, que corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto.
- b) los ingresos y egresos de operación, constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja.
- c) el momento en que ocurren estos ingresos y egresos, el flujo de caja se expresa en *momentos*. El *momento cero* reflejará todos los egresos previos a la puesta en marcha del proyecto y
- d) el valor de desecho o salvamento del proyecto.

El horizonte de evaluación depende de las características de cada proyecto. Si el proyecto tiene una vida útil esperada posible de prever y si no es de larga duración, lo más conveniente es construir el flujo en ese número de años. Los

costos que componen el flujo de caja se derivan de los estudios de mercado, técnico y organizacional analizados con anterioridad (Sapag, 1995).

Los egresos que no han sido determinados por otros estudios y que deben considerarse en la composición del flujo de caja, sea en forma directa o indirecta, son los impuestos. El cálculo de los impuestos, requerirá la cuantificación de la depreciación, la cual, sin ser un egreso efectivo de fondos, condiciona el monto de los tributos por pagar (Sapag, 1995).

La depreciación es un elemento del costo que influye indirectamente sobre el gasto en imprevistos que representa el desgaste de la inversión en obra física y equipamiento que se produce por su uso. Puesto que el desembolso se origina al adquirirse el activo, los gastos de depreciación no implican un gasto en efectivo, sino uno contable para compensar, mediante una reducción en el pago de impuestos, la pérdida de valor de los activos por su uso (Sapag, 1995).

El flujo de caja es un instrumento metodológico valioso para la organización de la información cuantitativa y específicamente monetaria del proyecto. Construido el proyecto en sus aspectos cualitativos mediante el marco lógico, es a través del flujo de caja que se puede proceder a la evaluación de su viabilidad. En los proyectos de capacitación laboral y promoción del empleo

siempre existirán, sin embargo, determinados costos y talvez muchos beneficios cuya valorización es difícil y en algunos casos imposible. En tales situaciones optará por realizar un análisis costo-efectividad del proyecto (Fondoempleo, 2005).

**4.5.2 Estructura de un flujo de caja.** La construcción de los flujos de caja puede basarse en una estructura general que se aplica a cualquier finalidad del estudio de proyectos. Para un proyecto que busca medir la rentabilidad de la inversión el ordenamiento es el que se muestra en la figura 7 el cual es un modelo general propuesto por Sapag (1995).

**Figura 7. Flujo de caja proyectado**

+	<b>Ingresos afectos a impuestos</b>
-	<b>Egresos afectos a impuestos</b>
-	<b>Gastos no desembolsables</b>
=	<b>Utilidad antes de impuestos</b>
-	<b>Impuestos</b>
=	<b>Utilidad después de impuestos</b>
+	<b>Ajustes por gastos no desembolsables</b>
-	<b>Egresos no afectados a impuestos</b>
+	<b>Beneficios no afectados a impuestos</b>
=	<b>Flujo de caja</b>

Fuente: Sapag (1995).



Ingresos y egresos afectados por impuestos son todos aquellos que aumentan o disminuyen la riqueza de la empresa. Gastos no desembolsables son los gastos que para fines de tributación son deducibles pero que no ocasionan salidas de caja, como la depreciación, la amortización de los activos intangibles o el valor libro de un activo que se venda. Al no ser salidas de caja se restan primero para aprovechar su descuento tributario y se suman en el ítem Ajuste por gastos no desembolsables. De esta forma se incluye solo su efecto tributario. Egresos no afectos a impuestos son las inversiones, ya que no aumentan ni disminuyen la riqueza contable de la empresa por el solo hecho de adquirirlos. Beneficios no afectos a impuestos son el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo (Sapag, 1995).

Según Fondoempleo (2005), en un proyecto se producen tres tipos de movimientos de efectivo (que son los reflejados en el flujo de caja):

- a) Los movimientos de dinero relacionados a la inversión inicial; es decir, los gastos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.
- b) Los movimientos de dinero relacionados a las operaciones normales del proyecto; es decir, los ingresos por ventas de bienes o servicios, y los gastos de producción, administración y ventas y
- c) Los movimientos de dinero relacionados al financiamiento de la inversión inicial; vale decir los préstamos obtenidos y su devolución.

Esta es la estructura básica del flujo de caja. Existen otras partidas que complementan el análisis, tales como el capital de trabajo estructural (que se asume como parte de la inversión inicial) y el escudo tributario (que se asume como una fuente informal de financiamiento).

#### **4.5.3 Flujo de caja de proyectos en empresas en funcionamiento**

Para Sapag (1995) el análisis de decisiones de reemplazo caracteriza al estudio de proyectos de empresas existentes. Muchos elementos del flujo de ingresos y egresos serán comunes para las dos situaciones sin proyecto y con proyecto de reemplazo.

Si bien no es posible generalizar al respecto, se puede intentar señalar aquellos factores que comúnmente son relevantes para la decisión por su carácter diferencial entre las alternativas en análisis. Así por ejemplo, deberá incluirse el monto de la inversión del equipo de reemplazo, el probable ingreso que generaría la venta del equipo antiguo y el efecto tributario de la utilidad o pérdida contable que pudiera devengar, los ahorros de costos o mayores ingresos, el mayor valor residual que pueda determinar la compra del equipo nuevo y los efectos tributarios que se podrían producir por las mayores utilidades o pérdidas contables, tanto por los cambios en los ingresos o

egresos como por los cambios en la depreciación y en la cuantía de los gastos financieros ocasionados por el reemplazo (Sapag, 1995).

El análisis de los antecedentes para tomar una decisión podrá efectuarse por el siguiente procedimiento. Consiste en proyectar por separado los flujos de ingresos y egresos relevantes de la situación actual y los de la situación nueva (Sapag, 1995).

#### **4.6 METODOS DE EVALUACIÓN**

Uno de los problemas fundamentales en torno a la evaluación de inversiones es determinar los rendimientos de los proyectos de inversión. Con una medida de rendimiento se puede dilucidar cuales proyectos conviene aceptar y cuales rechazar.

Para Ketelhöhn – Marín y Montiel (2004), los métodos para la evaluación de inversión pueden clasificarse en dos grupos fundamentales:

- Los métodos denominados aproximados, en donde se tienen el periodo o plazo de recuperación, y la rentabilidad contable o tasa de rendimiento contable.

- Los métodos que utilizan el valor cronológico de los flujos de efectivo, es decir, los que conceden al dinero importancia en función del tiempo. Estos métodos muchos mas refinados desde el punto de vista técnico, son: la tasa interna de rendimiento (TIR), el valor presente neto (VPN) y el valor presente neto ajustado (VPN ajustado).

**Tasa interna de rendimiento (TIR).** La TIR de un proyecto de inversión es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). En una forma alterna podemos decir que la TIR es la tasa que descuenta todos los flujos asociados con un proyecto a un valor de exactamente cero (Ketelhöhn – Marín y Montiel, 2004).

Para Franco (2005), se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de caja a cero. Es decir, la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. En otras palabras, la TIR es la tasa de descuento que hace que el VP de los flujos de caja sean iguales a la inversión inicial.

Criterio de decisión. Si la tasa interna de retorno del proyecto es mayor o igual a la tasa mínima de rendimiento requerida el proyecto se acepta, de lo contrario se rechaza.

**Valor presente neto.** El valor presente neto (VPN) es uno de los métodos básicos que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor, también actualizado, de las inversiones y otros egresos de efectivo. La tasa que se utiliza para descontar los flujos incluye un premio por el riesgo asumido por el proyecto, por debajo del cual la inversión no debe efectuarse. No cabe duda de que si el valor presente neto de un proyecto es positivo, la inversión deberá realizarse y si es negativo deberá rechazarse. Las inversiones con VPN positivos incrementan el valor de la empresa, puesto que tienen un rendimiento mayor que el mínimo aceptable (Ketelhöhn – Marín y Montiel, 2004).

Según Franco (2005), el valor presente neto de un proyecto es exactamente igual al incremento del patrimonio de los accionistas. Para saber por qué?, empecemos suponiendo que un proyecto tiene un valor presente neto de cero. En este caso el proyecto, reditúa un flujo suficiente para cumplir tres cosas:

- Para liquidar todos los pagos de intereses a aquellos acreedores que hayan prestado fondos para financiar el proyecto.

- Para liquidar todos los rendimientos esperados - dividendos y ganancias de capital- de aquellos accionistas que hayan aportado fondos de capital para el proyecto.
- Para liquidar la inversión inicial del proyecto.

Por lo tanto, un proyecto con VPN igual a cero es el que obtiene un rendimiento justo para compensar tanto a los acreedores como a los accionistas, y donde cada uno de ellos es compensado de acuerdo con los rendimientos que esperan a cambio del riesgo que corren. Un proyecto con un VPN positivo, retorna más que la tasa requerida de rendimiento y los accionistas reciben todos los excesos de flujo de efectivo, puesto que los tenedores de deuda tienen un derecho de naturaleza fija sobre la empresa. Es por esto, que el patrimonio de los accionistas aumenta en valor igual al VPN del proyecto.

## 5. METODOLOGIA

Durante el desarrollo de la investigación se contó con la participación y asesoría profesional del departamento de costos conocedores del sistema de costos que aplica la empresa, con el departamento de ingeniería quienes activamente participaron en el proyecto, aportando su experiencia y conocimiento practico en la ejecución de proyectos tanto en procesos de manufactura como en líneas de empaque, instituciones educativas universitarias, empresas privadas y libros focalizados en los temas de costos de producción y automatización donde se consultó la referencia bibliográfica con la cual se conceptualiza esta tesis de grado.

Este proyecto se desarrolló en el transcurso de seis meses, con las siguientes actividades:

### **5.1 Identificar el estado actual de las líneas de empaque en cuanto a tecnología (maquinaria) y personal operativo.**

**Actividades:** Se conceptualizó la situación actual de las líneas de empaque de la planta Dressing en cuanto a tecnología (maquinaria) y personal operativo para analizar cuantas líneas de empaque se tienen en la planta Dressing

empacando productos similares con el fin de identificar las variables a estudiar entre las cuales tenemos tecnología aplicada en las maquinas horizontales de envasado de producto y recurso humano necesario para el correcto funcionamiento de la línea, como se plantea en el capitulo 7 de esta tesis.

**Métodos:**

- Se analizaron las líneas de producción que empacan productos similares en cuanto a material de empaque a usar en el empackado del producto.
- Se realizo revisión documental y entrevistas con los dos coordinadores de mantenimiento de la planta de Mayonesa y Tomate respectivamente para conocer el tipo de tecnología usado en las líneas de empaque de la planta Dressing.
- Se diseño formato para recoger información de las líneas de empaque en cuanto a: estado de la maquina (manual ó automática), capacidad usada, eficiencia operativa, numero de operarios por turno. Ver anexo 1.
- Se analizaron los datos de competencias y habilidades técnicas de los trabajadores de las líneas de empaque de la planta Dressing para conocer nivel de educación y necesidad de capacitación del personal operativo. Estos datos fueron entregados por el jefe de capacitación de la empresa.



## **5.2 Identificar las etapas del proceso de una línea de empaque sin y con automatización en los finales de línea.**

**Actividades:** Se conceptualizó sobre la situación actual del proceso de las líneas de empaque de la planta Dressing con producto y empaque similar para analizar, identificar y estudiar las diferentes etapas que componen el proceso de una línea de empaque sin y con automatización en un final de línea.

### **Métodos:**

- Observación directa en las líneas de empaque donde no se tiene implementado automatización en los finales de línea.
- Observación directa en las líneas de empaque donde se tiene implementado automatización en los finales de línea.
- Se diseño formato estructurado para la recolección de datos de producción en cuanto a toneladas producidas basados en tiempo en los finales de línea sin y con automatización. Ver anexo 2
- Observación directa en la planta Dressing para identificar el flujo de producción en cuanto a preparación del proceso, envasado, encajado, estibado y almacenado del producto final en las líneas de empaque sin y con automatización en los finales de línea.

- Se utilizó estadísticas básicas descriptivas tales como: Sumatoria, Medidas de Centralización (Media aritmética), para calcular los parámetros de la productividad de las líneas de empaque con finales de línea con y sin automatización.
- Se utilizó formatos aplicados para recoger la información de producción de los diferentes productos que actualmente se fabrican en las líneas de empaque con el fin de conocer la productividad de estos en los finales de línea con y sin automatización. Ver anexo 3.

### **5.3 Seleccionar la maquinaria a utilizar en los finales de línea con sistemas de automatización.**

**Actividades:** Se conceptualizó y desarrollo el marco teórico acerca de los términos y propósitos de maquinaria con sistemas de automatización y se selecciono la maquinaria necesaria con automatización de acuerdo a las necesidades entregadas por el departamento de producción que se describe en el capítulo 8 de esta tesis.

#### **Métodos:**

- Observación directa en la línea de empaque Bossar de la planta Dressing donde se tiene implementado la automatización en el final de línea.

- Se utilizó la matriz y criterios, ver numeral 4.4.1 tabla 2, que se aplica para la selección de maquinaria en conjunto con el Gerente de Ingeniería de la empresa
- Observación directa y recolección de datos en formatos aplicados para recoger información de producción en conjunto con el departamento de planeación en cuanto a: Toneladas o unidades por minuto producidas y personal requerido de acuerdo a las toneladas proyectadas, productos a empacar, calidad de material de empaque, servicios necesarios para poner en marcha la maquinaria, tipo de mantenimiento empleado en maquinaria con sistemas de automatización. Ver anexo 4
- Se realizó revisión documental sobre el tema de automatización en finales de línea en máquinas de empaquetado de sobres en procesos alimenticios.

#### **5.4 Identificar los costos actuales y nuevos de los factores de producción a nivel de: costos de Depreciación, costos de Mantenimiento, costos de personal y costos de servicios (electricidad).**

**Actividades:** Se conceptualizó en el sistema de producción y costos dentro de la cadena de abastecimiento en el área de manufactura para analizar el flujo del proceso productivo en la planta Dressing y se identificaron factores de producción a estudiar entre los cuales tenemos: costos de depreciación,

costos de mantenimiento, costo de personal y costos de servicios. utilizados en las líneas de empaque de la planta Dressing.

**Métodos:**

- Se realizó revisión documental y entrevista con el analista de costos del área Dressing con el fin de conocer el sistema de costos que se aplica en el área de producción.
- Se realizó revisión documental y entrevista con el Gerente de Investigación y Desarrollo de la empresa con el fin de conocer sobre la forma de preparación de los diferentes productos que se manufacturan en la planta Dressing.
- Se diseñó formato en conjunto con el departamento de costos de la empresa aplicados para recoger la información de los costos actuales y nuevos de las siguientes variables: Depreciación, Mantenimiento, personal y servicios (electricidad). Ver Anexo 5.
- Se realizó revisión documental y entrevista con el analista de costos del área Dressing con el fin de conocer y analizar los costos de producción de la línea de empaque donde se tiene implementado la automatización.

**5.5 Proyectar los costos de producción de los finales de línea con y sin automatización y calcular el valor presente neto de los mismos empleando la metodología del costo actual equivalente.**

**Actividades:** Se conceptualizó y desarrollo el marco teórico acerca de los términos y propósitos de costos, costos de producción y automatización, que describe en el capítulo 4 de esta tesis. Se realizó y analizó los costos actuales de producción y proyectados con y sin automatización que se describe en el capítulo 8 de esta tesis.

**Métodos:**

- Se realizó recolección y estudio de los datos del comportamiento de los costos en conjunto con el analista de costos de la planta Dressing de las siguientes variables en el proceso de empaque: Mano de obra empleada, tecnología aplicada y flujograma actuales.
- Se diseñó formato aplicado para recoger la información de los equipos y tecnología existente en el mercado para los finales de línea aplicando el concepto de automatización con el objetivo de cuantificar el monto de las inversiones necesarias. Ver anexo 6.

- Se utilizo estadísticas básicas descriptivas tales como: Sumatoria, Medidas de Centralización (Media aritmética) y formulas básicas descriptivas de análisis financiero de la metodología del costo actual equivalente.

## **6. DESCRIPCION UNILEVER Y DESCRIPCION DEL PROCESO**

### **6.1 RESEÑA HISTORICA**

El nombre de la compañía a nivel global se conoce como Unilever, la cual es una empresa multinacional dedicada a la manufactura de dos tipos de negocios: Alimentos y productos de Cuidado Personal y del Hogar. La casa matriz esta localizada en los países de Gran Bretaña y Holanda. En Colombia se tienen tres fábricas, dos localizadas en el departamento del Valle del Cauca, una en la ciudad de Cali manufacturando productos alimenticios y otra manufacturando productos de cuidado personal y del hogar localizada en el municipio de Palmira, la tercera ubicada en el departamento de Cundinamarca localizada en la ciudad de Bogotá. El nombre de la compañía en la región andina es, Unilever Andina Colombia Ltda.

En la fábrica de alimentos se tienen seis plantas las cuales son: Planta Knorr, Planta Sazonadores líquidos, Planta de Tomate, Planta de Mayonesa, Planta de Margarinas y Planta de Cereales. Las marcas de esta división son: Fruco®, Hellmann`s®, Maizena®, Ades®, Knorr® y Rama®.

En la fabrica de Limpieza, se tiene las siguientes marcas: Jabón Coco Varela®, Lux ®, Rexona ®. En la fabrica de Belleza, se tienen las siguientes marcas: Close Up ®, Efficient ®, Ponds® , Sedal ®, Rexona ®.

## **6.2 SITUACION FINANCIERA E INDICADORES**

En las tablas siguientes se muestran los indicadores financieros de la compañía relacionados con: Tamaño, Dinámica, Rentabilidad, Endeudamiento, Eficiencia, Liquidez, Nomina y Otros.



**Tabla 3. Indicadores de: Tamaño, Dinámica y Rentabilidad**

Indicador	2005		2004		2003		2002		Promedio
	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Sector
<b>Tamaño</b>									
Ventas millones	575.885	3	605.900	2	124.297	11	104.683	12	68.631
Activos millones	434.125	3	487.060	2	162.544	7	148.764	7	54.707
Utilidad millones	14.408	7	36.771	2	3.944	8	-5.076	56	2.612
Patrimonio millones	313.147	2	321.802	2	108.530	6	90.861	6	33.792
<b>Dinámica</b>									
Crecimiento en Ventas (%)	-5	46	387	1	19	6	12	17	-16
Crecimiento en Activos (%)	-11	48	200	1	9	20	-5	40	-23
Crecimiento en Utilidades (%)	-61	44	832	4	178	6	64	11	-12
Crecimiento del Patrimonio (%)	-3	44	197	1	19	11	-18	43	-23
<b>Rentabilidad</b>									
Rentabilidad sobre Ventas (%)	3	29	6	12	3	16	-5	44	4
Rentabilidad sobre Activos (%)	3	30	8	9	2	23	-3	43	5
Rentabilidad sobre Patrimonio (%)	5	40	11	15	4	26	-6	43	8
Utilidad Operativa / Ventas (Rentabilidad operativa) (%)	3	58	5	35	1	43	-12	51	9

Fuente: Unilever. 2006

**Tabla 4. Indicadores de: Endeudamiento, Eficiencia y Liquidez**

Indicador	2005		2004		2003		2002		Promedio
	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Sector
<b>Endeudamiento</b>									
Endeudamiento (%)	28	14	34	16	33	17	39	22	38
Apalancamiento (%)	39	17	51	19	50	19	64	24	62
Pasivo Total / Ventas (%)	21	16	27	18	43	31	55	41	31
Pasivo Corriente/Pasivo Total (%)	90	31	93	28	88	19	89	20	86
<b>Eficiencia</b>									
Rotación de Cartera veces	46	18	52	14	71	25	74	28	52
Rotación de Inventarios veces	54	27	81	22	152	45	184	46	73
Rotación de Proveedores veces	64	45	69	30	137	49	208	51	54
Ciclo Operativo veces	36	13	64	19	86	21	49	16	71
<b>Liquidez</b>									
Razón Corriente razón	2	23	2	29	3	13	2	16	2
Prueba Acida razón	2	15	1	27	2	9	2	13	1
Capital de Trabajo millones	106.800	1	88.303	1	82.103	1	62.511	4	9.303

Fuente: Unilever. 2006

**Tabla 5. Indicadores de: Nomina y Otros**

Indicador	2005		2004		2003		2002		Promedio
	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Valor	Pos.	Sector
<b>Nomina</b>									
<b>Total de Empleados Personas</b>	939	5	480	9	639	7	638	8	0
<b>Hombres Personas</b>	529	4	256	5	392	4			0
<b>Mujeres Personas</b>	410	10	224	11	247	13			0
<b>Fijos Personas</b>	781	3	440	8	573	5			0
<b>Temporales Personas</b>	158	14	40	18	66	11			0
<b>Directivos Personas</b>	5	36	102	1	112	1			0
<b>Empleados Personas</b>	779	2	251	10	336	9			0
<b>Obreros Personas</b>	155	15	127	16	191	8			0
<b>Otros</b>									
<b>Rentabilidad Bruta (%)</b>	49	29	49	21	63	5	67	2	44
<b>Otros Ingresos/Utilidad Neta (%)</b>	144	70	47	38	160	47	-274	3	112
<b>Corrección Monetaria/Utilidad Neta (%)</b>	-14	61	-10	42	-9	36	29	10	1
<b>Importaciones - FOB U\$ Dólares</b>			14.319.355	10					0
<b>Exportaciones - FOB U\$ Dólares</b>			8.516.606	6					0

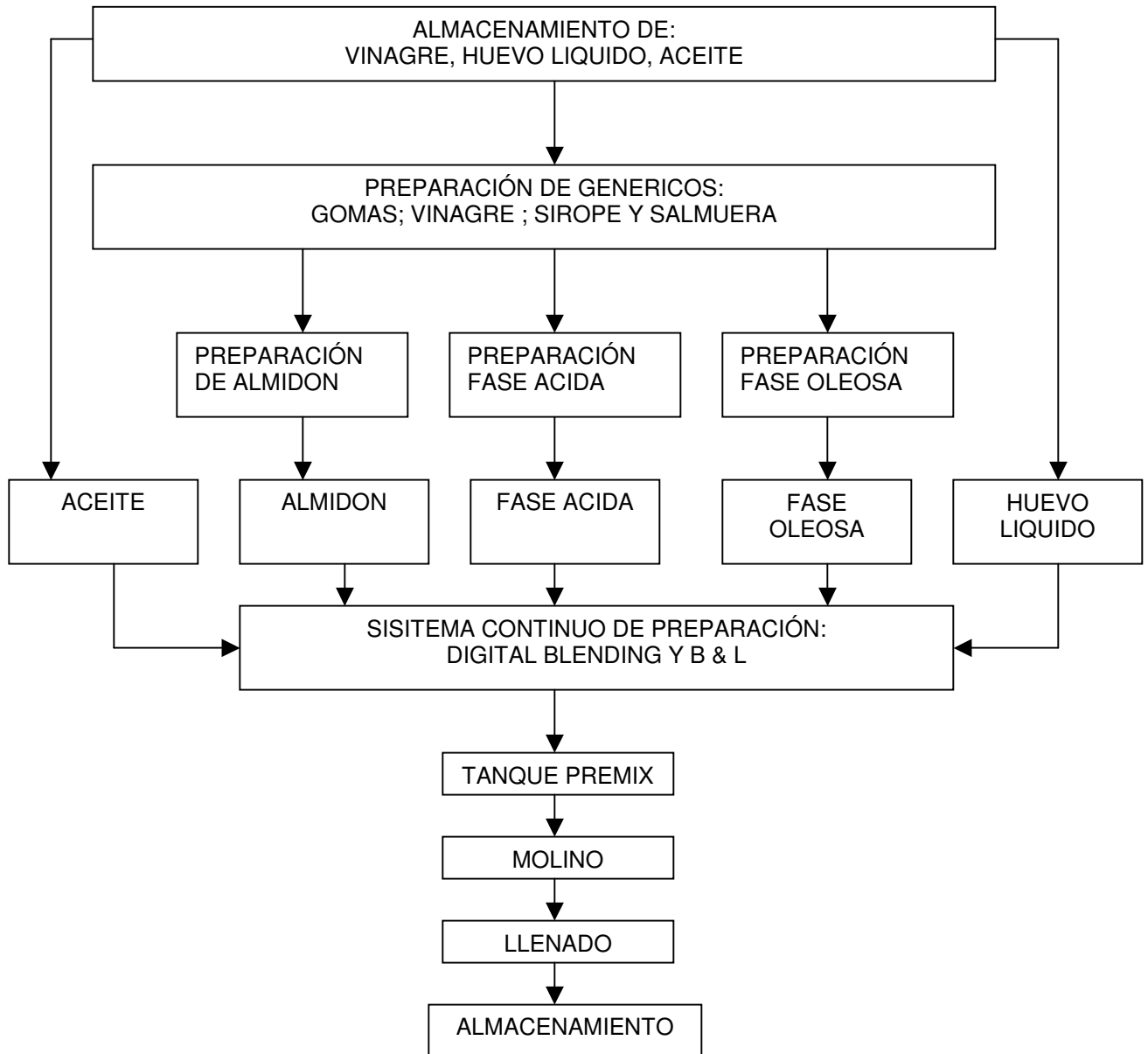
Fuente: Unilever. 2006

### **6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES QUE COMPONEN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PLANTA DRESSING.**

La planta Dressing se compone de dos procesos: el de Salsa de Tomate y Mayonesa. De este último se realizara en forma macro la descripción de las operaciones que componen el proceso de fabricación.

**6.3.1 Planta de Mayonesa.** Dentro de las operaciones que componen el proceso de fabricación de Mayonesa tenemos: El recibo y almacenamiento de materiales, la elaboración de genéricos, la preparación de fases y por último el proceso continuo y llenado. Ver diagrama de flujo figura 8.

**Figura 8. Flujo preparación de mayonesa**



Fuente: Unilever. 2001

**6.3.2 Recibo de Materiales.** El recibo de materiales se realiza para el huevo líquido, aceite y vinagre, como se muestra en el diagrama de flujo figura 8.

En la línea de huevo líquido antes y después de recibir un carro tanque con la mezcla de huevo se debe realizar un lavado y sanitización de las líneas, mangueras y elementos que se utilicen para la descarga. Se verifica la temperatura de la mezcla en el carro – tanque la cual debe mantenerse entre dos y tres grados centígrados (Unilever, 1999); esta temperatura se deberá mantener en los tanques de almacenamiento de proceso y para tal fin existe en el programa una variable de control para la temperatura crítica de almacenamiento de huevo líquido, ésta operación de enfriamiento es automática y se controla de acuerdo a un punto de control que se encuentra en la pantalla de los tanques.

El recibo de aceite se realiza por parte de la bodega y en ella se verifica por parte de control de calidad los análisis fisicoquímicos, también se somete a análisis organoléptico.

En el recibo de vinagre también se realiza por parte de bodega con el visto bueno de Control de Calidad de las variables de acidez y dureza (ph); también

es sometido a pruebas organolépticas. Estos tanques tienen indicación de nivel que permite visualizar su contenido desde planta.

**6.3.3 Elaboración de genéricos** En la preparación de los genéricos tenemos: La preparación de Sirope y Salmuera, la preparación de goma, la preparación de vinagre y ácidos y por último la mezcla de spicol a un porcentaje especificado. Ver diagrama de flujo figura 8.

La preparación de Salmuera y Sirope se realiza en forma automática en donde se selecciona la mezcla a preparar y se digita la cantidad a preparar. El equipo iniciará la operación automáticamente y ajustará los parámetros de acuerdo a la mezcla. Cuando estos parámetros son estables pasados cinco minutos finaliza la operación y procede a la descarga en los tanques de almacenamiento.

En la preparación de goma, se digita también la cantidad de mezcla de goma a preparar y una vez terminada la dosificación del aceite, se procede a agregar manualmente la goma. El sistema tiene programada agitación temporizada ya que el exceso de agitación produce una reacción exotérmica.

En la preparación de vinagre y ácidos, se digita la cantidad a preparar de vinagre y manualmente se adicionan los ingredientes ácidos, se analiza la

acidez y el ph de la mezcla. El almacenamiento tiene establecido agitación temporizada.

En la preparación de la mezcla de spicol al 3% (Unilever, 1999), esta se prepara por parte de los operarios de preparación y se almacena en recipientes a temperatura ambiente hasta el momento de ser utilizada.

**6.3.4 Preparación de fases.** Dentro del proceso de preparación de mayonesa se tienen dos fases: la fase ácida y la fase oleosa, ver diagrama de flujo figura 8.

Para la preparación de la fase ácida se selecciona la fórmula y cantidad a preparar y el tanque de destino de acuerdo al sistema donde se vaya a preparar el producto que la utilizará.

Esta fase se compone de las siguientes corrientes: Agua potable, Vinagre, Sirope y Salmuera en los porcentajes o pesos respectivos de acuerdo a la fórmula a preparar.

Para la preparación de la fase oleosa, el procedimiento es muy similar a la fase ácida y las seguridades son iguales. Dentro de esta fase están las



corrientes de aceite, esencias y spicol en los porcentajes respectivos de acuerdo a la formula a preparar.

**6.3.5 Proceso continuo y llenado.** En esta etapa se tienen dos sistemas continuos de preparación, los cuales son los encargados de la dosificación de las cinco corrientes de preparación de la mayonesa en las proporciones establecidas para la formación del producto, ver diagrama de flujo figura 8. La condición de operación de los sistemas es que las fases almacenadas sean compatibles con el producto a preparar y que en los tanques de almacenamiento previo a la dosificación (llamados tanque de cabeza) se encuentren disponibles las mezclas.

En los sistemas continuos de preparación las proporciones de las premezclas son verificadas por medidores de flujo masicos instalados en cada una de las corrientes y suministradas por bombas de desplazamiento positivo. En este proceso de deben verificar por parte del programa ciertos parámetros, las condiciones de la temperatura del aceite, la temperatura del huevo entre otros. Una vez verificado por los medidores de flujo la cantidad adecuada el sistema procede a cambiar las válvulas hacia el tanque de preparación, en donde se agitan las cinco corrientes para la formación de la emulsión y unión de esta. En

este tanque se deben controlar las revoluciones por minuto del agitador para las diferentes clases de mayonesa.

Después de realizada la mezcla de los ingredientes en los tanques de preparación se pasa a los molinos coloidales los cuales tiene la función de homogenizar y darle el punto final del producto a ser empacado. En la salida de los molinos es donde se toma la muestra para los análisis de producto en donde se analiza: el porcentaje de cloruros, el porcentaje de acidez, el Plummet y la prueba de transporte la cual se hace al producto terminado. De acuerdo a los resultados de las muestras se hacen las correcciones respectivas para que la mayonesa entre dentro de especificaciones.

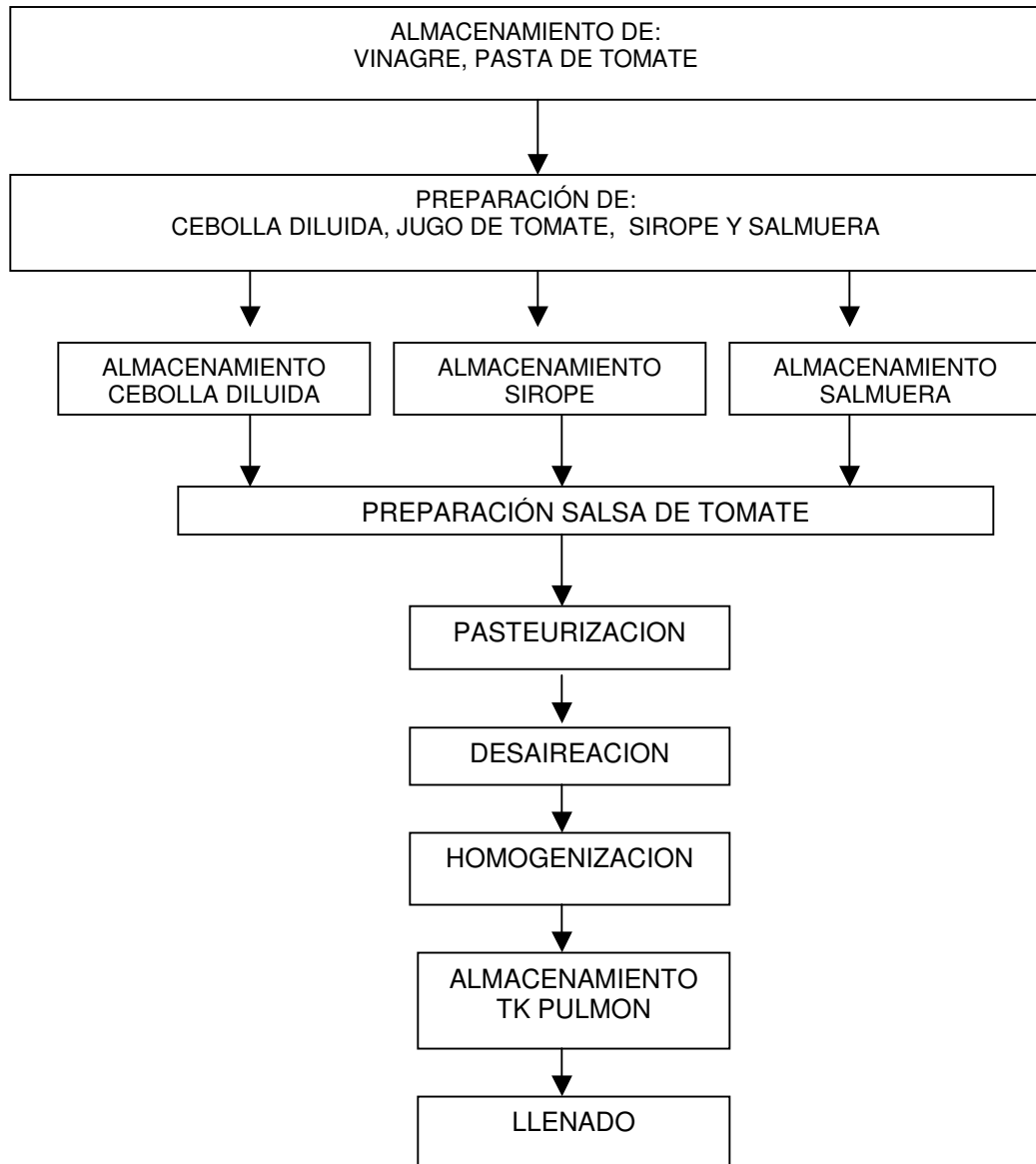
Por último se tienen las máquinas de llenado, en donde éstas tienen una tolva la cual esta enclavada con los molinos para el control de nivel para una operación continua. También se tiene un enclavamiento por nivel bajo en el tanque de preparación que impide su operación, esto para evitar que las bombas dosificadoras al molino ocluyan aire en el producto.

Toda la información de variables de proceso se consigna en una hoja de ruta del producto a preparar.

Como se dijo al principio la planta Dressing se compone de dos procesos: el de Salsa de Tomate y Mayonesa. El proceso de tomate no se explicara

detalladamente, solamente se representara el flujograma de las operaciones que componen el proceso de fabricación como se muestra en la figura 9.

**Figura 9. Flujo preparación de tomate**



Fuente: Unilever, 2001

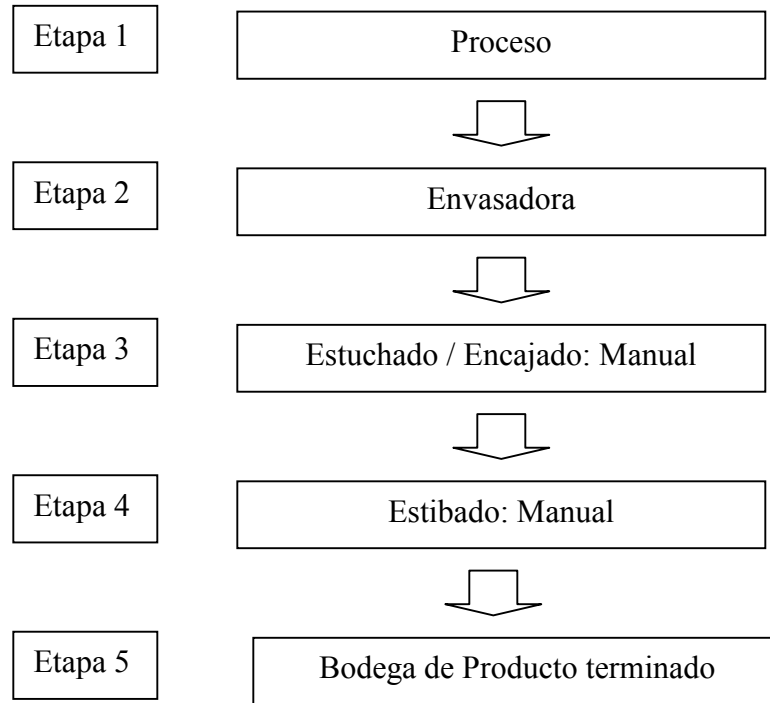
## **7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

### **7.1 ESTADO ACTUAL DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE EN LA PLANTA RESSING**

La situación actual en la planta Dressing se compone de la siguiente forma: Se tiene el área de proceso, seguido de la máquina envasadora y un final de línea en donde el recurso humano es utilizado para estuchar y/o encajar, seguido estas cajas son puestas en una estiba de madera manualmente en forma ordenada y secuencial de acuerdo a un formato preestablecido de estibado. Una vez habiendo pasado todas las etapas anteriores estas estibas son recogidas por un montacargas que las lleva a la bodega de producto terminado.

Las etapas siguientes que se salen de este proceso son llevar las estibas a un Centro Nacional de Distribución en donde los pedidos de los clientes son separados y despachados de acuerdo a la cantidad requerida. En la figura 10 se observa las etapas de la situación actual.

**Figura 10. Situación actual línea de empaque planta Dressing**



Fuente: Unilever, 2004

A continuación se presenta en la tabla 6, donde se describe la maquina existente en cada etapa del proceso. En la tabla 7, se describe la cantidad de colaboradores existentes en las líneas de empaque de la planta Dressing y en la figura 11 el diagrama actual de estos finales de línea.

**Tabla 6. Maquinaria existente líneas de empaque planta Dressing**

Línea de empaque	Envasadora	Estuchadora Semiautomática	Encajadora Manual	Estibado Manual	Tranporte Montacargas	Capacidad usada
Línea 1	Si	Si	Si	Si	Si	9,16 Display/min
Línea 2	Si	No necesita	Si	Si	Si	Cajas / min
Línea 3	Si	Si	Si	Si	Si	9,7 Display / min
Línea 4	Si	No necesita	Si	Si	Si	3,3 Cajas / min
Línea 5	Si	No necesita	Si	Si	Si	2,5 Cajas / min

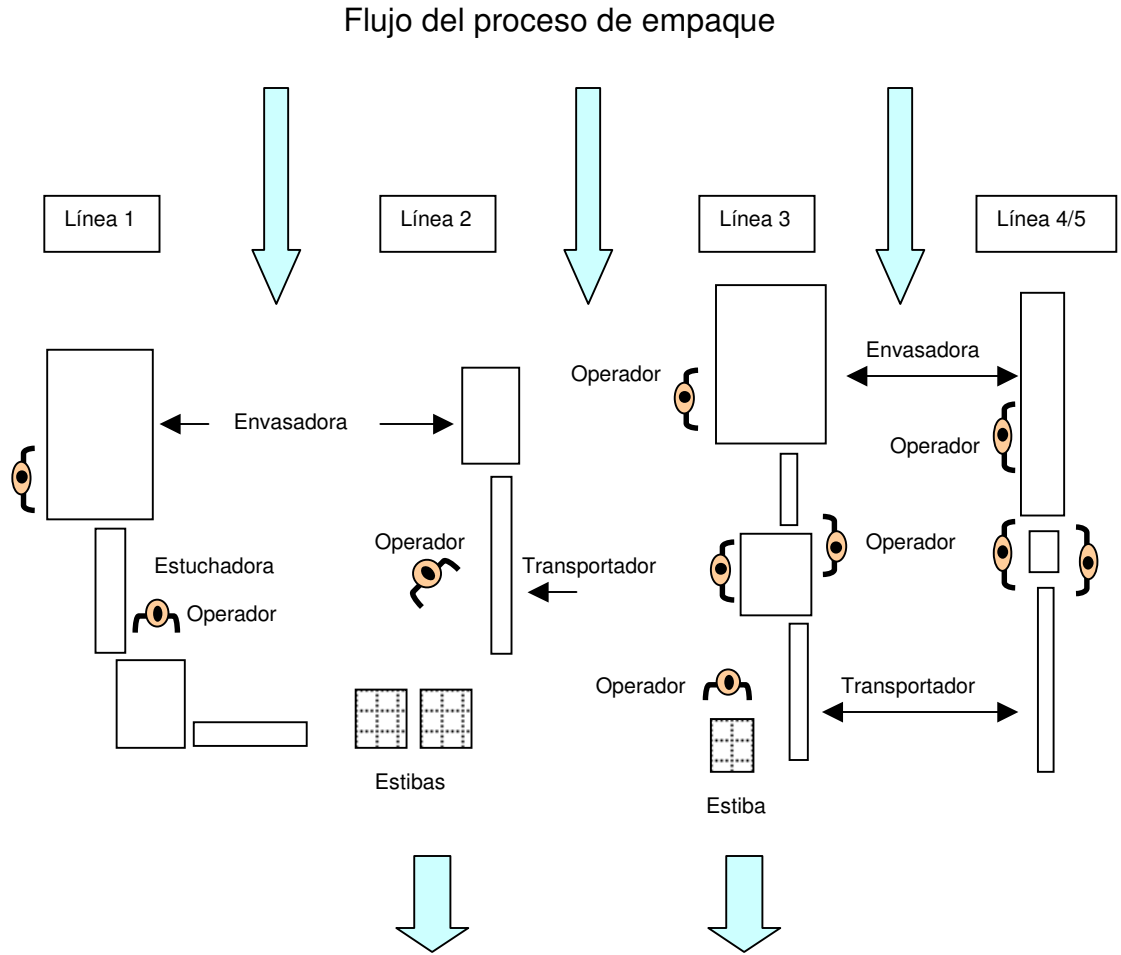
Fuente: Unilever, 2004

**Tabla 7. Personal actual líneas de empaque planta Dressing**

	Personal	Turnos	Maquinas	Total
Línea 1	3	3	1	9
Línea 2	1	3	1	3
Línea 3	4	3	1	12
Línea 4/5	3	3	2	18
Total				42

Fuente: Unilever, 2004

**Figura 11. Líneas de empaque y operadores actuales planta Dressing**



Fuente: Unilever, 2004

## 7.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUALES PLANTA DRESSING

Los costos de producción en la fabrica se distribuyen de la siguiente forma: Primero se tienen unos centro de costos productivos, dentro de las cuales se tienen las siguientes áreas de costos: Depreciación, Mantenimiento, Producción, Seguros de vida, Utilities (servicios), Bodega, y Calidad. Dentro de estas áreas se tienen ciertas categorías a las que finalmente se le imputan los gastos.

Para el estudio se seleccionaron:

- a) Los centro de costos productivos en donde se encuentran las líneas de empaque de la planta Dressing. (Centro de costos: 1011 – 1012 –1014 – 1013), los cuales se llamarán en el análisis, Línea 1, Línea 2, Línea 3, Línea 4/5
- b) Las áreas de costos: Depreciación, Mantenimiento, Producción y Utilities (servicios)
- c) Las categorías: Depreciación de maquinaria, Reparación y Mantenimiento, Contratación de Personal, Servicios electricidad.



En la tabla 8, se presentan los costos reales causados en el año 2004 sin automatización de los finales de línea de la planta Dressing de acuerdo a la distribución descrita anteriormente.

**Tabla 8. Costos año 2004 Líneas de empaque Planta Dressing.**

Año	2004		
Planta	Dressing	<i>Pesos Colombianos</i>	
			Datos
			<b>Gasto</b>
WC	Área de Costos	Categoría Secundaria	<b>Real</b>
1011	Depreciación	Dep.Exp.T/F Plant and Machinery Stan	44.260.368
	Mantenimiento	R.y M/TERCER.REPTOS-PLANTA Y MAQUINA	7.562.391
		Reptos y Partes de Ingen CR 25/35	12.717.668
	Producción	CONTRATACION DE PERSONAL	80.477.216
	Utilities	Servicios-Electricidad	5.904.276
1012	Depreciación	Dep.Exp.T/F Plant and Machinery Stan	3.327.976
	Mantenimiento	R.y M/TERCER.REPTOS-PLANTA Y MAQUINA	12.861.023
		Reptos y Partes de Ingen CR 25/35	6.307.681
	Producción	CONTRATACION DE PERSONAL	33.492.329
	Utilities	Servicios-Electricidad	5.670.269
1013	Depreciación	Dep.Exp.T/F Plant and Machinery Stan	112.730.576
	Mantenimiento	R.y M/TERCER.REPTOS-PLANTA Y MAQUINA	61.231.152
		Reptos y Partes de Ingen CR 25/35	67.241.170
	Producción	CONTRATACION DE PERSONAL	326.188.958
	Utilities	Servicios-Electricidad	34.574.216
1014	Depreciación	Dep.Exp.T/F Plant and Machinery Stan	42.555.616
	Mantenimiento	R.y M/TERCER.REPTOS-PLANTA Y MAQUINA	9.704.276
		Reptos y Partes de Ingen CR 25/35	25.094.867
	Producción	CONTRATACION DE PERSONAL	111.566.064
	Utilities	Servicios-Electricidad	5.754.089
Total general			<b>1.009.222.181</b>

<b>Real'04</b>	1011	1012	1013	1014	Total
Depreciacion	44.260.368	3.327.976	112.730.576	42.555.616	202.874.536
Mantenimiento	20.280.059	19.168.704	128.472.322	34.799.143	202.720.228
Personal	80.477.216	33.492.329	326.188.958	111.566.064	551.724.567
Servicios-Electricidad	5.904.276	5.670.269	34.574.216	5.754.089	51.902.850
Total	150.921.919	61.659.278	601.966.072	194.674.912	1.009.222.181

Fuente: Unilever, 2004

## **8 PROPUESTA PARA CUANTIFICAR LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZANDO LOS FINALES DE LÍNEA DE LA PLANTA DRESSING**

Para poder cuantificar la reducción de los costos de producción automatizando los finales de línea de la planta Dressing (Tomate y Mayonesa), en la etapa de formulación y preparación se reconocieron dos subetapas: una que se caracterizó por recopilar información, y otra que se encargó de sistematizar, en términos monetarios, la información disponible.

Uno de los resultados de la etapa de formulación y preparación en la subetapa recopilar información fue definir la función de producción que optimice la utilización de los recursos humanos y físicos disponibles en la producción de los bienes. De aquí también se obtuvo la información necesaria de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

En particular, de esta etapa se determinaron los requerimientos sobre los equipos y tecnología para la operación y el monto de la inversión correspondiente aplicando el concepto de automatización explicado en el capítulo 4 numeral 4.2. Del análisis de las características y especificaciones

técnicas de las máquinas se precisó su disposición en la planta, la que a su vez permitió dimensionar las necesidades de espacio físico para su normal operación.

El análisis de estos mismos antecedentes hizo posible cuantificar las necesidades de mano de obra. De igual manera, se dedujeron los costos de: mantenimiento y reparaciones, Depreciación de la maquinaria y Servicios (Electricidad).

A continuación se presenta una propuesta de las etapas que componen el proceso de una línea de empaque en donde se encuentra la automatización de los finales de línea como se muestra en la figura 12. Esta línea se compone de las siguientes máquinas:

Una Llenadora (Vertical u Horizontal).

Una Estuchadora.

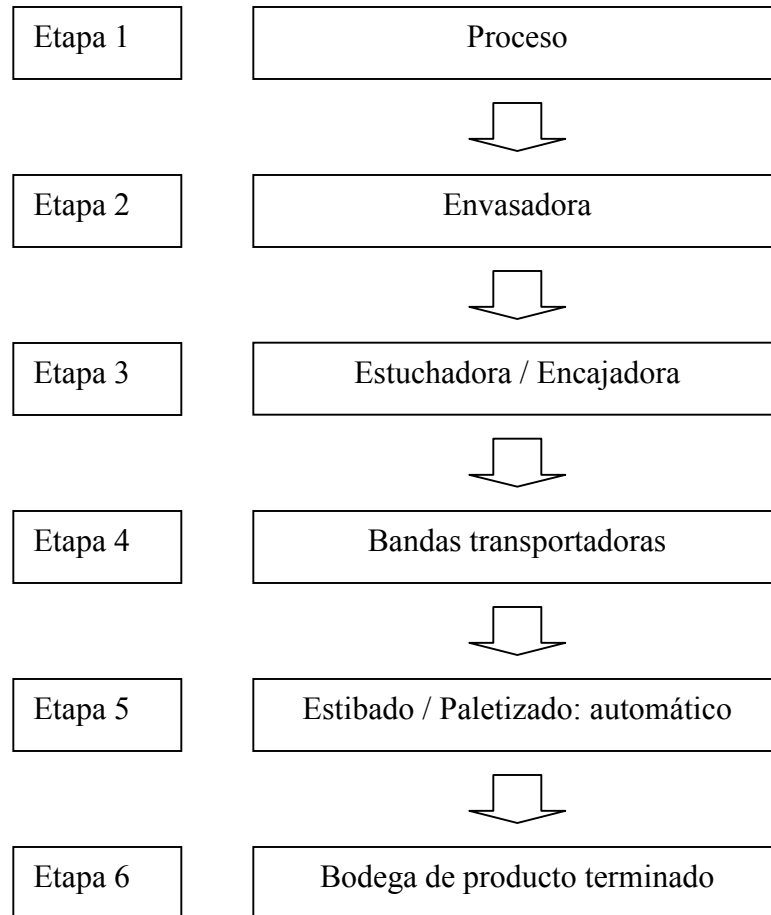
Una Encajadora.

Bandas Transportadoras.

Estibado de las cajas corrugadas (producto terminado)

Entrega de Unidades a Bodega de Producto terminado.

**Figura 12. Etapas del proceso de una línea de empaque con automatización de los finales de línea**



Fuente: Unilever, 2004

*Etapa 1. Proceso.* En esta etapa, se preparan todos los insumos y materias primas que serán mezcladas y homogenizadas de acuerdo a una fórmula preestablecida. Estas emulsiones pasan por una serie de equipos que realizan las acciones de pesar, mezclar, pasteurizar, enfriar, desairear y posteriormente pasa a la etapa de envasado.

*Etapa 2. Envasadora.* Aquí la emulsión preparada en la primera etapa es llevada por medio de tuberías a una maquina llamada envasadora en donde su función es armar, sellar y dosificar sobres con una medida predeterminada para las diferentes presentación que la compañía tiene.

*Etapa 3. Estuchadora / Encajadora.* Una vez, que el sobre ha sido armado y llenado es llevado a la estuchadora que se encarga de ordenar los sobres en grupos y guardarlos en cajas de cartón para su embalaje final.

*Etapa 4. Bandas Transportadoras.* Puestos los sobres en sus cajas de cartón, estas son llevadas por una banda transportadora motorizadas en donde su función es transportarlas a un destino final que es la sección de Estibado.

*Etapa 5. Estibado.* Una vez habiendo pasado todas las etapas anteriores, las cajas son llevadas a esta sección en donde la función es coger la caja y en forma ordenada y secuencial ponerla en un sitio predeterminado en una estiba de madera. Para este proceso se usa un robot.

*Etapa 6. Bodega de producto terminado.* Para poder cerrar una orden de trabajo, el coordinador de bodega deberá recibir los documentos que acrediten el trabajo realizado por los responsables de área. Una vez realizado este

trabajo se procederá a mover las estiba a un lugar predeterminado en la bodega de producto terminado. Las etapas siguientes que se salen de este proceso son llevar las estibas a un Centro Nacional de Distribución en donde los pedidos de los clientes son separados y despachados de acuerdo a la cantidad requerida.

## **8.1 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA**

La selección de la maquinaria se determinó de acuerdo con las necesidades detectadas en la situación actual y en los criterios explicados en el numeral 4.4 y Tabla 2 de Estrategia de Procesos y Selección de Maquinaria y equipo. La capacidad de producción instalada en la envasadora no se va a modificar.

A continuación se describen las maquinas requeridas para la automatización de las líneas de empaçado. Estas se clasifican en:

- a) Maquina Estuchadora
- b) Maquina Encajadora
- c) Equipo Bandas Transportadoras
- d) Maquina Paletizadora ó Robot ordenador de cajas en estibas.

En el mercado se encuentran varias marcas reconocidas (ver tabla 9) en la fabricación de estos finales de líneas, para el estudio se escogió la firma Volpak de España ya que cumplió con los criterios de aceptación descritos en el numeral 4.4, y con la tabla 2.

**Tabla 9. Criterios y cuantificación para selección de la firma en donde se cotizara la maquinaria.**

<b>Firma</b>	<b>Costos de producción</b>	<b>Calidad</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Formación de Operarios</b>
Volpak (España) (Puntos totales: 37 de 40)	Costos Fijos bajos, variables bajos (Puntos: 10)	Muy Alta (Puntos: 10)	Calificado (Puntos:7)	Relativamente cualificados (Puntos:10)
Tecmar (Argentina) (Puntos totales: 26 de 40)	Costos fijos dependen de la flexibilidad de la operación, variables bajos. (Puntos: 7)	Alta (Puntos: 7)	Calificado (Puntos: 7)	Altamente entrenados (Puntos:5)
Cramsa (Argentina) (Puntos totales: 20 de 40)	Costos fijos altos, variables bajos (Puntos: 5)	Media (Puntos: 5)	Muy calificado (Puntos: 5)	Altamente entrenados (Puntos:5)

Fuente: Unilever Andina Colombia, Departamento de Ingeniería.

**8.1.1 Maquina Estuchadora.** El estuchado provee de un embalaje individual al producto, en general de cartón, formado por la propia máquina a partir de un estuche preconfeccionado. Según las necesidades, se pueden aplicar distintos procesos intermedios en el estuchado como la impresión de datos en el estuche (lote, fecha, consumo preferente, entre otros), lector de código de barras (sistema de seguridad que verifica la coincidencia entre contenido y contenedor), la inclusión de folletos, prospectos, o distintos productos dentro de un mismo estuche, etc.

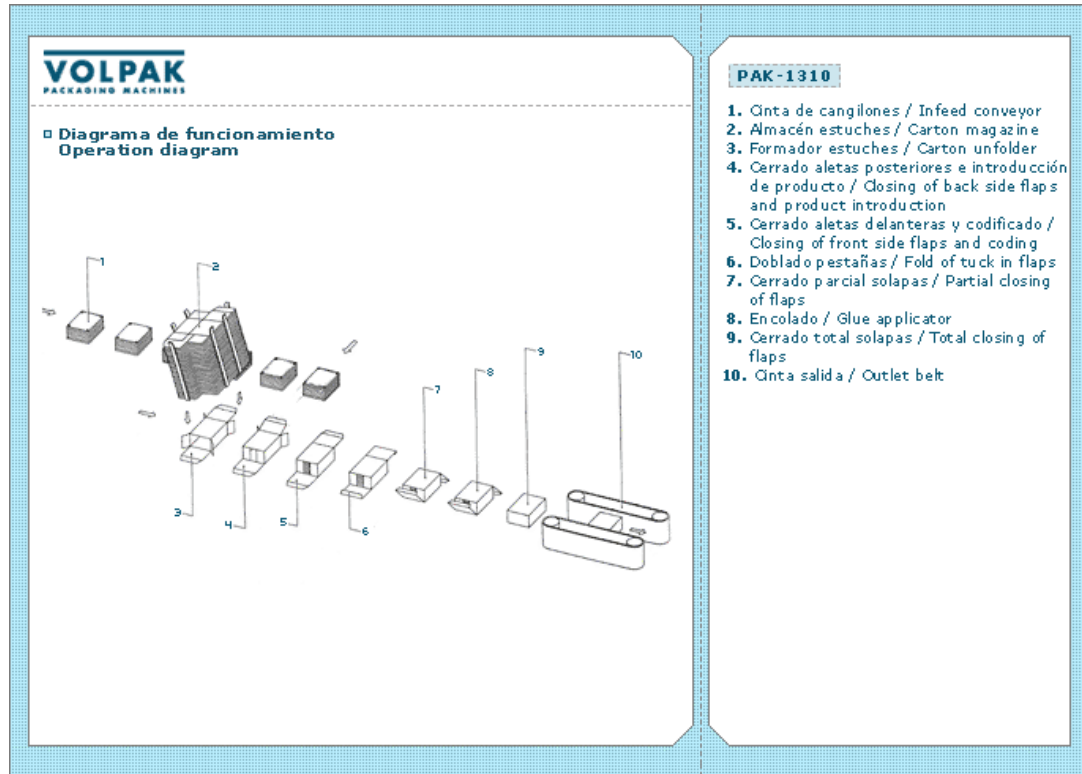
Con las especificaciones técnicas actuales, se seleccionó la estuchadora intermitente PAK de la firma Volpak ya que esta máquina es especializada en el estuchado de todo tipo de sobres y bolsas tanto para la industria alimentaria como farmacéutica como se muestra en la figura 13.

Las estuchadoras de la serie PAK han sido específicamente desarrolladas buscando la sencillez de sus mecanismos y facilidad de manejo, para ser integradas a líneas de envasado, estuchado y encajado.

Su gran versatilidad permite trabajar con presentaciones de estuche ya sea completamente cuadrado o con lados desiguales, así como con varios sistemas de cerrado (Volpak, 2004).



**Figura 13. Estuchadora Volpak PAK - 1310**



Fuente: Volpak, 2004

**8.1.2 Máquina Encajadora.** El encajado dispone de forma ordenada distintos productos, estuchados o no, dentro de una misma caja o contenedor fabricado por la propia máquina a partir de una bobina del material base. Asimismo y según las necesidades de acabado, se pueden aplicar distintos procesos intermedios en el encajado como la impresión de datos en la caja (lote, fecha, entre otros), sistemas de cierre de cajas por goma en caliente, etc.

Los sistemas de encajado son especialmente adecuados para manejar una amplia variedad de productos, estuches, bolsas de todo tipo, sobres verticales y latas, los cuales deben ser protegido mediante un embalaje estándar en caja de cartón.

Volpak cuenta con una gama de encajadoras que está compuesta por la serie DAINA para el encajado lateral de productos tipo estuches, paquetes cuadrados etc; la serie PK para el encajado inferior de productos tipo bolsas de fondo estable, paquetes cuadrados etc; la serie DP para el encajado de sobres tipo verticales; la serie TAC para la formación de cajas e integrable a líneas DP; y finalmente la serie DBAG especializada en el encajado de sobres verticales en cajas o bandejas de cartón plegables (Volpak, 2004).

Con las especificaciones técnicas actuales, se seleccionó la serie DP para el encajado de sobres tipo verticales según se muestra en la figura 14.

Esta serie DP son máquinas agrupadoras y encajadoras servomotorizadas de carga superior para envases tipo verticales. Los sobres son dispuestos en posición horizontal y en capas alternas para optimizar al máximo el espacio dentro de la caja (Volpak, 2004).

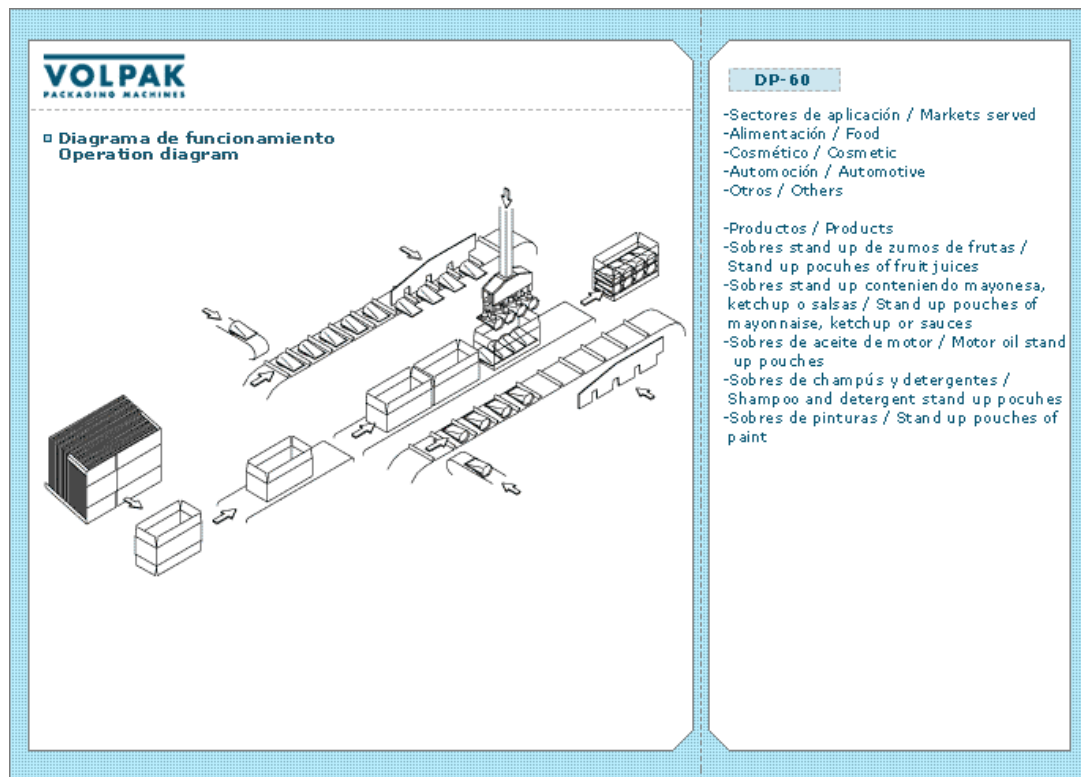
Mayormente se utiliza para sobres conteniendo líquidos en su interior, es por ello que durante todo el proceso de agrupado y encajado el sobre circula en

posición horizontal, lo que garantiza la máxima estabilidad en su comportamiento y consecuentemente la mayor fiabilidad y optimización de su rendimiento.

Los mecanismos han sido diseñados para minimizar el tiempo de cambio de formato, incluso el cabezal introductor es fácilmente extraíble e intercambiable con otro en el caso de que se deseen agrupaciones muy distintas.

Al tratarse de equipos que eminentemente trabajan con sobre de líquidos, la facilidad de limpieza también es un aspecto que se ha tenido muy en cuenta ya que minimiza los tiempos de paro y facilita un mantenimiento adecuado, característica muy importante para lograr rendimientos elevados.

Figura 14. Encajadora Volpak DP - 60



Fuente: Volpak, 2004

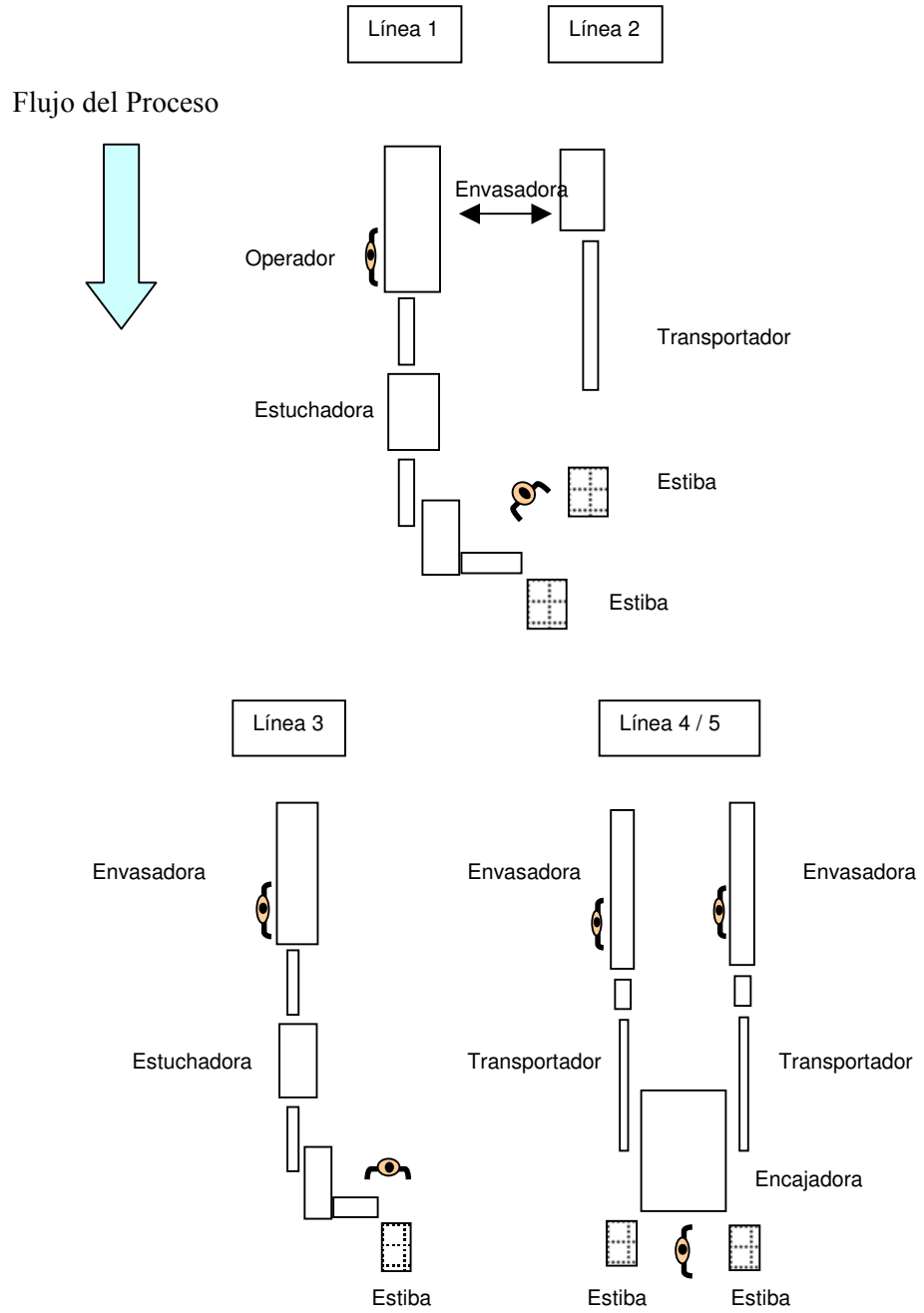
En la tabla 10, se presenta las maquinas propuestas para las líneas de empaque de la planta Dressing y en la figura 15 el esquema de los finales de línea propuestos con sus respectivos operadores.

**Tabla 10. Maquinaria propuesta líneas de empaque planta Dressing**

Línea de empaque	Envasadora	Estuchadora Automática	Encajadora Automática	Estibado Manual	Tranporte Montacargas	Capacidad usada
Línea 1	Si	Si	Si	Si	Si	9,16 Display/min
Línea 2	Si	No necesita	No	Si	Si	Cajas / min
Línea 3	Si	Si	Si	Si	Si	9,7 Display / min
Línea 4	Si	No necesita	Si	Si	Si	3,3 Cajas / min
Línea 5	Si	No necesita		Si	Si	2,5 Cajas / min

Fuente: Unilever andina Colombia, Departamento de Ingeniería.

**Figura 15. Finales de línea propuestos con sus respectivos operadores.**



Fuente: Unilever, 2005

## **8.2 ANALISIS DE COSTOS**

### **8.2.1 Costos de producción automatizando finales de línea.**

EL paso siguiente fue el de presupuestar los costos de producción para los años venideros en los diferentes centros de costos, áreas de costos y categorías definidas anteriormente, con la posibilidad de comprar la maquinaria para los finales de línea que permitirán reducir los costos de producción.

Las consideraciones iniciales de acuerdo a la necesidad de que cada línea de empaque tuviera un final de línea automatizado fueron: se comprará una encajadora que recibirá la producción de la línea 4 y 5, ya que estas dos líneas mueven el 80% de la producción de la planta Dressing y deberán trabajar en el mismo formato de producción cuando estén produciendo. De acuerdo a esta selección de maquinaria se presupuestaron los costos nuevos de: Depreciación, mantenimiento, personal y servicio – electricidad.

**Nuevo costo de Depreciación.** El primer paso fue, el de encontrar el valor de depreciación en las diferentes líneas, el criterio escogido fue que todos los equipos actuales se deprecian anualmente en un 10% de su valor, a partir del momento de su adquisición por quince años. A este valor se le suma el costo de la depreciación de las maquinas nuevas lo que incrementará el valor total de la depreciación. La maquina nueva se instalara en la línea 4/5. En la tabla 11, se muestran los valores de la depreciación en las diferentes líneas con los criterios escogidos para el cálculo de estos valores.

**Tabla 11. Valor de la depreciación**

GASTOS CON PROYECTO	
Estuchadora euros	0
Encajadora euros	263.000
1 euro	3.268 pesos
Impuestos	30%
Montaje	5%
Años a depreciar	15
Porcentaje a depreciar anual=10%	90%

Ppto'05 Depreciacion (pesos col.)					
Maquinas nuevas	Cantidad	Valor maquina	Valor : Impuestos - transporte	Valor: Montaje y puesta en marcha	Valor a Depreciar
Estuchadora	2	0	0	0	0
Encajadora para las línea 4/5	1	859.484.000	257.845.200	42.974.200	1.160.303.400
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>859.484.000</b>	<b>257.845.200</b>	<b>42.974.200</b>	<b>1.160.303.400</b>

Líneas Empaque	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4/5	Total
<b>Gasto (pesos col.)</b>	<b>39.834.331</b>	<b>2.995.178</b>	<b>38.300.054</b>	<b>178.811.078</b>	<b>259.940.642</b>



**Nuevo costo de Mantenimiento.** El segundo paso fue, el de encontrar el valor del costo mantenimiento. Éste se calculó de la siguiente forma: Se halló el costo unitario del rubro Mantenimiento del 2004 en pesos / tonelada (\$/Ton), se proyectó las toneladas a producir para el 2005 en la planta Dressing y en sus respectivas líneas. La multiplicación del valor unitario por las toneladas a producir, dio el valor del mantenimiento en las diferentes líneas. En la línea 4/5 al valor resultante de esta multiplicación se le sumó el costo anual de mantener la nueva máquina. En la tabla 12, se muestran los costos de mantenimiento en las diferentes líneas con los criterios escogidos para el cálculo de estos valores.

**Tabla 12. Valor del Mantenimiento**

Ppto'05 Mantenimiento (pesos col.)					
Ton - 05	20.496	% Participacion	Tons - 05	Unitario (\$/ton) - 04	IPP
Tecmar	Línea 1	8%	1.537	10.841	5,25%
Inox	Línea 2	5%	1.025		
Cramsa	Línea 3	8%	1.537		
Emzo I y II / Volpak	Línea 4 / 5	80%	16.397		
Gastos de una encajadora Anual	6.000.000				
<b>Líneas de Empaque</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>Línea 4/5</b>	<b>Total</b>
<b>Gasto (pesos col.)</b>	<b>17.539.126</b>	<b>11.692.751</b>	<b>17.539.126</b>	<b>199.084.015</b>	<b>245.855.019</b>

**Nuevo costo de Mano de obra.** EL tercer paso fue, el de encontrar el valor del rubro costo personal, este se calculo sacando el costo unitario del rubro Mano de obra en pesos / colaborador (\$/colaborador), que salió de dividir el valor gastado en cada línea de empaque por mano de obra, entre el numero de colaboradores respectivos del año 2004. Calculado este unitario, se multiplico por la situación propuesta del número de colaboradores por línea. Estos valores fueron afectados por la inflación estimada para el año 2005. En la tabla 9, se muestran los valores de la mano de obra en las diferentes líneas con los criterios descritos anteriormente para el cálculo de estos valores.

**Tabla 9. Valor de la Mano de Obra**

Ppto'05 Personal (pesos col.)					
Inflacion - 05	1,0525				
<b>Situacion año'04</b>	No. Colaboradores	No. Turnos	No. Maquinas	Total Colaboradores	
Línea 1	3	3	1	9	
Línea 2	1	3	1	3	
Línea 3	4	3	1	12	
Línea 4/5	3	3	2	18	
Total				42	
	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4/5	
Unitario (\$ / colaborador)	8.941.913	11.164.110	9.297.172	18.121.609	
<b>Situacion Propuesta</b>	No. Colaboradores	No. Turnos	No. Maquinas	Total Colaboradores	
Línea 1	3	3	1	9	
Línea 2	0	3	1	0	
Línea 3	3	3	1	9	
Línea 4/5	1,5	3	2	9	
Total				27	
<b>Líneas de Empaque</b>	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4/5	Total
Gasto (pesos col.)	84.702.270	0	88.067.462	171.656.939	344.426.671

**Nuevo costo de Servicios.** EL cuarto paso fue, el de encontrar el valor del costo servicio - electricidad, este se calculo de la siguiente forma: Se encontró el valor unitario de cuanto se gasta en energía por tonelada por línea del año 2004. Este valor se multiplica por las toneladas proyectadas para el año 2005 y da el gasto total de energía por línea. Para la línea 4/5 se le suma el nuevo gasto de energía que consumirá la nueva maquina. En la tabla 14, se muestran los valores del servicio electricidad en las diferentes líneas con los criterios escogidos para el cálculo de estos valores.

**Tabla 14. Valor del Servicio - Electricidad**

Servicio - Electricidad (pesos col.)					
Tons - 04	18.700				
Valor Kw-hr (\$/Kw - hr)	180				
	Gastos - 04 (\$)	Tons - 04	Unitario (\$ / Ton)	Tons - 05	
Línea 1	5.904.276	1.403	4210	1.537	
Línea 2	5.670.269	935	6064	1.025	
Línea 3	5.754.089	1.403	4103	1.537	
Línea 4/5	34.574.216	14.960	2311	16.397	
Energía a consumir por la maquina nueva	Nuevos Kw-hr	Tiempo operacional (hr) - 04	Tiempo operacional (hr) - 05		
Línea 1	0	3.331	3.651		
Línea 2	0	5.499	6.027		
Línea 3	0	3.655	4.006		
Línea 4/5	2,74	12.588	13.797		
<b>Líneas de Empaque</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>Línea 4/5</b>	<b>Total</b>
<b>Gasto (pesos col.)</b>	<b>6.471.339</b>	<b>6.214.857</b>	<b>6.306.728</b>	<b>44.699.494</b>	<b>63.692.418</b>

Con los valores descritos anteriormente en los diferentes rubros y en sus respectivas líneas de empaque, se construyeron los gastos que se generaran en la planta Dressing automatizando los finales de línea, tal como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15. Valores por rubros automatizando finales de línea**

<b>GASTOS CON PROYECTO</b>					
<b>Presupuesto'05</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>Línea 4/5</b>	<b>Total</b>
Depreciacion	39.834.331	2.995.178	38.300.054	178.811.078	259.940.642
Mantenimiento	17.539.126	11.692.751	17.539.126	199.084.015	245.855.019
Personal	84.702.270	0	88.067.462	171.656.939	344.426.671
Servicios-Electricidad	6.471.339	6.214.857	6.306.728	44.699.494	63.692.418
<b>Total</b>	<b>148.547.067</b>	<b>20.902.787</b>	<b>150.213.370</b>	<b>594.251.527</b>	<b>913.914.750</b>

## **9. EVALUACION DE LA INVERSION**

El estudio de este capítulo pretende contestar el interrogante de si es o no conveniente realizar una determinada inversión para reducir los costos de producción automatizando los finales de línea de la planta Dressing.

Con este objeto, el estudio de cuantificar la reducción de los costos de producción debe intentar simular con el máximo de precisión lo que sucedería al proyecto si fuese implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se lograra en su puesta en marcha. De esta forma, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por tanto, que puedan evaluarse.

El proceso de cuantificar los costos de producción automatizando los finales de línea de la planta Dressing reconoce, dos grandes etapas: la de formulación - preparación y la de evaluación. En la primera se tuvo como objetivo definir todas las características que tuvieron algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios por la automatización de los finales de línea y calcular su magnitud. En la segunda etapa, con metodologías muy definidas, se busco determinar la rentabilidad de la inversión de automatizar los finales

de línea de la planta Dressing para reducir los costos de producción de dicha planta.

En la etapa de formulación - preparación se reconocieron a su vez, dos subetapas: una que se caracterizó por recopilar información existente de los costos de producción de las líneas de empaque, y otra que se encargó de sistematizar, en términos monetarios, la información disponible. Esta información se traduce en la construcción de unos ingresos y egresos, que sirvió de base para la evaluación de los costos de producción utilizando máquinas automatizadas en los finales de línea.

Por otra parte, en la etapa de evaluación se realizó la medición del valor presente neto sobre la diferencia de los ingresos y egresos con proyecto y sin proyecto.

Para realizar lo anterior se hicieron los siguientes cálculos: Los datos de las toneladas del periodo 2004 – 2009 fueron entregados por el Gerente de Producción. Se proyectaron las toneladas a producir en el periodo 2010 – 2013, esta proyección fue entregada por el Gerente de Mercadeo del negocio Dressing de la compañía; se proyectaron los ingresos y egresos de los rubros Depreciación, Mantenimiento, Personal y servicios sin y con proyecto; en el rubro Depreciación sin y con proyecto, el valor de la proyección fue afectado

por el 10% de depreciación anual. El valor de la depreciación con proyecto en los años 2008, 2010 y 2012 se tuvo en cuenta restar los valores de depreciación de las maquinas que cumplían su ciclo de los 15 años de uso. Ver tabla 16.

**Tabla 16. Valor de las maquinas a quitar del rubro Depreciación.**

AÑO		Valor	Modelo de la maquina
2007	Se deja de depreciar maquina L1	\$ 87.510.000	1992
2009	se deja de depreciar maquina L2	\$ 25.510.220	1994
2011	Se deja de depreciar maquina L3	\$ 35.120.000	1996

Cabe aclarar que no estamos asumiendo el valor de mercado de los equipos instalados ni antes ni después. Se plantea solamente una disminución del costo de mano de obra. Tampoco se opto por reemplazo de los equipos existentes.

En el rubro Mantenimiento sin y con proyecto, el valor unitario en pesos por tonelada (\$/ton) fue afectado por el Índice de Precio al Productor (IPP), este a su vez fue multiplicado por las toneladas a producir y se calculo la proyección de este rubro. Ver tabla 17.

**Tabla 17. Valor proyección unitarios Mantenimiento Sin y Con Proyecto**

IPP	6,63%
	Valor unitario
	Mantenimiento Sin proyecto
<b>Real'04</b>	10.841
<b>2005</b>	11.559
<b>2006</b>	12.326
<b>2007</b>	13.143
<b>2008</b>	14.014
<b>2009</b>	14.944
<b>2010</b>	15.934
<b>2011</b>	16.991
<b>2012</b>	18.117
<b>2013</b>	19.318

IPP	6,63%
	Valor unitario
	Mantenimiento Con Proyecto
<b>Real'04</b>	11.995
<b>2005</b>	12.791
<b>2006</b>	13.639
<b>2007</b>	14.543
<b>2008</b>	15.507
<b>2009</b>	16.535
<b>2010</b>	17.631
<b>2011</b>	18.800
<b>2012</b>	20.047
<b>2013</b>	21.376

En el rubro Personal sin y con proyecto, el valor unitario en pesos por tonelada (\$/ton) fue afectado por el Índice de Precio al Consumidor (IPC), este a su vez fue multiplicado por las toneladas a producir y se calculo la proyección de este rubro. Ver tabla 18.



**Tabla 18. Valor proyección unitarios Personal Sin y Con Proyecto**

IPC	5,25%
	Valor unitario
	Personal Sin Proyecto
<b>Real'04</b>	27.045
<b>2005</b>	28.465
<b>2006</b>	29.960
<b>2007</b>	31.533
<b>2008</b>	33.188
<b>2009</b>	34.930
<b>2010</b>	36.764
<b>2011</b>	38.694
<b>2012</b>	40.726
<b>2013</b>	42.864

IPC	5,25%
	Valor unitario
	Personal Con Proyecto
<b>Real'04</b>	17.772
<b>2005</b>	18.705
<b>2006</b>	19.687
<b>2007</b>	20.721
<b>2008</b>	21.809
<b>2009</b>	22.954
<b>2010</b>	24.159
<b>2011</b>	25.427
<b>2012</b>	26.762
<b>2013</b>	28.167

El rubro Servicio – eléctrico la proyección se calculo en ambos casos sin y con proyecto, en multiplicar el valor unitario por las toneladas a producir.

En las tabla 19 se muestra los ingresos y egresos sin proyecto y en la tabla 20 se muestra los ingresos y egresos con proyecto.

**Tabla 19. Ingresos y Egresos sin proyecto**

**SIN PROYECTO**

Rubro	% a Depreciar anual = 10%	
	Real '04 (pesos)	Unitario (\$/ton)
Depreciacion	202.874.536	10.849
Mantenimiento	202.720.228	10.841
Personal	551.724.567	29.504
Servicios-Electricidad	51.902.850	2.776
<b>Total</b>	<b>1.009.222.181</b>	<b>53.969</b>

Rubro	Depreciacion	Mantenimiento	Personal	Servicios-Elec.	Total
<b>Real'04</b>	202.874.536	202.720.228	551.724.567	51.902.850	<b>1.009.222.181</b>
<b>2005</b>	182.587.082	236.921.242	636.461.199	56.887.744	<b>1.112.857.268</b>
<b>2006</b>	164.328.374	270.365.913	716.906.575	60.881.765	<b>1.212.482.628</b>
<b>2007</b>	147.895.537	285.408.261	746.998.729	60.272.948	<b>1.240.575.475</b>
<b>2008</b>	133.105.983	340.850.528	880.562.102	67.505.702	<b>1.422.024.315</b>
<b>2009</b>	119.795.385	403.428.300	1.028.738.689	74.931.329	<b>1.626.893.702</b>
<b>2010</b>	107.815.846	464.589.643	1.169.367.268	80.925.835	<b>1.822.698.593</b>
<b>2011</b>	97.034.262	530.069.372	1.316.912.183	86.590.644	<b>2.030.606.461</b>
<b>2012</b>	87.330.835	604.777.880	1.483.073.578	92.651.989	<b>2.267.834.282</b>
<b>2013</b>	78.597.752	702.913.372	1.701.419.085	100.990.668	<b>2.583.920.877</b>
	<b>1.321.365.593</b>	<b>4.042.044.740</b>	<b>10.232.163.976</b>	<b>733.541.472</b>	<b>16.329.115.781</b>

**Tabla 20. Ingresos y Egresos con proyecto**

**CON PROYECTO**

Rubro	% a Depreciar anual = 10%	
	Proyeccion '05 (pesos)	Unitario (\$/ton)
Depreciacion	259.940.642	12.683
Mantenimiento	245.855.019	11.995
Personal	344.426.671	16.805
Servicios-Electricidad	63.692.418	3.108
<b>Total</b>	<b>913.914.750</b>	<b>44.590</b>

Rubro	Depreciacion	Mantenimiento	Personal	Servicios-Elec.	Total
<b>Real'04</b>	202.874.536	202.720.228	551.724.567	51.902.850	<b>1.009.222.181</b>
<b>Proyeccion 2005</b>	259.940.642	245.855.019	344.426.671	63.692.418	<b>913.914.750</b>
<b>2006</b>	233.946.578	299.161.997	408.328.327	68.164.187	<b>1.009.601.090</b>
<b>2007</b>	146.436.578	315.806.473	425.467.908	67.482.545	<b>955.193.505</b>
<b>2008</b>	131.792.920	377.153.776	501.541.570	75.580.451	<b>1.086.068.717</b>
<b>2009</b>	106.282.700	446.396.569	585.938.478	83.894.301	<b>1.222.512.048</b>
<b>2010</b>	95.654.430	514.072.074	666.036.268	90.605.845	<b>1.366.368.617</b>
<b>2011</b>	60.534.430	586.525.906	750.073.394	96.948.254	<b>1.494.081.984</b>
<b>2012</b>	54.480.987	669.191.454	844.713.905	103.734.631	<b>1.672.120.977</b>
<b>2013</b>	49.032.889	777.779.144	969.076.909	113.070.748	<b>1.908.959.690</b>
	<b>1.340.976.692</b>	<b>4.434.662.640</b>	<b>6.047.327.998</b>	<b>815.076.230</b>	<b>12.638.043.559</b>

En la tabla 21 se muestra la inversión inicial del proyecto, la diferencia entre los costos de producción de la situación actual y los costos que genera la propuesta. A los flujos que genera esta diferencia en la duración de la propuesta, se calcula el VPN a una tasa del 12% que es la mínima esperada por el proyecto, debido a que se identifica como un nivel de rentabilidad en inversiones libres de riesgo. El VPN nos muestra el valor de los flujos de caja que genera el proyecto al costo del dinero en el día de hoy, siendo este de \$1.943.339.000 millones de pesos , se observa factibilidad por estar muy por encima del valor de la inversión que es de \$1.160.303.400 millones de pesos.

La TIR da un 24% por ciento lo que implica viabilidad económica por estar por encima de la tasa mínima esperada que en este ejercicio es el 12%.

**Tabla 21. Variación de los costos entre alternativas**

<b>Tasa</b>	<b>12%</b>
<b>Inver. inicial</b>	<b>-1.160.303.400</b>
2005	198.942.517
2006	202.881.538
2007	285.381.970
2008	335.955.598
2009	404.381.655
2010	456.329.976
2011	536.524.476
2012	595.713.304
2013	674.961.187
<b>VPN</b>	<b>\$ 1.943.339.060</b>
<b>TIR</b>	<b>24%</b>

El razonamiento que se hizo consistió en determinar las ventajas económicas diferenciales de la inversión por la compra de los equipos nuevos. Es decir, se determino si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación en los rubros escogidos para el ejercicio, originados por la compra de los equipos son suficientes para cubrir la inversión adicional y para remunerar al capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo de oportunidad, en función del riesgo implícito en la decisión.

## 10. CONCLUSIONES

La primera conclusión es que con estos tipos de proyectos se visualizan las oportunidades que tiene la compañía en acrecentar la ventaja competitiva a nivel de costos de la manera estática, reduciendo los costos de los factores de producción a nivel de Recursos Humanos, Recursos físicos y Tecnología siempre y cuando se combinen de una manera lógica y que vaya de acuerdo con la actualidad o estrategia de la empresa.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de la inversión se deduce que el proyecto que se formulo genero beneficios relacionados con la reducción de costos de producción. Los resultados obtenidos fueron: un Valor Presente Neto (VPN) de \$1.943.339.000 millones de pesos, una inversión inicial de \$1.160.303.400 millones de pesos, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 24%, con una Tasa de Descuento de Unilever del 12%, lo que indica que el proyecto es viable.

Con estas consideraciones se obtuvo una reducción en los costos de producción que puede apoyar a que la compañía siga siendo competitiva en el área de manufactura aumentando el valor del producto tangible mediante la

reducción de los costos de producción en estas dos líneas importantes para la compañía.

Para la selección de maquinaria se escogió una firma conocida por la compañía a nivel mundial llamada Volpak, que es concedora de estos tipos de finales de línea, lógicamente esto no es camisa de fuerza para la selección o escogencia de la maquina.

El desarrollo de este tipo de monografía enseña a conocer de una forma mas a fondo los impactos de las diferentes variables que componen el costo de producción, y como influyen estas en la decisión de seleccionar el tipo de automatización a escoger.

## 11. RECOMENDACIONES

Esta recomendación no es excluyente y más bien se pueden considerar complementaria a la propuesta:

Estimular y generar el espíritu investigativo entre los actores de la cadena de abastecimiento buscando el mejoramiento de la competitividad de dicha cadena en Unilever Andina - División Alimentos, focalizados en el área de manufactura para mejorar los costos de producción de la fábrica:

- Análisis de las tendencias de los costos de producción en las diferentes categorías en la fábrica.
- Afiliación progresiva hacia este estudio de tendencias de todos los actores del área de manufactura (Lideres de unidad, coordinadores de mantenimiento, gerente de mantenimiento) de la fabrica.
- Reforzar sus fortalezas y unir las para minimizar sus debilidades, sin perder la identidad de cada una de sus funciones.
- Las actividades a realizar se limitan a las propias y directamente relacionadas con el proyecto de investigación.

- Los proyectos de reducción de costos de producción deben ser propuesto al grupo de ingeniería de la categoría, para introducir elementos de confianza que hagan más viable su realización.
- Organización de espacios de intercambios entre los actores a través de internet, pasantías, conferencias, foros y reuniones regulares para compartir información y objetivos a mediano y largo plazo.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

BALCELLS, Josep y ROMERAL, José Luis, (1991). Autómatas Programables. McGraw – Hill.

BETANCOURT, Benjamín, (2004). Competitividad. En: BETANCOURT, Benjamín. Maestría en Administración de Empresas, Modulo IV: La Gestión Organizacional, Tema: Seminario de Análisis Sectorial y Competitividad: La Gerencia Integral, Capitulo 7, p. 236-239.

BLANCO, Luis Ernesto, (1999). Productividad – Factor estratégico de competitividad a nivel global. Colección de Desarrollo Empresarial. Bogota. Colombia.

CARDONA, Marleny, (2000). Redes sociales en la cadena productiva de la industria del vestido. Colección Textos en Administración, Colombia.

CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (2003). Hacia el objetivo del milenio de reducir la pobreza en América latina y el Caribe. Chile.

CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, (2004). Hacia el desarrollo productivo territorial – Un enfoque de trabajo con Pymes. Medellín. Colombia.

FONDOEMPELO, (2005). Fondo Nacional de Capacitación Laboral y Promoción del empleo. [www.fondoempleo.com](http://www.fondoempleo.com), visitada en Noviembre de 2005.

FRANCO, Fernando. (2005). [www.gacetafiananciera.com](http://www.gacetafiananciera.com) visitada Noviembre 13 del 2005.

HARGADON, Bernard y MUNERA, Armando, (1994). Contabilidad de Costos. Editorial Norma.

HORNGREN, Charles; FOSTER, George y DATAR, Srikant, (1996). Contabilidad de Costos. Un Enfoque Gerencial. Prentice-Hall.

GÓMEZ, Oscar. (2005). Contabilidad de Costos. McGraw Hill.

KETELHÖHN, Werner; MARÍN, Nicolás y MONTIEL, Eduardo, (2004). Inversiones. Análisis de inversiones estratégicas. Grupo editorial Norma.

MCE, Ministerio de Comercio Exterior, (1999). Política para la productividad y competitividad. Revista Nacional de Agricultura. Colombia.

MILLAN, Felipe,(1999). Competitividad Internacional de las Regiones. Cámara de Comercio de Cali. Colombia.

MONITOR COMPANY, (1994). Construyendo la Ventaja Competitiva de Colombia. Febrero. Colombia.

PIEDRAHITA, Ramón. (1991). Ingeniería de la Automatización Industrial. Practice – Hall.

POLIMENI, Ralph; FABOZZI, Frank y ADELBERG, Arthur, (1991). Contabilidad de costos. Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales. Segunda edición. Editorial McGraw-Hill.

PORRAS, Alejandro y MONTANERO, Antonio Placido, (1991). Autómatas Programables. McGraw-Hill.

PORTER, Michael, (1990). La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires – Argentina. Editorial Vergara.

\_\_\_\_\_, (1991). La Ventaja Competitiva de las Naciones. Revista Facetas, edición en español, No.1. Estados Unidos De América.

\_\_\_\_\_, (1993). La Riqueza de las Regiones. Revista World Link.

ROLDAN, Diego, (2001). Los indicadores en el contexto de los acuerdos de competitividad de las cadena productivas. IICC, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

ROSALES, Oswaldo, (1991). (Economista Asesor de la Secretaría Ejecutiva de la CEPAL). Competitividad y Cambio Tecnológico: Una tarea de planificación. En: Revista Interamericana de Planificación. Volumen XXIV. Número 96. Colombia.

SAPAG, Nassir y Reinaldo, (1995). Preparación y Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill.

SCHMITT, Neil, (1983). Understanding Electronic Control Of Automation System. Texas Instrument Learning Center.

SCHNEIDER ELECTRIC, (2006). Proyectos de éxito. [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com), visitada en Junio del 2006.

SOUTH LINK, (2002). Estrategia de Procesos y Selección de Maquinaria. <http://www.southlink.com.ar/vap/contenido.htm>.

UNILEVER, (1999). Departamento de Investigación y Desarrollo. Manual de preparación Dressing. Colombia

\_\_\_\_\_, (2000). Departamento de Ingeniería Unilever Colombia. Proyecto Automización Procesos Planta Tomate y Mayonesa. Colombia.

\_\_\_\_\_, (2001). Departamento de Investigación y Desarrollo. Colombia

\_\_\_\_\_, (2002). Departamento de Ingeniería Unilever Colombia. Proyecto Automización línea empaçado sobres de aluminio verticales para aumento de productividad. Colombia

\_\_\_\_\_, (2003). Departamento de Producción e Ingeniería Unilever España. Proyecto Automización finales de línea planta Margarinas y Dressing con Bodega principal. España.

\_\_\_\_\_, (2005). Departamento de Mercadeo. Estudio de Mercado en la categoría Dressing de marcas propias versus marcas Unilever Colombia.

\_\_\_\_\_, (2006). Departamento Financiero. Reporte Financiero Unilever. Colombia.

VOLPAK, (2004). [www.volpak.com](http://www.volpak.com), visitada en Junio de 2005. Colombia

[www.grupo-maser.com](http://www.grupo-maser.com), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.sapi.com.mx](http://www.sapi.com.mx), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.control-automatico.net](http://www.control-automatico.net), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.lantek.es](http://www.lantek.es), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.pyssa.com](http://www.pyssa.com), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.omron.es](http://www.omron.es), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.siemens.es](http://www.siemens.es), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.automatizacion.com.co](http://www.automatizacion.com.co), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.sena.com.co](http://www.sena.com.co), visitada en Junio de 2006. Colombia

[www.southlink.com.ar](http://www.southlink.com.ar), visitada en Septiembre de 2006. Colombia

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Formato para recoger Información Líneas de Empaque**

Línea de empaque	Tipo de maquina		Capacidad (Sobres / minuto)	Eficiencia Operativa (%)	Operarios por turno
	Manual	Automatica			
Línea 1	X		219	70%	3
Línea 2	X		50	87%	1
Línea 3	X		233	87%	3
Línea 4	X		40	70%	3
Línea 5	X		30	85%	3

**Anexo 2. Formato para recoger Información Productividad Líneas con y sin Automatización**

Línea de Empaque	Final de Línea		Capacidad (sobres / minuto)
	Sin Automatizacion	Con Automatizacion	
Línea 1	X		219
Línea 2	X		50
Línea 3	X		233
Línea 4	X		40
Línea 5	X		30

**Anexo 3. Formato para recoger Información de productividad por referencia con y sin automatización**

Línea de Empaque	Referencia del Producto	Sin Automatizacion en Llenado y final de línea	Con Automatizacion en Llenado	Sin Automatizacion en final de línea	Productividad (sobres / minuto)
Línea 1	Salsa de tomate 50 grs.		X	X	219
Línea 2	Salsa de tomate 10 grs.	X		X	50
Línea 3	Salsa de tomate 200 grs		X	X	233
Línea 4	Salsa de tomate 400 grs		X	X	40
Línea 5	Salsa de tomate 400 grs		X	X	30

**Anexo 4. Formato para recoger Información de Producción por línea de Empaque**

Línea de Empaque	Referencia del Producto	Productividad (sobres / minuto)	Operarios por turno	Material de Empaque en el Llenado	Servicios (Agua, Aire, Energia)	Tipo de Mantenimiento
Línea 1	Salsa de tomate 50 grs.	219	3	Aluminio	X	Preventivo / Predictivo
Línea 2	Salsa de tomate 10 grs.	50	1	Aluminio	X	Preventivo
Línea 3	Salsa de tomate 200 grs	233	3	Aluminio	X	Preventivo / Predictivo
Línea 4	Salsa de tomate 400 grs	40	3	Aluminio	X	Preventivo / Predictivo
Línea 5	Salsa de tomate 400 grs	30	3	Aluminio	X	Preventivo / Predictivo

**Anexo 5. Formato para recoger información costos Depreciación, Mantenimiento, Mano de Obra y Servicios.**

<b>Línea de Empaque</b>	<b>Costo Depreciación</b>	<b>Costo Matenimiento</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>	<b>Costo Servicios (Electricidad)</b>
Línea 1				
Línea 2				
Línea 3				
Línea 4				
Línea 5				

**Anexo 6. Formato para recoger información de equipos con tecnología existente.**

<b>Empresa</b>	<b>Tipo de Automatización</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Costo Equipos</b>
Volpak	Automatica	PLC- Electronica - Neumatica - Hidraulica - Servo Drive	
Bosar	Automatica	PLC - Electronica - Neumatica - Servo Drive	
Tecmar	Semiatomatica	PLC - Electronica - Neumatica - Mecánica -Servo Drive	
Emzo	Automatica	PLC - Electronica - Neumatica - Mecánica	
Cramsa	Semiatomatica	PLC - Electronica - Neumatica - Mecánica	