



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAMELO  
DURO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN  
LA EMPRESA ECUAGOLOSINAS CIA. LTDA**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero de Producción Industrial.

Profesora guía:

Ing. María Judith Villegas Checa, MBA

Autor:

Fernando Coronel Egas

Año

2012

### DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de Titulación correspondiente”.

---

Ing. María Judith Villegas Checa, MBA

MBA

170916072-3

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Fernando Coronel Egas

172160081-3

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora de tesis, María Judith Villegas por su guía durante el desarrollo del presente proyecto;

A Mario, Gabriela y Medardo Sarmiento por la apertura que me brindaron en su empresa;

Y, a todos quienes estuvieron a la expectativa del avance de mi tesis.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi familia, por su apoyo y cariño incondicional.

A mis padres que con su esfuerzo supieron encaminarme durante esta y todas las etapas de mi vida.

A mis hermanos por su inyección de alegría que permite lograr un hogar cálido día tras día.

## RESUMEN

Las empresas en su afán de ser más competitivas, incursionan en la productividad y la eficiencia como un factor crucial. Mejorar la calidad de los productos y servicios es indispensable para competir en un mercado cada vez con mayores exigencias.

El presente proyecto pretende plantear una propuesta de mejora para una empresa confitera, utilizando la metodología Seis Sigma. De esta manera, se lograría reducir la variación en los procesos críticos de la organización, disminuyendo así el índice de desperdicios que se presentan y, de la misma manera, mejorar y asegurar la calidad de los productos, lo que conlleva el aumento de la satisfacción del cliente, no solo externo, sino también del cliente interno.

DMAIC es el ciclo para definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En un principio se definió el alcance del proyecto donde se presentan los focos de mejora y donde habrá mayor beneficio para la organización.

Definido el alcance, se tomó las muestras necesarias de los caramelos duros, para la medición, logrando así una evaluación de la situación actual del proceso de producción de caramelo duro.

Una vez tomados los datos se llevó a cabo el análisis de los mismos, contando con la participación de los miembros de la organización, con el fin de encontrar las causas potenciales de la variabilidad en los procesos.

Analizadas las causas de la variabilidad que presenta el proceso productivo, se procedió con la elaboración de las propuestas de mejora considerando los objetivos propios de la organización y utilizando herramientas de manufactura esbelta, para justamente reducir o eliminar la mayoría de los desperdicios que se presentan en la organización.

Por último, se idearon mecanismos de control para que las causas de la variabilidad que se encontraron actualmente no vuelvan a presentarse una vez aplicada la metodología.

De la misma forma, se presentó un análisis de los posibles resultados a obtenerse con la implementación de la metodología, cuantificando las mejoras que se podría alcanzar con la propuesta.

## ABSTRACT

For companies, in their effort to be more competitive, productivity and efficiency is crucial. Improving the quality of products and services is a must in order to compete in an increasingly demanding market.

This project aims to present a proposal to improve candy company production methods, using the Six Sigma methodology. This will help to decrease the variation in critical processes of the organization, reducing the rate of waste presented and improving and ensuring the quality of the products, leading to increased customer satisfaction, not only external but also internal customer.

DMAIC is the cycle of defining, measuring, analyzing, improving and controlling. Initially the scope of the project was defined, where improvement opportunities and greater benefits for the company can be found.

The scope defined, the necessary samples of hard candy were taken for the measurement, in order to achieve a clear appreciation of the current status of the hard candy production process. Once the data was taken the analysis took place, with the participation of the members of the organization, in order to find the potential causes of the variability in the process.

The causes of variability of the production process were analyzed and improvement proposals were made, considering the specific objectives of the organization and using lean manufacturing tools to reduce or eliminate most of the waste found in the organization.

Finally, control mechanisms were developed to avoid the recurrence of the variability causes after application of the methodology. An analysis of the potential results obtained with the implementation of the methodology is presented, quantifying the improvements that could be achieved with the proposal.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Alcance .....	1
1.3. Justificación .....	1
1.4. Objetivos .....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivo específico .....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>3</b>
<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>3</b>
2.1. Marco teórico .....	3
2.1.1. Métrica Seis Sigma .....	3
2.1.2. Metodología Seis Sigma .....	5
2.1.3. Manufactura Esbelta.....	28
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>34</b>
<b>ANÁLISIS SITUACIONAL ACTUAL DE LA EMPRESA</b> .	<b>34</b>
3.1. Historia de la empresa.....	34
3.2. Objetivos .....	37
3.3. Productos.....	37
3.4. Productos sustitutos .....	38
3.5. Cadena de valor .....	38
3.6. Principales Clientes .....	39
3.7. Proveedores .....	40
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>41</b>
<b>APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SEIS SIGMA</b> .....	<b>41</b>
4.1. Fase Define .....	41

4.1.1.	Situación actual de la documentación de EGOS .....	41
4.1.2.	Definición del foco de mejora.....	42
4.1.3.	Identificar características críticas para el cliente.....	45
4.1.4.	Definición del foco de mejora.....	48
4.1.5.	Formalización del proyecto.....	54
4.2.	Fase Measure .....	56
4.2.1.	Mapeo del proceso .....	56
4.2.2.	Definición y validación del sistema de medición .....	56
4.2.3.	Determinación de la estabilidad y capacidad del proceso .....	58
4.2.4.	Confirmación del objetivo de mejora.....	69
4.3.	Fase Analyze .....	70
4.3.1.	Identificación de las causas potenciales.....	70
4.4.	Fase Improve .....	76
4.4.1.	Generación y selección de soluciones.....	76
4.4.2.	Propuestas de mejora.....	77
4.4.3.	Validación de las propuestas de mejora .....	87
4.5.	Fase Control .....	91
4.5.1.	Estandarización de las mejoras .....	91
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>
<b>ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>.....</b>	<b>98</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>.....</b>	<b>98</b>
5.1.	Conclusiones .....	98
5.2.	Recomendaciones .....	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Eficiencia del proceso.....	4
Figura 2.2: DPMO.....	5
Figura 2.3: Fases DMAIC.....	6
Figura 2.4: Diagrama SIPOC.....	10
Figura 2.5: Tipos de Histograma.....	11
Figura 2.6: Diagrama de Pareto.....	12
Figura 2.7: Diagrama de dispersión.....	12
Figura 2.8: Partes gráficos de control.....	13
Figura 2.9: Flujograma para escoger un gráfico de control.....	15
Figura 2.10: Diagrama causa – efecto.....	17
Figura 2.11: Gráfico Cp.....	25
Figura 2.12: Gráfico Cpk.....	26
Figura 2.13: Pilares de la metodología 5S.....	30
Figura 3.1: Ubicación de Ecuagolosinas.....	35
Figura 3.2: Logo EGOS.....	36
Figura 3.3: Competencia Ecuagolosinas.....	36
Figura 3.4: Macroproceso.....	38
Figura 3.5: Proceso producción caramelo duro.....	39
Figura 4.1: Volumen de producción.....	42
Figura 4.2: Total producción primer quimestre 2011.....	42
Figura 4.3: Atributos de la voz del cliente.....	46
Figura 4.4: Diagrama de Pareto CTS.....	48
Figura 4.5: Atributos claves del producto.....	49

Figura 4.6: CTX.....	51
Figura 4.7: Cronograma básico.....	55
Figura 4.8: Diagrama de dispersión.....	57
Figura 4.9: Dimensiones caramelo.....	59
Figura 4.10: Capacidad del proceso según el largo del caramelo.....	61
Figura 4.11: Análisis capacidad del proceso según largo del caramelo.....	62
Figura 4.12: Capacidad del proceso según el ancho del caramelo.....	64
Figura 4.13: Análisis capacidad del proceso según ancho del caramelo.....	65
Figura 4.14: Capacidad del proceso según grosor del caramelo duro.....	67
Figura 4.15: Análisis capacidad del proceso según grosor del caramelo.....	68
Figura 4.16: Árbol causa-efecto formación caramelo duro.....	71
Figura 4.17: Diagrama de Pareto causas raíces.....	73
Figura 4.18: Termómetro digital.....	78
Figura 4.19: Comparación subproceso amasado.....	79
Figura 4.20: Estrategia de tarjetas.....	81
Figura 4.21: Elementos reubicados.....	83
Figura 4.22: Propuesta delimitación de piso planta.....	84
Figura 4.23: Participación de los trabajadores en la limpieza.....	85
Figura 4.24: Mapa 5S.....	86
Figura 4.25: Contraste después de aplicar las 5S.....	88
Figura 4.26: Producto no conforme cliente final.....	89
Figura 5.1: Evolución beneficios netos trimestrales.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Equivalencia nivel sigma vs. PPM.....	5
Tabla 2.2: Herramientas comúnmente utilizadas.....	8
Tabla 2.3: Matriz de Holmes.....	9
Tabla 2.4: Plantilla AMFE.....	20
Tabla 2.5: Principales técnicas de muestreo.....	22
Tabla 3.1: Productos de Ecuagolosinas.....	38
Tabla 3.2: Clientes de Ecuagolosinas.....	39
Tabla 3.3: Proveedores EGOS.....	40
Tabla 4.1: Matriz de riesgo de la información actual.....	41
Tabla 4.2: Criterios de selección.....	43
Tabla 4.3: Ponderación de alternativas.....	44
Tabla 4.4: Puntuaciones finales.....	45
Tabla 4.5: Matriz de priorización.....	47
Tabla 4.6: Atributos CTS priorizados.....	48
Tabla 4.7: Atributos clave CTY.....	50
Tabla 4.8: Parámetros claves.....	50
Tabla 4.9: Relación CTX frente a CTY.....	52
Tabla 4.10: Características de mayor impacto en los clientes.....	53
Tabla 4.11: SIPOC Macro elaboración caramelo duro.....	53
Tabla 4.12: Equipo y responsabilidades del proyecto.....	55
Tabla 4.13: Recursos y valor.....	55
Tabla 4.14: Resultados mediciones ISOPLOT.....	57
Tabla 4.15: Límites del proceso .....	60

Tabla 4.16: Cuadro resumen.....	69
Tabla 4.17: Causas raíz.....	72
Tabla 4.18: Ponderación causas raíces.....	73
Tabla 4.19: AMEF caramelo duro.....	74
Tabla 4.20: Soluciones propuestas.....	76
Tabla 4.21: Lista de elementos a ubicar o desechar.....	82
Tabla 4.22: Beneficio económico de la aplicación.....	90
Tabla 5.1: Periodicidad adquisición equipos de limpieza.....	93
Tabla 5.2: Costo total ítems de limpieza.....	94
Tabla 5.3: Necesidad derivada de plan de mantenimiento.....	94
Tabla 5.4: Valores plan de mantenimiento.....	95
Tabla 5.5: Flujo de caja del proyecto.....	96

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Actualmente en la empresa de Confites Ecuatoriana de Golosinas - ECUAGOLOSINAS- se presenta una cantidad considerable de gastos debido a desperdicios que se generan en la planta. La mayoría de estos desperdicios se debe al alto índice de variabilidad que presentan los procesos de producción, inclusive, volviéndose esta variación fuera de control para la organización. La siguiente propuesta pretende mejorar el desempeño productivo en la línea de producción de caramelo duro, como resultado del presente trabajo de titulación, que fue realizado con el consentimiento de sus ejecutivos, y la participación de los operarios miembros de la organización, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma y la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta.

### 1.2. Alcance

Esta investigación tiene como objetivo identificar la inestabilidad en el proceso productivo y, a su vez, analizar las oportunidades de mejora en la fabricación del caramelo duro que elabora la empresa.

### 1.3. Justificación

Actualmente existe alta variabilidad en el proceso productivo de caramelo duro, lo cual genera gran cantidad de producto no conforme. De continuar esta falencia, los desperdicios podrían incrementarse, con lo cual se genera costos innecesarios mayores. Este proyecto describe las posibles oportunidades de mejora que la fábrica podrá utilizar con el objetivo de brindar un mejor producto al cliente; detectar, reducir y/o eliminar errores y defectos; hacer uso eficiente

de los recursos disponibles; ganar posicionamiento en el mercado; y, adicionalmente, generar mayores ganancias a sus accionistas.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Proponer opciones de mejora viables para el proceso productivo y calidad de la línea de caramelo duro, reduciendo la variación del proceso dentro de los parámetros clave para la satisfacción del cliente, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma.

##### **1.4.2. Objetivo específico**

- Analizar e identificar la situación actual del proceso.
- Identificar y analizar los diferentes puntos críticos para la implementación de las herramientas de Seis Sigma.
- Determinar las posibles soluciones a los fallos encontrados y presentar propuestas para la mejora del proceso productivo.
- Documentar información necesaria para la revisión, verificación y seguimiento del sistema productivo.
- Definir controles para mantener la fiabilidad y calidad del producto, obteniendo resultados de eficacia en la mejora continua del proceso de transformación del producto.

## CAPÍTULO II

### MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1. Marco teórico

##### 2.1.1. Métrica Seis Sigma

Sigma es la medida utilizada para evaluar el desempeño del proceso y los resultados de los esfuerzos de mejora; una forma de medir la calidad. Las empresas utilizan la medida sigma para medir la calidad porque es un estándar que refleja el grado de control sobre cualquier proceso para satisfacer las normas de desempeño establecidas.

Sigma es una escala universal. Es una escala como la de un flexómetro, una balanza en onzas, o la medición de la temperatura con un termómetro

Escalas universales como temperatura, peso y longitud no permiten comparar objetos muy distintos. La escala sigma admite comparar procesos diferentes en términos de la capacidad del proceso para mantenerse dentro de los límites de calidad establecidos para el mismo.

La escala Sigma mide Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO) o Partes por millón (PPM) o defectos por millón (DPM), todas son medidas de concentración. Se refiere a la cantidad de eventos que hay en un millón de oportunidades. “Seis Sigma es igual a 3.4 defectos por millón de oportunidades. La métrica Sigma permite que los procesos desiguales sean comparados en términos del número de defectos generados por el proceso en un millón de oportunidades.”<sup>1</sup>

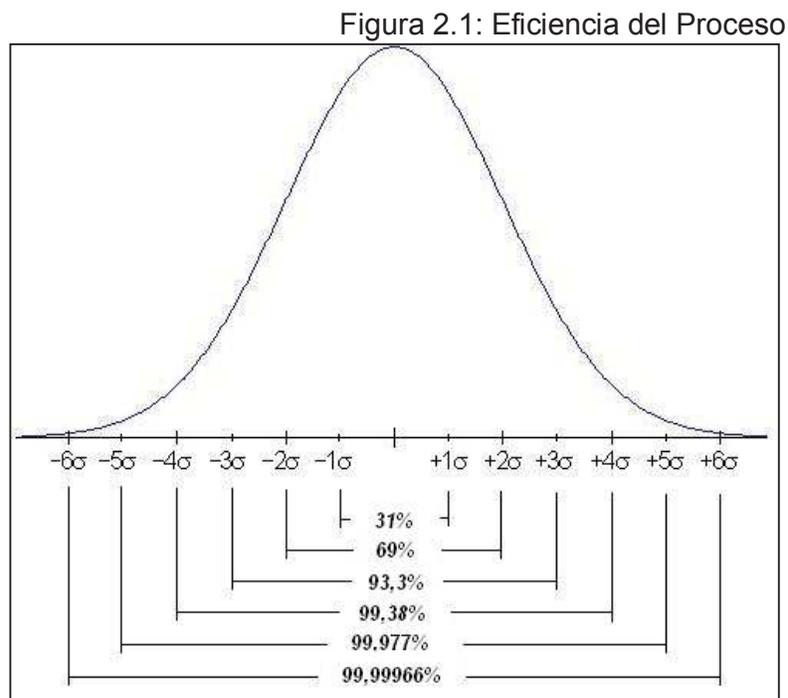
---

<sup>1</sup> McCarty, T., Daniels, L., Bremes, M. y Gupta, P., 2010, p.5

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograda. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso en base a su nivel de sigma:<sup>2</sup>

- 1sigma = 690.000 DPMO = 31% de eficiencia
- 2sigma = 308.538 DPMO = 69% de eficiencia
- 3sigma = 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia
- 4sigma = 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia
- 5sigma = 233 DPMO = 99,977% de eficiencia
- 6sigma = 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

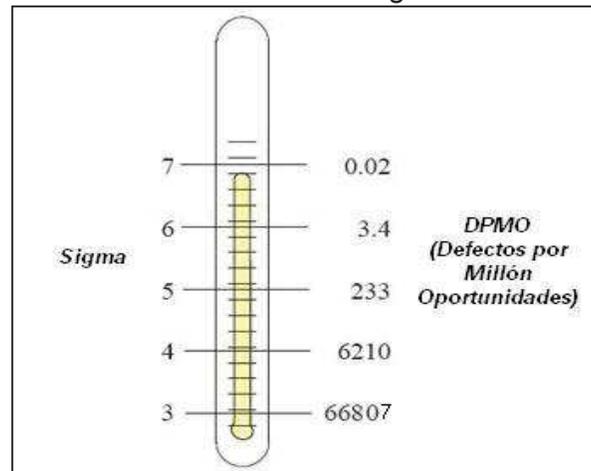
Se puede apreciar gráficamente estos valores en las figuras 2.1 y 2.2. La tabla estándar de la métrica seis sigma se aprecia en la tabla 2.1.



Elaborado por: el autor

<sup>2</sup> Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R., 2009, p.17

Figura 2.2: DPMO



Fuente: McCarty, T., Daniels, L., Bremes, M. y Gupta, P., 2010, p.5

Tabla 2.1: Equivalencia nivel sigma vs. ppm

Nivel	PPM	Nivel	PPM	Nivel	PPM
6,27	1	5,27	80	3,96	7000
6,12	2	5,25	90	3,91	8000
6	3,4	5,22	100	3,87	9000
5,97	4	5,04	200	3,83	10000
5,91	5	4,93	300	3,55	20000
5,88	6	4,85	400	3,38	30000
5,84	7	4,79	500	3,25	40000
5,82	8	4,74	600	3,14	50000
5,78	9	4,69	700	3,05	60000
5,77	10	4,66	800	2,98	70000
5,61	20	4,62	900	2,91	8000
5,51	30	4,59	1000	2,84	90000
5,44	40	4,38	2000	2,78	100000
5,39	50	4,25	3000	2,34	200000
5,35	60	4,15	4000	2,02	300000
5,31	70	4,08	5000	1,75	400000
		4,01	6000	1,50	500000

Fuente: Folleto seis sigma

### 2.1.2. Metodología Seis Sigma

La metodología Seis Sigma se basa en la métrica del mismo nombre. Los que aplican Seis Sigma miden y evalúan el rendimiento de los procesos con DPMO (Defectos por millón oportunidades) y sigma. Se aplican la metodología DMAIC

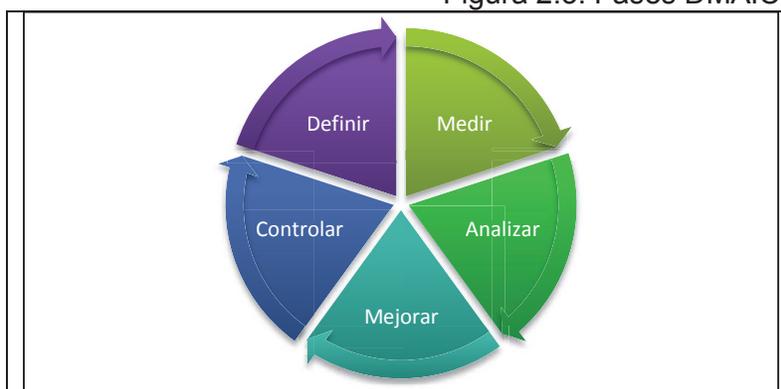
(Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) para analizar los procesos con el fin de erradicar las fuentes de variación inaceptables, y desarrollar alternativas para eliminar o reducir los errores y la variación. “Una vez que se implementan las mejoras, los controles se ponen en marcha para garantizar resultados sostenidos. Con esta metodología DMAIC muchas organizaciones importantes han alcanzado mejoras en la calidad del producto, el servicio y la rentabilidad.”<sup>3</sup>

#### 2.1.2.1. Método DMAIC

El método DMAIC es la herramienta de la metodología Seis Sigma enfocada en el mejoramiento continuo de procesos existentes. DMAIC por sus siglas en inglés: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* son los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

La herramienta es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora. Mediante el uso integrado de varios métodos y herramientas y que, con cada paso o fase que se ilustra en la figura 2.3, la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error o variación en los atributos relevantes para la satisfacción de los clientes.

Figura 2.3: Fases DMAIC



Elaborado por: el autor

<sup>3</sup> McCarty, T., Daniels, L., Bremes, M. y Gupta, P., 2010, p.5

### 2.1.2.2. Fases del método DMAIC

- **Definir (*Define*)**

Responde a la pregunta: ¿Qué debe ser mejorado? Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas, los requerimientos del cliente se denominan CTQs, por sus siglas en inglés: *Critical to Quality*. Además se determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar, recolectando información básica del proceso y, por último, se determina el propósito del proyecto.

En esta fase se procede a identificar el proceso clave, el cual debe ser de relevancia para el cliente final y, a su vez, de alto impacto para los objetivos de la organización. El tema debe ser suficientemente específico. También se debe determinar las características y parámetros críticos que afectan a este proceso para lograr la satisfacción del cliente.

- **Medir (*Measure*)**

Responde a la pregunta: ¿Cómo estamos? El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Se maneja los CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, logrando así un enfoque más claro para los esfuerzos de mejora. Por último, se compararán los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

- **Analizar (*Analyze*)**

Responde a la pregunta: ¿Por qué estamos así? En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se determinan las

oportunidades de mejora, de acuerdo a la importancia para el cliente y se identifican y validan sus causas de variación.

- **Mejorar (*Improve*)**

Responde a la pregunta: ¿Cómo mejorar? Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente. También se desarrolla el plan de implementación. Se utiliza datos para evaluar los resultados de las soluciones y los planes diseñados para decidir si se continúa llevándolos a cabo.

- **Controlar (*Control*)**

Responde a la pregunta: ¿Cómo implementar y mantener la mejora? Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo, estandarizándolo, así, prevenir que la solución sea temporal. Se debe documentar el nuevo proceso y su plan de monitoreo.

### 2.1.2.3. Herramientas de las Fases

Las herramientas comúnmente utilizadas en cada fase del proyecto se detallan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: Herramientas comúnmente utilizadas

FASES				
Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
*Matriz de priorización *Análisis de Pareto *Diagrama SIPOC – Macro *Project Charter	*SIPOC detallado *Histograma *Isoplot *Gráficos de Control *Estudio de Capacidad	*Ishikawa *Árbol Causa-Efecto *Diagrama de Dispersión *Análisis MultiVar	*Nube de Conflicto *Diagrama de árbol	*Gráficos de Control *Estandarización de procesos

Elaborado por: el autor

#### 2.1.2.4. Herramientas comúnmente utilizadas

- **Matriz de priorización**

Mediante la Matriz de priorización o matriz de Holmes se establecen prioridades entre varias alternativas planteadas. Mediante una puntuación dada la matriz ayuda a clasificar las alternativas (usualmente aportadas por una tormenta de ideas) en base a un criterio en particular que es relevante para la organización. El puntaje aplicado debe ser simétrico en relación a la diagonal como se muestra en el ejemplo en la tabla 2.3, el valor bajo la diagonal es el resultado de la resta del máximo puntaje y el puntaje dado sobre la diagonal. Gracias a esta herramienta resulta más fácil escoger la mejor alternativa entre todas las alternativas planteadas.

Tabla 2.3: Matriz de Holmes

Criterio A									
	1	2	3	4	5	6	7	Suma	%
1. Alternativa 1									
2. Alternativa 2	7								
3. Alternativa 3	3	9							
4. Alternativa 4	1	7	7						
5. Alternativa 5	7	5	7	8					
6. Alternativa 6	5	3	3	8	9				
7. Alternativa 7	7	1	9	1	1	5			
									100

Elaborado por: el autor

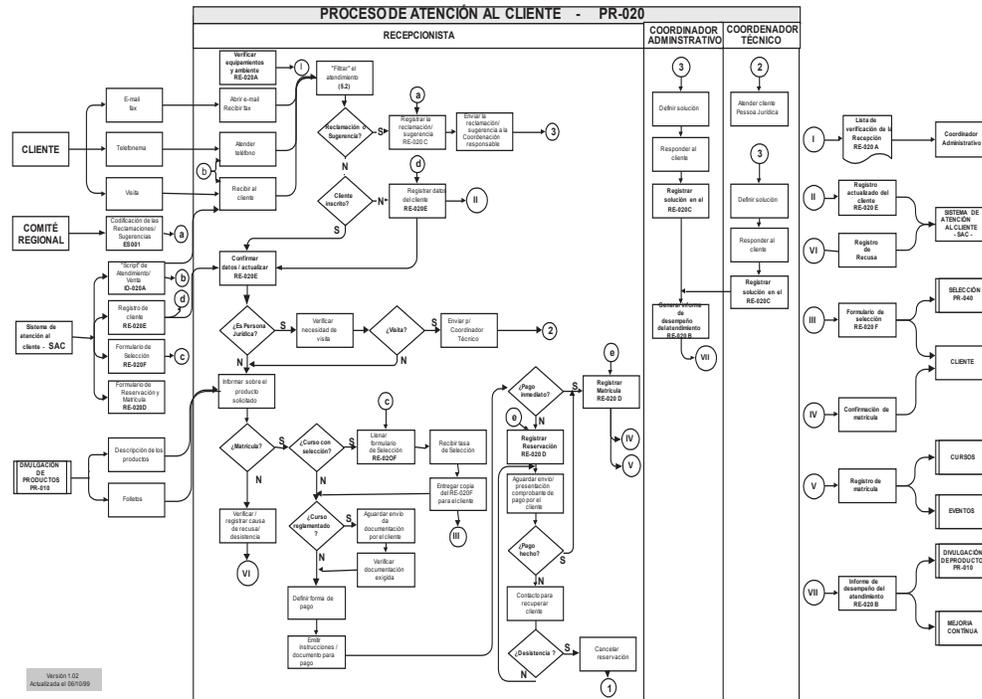
- **Diagrama SIPOC**

El diagrama SIPOC, que se ilustra en la figura 2.4, es una herramienta utilizada para identificar todos los elementos relevantes de los procesos de un proyecto de mejora antes de que comience el trabajo. Ayuda a definir un proyecto complejo que puede resultar difícil de enfocar, y se emplea típicamente en la fase Definir (*Define*), un diagrama a nivel Macro, y en la fase Medir (*Measure*), un diagrama a nivel detallado, de la metodología Seis Sigma (DMAIC).

El nombre de la herramienta proviene de las partes que se consideran al momento de realizar el diagrama; los proveedores (la "S" en SIPOC) del

proceso, las entradas (la "I") al proceso, el proceso en si (la "P") el que se va a mejorar, las salidas (la "O") del proceso, y los Clientes (la "C") que reciben las salidas del proceso. En algunos casos, los requisitos de los clientes pueden ser añadidos al final de la SIPOC para más detalles.

Figura 2.4 : Diagrama SIPOC



Fuente: Folleto Six Sigma p. 213

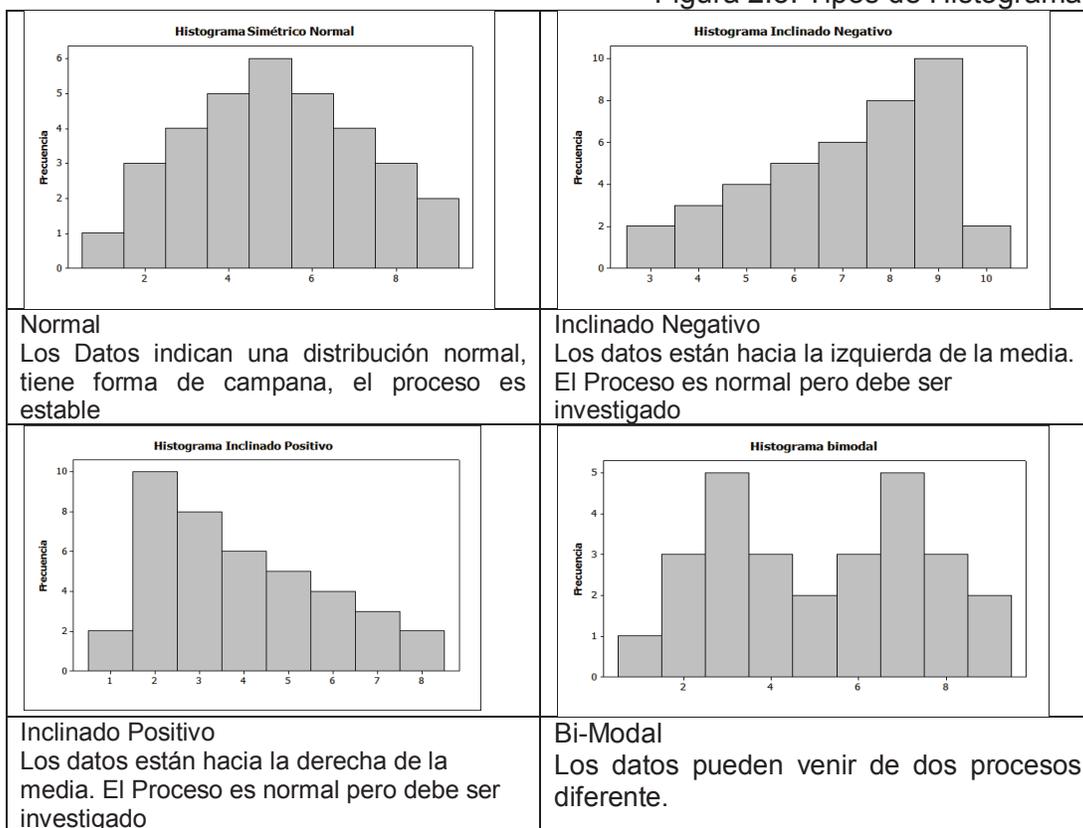
- **Histograma**

Los histogramas son una representación gráfica de un conjunto de datos y son utilizados para mostrar el número de veces que se repite cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. “La representación de este gráfico indica la distribución de la variación de un conjunto de datos. Por lo tanto, los histogramas son útiles para evaluar el modelo y la forma de la distribución que refleja la población de la que se extrajeron los datos.”<sup>4</sup> Por tanto, se puede tomar decisiones en base a esto. Los histogramas pueden ser usados también con límite de la especificación diseñada y, asimismo, se puede

<sup>4</sup> Hitoshi, K., 1992, p.39

ver claramente los resultados de los productos de la muestra que no son conformes. En la figura 2.5 se muestran los casos más comunes.

Figura 2.5: Tipos de Histograma



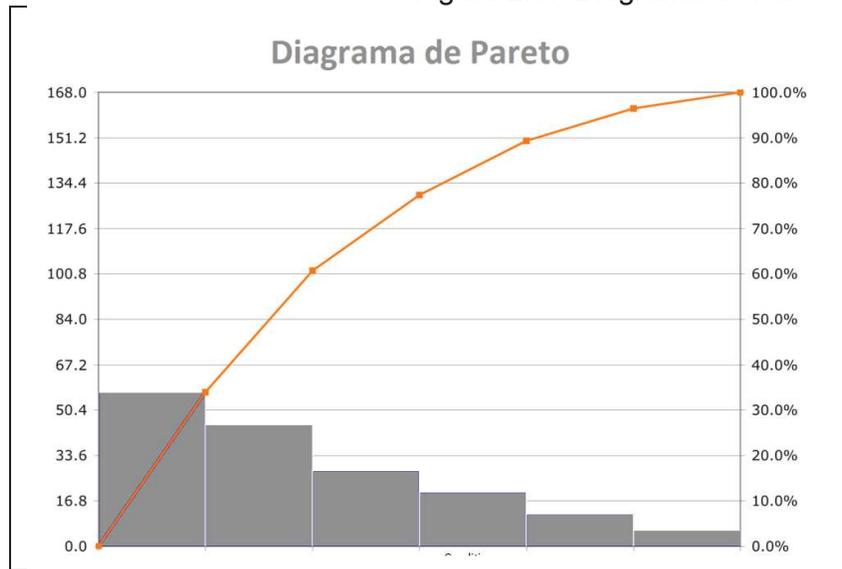
Fuente: (Hitoshi, K., 1992, p.51)

### • Análisis de Pareto

Constituye un sencillo método de análisis basado en un tipo particular de histograma que permite discriminar entre las causas importantes de un problema. El 20% de las causas (pocos vitales) resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas (muchos triviales) solo resuelven el 20 % del problema. “El análisis de Pareto es un intento de reducir el centro de atención a lo que Juran llamaría los pocos vitales.”<sup>5</sup> En la figura 2.6 se muestra la construcción del gráfico, que se realiza mediante la suma de la frecuencia de los datos, ilustrado en las barras, y el porcentaje acumulado en la línea, para así distinguir la relación 80-20.

<sup>5</sup> James, P., 2004, p.200

Figura 2.6: Diagrama de Pareto

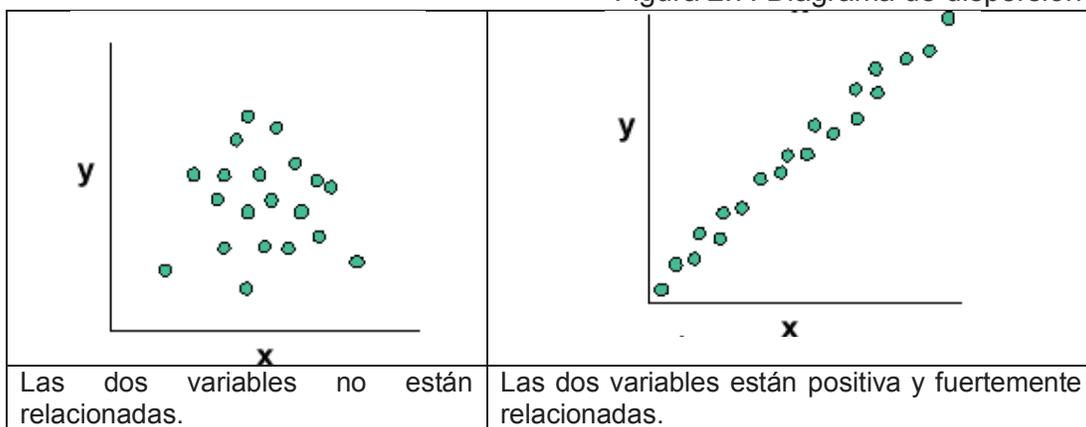


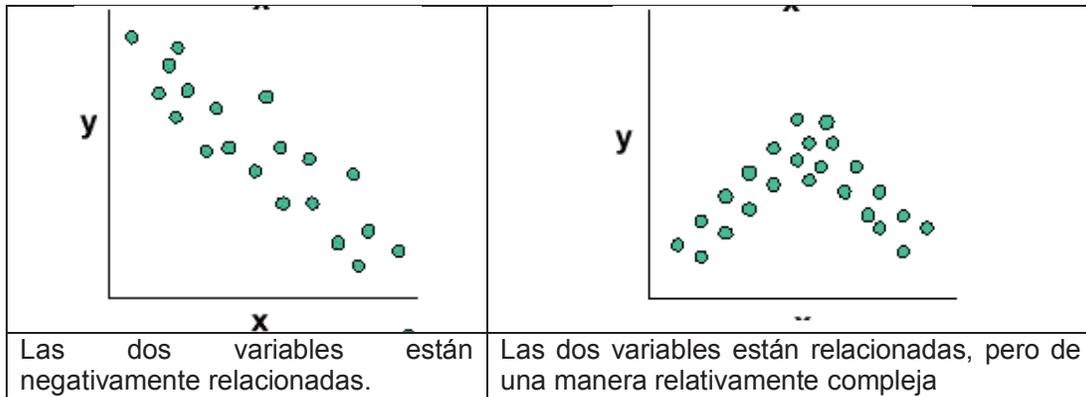
Elaborado por: el autor

- **Diagrama de dispersión**

El diagrama de dispersión es una herramienta de análisis que dibuja pares relacionados de variables para presentar un patrón de relación o de correlación. Cada conjunto de datos representa un factor diferente que puede ser cuantificado. Un conjunto de datos es dibujado en un eje horizontal y el otro conjunto de datos se dibuja en el eje vertical. El resultado es un número de puntos que pueden ser analizados para determinar si existe una relación significativa entre los dos conjuntos de datos. En la figura 2.7 se indican los cuatro tipos de correlación.

Figura 2.7: Diagrama de dispersión





Fuente: Ciencia y Técnica Administrativa Argentina. (2011, Septiembre 02).

- **Gráficos de control**

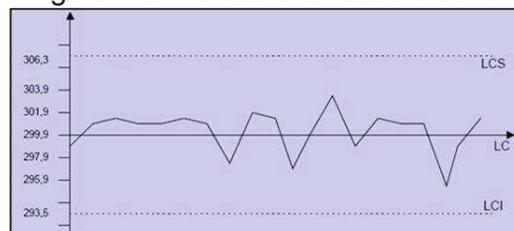
El gráfico de control es la principal herramienta para llevar a cabo el control estadístico de calidad. Tiene la finalidad de determinar si el comportamiento de un proceso se mantiene a un nivel aceptable de calidad. Se utiliza para evaluar la estabilidad de un proceso, permitiendo distinguir entre las causas de variación

Evalúa características de los productos que en general se dividen en tres categorías:

- Variables
- Atributos
- Rastreabilidad

El gráfico de control incluye los elementos que se ilustran en la figura 2.8:

Figura 2.8: Partes Gráficos de Control



Fuente: Confederación de Empresarios de Jaén. (2011, Septiembre 06)

- Línea Central (LC): representa el promedio histórico de la característica que se está controlando
- Límite de Control Superior (LCS): representa el nivel máximo permitido para la característica que se controla
- Límite de Control Inferior (LCI): representa el nivel mínimo permitido para la característica que se controla.
- Los límites de control que se eligen generalmente con valores de tres desviaciones estándar:  $3\sigma$

Existen diferentes tipos de Gráficos de Control:

- Gráfico X – R o Gráfico X - S:

Se usa cuando el producto que se mide toma valores continuos tales como: longitud, peso, concentración. Generalmente se usan las gráficas combinadas

- X: promedio; R: rango
- X: promedio; S: varianza

- Gráfico P, NP

Se usa cuando la característica de calidad se representa por el número de unidades defectuosas o la fracción defectuosa (Proporción). El gráfico np se usa si la muestra es de tamaño constante. El gráfico p se usa si la muestra es de tamaño variable.

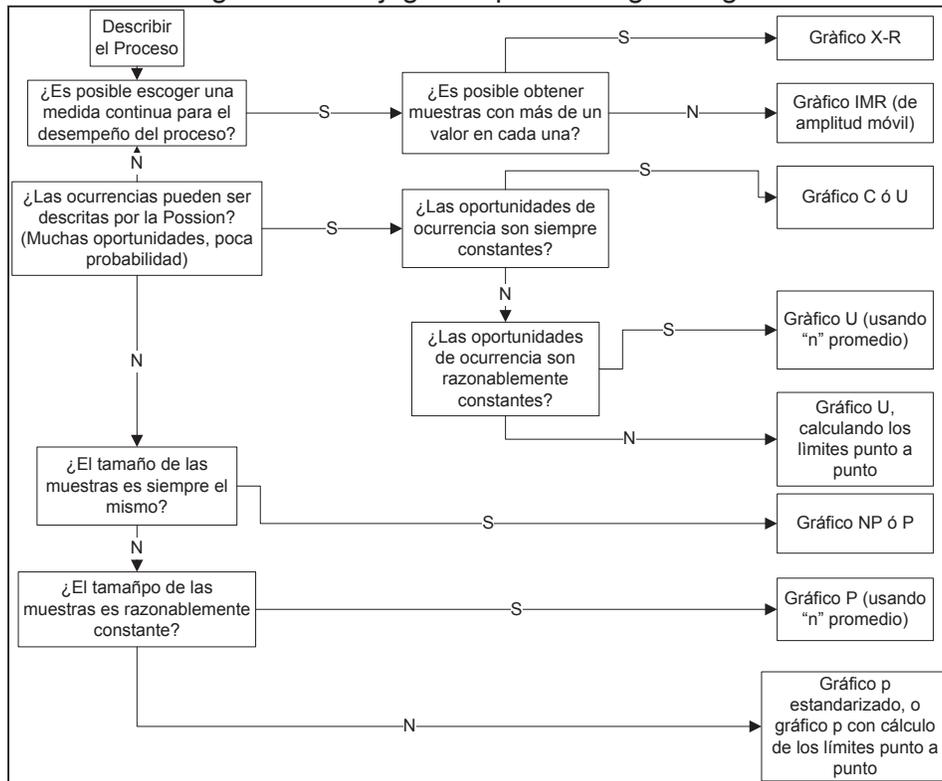
- Gráfico C, U

Analiza los defectos de un producto (rayas en placas, tejido desigual en tela). El gráfico c se usa en productos con dimensiones constantes. El gráfico u se usa en productos con dimensiones variables

- **¿Cómo seleccionar un gráfico de control?**

El flujograma utilizado para escoger el gráfico de control adecuado Se ilustra en la figura 2.9

Figura 2.9: Flujograma para escoger un gráfico de Control



Fuente: Folleto Six Sigma p.631

- **Critical to Flowdown**

El árbol CT (*Critical To*) se utiliza como un método para analizar el *flowdown* (flujo) de los requisitos del cliente para asegurar lo que la organización está trabajando, es fundamental para la empresa y sus clientes y establece un equilibrio entre ambos.

El árbol CT es una herramienta que traduce las necesidades consideradas esenciales por los clientes a características del producto y servicio, y enlaza éstas características a los procesos de la organización. La matriz CT es una versión simplificada del *Quality Function Deployment* (QFD).

Antes de crear un árbol CT o matriz CT, ciertos términos de estas herramientas se deben definir:

- *Critical To Satisfaction* (CTS) características que se refieren específicamente a la satisfacción del cliente. El cliente generalmente define la satisfacción de una de las siguientes tres maneras:
  1. *Critical To Quality* (CTQ) características del producto, servicio, y / o características transaccionales que influyen significativamente en una o más CTS en términos de calidad.
  2. *Critical To Delivery* (CTD) son características del producto, servicio, y / o características transaccionales que influyen significativamente en una o más CTS en términos de entrega (o ciclo).
  3. *Critical To Cost* (CTC) son características de producto, servicio, y / o características transaccionales que influyen significativamente en una o más CTS en términos de costo.
  
- *Critical to the Process* (CTP) son los parámetros del proceso que influyen significativamente en un CTQ, CTD, y / o CTC.

Para la ecuación  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , las características CTQ, CTD, o CTC representan la variable dependiente (y), y las características CTP representan las variables independientes (x).

El CTQ, CTD, y CTC son "oportunidades para las no conformidades" que deben ser medidos y reportados, mientras que la CTP representa "oportunidades de control."

- **Diagrama Causa – Efecto**

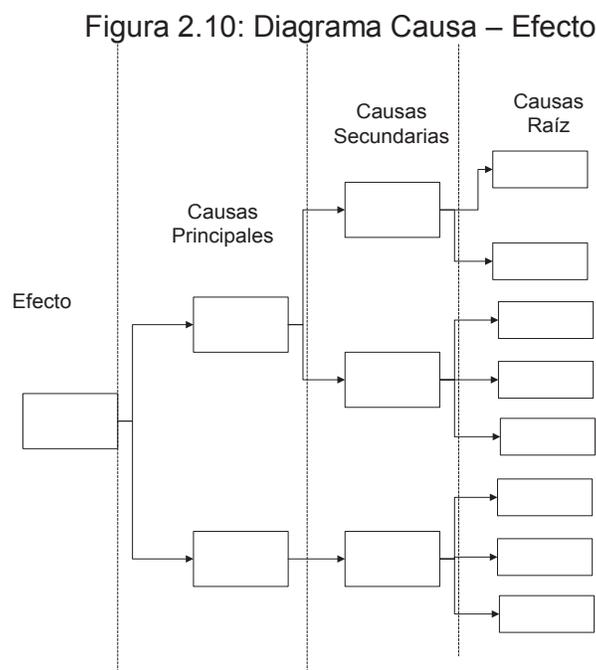
El diagrama causa – efecto, ilustrado en la figura 2.10, (o espina de pescado) permite identificar, explorar y representar gráficamente, en gran detalle, todas las posibles causas raíz relacionadas con un problema o condición. "Encuentra y cura causas, NO síntomas"<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Brassard, M., Finn, L., Ginn, D. y Ritter, D., 2002, p.49

Permite centrarse en el contenido del problema, no en la historia del problema o diferentes intereses personales de los miembros del equipo. Crea una “foto instantánea” del conocimiento colectivo y el consenso de un equipo en torno a un problema. Esto genera apoyo a las soluciones resultantes.

Se construye mediante la colocación de causas individuales dentro de causas mayores, haciendo la pregunta ¿Por qué sucede esta causa? Esta pregunta se repite para el siguiente nivel de detalle, hasta que en consenso ya no se llega a una respuesta de menor nivel.



Fuente: Folleto Six Sigma p. 475

- **Project Charter**

Se utiliza para llegar a un acuerdo entre la dirección y los miembros del equipo acerca de lo que el equipo quiere lograr. Esta herramienta permite tener claro lo que se espera del equipo. Mantiene al equipo centrado y alineado con las prioridades de la organización. Aclara lo que se espera del equipo. Transfiere la propiedad del proyecto desde el “equipo líder” hacia el equipo del proyecto.

“Existen *project charters* unos más largos que otros, pero mientras incluyan las seis siguientes partes serán apropiados”:<sup>7</sup>

- Desarrollar una visión general del propósito del proyecto y su alcance.
- Definir los objetivos generales y relevantes del proyecto.
- Desarrollar una o más declaraciones acerca de por qué es importante trabajar en este proyecto.
- Identificar al equipo del proyecto y responsabilidades dentro de la organización.
- Definir el cronograma básico del proyecto.
- Determinar los recursos disponibles para el equipo.

- **Análisis de Fallas Potenciales**

Análisis de Modo de Falla y Efecto (AMFE) se utiliza para identificar formas específicas en que un producto, proceso o servicio puede fallar así como para elaborar medidas destinadas a los fallos específicos.

Esto mejorará el rendimiento, calidad, fiabilidad y seguridad. El AMFE es comúnmente utilizado en la fase *Improve* del método DMAIC para mejorar la eficacia de una solución propuesta, pero también es útil para reconocer oportunidades de mejora, y en el paso de *Measure* para determinar qué datos recolectar y dónde recogerlos.

“Aplicar AMFE a procesos y productos se ha vuelto una actividad casi obligada en muchas empresas. Si un producto o un proceso se ve como un edificio al aplicar un AMFE es como revisar sus cimientos y estructura para asegurar que ambas sean confiables y disminuir la probabilidad de que fallen”.<sup>8</sup>

Entre las principales características de esta herramienta se destacan las siguientes:

---

<sup>7</sup> Brassard, M., Finn, L., Ginn, D. y Ritter, D., 2002, pp.59-62

<sup>8</sup> Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R., 2009, p.408

- Sigue los pasos del proceso y se identifican los problemas que pueden ocurrir.
- Pondera posibles problemas en función de su probabilidad de ocurrencia, severidad y la capacidad de detectar.
- Con base en los resultados mencionados anteriormente, ayuda a determinar dónde están las contramedidas necesarias para evitar problemas.
- Permite la re-calificación del problema después de haberse puesto las medidas en marcha.

Para construir el AMEF, como se muestra en la tabla 2.4, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Enlistar los pasos del proceso en la primera columna de una tabla.
2. Para cada paso del proceso, se aplica una lluvia de ideas, de modos de falla potencial formas en que el producto, servicio o proceso puede fallar (por ejemplo, los atascos, se bloquea o se ralentiza, no se puede leer).
3. Identificar las posibles consecuencias o efectos de cada falla (por ejemplo, productos defectuosos, la información equivocada, los retrasos) y la tasa de su gravedad.
4. Identificar las causas de los efectos y la tasa de probabilidad de que ocurran.
5. Registrar su tasa de capacidad de detección de cada modo de fallo (en la columna de detección)
6. Multiplicar los tres números (severidad, ocurrencia y detección), para determinar el riesgo de cada modo de fallo. Esto se representa en la tabla por un número de prioridad de riesgo, o RPN.  
$$\text{RPN} = \text{gravedad} \times \text{ocurrencia de detección}$$
7. Identificar maneras de reducir o eliminar el riesgo asociado con RPN alto.
8. Volver a ponderar los fallos después de poner en marcha las contramedidas.



### **2.1.2.5. Beneficios de la aplicación**

Los beneficios de seguir el concepto de Seis Sigma y el uso de los métodos que lo acompañan son muchos. Estos incluyen los siguientes:

- Proporciona una forma medible para detectar las mejoras del rendimiento.
- Enfoca la atención en la gestión de procesos en todos los niveles de organización.
- Mejora relaciones con los clientes haciendo frente a los defectos.
- Mejora la eficiencia y la eficacia de los procesos mediante la alineación con las necesidades de los clientes.
- Por lo tanto, mejora de la rentabilidad y la productividad.

Realizar el seguimiento mantiene informada a la organización sobre los cambios que están funcionando y cuáles no funcionan. También puede acelerar la mejora significativamente.

Tener un enfoque de procesos permite definir los defectos y calcular el nivel sigma. Al alinear un proceso con las necesidades de los clientes, puede resultar en una mayor lealtad del cliente. Además, al estar orientados hacia los clientes y sus necesidades, se puede desarrollar más fácilmente nuevas ideas para las mejoras de los productos y servicios.

### **2.1.2.6. Conceptos generales de estadística**

- **Probabilidad**

“La probabilidad nos permite obtener conclusiones acerca de las características de los datos hipotéticos que se tome de la población con base en las características conocidas de la población en base a la frecuencia que se obtiene un resultado de un experimento aleatorio”<sup>10</sup>. “La probabilidad es parte

---

<sup>10</sup> Walpole R., Myers R. y Myers S., 1999, p.6

de un modelo matemático para hacer previsiones sobre las ocurrencias futuras de un evento de interés”.<sup>11</sup>

$n_A$ : Total de ocurrencias posibles de un evento A

$N$ : Total de posibles ocurrencias

$$P(A) = \frac{n_A}{N}$$

- **Muestreo**

El muestreo es una técnica para la selección de una muestra a partir de una población o universo.

Al elegir una muestra se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Mediante el uso de muestras se ahorran recursos y se obtienen resultados parecidos a los que se hubiese obtenido en caso de haberse estudiado a toda la población. “Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población que de algún modo reproduzca sus rasgos básicos.”<sup>12</sup>

Cabe mencionar que nunca se podrá estar enteramente seguro de que el resultado sea una muestra representativa, pero sí se puede actuar de manera que esta condición se alcance con una probabilidad alta.

- **Principales técnicas de muestreo**

Las principales técnicas de muestreo se ilustran en la tabla 2.5 a continuación:

Tabla 2.5 Principales técnicas de muestreo

Muestra	Aleatoria	Secuencial	Estratificada
Descripción	Todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad de ser escogidos para componer la muestra.	Se saca una muestra de $n$ ítems a cada $N$ producidos.	Compuesta por elementos de diferentes grupos o poblaciones.

<sup>11</sup> Folleto módulo Six Sigma pp. 61-62

<sup>12</sup> Unidad de calidad, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. (2011, Agosto 13)

Muestra	Aleatoria	Secuencial	Estratificada
Situación de Uso	Obtener muestra representativa del todo.	Controlar el proceso a lo largo del tiempo.	Evitar mezcla de grupos distintos (y conclusiones equivocadas)

Elaborado por: el autor

- **Distribuciones**

“Uno de los objetivos de la estadística es el conocimiento cuantitativo de una determinada parcela de la realidad. Para ello, es necesario construir un modelo de esta realidad particular objeto de estudio, partiendo de la premisa de que lo real es siempre más complejo y multiforme que cualquier modelo que se pueda construir.”<sup>13</sup>

En términos generales, la función de probabilidad, usualmente llamada distribución estadística, es una función matemática que define la forma de variación de una variable aleatoria.

La variable aleatoria puede definirse como cualquier característica medible que toma diferentes valores con probabilidades determinadas. Toda variable aleatoria posee una distribución de probabilidad que describe su comportamiento. Si la variable es discreta, es decir, si toma valores aislados dentro de un intervalo, su distribución de probabilidad especifica todos los valores posibles de la variable junto con la probabilidad de que cada uno ocurra. En el caso continuo, es decir, cuando la variable puede tomar cualquier valor dentro de un intervalo, la distribución de probabilidad permite determinar las probabilidades correspondientes con sub-intervalos de valores. De ahí existen dos tipos de distribuciones: continuas y discretas.

- **Capacidad del proceso**

La capacidad del proceso se refiere básicamente a la evaluación de que si un proceso produce un producto de manera consistente con las especificaciones fijadas por el diseñador del proceso del producto o servicio. Se refiere a la determinación de una predicción cuantificable del desarrollo de proceso. La

---

<sup>13</sup> Junta de Galicia. (2011, Agosto 13)

evaluación del proceso se realiza normalmente para verificar si un proceso puede producir un producto dado con las especificaciones. Por ese motivo, es una herramienta que de esta siendo usada cada vez más frecuentemente en las planificaciones de la calidad. “Juran y Gryna (1993) indican que la capacidad del proceso es la variación inherente medida en el producto resultante e cualquier procedo. La capacidad, por tanto, se refiere a la capacidad de un proceso de entregar un producto consistente en las especificaciones.”<sup>14</sup>

Es la comparación entre la tolerancia especificada y la variabilidad natural del proceso. Este análisis consiste en verificar si:

- ✓ Existen valores fuera de los límites de la especificación, y cuál es la proporción.
- ✓ Existe una buena holgura entre la variación natural del proceso y tolerancia.
- ✓ La distribución está centrada en relación a la tolerancia

- **Índices de la capacidad del proceso**

**Índice Cp<sup>15</sup>:**

- ✓ Indica la capacidad potencial del proceso.
- ✓ Válido solamente si la distribución de las medidas individuales es normal

En la figura 2.11 se muestra de manera gráfica los valores que se indican en la siguiente ecuación para la obtención del índice Cp:

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6s_x}; \quad \text{donde: } LSE = \text{Límite superior especificado}$$

LSI = Límite inferior especificado

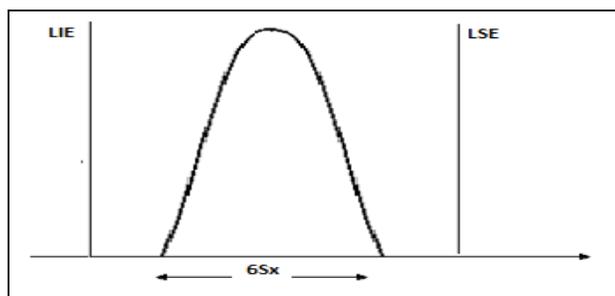
$s_x$  = Desviación estándar del conjunto de datos

---

<sup>14</sup> James, P., 2004, p.226

<sup>15</sup> Folleto módulo six sigma pp. 319-320

Figura 2.11: Gráfico Cp



Elaborado por: el autor

Si:

- $Cp < 1$ ; La variación natural es mayor que la tolerancia
- $Cp = 1$ ; La variación natural es igual a la tolerancia
- $Cp > 1$ ; La variación natural es menor que la tolerancia de las medias individuales.

#### Índice Cpk<sup>16</sup>:

- Capacidad real del proceso (considera la centralización). Evalúa el desplazamiento de la media en relación a la tolerancia.
- Válido solamente si la distribución de las medidas individuales es normal.
- $Cpk$  = Menor valor entre  $Cps$  (para desplazamiento en dirección al límite superior) y  $Cpi$  (para desplazamiento en dirección al límite inferior).

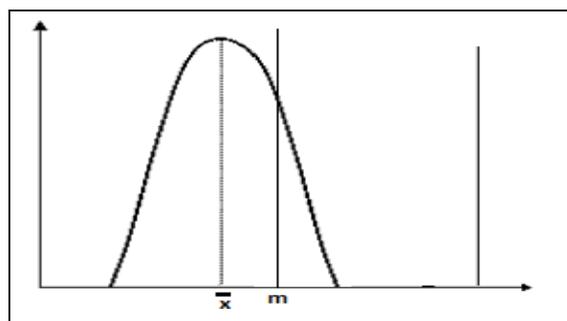
$$Cps = \frac{LSE - \bar{\bar{X}}}{3s_x}$$

$$Cpi = \frac{\bar{\bar{X}} - LIE}{3s_x}$$

- Para especificaciones unilaterales usar el  $Cps$  o  $Cpi$ , dependiendo del límite de especificación existente. En la figura 2.12 se ilustra el gráfico  $Cpk$ .

<sup>16</sup> Folleto módulo six sigma pp. 321-322

Figura 2.12: Gráfico Cpk



Elaborado por: el autor

Si:

- $Cpk < 1$ ; Proceso incapaz
- $1 \leq Cpk < 1,33$ ; Proceso parcialmente capaz
- $1,33 < Cpk \leq 2$ ; Proceso capaz
- $Cpk > 2$ ; Proceso extremadamente capaz

- **Variabilidad**<sup>17</sup>

En todo proceso, no importa cuál sea su eficiencia, hay variaciones. Éstas se pueden deber tanto a causas fortuitas (causas comunes) como a causas identificables (causas especiales). Las causas más comunes de las variaciones son naturales, de tipo aleatorio o al azar, y siempre se van a presentar; algunos ejemplos de éstas son; la temperatura ambiente, la falta del alumbrado, etc. En cambio, las causas especiales tienen su origen en cierta variabilidad en el rendimiento de una maquina, persona, material, el entorno o cualquier otro elemento que participa en el proceso. Éstas son las causas que es necesario detectar y controlar, con el propósito de reducir las variaciones del proceso a su mínima expresión, a fin de que el producto o servicio se pueda brindar de un modo más consistente y uniforme.

- **Causas normales**

Las causas comunes son un conjunto fijo de muchas y pequeñas causas, inherentes al proceso, las cuales determinan su “variabilidad característica”.

<sup>17</sup> Omachonu, V., y Ross, J., 1995, p.36

Estas causas están siempre presentes y afectan a cada resultado. Es imposible aislar el efecto de todas ellas. El efecto de algunas puede ser aislado, pero solamente por medio de experimentos especialmente planeados.

- **Causas especiales**

Las causas especiales son causas ajenas al conjunto de causas comunes, las cuales surgen ocasionalmente, por ende no están presentes todo el tiempo, o sólo afectan a algunos resultados. Por lo general, pueden ser fácilmente aisladas y eliminadas, desde que se puedan distinguir de las causas comunes.

- **Pruebas de hipótesis**

La prueba de hipótesis es una herramienta para el análisis de datos que puede formar parte de un experimento más completo. La prueba de hipótesis es un procedimiento basado en la evidencia muestral y la teoría de probabilidad; se emplea para determinar si la hipótesis es una afirmación razonable. Una hipótesis estadística es una proposición sobre los parámetros de una población o sobre la distribución de probabilidad de una variable aleatoria. En general, son afirmaciones sobre parámetros poblacionales, como la media y la varianza o también puede ser una afirmación sobre la distribución de una característica de interés.

La hipótesis nula ( $H_0$ ) es una afirmación que no se rechaza a menos que los datos muestrales proporcionen evidencia convincente de que es falsa. La hipótesis alternativa ( $H_1$ ) es cualquier hipótesis que difiera de la hipótesis nula. Es una afirmación que se acepta si los datos muestrales proporcionan evidencia suficiente de que la hipótesis nula es falsa.

Nivel de significancia es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Es el nivel de riesgo de rechazar la hipótesis nula, cuando en realidad es verdadera. Este nivel está bajo el control de la persona que realiza la prueba.

### 2.1.3. Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta, conocida comúnmente por su nombre en inglés: *Lean Manufacturing*, se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso. El poder de la manufactura esbelta radica en descubrir continuamente aquellas oportunidades de mejora que están escondidas, pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados. Existen siete desperdicios mortales según Taichi Ohno los cuales son:

- ✓ Sobreproducción
- ✓ Espera
- ✓ Transporte
- ✓ Sobreprocesamiento
- ✓ Inventario
- ✓ Manejo
- ✓ Defectos

La base de la metodología de la manufactura esbelta es la aplicación de la metodología 5S.

- **Metodología 5S**

El método de las 5S se refiere a crear y mantener orden y limpieza dentro de la planta de fabricación, para lograr un ambiente más organizado y seguro que permita reducir desperdicios, espacios y tiempos de búsqueda. Las 5S proceden de términos japoneses, que de una u otra forma los seres humanos tienden a utilizarlos en las actividades cotidianas. El objetivo central de las 5S es lograr funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centro de trabajo

“Antes de comenzar cualquier mejora es necesario disponer de un lugar de trabajo limpio y ordenado. Hiroyuki Hirano desarrolló una metodología para conseguir trabajar con los elementos indispensables y ordenados en un área de trabajo limpia”<sup>18</sup>. Los pilares de las 5S son:

Clasificar (*SEIRI*): consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

Ordenar (*SEITON*): consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Limpieza (*SEISO*): consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los elementos se encuentren siempre limpios procurando un buen estado de salud en los trabajadores

Estandarizar (*SEIKETSU*): implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento y la limpieza logrado con la aplicación de las 3S anteriores.

Disciplina (*SHITSUKE*): consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, se refiere a crear un hábito, más que por procedimiento, por costumbre.

Estos 5 pilares se ilustran en la figura 2.13, el centro de los 5 pilares es la disciplina debido a que es ahí donde se crea el hábito y la continuidad de la aplicación de la metodología.

---

<sup>18</sup> Santos, Wysk y Torres, 2006, p. 175

Figura 2.13: Pilares de la metodología 5S



Elaborado por: el autor

- **Tipos de mantenimiento**

“En las empresas de manufactura, el mantenimiento de las máquinas representa un problema si no es el adecuado, ya que impide la continuidad en la producción. Además, es uno de los mayores generadores de desperdicio en producción y gastos operativos debido a reparaciones. Esto resulta crítico si los procesos dependen en gran medida de la automatización o si se trata de procesos continuos”.<sup>19</sup>

Un equipo industrial está sujeto a averías transitorias (desgastes) o definitivas (fallos catastróficos) que afectan al desempeño de su función y a su rendimiento. En ocasiones, un fallo puede suponer elevados costos e importantes riesgos para las personas, es por ello que los fallos deben ser solucionados o reparados lo antes posible. Existen cuatro tipos de mantenimiento: Mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento autónomo

- **Mantenimiento correctivo**

Basa su acción en la corrección de daños y fallas luego de que éstos se han producido.

---

<sup>19</sup> Socconinini, 2008, p.176

“Este sistema se basa en la improvisación y representa el más alto costo para la industria la mayoría de empresas están acostumbradas a este tipo de mantenimiento; se supone que el equipo sigue en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal, y que exista la obligación de llamar al servicio de mantenimiento, no atiende de nuevo al equipo hasta que no se presente otra falla. La actitud de permitir que instalaciones, equipos y maquinarias funcionando sin prestarles mucha atención, sino, hasta que una avería disminuya la producción, tiene origen en indiferencias ante las técnicas de programación, falta de justificación económica, para un gasto de aplicación de estas técnicas y demanda excesiva, temporal o permanente de la capacidad normal instalada de la empresa. No requiere por tanto, una programación previa a la acción, porque bajo este sistema se está actuando siempre de emergencia.

Normalmente esta indiferencia para apreciar las ventajas de estas técnicas modernas de la programación, se presentan en algunas empresas, porque no cuentan con un personal calificado para su evaluación. En la práctica el departamento de producción tendrá en ciertas ocasiones una demanda temporal de producción a plena carga. Y al departamento de mantenimiento se le exigirá que disminuya los periodos de parada para inspección destinadas al mantenimiento en estos casos, se podrá llegar a un acuerdo entre mantenimiento y producción de lo contrario el gerente de la empresa deberá asumir la responsabilidad”<sup>20</sup>.

El mantenimiento correctivo en general en el país, es un método muy generalizado, principalmente en industrias menores, donde la importancia del mantenimiento aún no logra impactar a sus ejecutivos.

- **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo entre otras ventajas, permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de

---

<sup>20</sup> Silva, 1979, p.48

equipos y disminuir costos de reparaciones. El mantenimiento preventivo se ha venido implementando en la mayoría de empresas por los beneficios nombrados que brinda el mantenimiento planificado.

El mantenimiento preventivo es una técnica que cambia el componente en función de su estado en el momento de la inspección. Con esta política de mantenimiento, la vida efectiva de componentes costosos se puede extender<sup>21</sup>. Periódicamente se verifica el estado de los elementos de la maquinaria, monitorizando ciertos atributos que pueden indicar el estado de la pieza, de tal manera y basándose en un cronograma o recomendaciones del fabricante, se puede determinar cuándo cambiar dichos componentes.

- **Mantenimiento autónomo**

Mantenimiento autónomo es el que realiza el operario en su puesto de trabajo, sin necesidad de recurrir al encargado de mantenimiento o a una persona externa a la organización. De tal manera se puede alargar la vida útil de ciertos componentes de la maquinaria, cuyo cuidado e inspección debe ser diario.

“El calendario de intervenciones de mantenimiento autónomo es fundamental porque muchas tareas de inspección se deben realizar todos los días. Por otro lado, el departamento recibe multitud de averías que se podrían resolver de manera muy sencilla en el puesto de trabajo (un botón atascado, un enchufe que no funciona, etc.) en algunos casos, se tarda más tiempo hacer el requerimiento de trabajo que en arreglarlo, el mantenimiento autónomo incluye pequeñas tareas y además tres medidas preventivas diarias: limpieza, lubricación y chequeo”<sup>22</sup>.

- **Mantenimiento predictivo**

Consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma que se puedan programar los paros de la maquinaria para las

---

<sup>21</sup>Santos, Wysk y Torres, 2006, p.125

<sup>22</sup> Santos, Wysk y Torres, 2006, p.132

reparaciones en los momentos oportunos. “La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente sino que tienen una evolución”<sup>23</sup>.

Esta aproximación-predicción hace reducir la frecuencia de *overhauling* o reparaciones periódicas, de inspecciones sin aumentar el riesgo de averías de equipo, y sustancialmente reducir el tiempo muerto del equipo y el costo de mantenimiento que se deriva del mismo.

El objetivo del mantenimiento predictivo es establecer si ha sucedido cambio en las condiciones físicas, y para el efecto, se dispone de recursos técnicos que permiten encontrar estas variaciones cuando apenas comienzan. En cuanto se identifican cambios en las condiciones físicas, es necesario establecer qué condiciones deben medirse, seleccionar el mejor equipo para el efecto, desarrollar criterios y evaluar resultados.

En el mantenimiento preventivo se observa y detecta fenómenos como vibración, amplitud, velocidad, sonido, temperatura, presión, desgaste, alineación, corrosión, erosión.

Este tipo de mantenimiento se basa en la utilización de un conjunto de equipos y aparatos, que al ser empleados periódicamente, es posible identificar condiciones que requieren corrección antes de que se susciten otras fallas o problemas dentro de una máquina. Los equipos que comúnmente se utilizan para la detección de problemas son:

- Analizador portátil de vibración y medidor de amplitud,
- equipo ultrasónico para espesores de paredes delgadas,
- sensores,
- espectrofotómetro de absorción atómica, para análisis de aceites lubricantes

---

<sup>23</sup> Rey Sacristán, 1999, p. 32

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS SITUACIONAL ACTUAL DE LA EMPRESA

#### 3.1. Historia de la empresa

En la ciudad de Quito, en el año 1996, un grupo de emprendedores pioneros, encabezados por Mario Sarmiento y Luis Cabrera, fundan ECUAGOLOSINAS, con el propósito de fabricar caramelos.

La fábrica comenzó a operar en Guayaquil durante un corto tiempo, luego fue trasladada a la ciudad de Quito en un galpón arrendado en el sector de Marianitas de la parroquia de Calderón, provincia de Pichincha y, el 5 de marzo de 1996 inicia la producción.

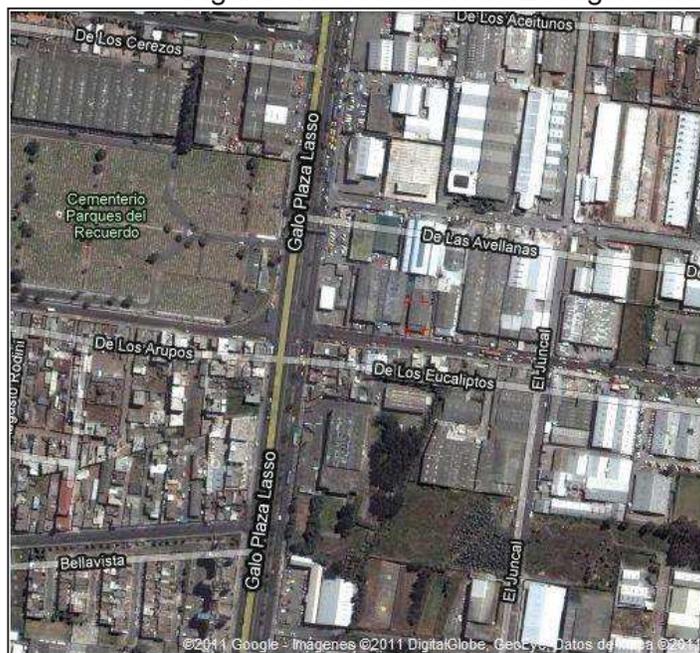
A inicios del año 2000 y ante la realidad de una economía dolarizada en la que era muy difícil conseguir insumos a precios competitivos, ECUAGOLOSINAS pasa a manos de un solo dueño, Mario Sarmiento, convirtiéndose en una empresa eminentemente familiar.

En su proceso de crecimiento, ECUAGOLOSINAS inaugura en el año 2005 su planta propia al Norte de la ciudad de Quito, en la figura 3.1 mediante la ayuda de la herramienta *Google Maps* se muestra la ubicación de la planta.

Actualmente cuenta con 19 empleados, de los cuales, 14 empleados en planta y 5 administrativos. En la temporada de alta producción, esto es, en los meses de octubre, noviembre y diciembre, en la época de Navidad, debido a la naturaleza del negocio, la empresa emplea transitoriamente hasta 40 personas.

La empresa no ha definido su organigrama.

Figura 3.1: Ubicación de Ecuagolosinas



Fuente: Google - Imágenes 2011

Hoy por hoy, la empresa está empeñada en modernizar la maquinaria, lo que le permitirá mejorar procesos, eliminar desperdicios y convertirse en una empresa más productiva y rentable, con un posicionamiento sólido en el segmento de confites del país; sin embargo, no han logrado cambiarla y han trabajado con la maquinaria con la que cuenta la empresa actualmente.

Produce 22 variedades de caramelos, chupetes y confites. Además comercializa productos en más de 700 locales comerciales, siendo sus principales clientes las cadenas de supermercados SUPERMAXI, MI COMISARIATO, SANTA MARÍA y bodegas mayoristas a nivel nacional.

Para reflejar cabalmente estos logros y su dimensión empresarial global, en el año 2005 la empresa ECUAGOLOSINAS renueva su simbología, creando una identidad visual altamente innovadora como se aprecia en la figura 3.2.

La empresa está empeñada en satisfacer a sus clientes que se resume en su frase representativa a través del lema: **“Endulza tu vida”**.

Figura 3.2: Logo EGOS



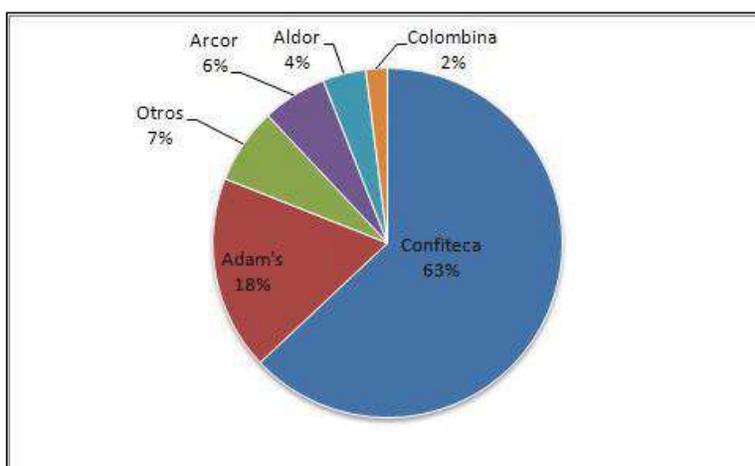
Fuente: Ecuagolosinas

**MISIÓN:** Dar a las personas del Ecuador productos de calidad para generar confianza en nuestros colaboradores, clientes, proveedores y medio ambiente.

**VISION:** Consolidar nuestra participación en el mercado del Ecuador, ubicándonos entre las principales empresas de dulces de nuestro país.

En Ecuador se estima que se dedican a la elaboración de golosinas unas 6 empresas. El mercado está moderadamente concentrado. La firma CONFITECA es el líder en el sector (63%), e ICAPEB, ECUAGOLOSINAS, SILVER MIEL compiten con marcas internacionales como ALDOR, ARCOR, NESTLE, ADAMS y FERRERO. En la figura 3.3 publicada por MARDIS se ve la participación de ECUAGOLOSINAS con un 7% junto con las demás empresas nacionales, en el mercado nacional de confites.

Figura 3.3: Competencia Ecuagolosinas



Fuente: MARDIS

### 3.2. Objetivos

ECUAGOLOSINAS ha definido los siguientes objetivos:

- Corporativos
  - ✓ Crecimiento de nuestra corporación
  - ✓ Satisfacer las necesidades de nuestros clientes
  - ✓ Búsqueda continua del éxito
- Finanzas
  - ✓ Incrementar ingresos por ventas
  - ✓ Incrementar ventas por canales
  - ✓ Incrementar ventas por producto
  - ✓ Manejar rotación de inventarios
  - ✓ Optimizar Recursos
  - ✓ Incrementar utilidad neta
- Clientes
  - ✓ Facturación adecuada
  - ✓ Información oportuna nuevos productos, promociones, ofertas
  - ✓ Incrementar fidelidad de los clientes
  - ✓ Cobertura de mercado
  - ✓ Participación de mercado
- Internos
  - ✓ Entregar información a través de página Web
  - ✓ Frescura del producto
  - ✓ Optimizar capacidad de productos en formación
  - ✓ Maximizar la eficiencia en pedidos

### 3.3. Productos

ECUAGOLOSINAS ofrece distintas variedades de caramelo suave, toffees, caramelos duros, y mentolados. En la tabla 3.1 se muestran los distintos productos de una manera más organizada:

Tabla 3.1: Productos de Ecuagolosinas

Caramelo Suave			Caramelo Duro		
<i>Toffees</i>	<i>Chocolatines</i>	<i>Tropi</i>	<i>Mentas</i>	<i>Frutitas</i>	<i>Leche y Miel</i>
Cereza - Limón	Choco Amareto	Limón	Alpina Alpina Jet's	Frutilla	<b>Fresa</b>
Naranja	Choco Menta	Naranja		Uva	<b>Coco</b>
Chocolatito	Choco Almendras	Banano		Limón	<b>Dulce de Leche</b>
Choco - Leche	Chocrocante	Coco		Naranja Piña Con crema	<b>Yogurt Fresa</b>

Fuente: Ecuagolosinas

### 3.4. Productos sustitutos

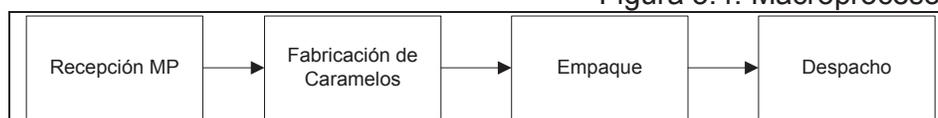
En el mercado de los dulces hay muchos productos sustitutos de los confites que los clientes pueden encontrar, como por ejemplo: chicles, gomas, chocolates, productos de chocolate, productos sucedáneos del chocolate, manteca de cacao, cacao en pasta y pasteles, helados y distintos productos “artesanales” dulces.

### 3.5. Cadena de valor

#### Macroproceso:

Los procesos macro de la empresa son: Recepción de la Materia Prima, Fabricar el caramelo, empacarlo y el despacho, las actividades de la empresa no incluyen la distribución del producto, estas actividades se grafican de la siguiente manera como se muestra en la figura 3.4:

Figura 3.4: Macroproceso

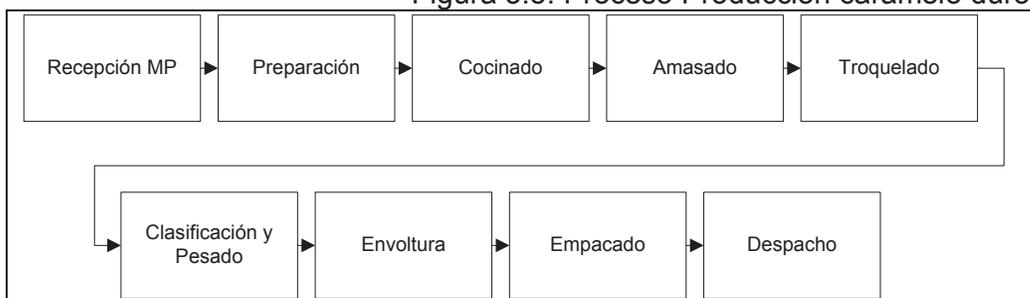


Fuente: Ecuagolosinas  
Elaborado por: el autor

### Proceso Producción Caramelo Duro:

El presente proyecto se basa en la producción de caramelo duro de la empresa que consta en las actividades ilustradas en la figura 3.5 a continuación:

Figura 3.5: Proceso Producción caramelo duro



Fuente: Ecuagolosinas  
Elaborado por: el autor

La interacción de éste y los demás procesos se pueden apreciar en el Anexo 1.

### 3.6. Principales Clientes

Los clientes están divididos en las siguientes categorías: Autoservicios, Distribuidores, Mayoristas y Minoristas como se muestra en la Tabla 3.2:

Tabla 3.2: Clientes de Ecuagolosinas

Autoservicios	Distribuidores	Mayoristas	Minoristas
Supermaxi Mi Comisariato Santa maría Bodegas Aki Comisariato del Ejército Supercomisariato Inglés	Representante en Ciudades Proversa Barnuevo Feby	La Universal Cotocollao La Unión San Francisco	Abarrotes y sitios pequeños de expendio

Fuente: Ecuagolosinas  
Elaborado por: el autor

### 3.7. Proveedores

Los proveedores de materia prima de ECUAGOLOSINAS son nacionales en su mayoría y extranjeros, tienen un posicionamiento reconocido en el ambiente confitero ecuatoriano. En la tabla 3.3 se presentan los proveedores de Ecuagolosinas.

Tabla 3.3: Proveedores EGOS

Papel y Fundas	Minipak	Colombiana
	Celoplast	Nacional
	Fupel	Nacional
Cartones	Cartorama	Nacional
	Cransa	Nacional
	Escudos	Nacional
Químicos	Solvesa	Nacional
	San Carlos	Nacional
	Brentag	Nacional
Saborizantes	Magicflavors	Nacional

Fuente: EGOS

Elaborado por: el autor

## CAPÍTULO IV

### APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SEIS SIGMA

#### 4.1. Fase *Define*

##### 4.1.1. Situación actual de la documentación de EGOS

Actualmente EGOS está empeñada en el desarrollo de un sistema de gestión de calidad; el sistema no es perfecto y tiene algunas falencias en las que se encuentran empeñados en corregir. Uno de los factores críticos de cualquier sistema de gestión es la documentación y registro de datos que son necesarias para el seguimiento adecuado y la mejora continua de sus procesos. En la tabla 4.1 se indica los posibles riesgos que se identificaron y que podrían afectar al éxito del proyecto; y, a su vez, las posibles soluciones para disminuir el impacto de estas falencias.

Tabla 4.1: Matriz de riesgo de la información actual

Situación actual de información	Impacto en el éxito del proyecto			Repercusión	Solución
	Alta	Media	Baja		
Mapeo de procesos desactualizado.	X			Información desactualizada	Se realizará un mapeo de los procesos previo al desarrollo de la metodología.
Ausencia de manual de procesos.	X			No existe una estandarización formalizada	Se trabajará con en base a la experiencia de los operarios y directivos.
Falta de registro de mantenimiento de la maquinaria.		X		No existen datos formales referentes a las intervenciones en la maquinaria	Se trabajará con la información de la persona encargada de las máquinas.
No existen registros de la temperatura de la elaboración del caramelo.		X		No existe información de verificación y seguimiento de la estandarización de los procesos.	En caso de presentarse la necesidad se generarán los registros necesarios.
La información no se encuentra disponible para todos.			X	El personal no conoce información que puede ser crítica para el proceso	Se distingue al personal que está mayor tiempo.

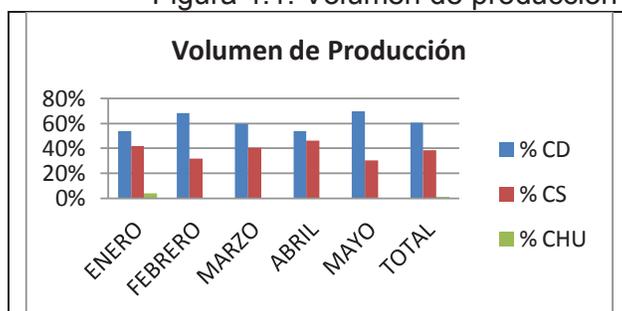
Elaborado por: el autor

#### 4.1.2. Definición del foco de mejora

Después de reuniones y conversaciones y un brainstorming con la alta dirección de la empresa, se llegó a la conclusión de que los criterios de selección para encontrar las oportunidades de mejora deben ser: mayor volumen de producción, dado que es ahí es donde se genera mayor variabilidad; y, por lo tanto, mayor cantidad de desperdicios pero también generan mayor margen de ganancia para la organización.

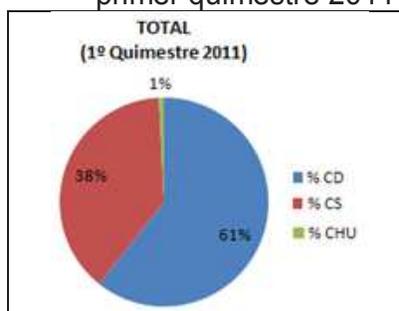
Recopilada la información correspondiente al primer quimestre del año, en cuanto a la cantidad de producción de todos los productos y clasificándolos como: caramelo duro (CD), caramelo suave (CS) y chupete (CHU), se obtuvo los resultados que se presentan en la figura 4.1 en cuanto a volumen de producción. De igual manera, se definió el porcentaje total de producción de cada producto dentro del primer quimestre como se indica en la figura 4.2.

Figura 4.1: Volumen de producción



Elaborado por: el autor

Figura 4.2: Total producción primer quimestre 2011



Fuente: Ecuagolosinas

Con la ayuda de la información recopilada, se pudo realizar el siguiente paso para determinar el foco de mejora; atribuir pesos de importancia relativa entre los criterios definidos anteriormente en consenso con los directivos de la empresa:

Criterios:

- A. Volumen de Producción
- B. Margen de Ganancia
- C. Cantidad de Desperdicios
- D. Cantidad de Devoluciones
- E. Impacto en el Gasto Operativo

Se pondera mediante la siguiente clasificación un criterio frente a otro:

Mucho más importante	(9)
Más importante	(7)
Igualmente importante	(5)
Menos importante	(3)
Mucho menos importante	(1)

Después se debe sumar las puntuaciones de las filas y expresarlo en porcentaje, los cuales son los pesos de importancia relativa entre los criterios que se utilizarán más adelante.

Tabla 4.2: Criterios de selección

Criterios	A	B	C	D	E	$\Sigma$	%
A. Volumen de producción	9	7	7	9	5	28	28%
B. Margen de ganancia	3	9	7	5	5	20	20%
C. Cantidad de desperdicios	3	3	9	3	5	14	14%
D. Cantidad de devoluciones	1	5	7	9	5	18	18%
E. Impacto en el Gasto Operativo	5	5	5	5	9	20	20%

Elaborado por: el autor

Después se pondera las alternativas con cada uno de los diferentes criterios frente a las mismas alternativas, que en este caso son las siguientes:

Alternativas:

1. Caramelo Duro (CD)
2. Caramelo Suave (CS)
3. Chupete (CHU)

Se ponderará bajo la siguiente escala:

Cumple mucho más	(9)
Cumple más	(7)
Cumple igualmente	(5)
Cumple menos	(3)
Cumple mucho menos	(1)

Después se suma las filas y se saca el porcentaje de cada alternativa. Mediante consenso con la alta dirección se llegó a los siguientes resultados expuestos en la tabla 4.3, primero en cuanto al volumen de producción:

Tabla 4.3: Ponderación de alternativas

A. Volumen de producción	1	2	3	$\Sigma$	%
1. Caramelo Duro	■	7	9	16	53%
2. Caramelo Suave	3	■	9	12	40%
3. Chupetes	1	1	■	2	7%
B. Margen de ganancia	1	2	3	$\Sigma$	%
1. Caramelo Duro	■	7	9	16	53%
2. Caramelo Suave	3	■	9	12	40%
3. Chupetes	1	1	■	2	7%
C. Cantidad de desperdicios	1	2	3	$\Sigma$	%
1. Caramelo Duro	■	7	9	16	53%
2. Caramelo Suave	3	■	9	12	40%
3. Chupetes	1	1	■	2	7%
D. Cantidad de devoluciones	1	2	3	$\Sigma$	%
1. Caramelo Duro	■	3	9	12	40%
2. Caramelo Suave	7	■	9	16	53%
3. Chupetes	1	1	■	2	7%
E. Impacto en el Gasto Operativo	1	2	3	$\Sigma$	%
1. Caramelo Duro	■	5	9	14	47%
2. Caramelo Suave	5	■	8	13	43%
3. Chupetes	1	1	■	2	7%

Elaborado por: el autor

En la tabla 4.4 se establecen las puntuaciones finales calculando la media ponderada entre los pesos de cada criterio y los grados de adecuación correspondientes en la matriz síntesis.

Tabla 4.4: Puntuaciones finales

	A. Volumen de producción	B. Margen de ganancia	C. Cantidad de desperdicios	D. Cantidad de devoluciones	E. Costo de Producción	
	28,00%	20,00%	14,00%	18,00%	20,00%	Porcen.
<b>1. Caramelo Duro</b>	53,33%	53,33%	53,33%	40,00%	46,67%	<b>49,60%</b>
<b>2. Caramelo Suave</b>	40,00%	40,00%	40,00%	53,33%	43,33%	<b>43,07%</b>
<b>3. Chupetes</b>	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	<b>6,67%</b>

Elaborado por: el autor

Según los resultados de la matriz síntesis, se puede deducir que la línea de producción de caramelo duro es la alternativa con más peso sobre los objetivos de la empresa y los requerimientos del cliente.

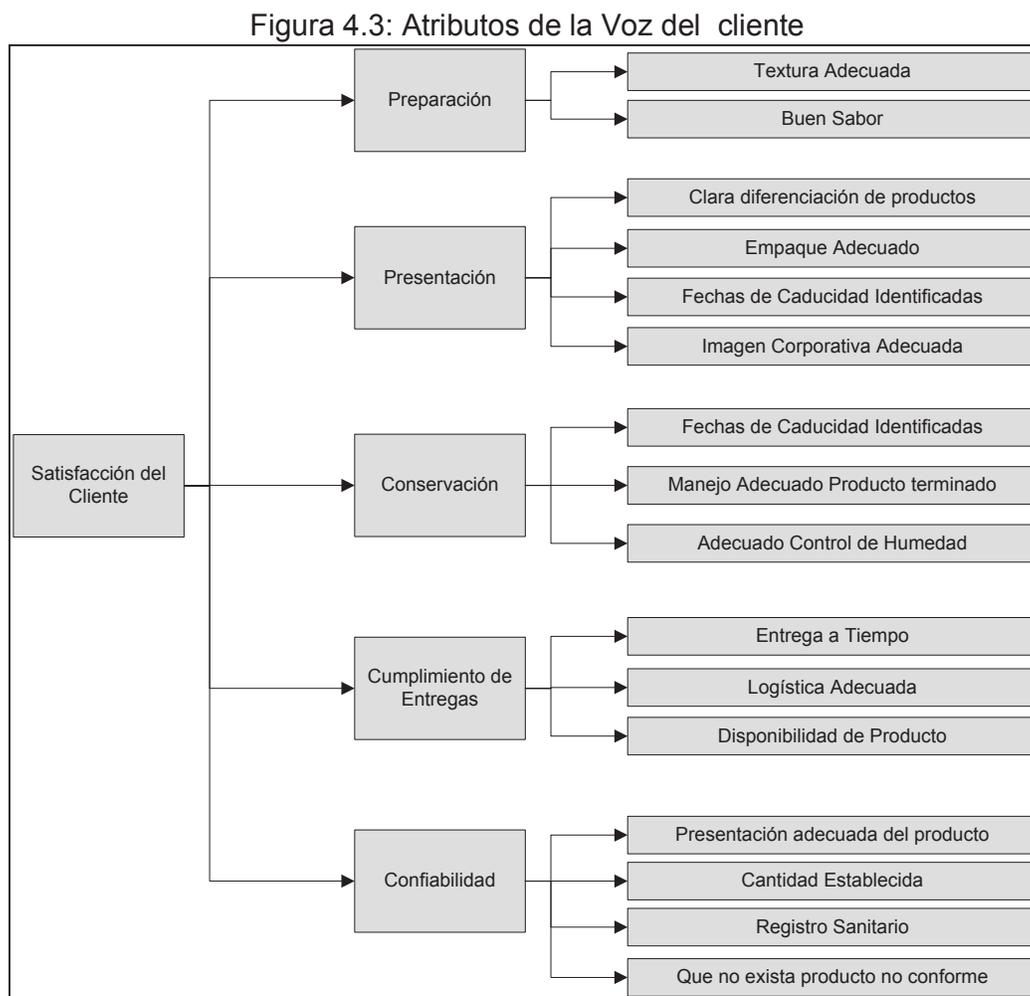
Cabe recalcar que el estudio realizado sobre el producto seleccionado servirá de guía para la implementación de la metodología en el resto de productos, dado que los procesos de realización del producto son similares, en vista de que siguen un orden similar. Por lo tanto, las opciones de mejora que se encuentren en este estudio, servirán de referencia para los demás productos.

#### 4.1.3. Identificar características críticas para el cliente

Con la colaboración de la alta dirección de la organización y las personas que conocen el proceso, se identificó las siguientes CTS que son relevantes para el cliente y que están inmersos en los procesos que intervienen en la elaboración del producto, priorizado en la etapa anterior. Algunas de estas características críticas para el cliente fueron señaladas anteriormente por la organización, y se han concentrado esfuerzos para alcanzar estas expectativas; sin embargo, no se ha desarrollado una metodología estructurada

y formal, por lo que se han descuidado éstos esfuerzos y no se ha hecho el seguimiento correspondiente y las cosas han quedado “en el aire”. En consecuencia, y una vez que la organización ha identificado algunas de estas características, se realizará la propuesta con éstos lineamientos pero considerando la guía de una metodología estructurada que incluye una fase de control, donde se detallarán los métodos necesarios para el seguimiento adecuado de los posibles cambios a realizar.

Con éstas premisas se pudo construir la herramienta *Critical to Flowdown* que se muestra en la figura 4.3:



Elaborado por: el autor

Después de que se ha desarrollado el árbol, conjuntamente con todas las personas involucradas e identificadas las CTS (*Critical to Satisfaction*), se debe definir cuáles son las de mayor impacto tanto para el cliente como para la organización. Para esto se utiliza una matriz de priorización, tabla 4.5, para poder ponderar estas opciones, según la importancia para el cliente y la dificultad organizacional, es decir la dificultad que tiene la organización para lograr lo que el cliente espera.

Se utilizará la siguiente escala:

<u>Importancia del Cliente</u>		<u>Dificultad Organizacional</u>	
Muy importante	9	Muy Difícil	9
Importante	7	Difícil	7
Medianamente importante	5	Medianamente Difícil	5
Algo Importante	3	Algo Difícil	3
Poco Importante	1	Poco Difícil	1

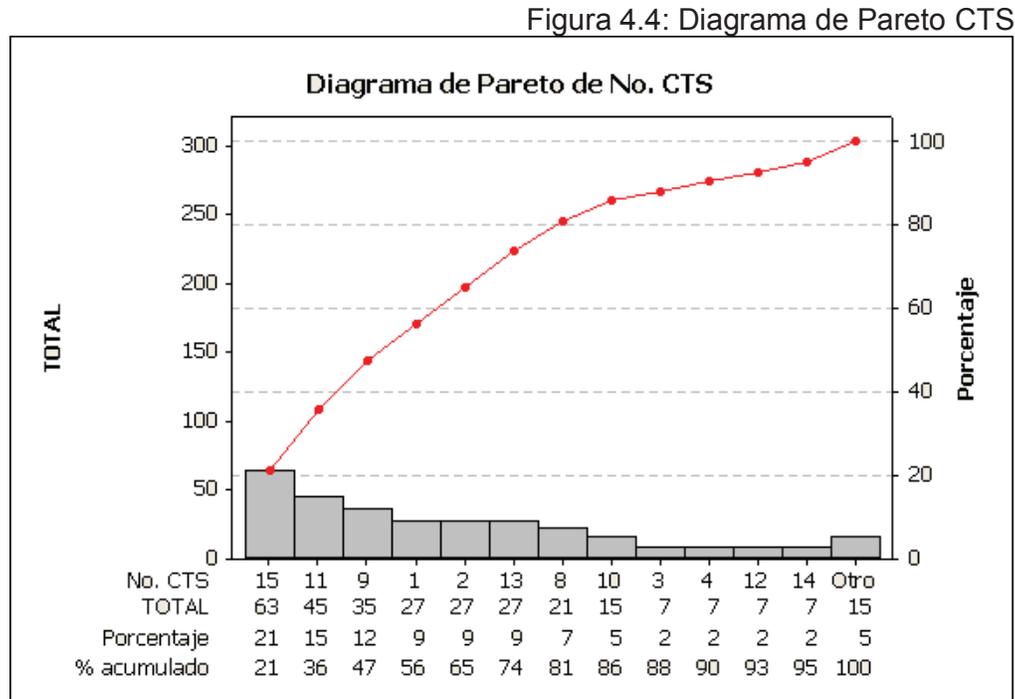
Tabla 4.5: Matriz de priorización

#	CTS	Importancia para el Cliente	Dificultad Organizacional	TOTAL	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	Textura Adecuada	9	3	27	8,91%	8,91%
2	Buen Sabor	9	3	27	8,91%	17,82%
3	Clara Diferenciación de Productos	7	1	7	2,31%	20,13%
4	Empaque Adecuado	7	1	7	2,31%	22,44%
5	Imagen Corporativa Adecuada	5	1	5	1,65%	24,09%
6	Fechas de Caducidad Claras	5	1	5	1,65%	25,74%
7	Manejo Adecuado Producto terminado	5	1	5	1,65%	27,39%
8	Adecuado Control de Humedad	3	7	21	6,93%	34,32%
9	Entrega a tiempo	7	5	35	11,55%	45,87%
10	Logística Adecuada	5	3	15	4,95%	50,83%
11	Disponibilidad de Producto	9	5	45	14,85%	65,68%
12	Presentación adecuada de Producto	7	1	7	2,31%	67,99%
13	Cantidad Establecida	9	3	27	8,91%	76,90%
14	Registro Sanitario	7	1	7	2,31%	79,21%
15	Que no exista producto no conforme	9	7	63	20,79%	100,00%

Elaborado por: el autor

Para focalizar los esfuerzos de mejoramiento donde sea más útil, se discrimina los pocos vitales de los muchos triviales mediante el diagrama de Pareto.

Ordenando los datos de mayor a menor se obtuvieron los resultados presentados en la figura 4.4:



Elaborado por: el autor

Las CTS de mayor peso quedan definidas como se presentan en la tabla 4.6:

Tabla 4.6: Atributos CTS priorizados

#	CTS	Porcentaje
15	Que no exista producto no conforme	20,79%
11	Disponibilidad de Producto	14,85%
9	Entrega a tiempo	11,55%
13	Cantidad Establecida	8,91%
1	Textura Adecuada	8,91%

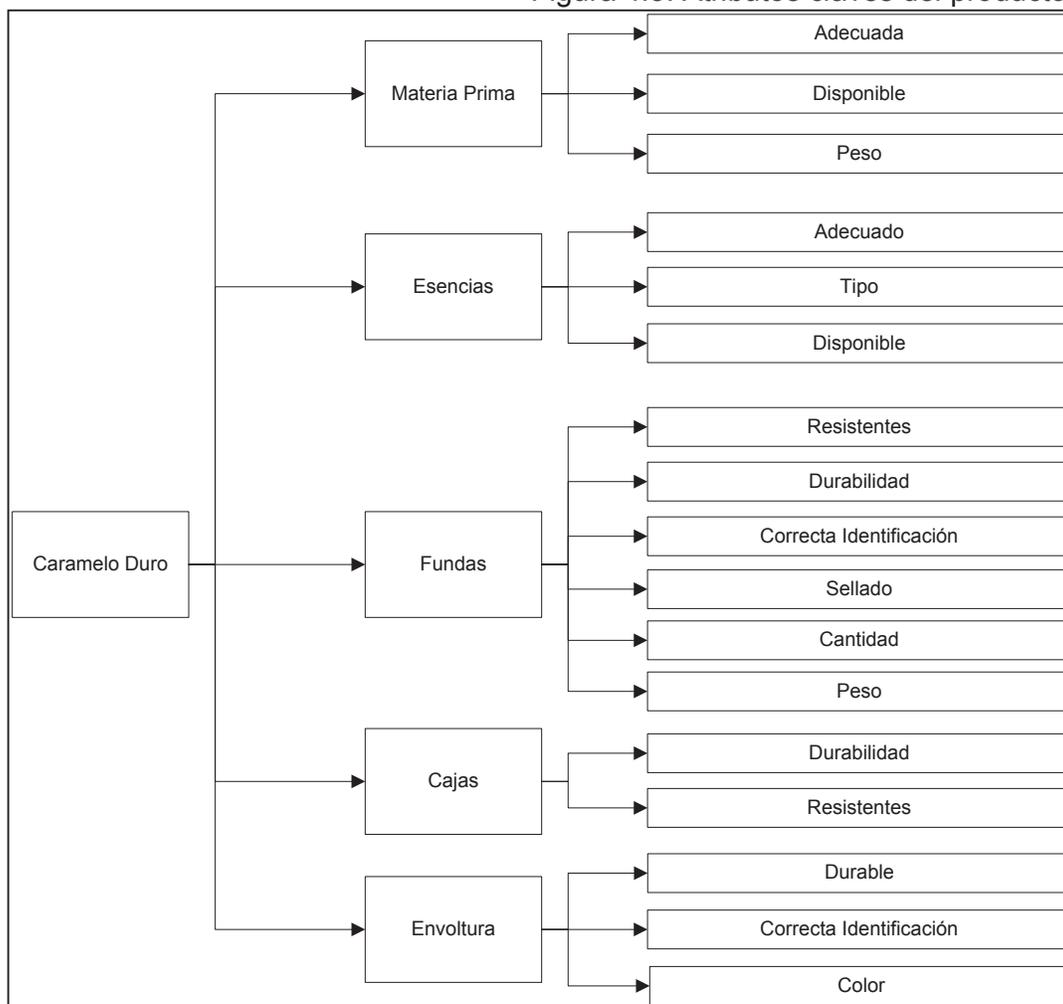
Elaborado por: el autor

#### 4.1.4. Definición del foco de mejora

##### 4.1.4.1. Definición de los parámetros de desempeño

Una vez definidos los CTS se identifican los atributos claves del Producto (CTY) de la misma manera que con las CTS mediante el uso del árbol CT que se muestra en la figura 4.5.

Figura 4.5: Atributos claves del producto



Elaborado por: el autor

Después de identificar los atributos claves que espera el cliente en el producto, se los relaciona con los CTS para así determinar que atributos son los más probables de impactar estos requerimientos, presentados en la tabla 4.7, se utiliza la siguiente ponderación:

Relación CTS con CTY

Fuerte	9
Media	5
Débil	1

Tabla 4.7: Atributos clave CTY

#	CTY	CTS					Prioridad	Porcentaje
		20,79%	14,85%	11,55%	8,91%	8,91%		
		Que no exista producto no conforme	Disponibilidad de Producto	Entrega a tiempo	Cantidad Establecida	Textura Adecuada		
1	MP Adecuada	9			9	9	3,48	10,38%
2	Disponibilidad MP	9	9	9	9	1	5,14	15,35%
3	Cantidad Esperada MP	1	9	9	9		3,39	10,12%
4	Esencia Adecuada	9	5		9		3,42	10,20%
5	Esencia Disponible	9	9	9			4,25	12,69%
6	Fundas Resistentes	1					0,21	0,62%
7	Fundas Cantidad Especificada	9		9			2,91	8,70%
8	Fundas Peso Especificado	9		9			2,91	8,70%
9	Fundas Durables	5					1,04	3,11%
10	Correcta Identificación Fundas	5					1,04	3,11%
11	Fundas bien selladas	5					1,04	3,11%
12	Cajas Durables	5					1,04	3,11%
13	Cajas Resistentes	5					1,04	3,11%
14	Correcta Identificación Envolturas	5	9				2,38	7,10%
15	Envoltura durable	1					0,21	0,62%
16	Color Envoltura						0,00	0,00%
<b>TOTAL</b>							<b>33,48</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: el autor

Analizando los resultados de esta matriz, se identifican los parámetros claves más adecuados del producto, para así continuar con el estudio. Organizando de mayor a menor peso se obtuvo los resultados de la tabla 4.8:

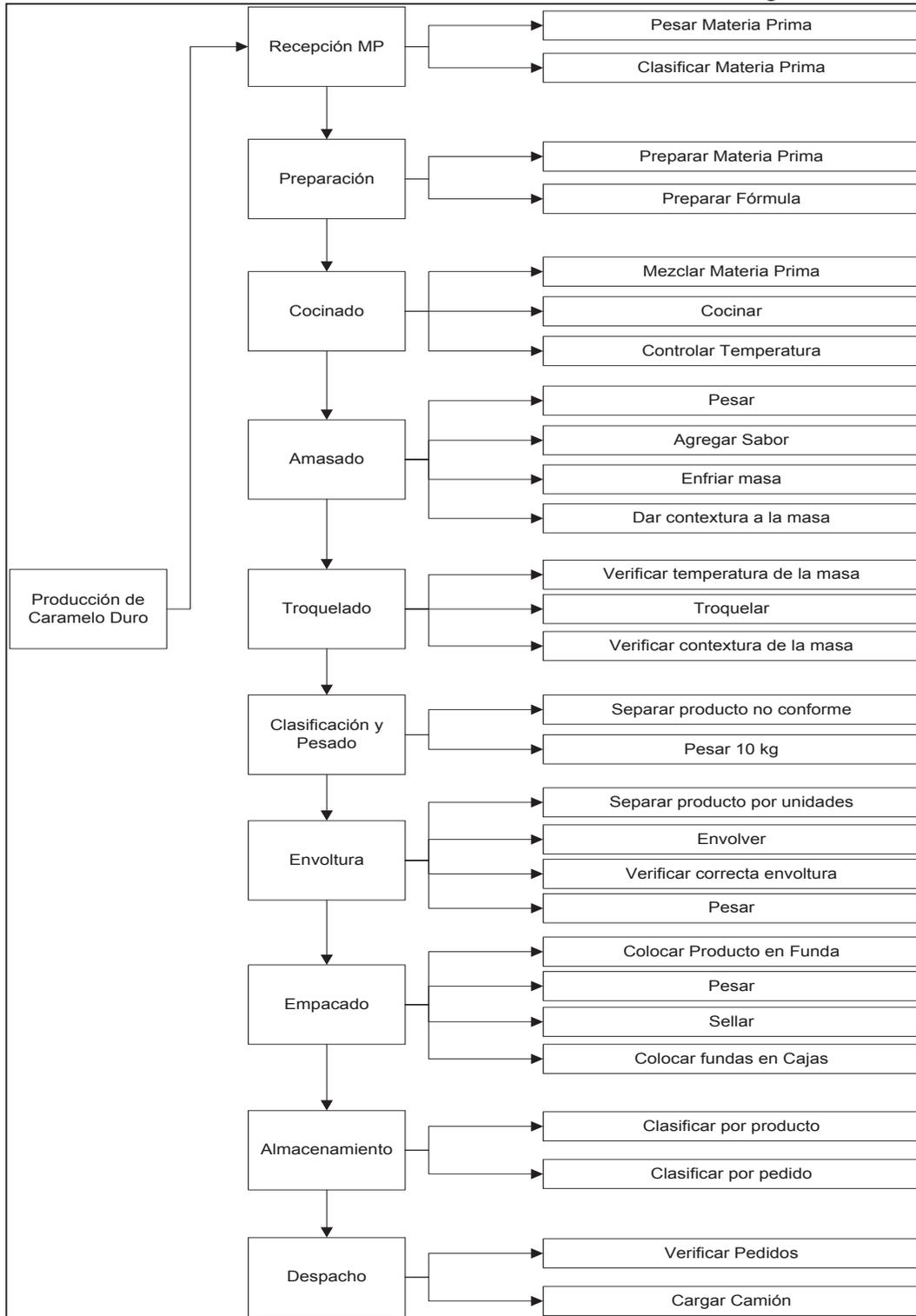
Tabla 4.8: Parámetros claves

	CTY	Porcentaje
2	Disponibilidad MP	15,35%
5	Esencia Disponible	12,69%
1	MP Adecuada	10,38%
4	Esencia Adecuada	10,20%
3	Cantidad Esperada MP	10,12%

Elaborado por: el autor

Por último, se identifican las CTX, las características críticas de los procesos con el mismo método, ilustrado en la figura 4.6.

Figura 4.6: CTX



Elaborado por: el autor

Se relaciona las CTX identificados anteriormente frente a las CTY claves, usando la misma escala de relación utilizada anteriormente y se obtuvo los datos presentados en la tabla 4.9:

Tabla 4.9: Relación CTX frente a CTY

CTX	CTY					Prioridad	Porcentaje
	15,35%	12,69%	10,38%	10,20%	10,12%		
	Disponibilidad MP	Esencia Disponible	MP Adecuada	Esencia Adecuada	Cantidad Esperada MP		
1 Pesar MP	9		1		1	1,587	6,12%
2 Clasificar MP	9		5			1,901	7,33%
3 Preparar MP	9		9			2,316	8,93%
4 Preparar Formula	1	9	1	9	1	2,419	9,33%
5 Mezclar MP	9	9				2,524	9,73%
6 Cocinar	9	9				2,524	9,73%
7 Controlar Temperatura						0,000	0,00%
8 Pesar	9	9	9			3,458	13,34%
9 Agregar Sabor		9		9		2,060	7,95%
10 Enfriar Masa						0,000	0,00%
11 Dar Textura a la Masa						0,000	0,00%
12 Verificar temperatura de la Masa						0,000	0,00%
13 Troquelar	9	9	9	9	9	5,287	20,39%
14 Verificar textura de la masa						0,000	0,00%
15 Separar producto no conforme			9	9		1,853	7,15%
16 Pesar 10 Kg						0,000	0,00%
17 Separar producto por Unidades						0,000	0,00%
18 Envolver						0,000	0,00%
19 Verificar correcta envoltura						0,000	0,00%
20 Pesar						0,000	0,00%
21 Colocar Producto en Funda						0,000	0,00%
22 Pesar						0,000	0,00%
23 Sellar						0,000	0,00%
24 Colocar fundas en Cajas						0,000	0,00%
25 Clasificar por producto						0,000	0,00%
26 Clasificar por pedido						0,000	0,00%
27 Verificar Pedidos						0,000	0,00%
28 Cargar Camión						0,000	0,00%
					TOTAL	25,926	100,00%

Elaborado por: el autor

De los resultados obtenidos de la matriz CTX, se puede discriminar las características críticas de los procesos que son los que más impacto tienen frente a los requerimientos de los clientes, esto se muestran en la tabla 4.10.

Tabla 4.10: Características de mayor impacto en los clientes

CTX	Porcentaje
13 Troquelar	20,39%
8 Pesar	13,34%
5 Mezclar MP	9,73%
6 Cocinar	9,73%
4 Preparar Formula	9,33%

Elaborado por: el autor

Está claro que las características críticas de los procesos están en las actividades que tienen que ver con la formación del producto, dado que la característica crítica del cliente con mayor peso es que no exista producto no conforme.

#### 4.1.4.2. Mapeo del proceso nivel macro

Para reflejar de forma resumida la relación entre proveedores, entradas, actividades, salidas y clientes del proceso de elaboración de caramelo duro, se realizó un diagrama SIPOC, ilustrado en la tabla 4.11, a nivel macro en base a observaciones y consensos con las personas que conocen del proceso.

Tabla 4.11: SIPOC Macro elaboración caramelo duro

SIPOC MACRO PROCESO DE ELABORACIÓN DE CAMELO DURO				
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Gestión Ventas	Req. Del Cliente	Preparación		
Jefe de Planta	Especificaciones Técnicas	Cocinado		
Gestión Administrativa	Ordenes de Producción	Amasado		
Varios Proveedores	Materias Primas	Troquelado	Datos de Producción	Jefe de Planta
	Materiales	Clasificación/Pesado	Otros Datos	Gestión Administrativa
		Envoltura		Autoservicios
		Empacado		Distribuidores
		Almacenamiento		Mayoristas
		Despacho	Caramelo Duro	Minoristas

Elaborado por: el autor

Después de identificar las características críticas del producto y proceso, y de delimitar el proceso de manera macro, se procede a la última parte de la fase Define, la formalización del proyecto.

#### **4.1.5. Formalización del proyecto**

Para la formalización del proyecto se utiliza la herramienta *Project Charter*.

##### *1. Descripción del tema*

El presente proyecto describe las posibles oportunidades de mejora en la línea de producción de caramelos: detectando, reduciendo y/o eliminando errores y defectos; hacer uso eficiente de los recursos disponibles con el fin de brindar un mejor producto al cliente, aumentando su satisfacción y, adicionalmente, generando mayores ganancias a sus accionistas.

##### *2. Definición del objetivo*

Objetivo: Reducción de producto no conforme en la línea de producción de caramelo duro (actualmente 6%).

##### *3. Estimativa del impacto financiero del proyecto*

Reducir defectos y desechos generará un claro impacto financiero en la compañía. Dado que se reducirá el producto no conforme, lo cual generará mayores ganancias a la compañía.

No hay un presupuesto definido para el desarrollo del proyecto; sin embargo, se estima que la inversión inicial sería de aproximadamente USD\$ 3.000 (TRES MIL DÓLARES AMERICANOS) que reduciendo el producto no conforme significaría un ahorro de aproximadamente un promedio de USD\$ 4.706 trimestrales; con el tiempo, al reducirse los gastos, se incrementará el ahorro. Más adelante, se evaluará mediante un flujo de caja y la obtención del valor actual neto (VAN).

#### 4. Identificación del equipo del proyecto y sus responsabilidades

A continuación en la tabla 4.12 se presenta el equipo que participará en el desarrollo del proyecto:

Tabla 4.12: Equipo y responsabilidades del proyecto

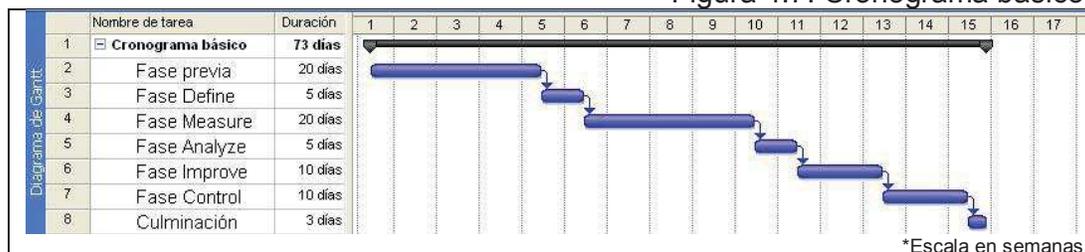
Nombre	Cargo
Mario Sarmiento	Gerente General
Gabriela Sarmiento	Jefe de Producción
Medardo Sarmiento	Jefe de Planta
Fernando Coronel Egas	Consultor Externo

Elaborado por: el autor

#### 5. Cronograma básico

El cronograma tentativo se presenta en la figura 4.7:

Figura 4.7: Cronograma básico



Elaborado por: el autor

#### 6. Definición de los recursos necesarios.

En la tabla 4.13 se presentan los recursos estimados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 4.13: Recursos y valor

Recursos	Valor (USD)
Calibrador (2)	100
Termómetro digital (1)	55
Impresiones	25
Copias	20
Transporte	150
Otros	50
TOTAL	400

Elaborado por: el autor

## **4.2. Fase *Measure***

### **4.2.1. Mapeo del proceso**

Para el conocimiento adecuado del proceso, es necesario documentar de forma visual y detallada el flujo del proceso de elaboración de caramelo duro, con el fin de que el proceso se conozca de mejor manera y poder identificar fácilmente cada parte del mismo. Se lo hizo mediante el uso del diagrama SIPOC detallado. (Ver Anexo 2)

### **4.2.2. Definición y validación del sistema de medición**

Según lo definido en la fase anterior de proyecto, lo que se desea reducir es producto no conforme, éste se presenta mayormente por la variabilidad en las dimensiones del producto. Con la ayuda del diagrama SIPOC detallado se clarifica que la variabilidad se encuentra en la formación del producto, desde el cocinado hasta el troquelado; sin embargo, las muestras se tomaron únicamente después del troquelado que es el momento preciso que el caramelo toma su forma.

El equipo de medición que se utilizó para la recolección de las muestras es un calibrador o también conocido como pie de rey. A continuación, mediante la herramienta ISOPLOT, se va a verificar que tanto el equipo de medición como la persona encargada de medir son adecuados y, por lo tanto, serán validados o rechazados.

En primer lugar, se toma una muestra de 30 elementos de manera estratificada, asegurando así la presencia de caramelos de tamaño grande y pequeño, para esto se seleccionó los 30 elementos de una muestra mayor 100 caramelos en total, definiendo 3 estratos, caramelos grandes, medios y pequeños. Haciendo un muestreo aleatorio simple en cada estrato se tomaron diez elementos de cada uno, obteniendo así los 30 ítems, los datos se

presentan en la tabla 4.14. Seleccionada la muestra, se miden aleatoriamente. Cabe señalar que cada elemento se midió dos veces:

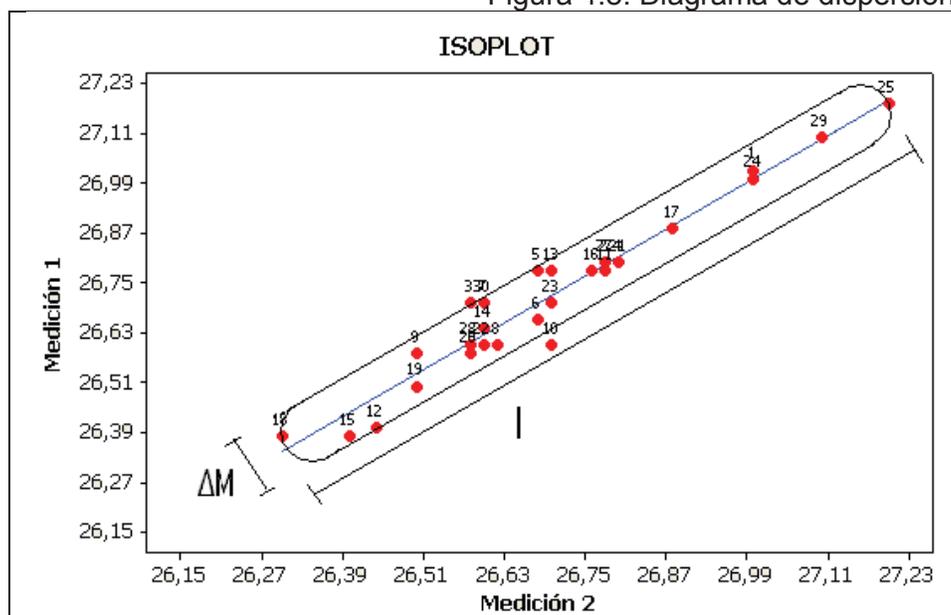
Tabla 4.14: Resultados mediciones ISOPLOT

Pieza No.	Medición 1 (mm)	Medición 2 (mm)	Pieza No.	Medición 1 (mm)	Medición 2 (mm)	Pieza No.	Medición 1 (mm)	Medición 2 (mm)
1	27,02	27	11	26,78	26,78	21	26,8	26,8
2	26,8	26,78	12	26,4	26,44	22	26,6	26,6
3	26,7	26,58	13	26,78	26,7	23	26,7	26,7
4	26,8	26,8	14	26,64	26,6	24	27	27
5	26,78	26,68	15	26,38	26,4	25	27,18	27,2
6	26,66	26,68	16	26,78	26,76	26	26,58	26,58
7	26,7	26,6	17	26,88	26,88	27	26,8	26,78
8	26,6	26,62	18	26,38	26,3	28	26,6	26,58
9	26,58	26,5	19	26,5	26,5	29	27,1	27,1
10	26,6	26,7	20	26,58	26,58	30	26,7	26,6

Elaborado por: el autor

A continuación, se realizó el diagrama de dispersión ilustrado en la figura 4.8, se ajustó la recta que pasa por aproximadamente el medio de todos los puntos. Después se dibujó las dos líneas paralelas que abarcan alrededor del 95% de los datos.

Figura 4.8: Diagrama de dispersión



Elaborado por: el autor

Mediante la gráfica se puede observar que los datos se acumulan en el medio; por lo tanto, la muestra es adecuada, ya que sigue una aparente distribución normal. Para comprobar que el sistema de medición es el adecuado, se determinaron los valores de “I” y “ΔM” que son 1,22 y 0,1 respectivamente. La fórmula de criterio de aceptación es  $\frac{l}{\Delta M} \geq 8,5$ , se procedió a reemplazar los datos y se obtiene que:  $\frac{1,22}{0,1} = 12,5$  que es mayor al criterio mínimo de 8,5. Con esto se confirmó que el sistema de medición que se ocupó es válido.

#### **4.2.3. Determinación de la estabilidad y capacidad del proceso**

Una vez eliminadas las causas especiales que afectan al desempeño del proceso, se debe medir el comportamiento natural del mismo. Para determinar que un proceso es capaz, los valores mínimos que deben de tomar los índices de capacidad según la filosofía Seis Sigma son  $C_p \geq 2$  y  $C_{pk} \geq 1,5$ .

Para considerar a un proceso como estable, se debe tomar en cuenta el índice de inestabilidad “St” el mismo que se considera dentro de este estudio, que si es mayor o igual a 4%, el proceso se lo considerará como fuera de control estadístico. Después de observar si en las pruebas de inestabilidad existen puntos que no superan las distintas pruebas. Otro índice que se debe tomar en cuenta es “ppm”, que según la filosofía Seis Sigma no debe ser mayor a 3,4 ppm. Al no superar este valor el proceso tendrá un nivel Seis Sigma.

Cuando el proceso cumple con las especificaciones mencionadas: índice  $C_p$  y  $C_{pk}$ , se lo considera capaz, dado que el proceso cumple con las especificaciones establecidas por el cliente, y entrega un producto consistente en cuanto a las especificaciones, es un proceso con nivel de variación bajo. De esta manera, los índices de capacidad estarían dentro de lo establecido. El nivel de defectos que presenta un proceso, son los datos que salen de las especificaciones establecidas, sobrepasan los límites y se representan con la unidad ppm (partes por millón).

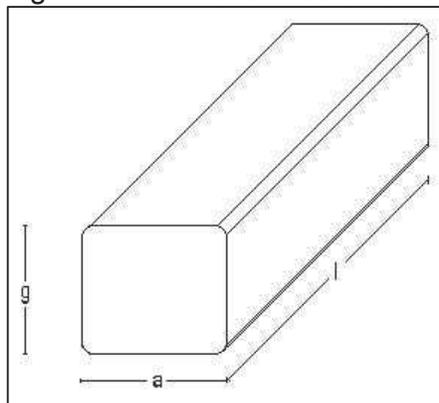
Con estas premisas, el proceso puede tener cuatro estados en cuanto a capacidad y estabilidad:

- Estable y capaz
- Capaz pero inestable
- Estable pero incapaz
- Inestable e incapaz.

Para la determinación de la capacidad del proceso se tomó cinco (5) muestras diarias durante una semana, a su vez cada muestra fue de tamaño 5. Para que no existan intervalos muy grandes en la toma de las muestras, se tomó de lunes a viernes una (1) muestra en la mañana, a media mañana, a medio día, a media tarde y al final de la jornada. De esta manera, se asegura que la muestra sea representativa, dado que se la tomó de tal manera que a lo largo del tiempo se logra captar la variación del desempeño del proceso.

Una vez tomadas e identificadas las muestras, se midió cada caramelo con el equipo destinado para lo mismo, los calibradores. Se consideró las diferentes dimensiones del caramelo duro, largo ( $l$ ), ancho ( $a$ ) y grosor ( $g$ ), como se indica en la figura 4.9. Una vez obtenidos los datos y tabulados (ver Anexo 3) se procedió al procesamiento y análisis de la información en el Software estadístico Minitab. Se examinó si los datos siguen una distribución normal, y así obtener la capacidad del proceso (Herramienta capacidad del proceso *sixpack*).

Figura 4.9: Dimensiones caramelo



Elaborado por: el autor

#### 4.2.3.1. Determinación de los límites del cliente

Los límites del proceso lo establece un cliente interno, en este caso es la máquina que envuelve el caramelo. Las máquinas son más sensibles a la variabilidad que las personas, para la determinación de los límites se tomo una muestra de 100 caramelos que quedaron para reproceso debido a que no se pudieron envolver por sus dimensiones, estos caramelos eran muy grandes para la máquina. De igual manera que para le determinación de la capacidad del proceso, se tomó cinco (5) muestras diarias durante una semana, a su vez cada muestra fue de tamaño 5. Para que no existan intervalos muy grandes en la toma de las muestras, se tomó de lunes a viernes una (1) muestra en la mañana, a media mañana, a medio día, a media tarde y al final de la jornada. De esta manera se asegura que la muestra sea representativa, dado que se la tomó de tal manera que a lo largo del tiempo se logra captar la variación del desempeño del proceso. Se midió cada caramelo y se determinaron los límites superiores con el valor más pequeño de toda la muestra. Y para los límites inferiores se estableció una diferencia máxima de 2mm del límite superior para el largo del caramelo y de 4mm en relación del límite superior para el ancho y el grosor del caramelo. Se tomó esta decisión conjuntamente con el representante de la dirección, debido a la percepción del cliente final, ya que no se le puede vender un caramelo demasiado pequeño, el cliente ya percibiría esto, sobretodo en el largo del caramelo, por lo cual la distancia entre los límites son menores y no estaría conforme con el producto, por lo cual los límites quedan establecidos de la siguiente manera (tabla 4.15):

Tabla 4.15: Límites del proceso

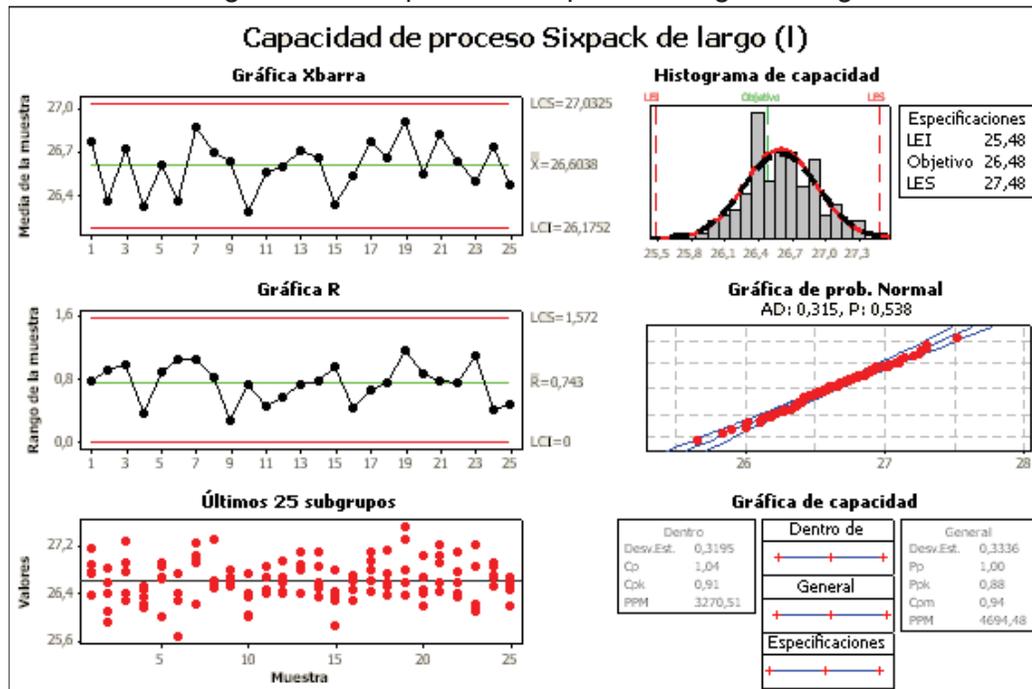
Características del caramelo	Largo (l)	Ancho (a)	Grosor (g)
Límite inferior (LEI)	25,48	12,98	8,02
Objetivo	26,48	14,98	10,02
Límite superior (LES)	27,48	16,98	12,02

Elaborado por: el autor

#### 4.2.3.2. Estabilidad y capacidad del proceso respecto al largo (l) del caramelo

Según los datos procesados en Minitab se obtuvieron los siguientes resultados según el largo del caramelo que se muestran en la figura 4.10.

Figura 4.10: Capacidad del proceso según el largo del caramelo



Elaborado por: el autor

Se puede confirmar que el proceso sigue una distribución normal, dado que el gráfico de probabilidad normal indica que “p-valor” es 0,528 mayor a 0,1, con lo que se valida esta hipótesis.

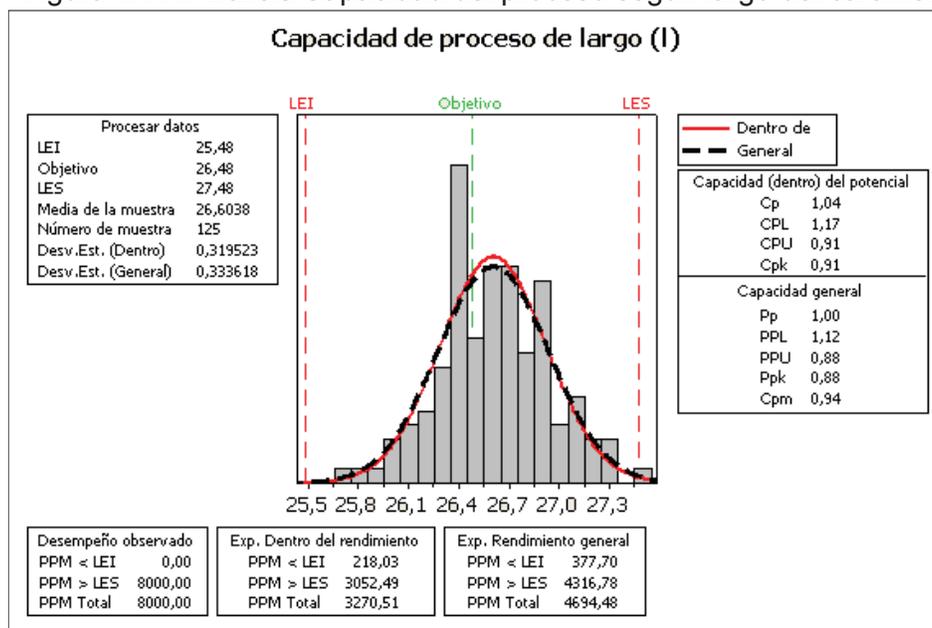
En el histograma se puede observar que la frecuencia de los datos sigue una distribución normal, los datos se encuentran condensados en el medio de los límites. Existe un pico a la izquierda del valor objetivo por lo cual, el proceso no está centrado. Hay algunos datos que se encuentran separados de la moda. La holgura que existe entre los datos y los límites no es grande; en consecuencia,

se podría indicar que el proceso no es capaz; sin embargo, se verificará esto con el análisis de capacidad.

Como se puede observar en el gráfico X-barra y R, las causas especiales fueron aisladas en este proceso por lo cual no salta ninguna alerta. El proceso supera todas las pruebas de inestabilidad y se puede apreciar la capacidad real del proceso.

Como se mencionó anteriormente, se puede determinar la capacidad del proceso de estos diagramas, mediante el histograma; sin embargo, el software Minitab permite realizar un análisis más detallado, presentando los valores de capacidad del proceso con la herramienta Análisis de Capacidad. Los resultados se presentan a continuación en la figura 4.11:

Figura 4.11: Análisis Capacidad del proceso según largo del caramelo



Elaborado por: el autor

Con el análisis realizado se puede observar que el valor objetivo es de 26,5 mm, el cual es la mediana entre los límites establecidos, con una tolerancia de +/- 1 mm. A su vez, se aprecia con mayor claridad el pico que existe y que la mayoría de los datos en realidad se encuentran desplazados hacia la derecha.

Por esa razón, hay una cantidad de datos que está fuera del límite superior del proceso.

Con la ayuda de Minitab se despliegan automáticamente los índices Cp y Cpk del proceso, hay que tomar en cuenta que se utiliza los datos dentro del recuadro de capacidad general, ya que éste indica la capacidad real del proceso; por lo tanto, en el recuadro Cp y Cpk corresponden a Pp y Ppk respectivamente. El Cp del proceso es de 1,00 el cual se encuentra bajo 2, que es necesario para que el proceso tenga un nivel de seis sigma, por lo que, se considera al proceso incapaz. El Cpk es de 0,88 que es menor a 1,5 por lo cual se confirma matemáticamente la descentralización del proceso.

Mediante el número de defectos obtenido con la ayuda de la herramienta Minitab que se encuentran es de 4694,38 partes por millón oportunidades (o ppm), se obtiene el nivel sigma mediante una interpolación lineal con la ayuda de la tabla estándar (tabla 2.1, página 5). Se reemplazaron los datos en la fórmula de interpolación  $Y = \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)}(Y_2 - Y_1) + Y_1$  y se obtuvo el siguiente resultado:

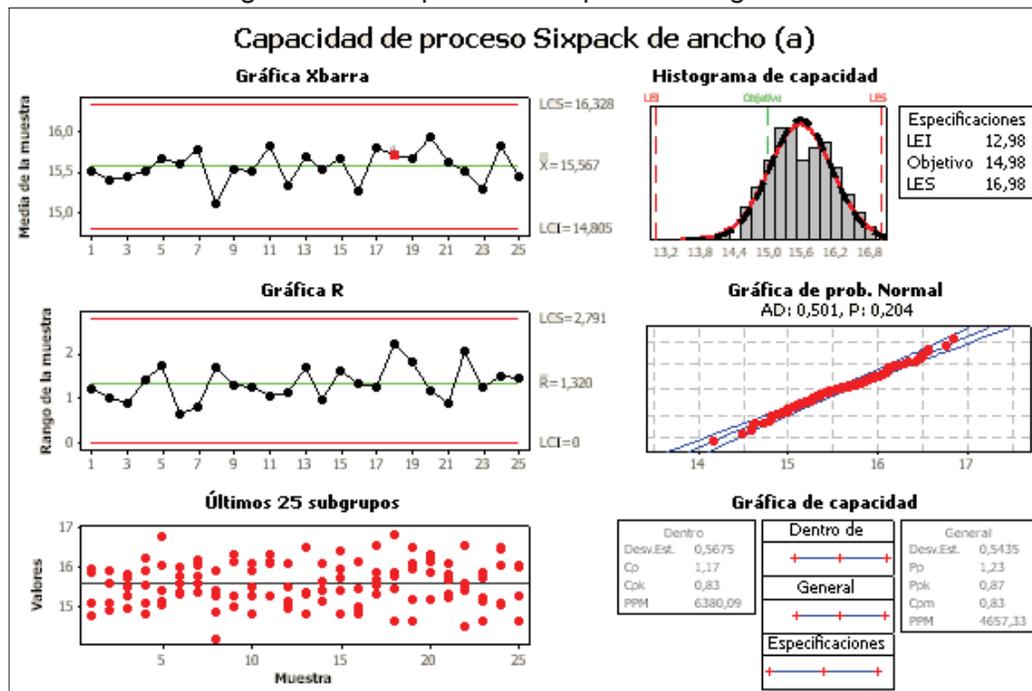
Largo			
X=	4694,38	Y=	<b>4,21</b>
X1=	4000	Y1=	4,15
X2=	5000	Y2=	4,08

El nivel aproximado es de 4,21 sigma. Por lo cual se comprueba que el proceso es incapaz. El análisis de las posibles causas de la incapacidad del proceso se realizará en la siguiente fase del método DMAIC.

#### 4.2.3.3. Estabilidad y capacidad del proceso respecto al ancho (a) del caramelo

De igual manera que con el largo del caramelo, se realizaron los mismos pasos para el ancho de los caramelos. Según los datos procesados se obtuvieron los siguientes resultados, presentados en la figura 4.12.

Figura 4.12: Capacidad del proceso según ancho del caramelo



Elaborado por: el autor

En el conjunto de gráficos, específicamente en el gráfico de probabilidad normal, se confirma que los datos siguen una distribución normal dado que “p-valor” es mayor a 0,1 el valor obtenido es de 0,204.

En el histograma se puede observar que la frecuencia de los datos sigue una distribución normal, los datos se encuentran condensados pero desplazados hacia la derecha del valor objetivo. También se puede observar que la holgura que existe del límite superior es prácticamente nula.

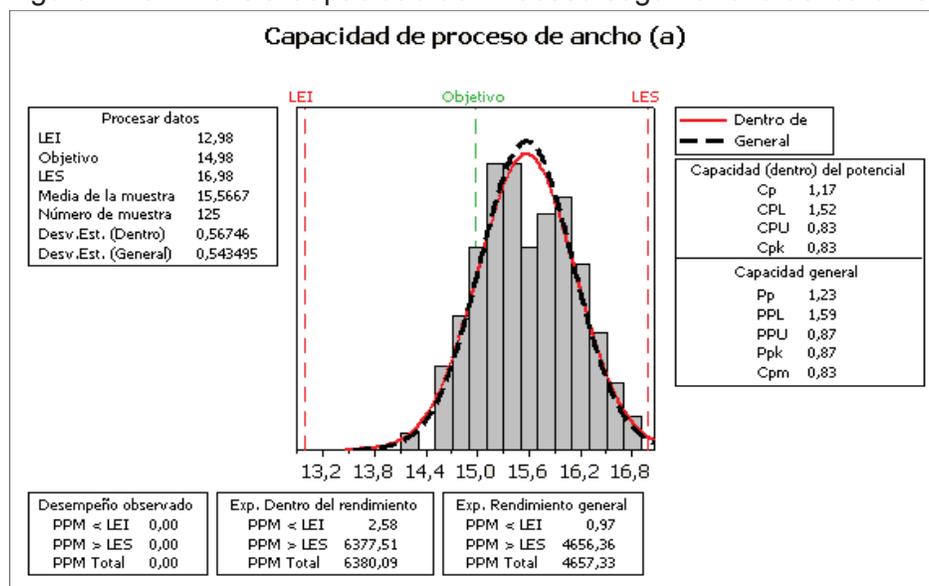
A pesar de haber aislado los datos que presentaban causas especiales, y que en el gráfico R, el proceso supera todas las pruebas de inestabilidad, en la gráfica X-barra se puede observar que el punto dieciocho (18) no cumple con una prueba de causa especial:

Punto 18: catorce puntos consecutivos alternados arriba y abajo.

Debido a esta alarma que salta en el gráfico se considera que el proceso es inestable. El análisis de las posibles causas se llevará a cabo más adelante en la fase *Analyze* de la investigación.

De igual manera, el análisis de la capacidad del proceso, se realizará mediante la herramienta Análisis de Capacidad, como se hizo con el criterio anterior. Los resultados se presentan en la figura 4.13:

Figura 4.13: Análisis Capacidad del Proceso según ancho del caramelo



Elaborado por: el autor

El valor objetivo es de 14,98 mm, con una tolerancia de +/- 2 mm. A su vez, se puede observar en el gráfico que el proceso se encuentra desplazado hacia la derecha, por lo cual se debe hacer énfasis en la centralización de los datos.

Con la ayuda de Minitab se despliegan automáticamente los índices Cp y Cpk. El Cp del proceso es de 1,23 el cual se encuentra bajo 2, que es necesario para que el proceso tenga un nivel de Seis Sigma, se considera el proceso incapaz. El Cpk es de 0,87 el cual es menor al recomendado (1,5) de esta manera se comprueba la descentralización del proceso.

El número de defectos que se encuentran es de 4657,33 por millón oportunidades (o ppm). Con este dato se obtiene el nivel sigma mediante una interpolación lineal con la ayuda de la tabla estándar (figura 2.X, página XX).

Se reemplazaron los datos en la fórmula de interpolación  $Y = \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)}(Y_2 - Y_1) + Y_1$  y se obtuvo el siguiente resultado:

Ancho			
X=	4657,33	Y=	<b>4,21</b>
X1=	4000	Y1=	4,15
X2=	5000	Y2=	4,08

El nivel aproximado es de 4,21 sigma. Por lo cual se comprueba que el proceso es incapaz. El análisis de las posibles causas de la incapacidad del proceso se realizará en la siguiente fase del método DMAIC.

#### 4.2.3.4. Estabilidad y capacidad del proceso respecto al grosor (g) del caramelo

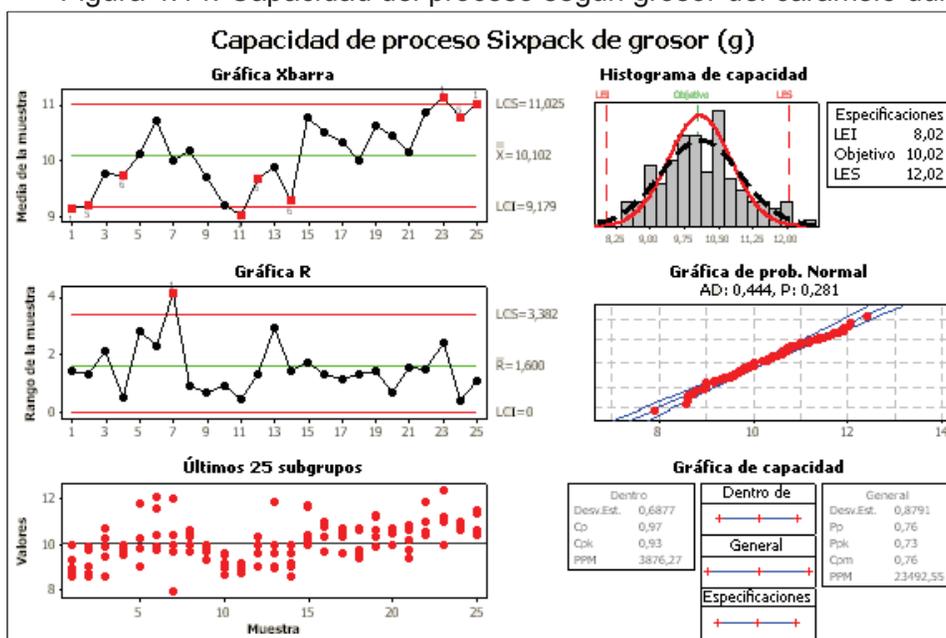
Según los datos procesados se obtuvieron los siguientes resultados del proceso según el ancho del caramelo como se presenta en la figura 4.14.

Mediante la gráfica de probabilidad normal se puede determinar que el proceso sigue una distribución normal, dado que “p-valor” es de 0,281, mayor al criterio de aceptación, 0,1, por lo cual se valida la hipótesis. Sin embargo, en el histograma se puede apreciar que hay datos que se encuentran sobre el límite superior. A simple vista se puede deducir que el proceso en cuanto al grosor del caramelo se encuentra fuera de control. Analizando los demás resultados se comprobará esta deducción.

A pesar de haber aislado lo más posible los datos afectados por causas especiales en este proceso, en la gráfica R se puede observar que el punto siete no supera las pruebas de inestabilidad:

Punto 7: un punto más o sobre A.

Figura 4.14: Capacidad del proceso según grosor del caramelo duro



Elaborado por: el autor

En la gráfica X-barras se puede observar que los siguientes puntos no cumplen con las distintas pruebas de inestabilidad:

- Punto 1, 11, 23, 25: un punto fuera o encima o bajo la región A.
- Punto 2, 11, 23, 24, 25: 2 de 3 puntos en la región A o sobre la misma.
- Punto 4, 12, 14, 23, 24, 25: 4 de 5 puntos en la región b o encima.

Con las pruebas realizadas se comprueba que el proceso en cuanto al grosor del caramelo se encuentra fuera de control. El análisis de las posibles causas se llevará a cabo más adelante en la fase *Analyze* de la investigación.

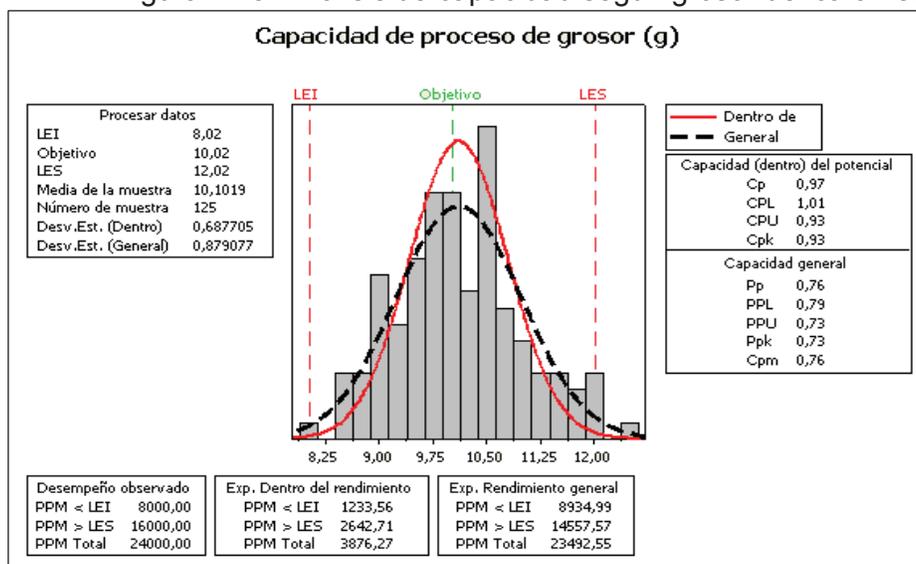
La capacidad del proceso se obtiene como se hizo con los dos casos anteriores, el Análisis de Capacidad que se muestra en la figura 4.15.

Mediante el análisis de capacidad se puede esquematizar de mejor manera que el proceso no es capaz, el Cp es de 0,76, muy por debajo de lo que indica la filosofía Seis Sigma y el Cpk que indica la centralización del proceso es de 0,73. De igual manera, es un índice muy bajo. Además, hay muchos datos que

se encuentran sobre el límite superior establecido y algunos bajo el límite inferior. Los defectos por millón es de 23492,55. Con la ayuda de la tabla estándar (Figura 2.1, página 5) y la fórmula de interpolación reemplazando los datos, se obtiene que el nivel Sigma correspondiente es 3,66 aproximadamente.

Grosor			
X=	23493,5	Y=	<b>3,66</b>
X1=	20000	Y1=	3,55
X2=	30000	Y2=	3,38

Figura 4.15: Análisis de capacidad según grosor del caramelo



Elaborado por: el autor

Después de lo indicado se determina que el proceso es totalmente incapaz. Y se debe prestar especial atención en este caso. El análisis de estos problemas se desarrollará en la siguiente fase.

#### 4.2.3.5. Resumen

Para una mejor disposición de la información detallada anteriormente se presenta la tabla 4.16.

Tabla 4.16: Cuadro Resumen

Criterio	p-valor	Capaz	Cp	Cpk	nivel $\sigma$	defectos (ppm)	estable	Puntos Criticos		Observaciones
								R	X-barra	
largo	0,583	NO	1	0,94	4,21	4694,38	SI	-	-	Descentralizada, holgura insuficiente
ancho	0,204	NO	1,23	0,87	4,21	4657,33	NO	-	18	Desplazada a la derecha
grosor	0,281	NO	0,76	0,73	3,66	23493,5	NO	7	1, 2, 4, 12, 14, 11, 23, 24, 25	Fuera de control, datos fuera de los límites

Elaborado por: el autor

#### 4.2.4. Confirmación del objetivo de mejora

Con el análisis de los datos obtenidos con un sistema de medición adecuado y validado y como se presenta en la tabla de resumen de la medida de los datos, se comprueba que efectivamente el proceso es incapaz en las variables de longitud de los caramelos, ya sea largo, ancho o grosor, generándose gran cantidad de producto no conforme, y a su vez, desperdicio en el papel al momento de la envoltura y el reproceso que conlleva la reutilización del caramelo no conforme.

Mediante al conocimiento e involucración de los responsables o dueños del proceso se confirma que estos problemas se encuentran específicamente en las etapas de formación del producto. Esto se debe al control inadecuado en la generación en ciertas partes del producto y la falta de estandarización. Por consiguiente, se confirma el objetivo de mejora, la reducción de producto no conforme que generará reproceso.

### **4.3. Fase *Analyze***

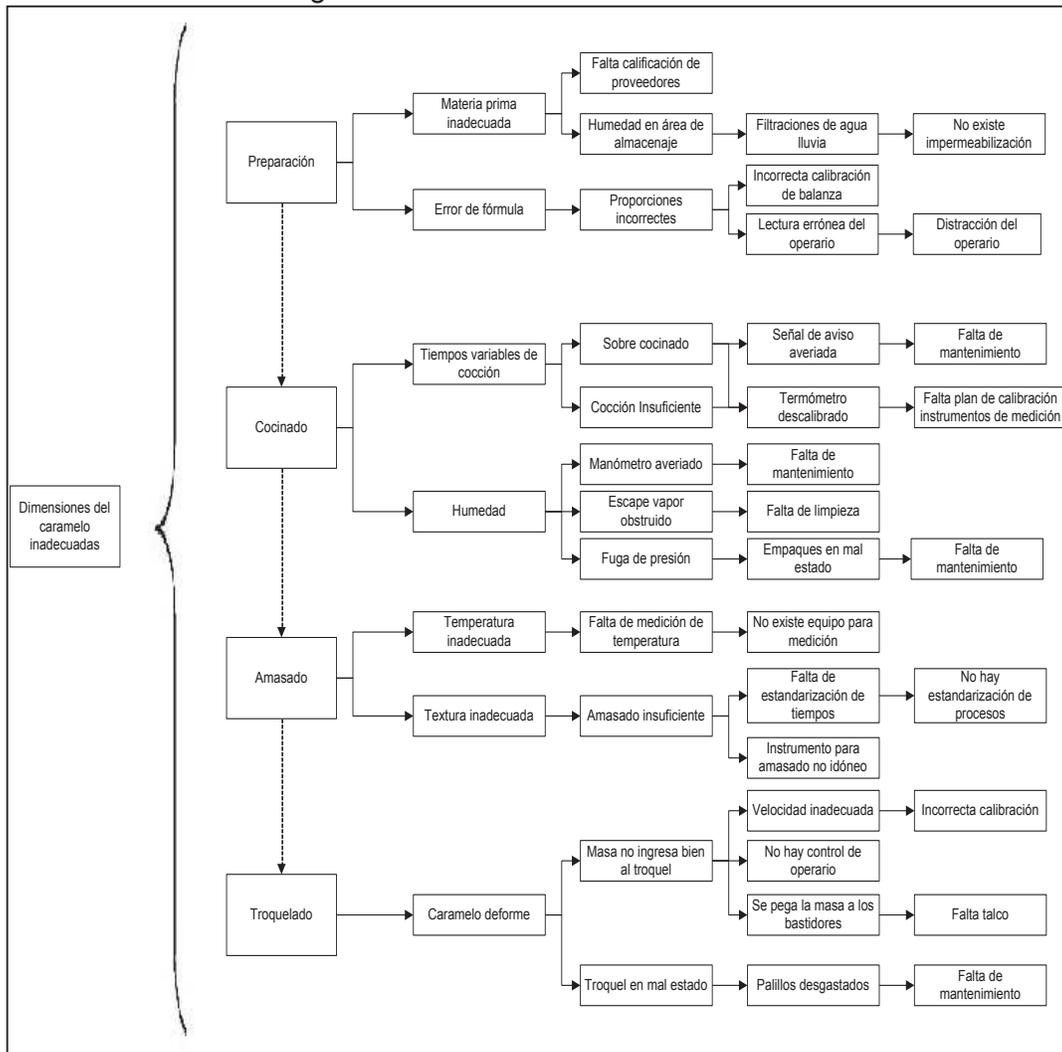
#### **4.3.1. Identificación de las causas potenciales**

En la fase anterior con el sistema de medición validado, se cuantificó la magnitud de los problemas que existen en la organización para la elaboración adecuada de caramelo duro; se verificó actualmente que el proceso no es capaz para cumplir con los límites establecidos, el proceso se muestra estable únicamente en el largo del caramelo, mas no en los demás criterios que fueron verificados. Lo cual genera desperdicio al momento de envolver el caramelo. También se confirmó que los problemas se presentan en la etapa de formación del caramelo, desde la preparación de la materia prima, hasta el troquelado del caramelo y enfriado del mismo. Esta información se puede revisar en la tabla 4.16 en la página 69 de manera resumida.

Ahora se analizará las posibles causas de la variación de longitudes. Lo que se identifique analizando el proceso, se basa en el diagrama SIPOC que se presentó en la etapa *Measure* del presente proyecto. Hay que tomar en cuenta lo que se definió en la primera fase del proyecto, dado que el estudio se concentrará en las actividades del proceso que tienen que ver con la formación del producto, que se identificaron como partes críticas del proceso. Por esto, no se analizarán fallas potenciales en la envoltura, empaçado ni despacho del producto, debido al alcance del proyecto.

Con la ayuda de los responsables del proceso, que son las personas que mejor conocen el funcionamiento, el desempeño y también las falencias del mismo y también con la participación de un representante de la dirección, se elaboró el siguiente árbol causa – efecto, figura 4.16.

Figura 4.16: Árbol causa – efecto formación caramelo duro



Elaborado por: el autor

El árbol causa – efecto surgió a partir de las actividades para la formación del caramelo y respondiendo la pregunta ¿Qué causa (fallo potencial)? De esa manera se identificó algunas causas raíz. La mayoría de inconvenientes se presentan por el incorrecto mantenimiento de equipos e instalaciones, así como falta de estandarización en el proceso, y por ende, falta de control en el mismo. A continuación se presenta la tabla 4.17 donde se indican las causas potenciales según actividades:

Tabla 4.17: Causas raíz

#	Subproceso	Causa Potencial	
S3	Amasado	1	Falta calificación de proveedores
S1	Preparación	2	Humedad en área de almacenaje
S2	Cocinado	3	Distracción de trabajadores
		4	Falta calibración balanza
		5	Falta plan de mantenimiento
		6	Termómetro descalibrado
S4	Troquelado	7	Falta de limpieza
		8	Falta plan de mantenimiento
S2	Cocinado	9	Falta plan de mantenimiento
S4	Troquelado	10	Instrumento para amasado no idóneo
S3	Amasado	11	No se ha estandarizado el proceso
		12	No se mide la temperatura
S4	Troquelado	13	Falta de talco (no adherente)
S1	Preparación	14	No existe control de operario
		15	Palillos desgastados
		16	Incorrecta calibración

Elaborado por: el autor

### Selección de causas primarias

Una vez identificadas las causas raíces de los problemas que repercuten en la formación del caramelo, e influyen en las dimensiones del mismo, se procedió a la ponderación de estas causas mediante el análisis de fallas potenciales. Se determinó el índice de gravedad en base al índice de severidad y ocurrencia, siendo uno lo menor y cinco lo mayor como se indica a continuación:

#### ***Índice de Severidad***

S Descripción

1 Sin gravedad

2 Alguna gravedad

3 Grave

4 Muy grave

5 Extremadamente grave

#### ***Índice de Ocurrencia***

O Descripción

1 Altamente improbable

2 Algo probable

3 Probable

4 Muy probable

5 Altamente probable

Definido el sistema de ponderación se realizó el análisis de falla en la elaboración de caramelo duro como se muestra en la tabla 4.18:

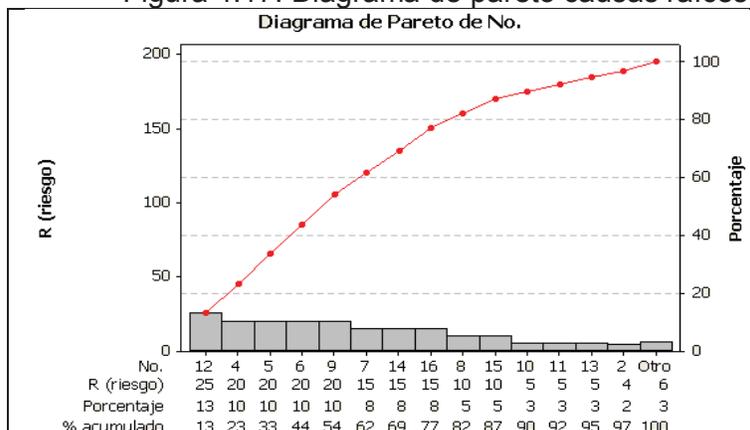
Tabla 4.18: Ponderación causas raíces

Nombre del proceso: Elaboración de caramelo duro								
#	Subproceso	Problema potencial y efecto(s)	S (severidad)		Causa Potencial	O (ocurrencia)	R (riesgo)	Acción Preventiva
S1	Preparación	Materia prima inadecuada	3	1	Falta calificación de proveedores	1	3	Plan de calificación de proveedores
			4	2	Humedad en área de almacenaje	1	4	Plan de mantenimiento
		Error de fórmula	3	3	Distracción de trabajadores	1	3	Aislamiento de área de preparación de fórmula
			4	4	Falta calibración balanza	5	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
S2	Cocinado	Tiempos variables de cocción	5	5	Falta plan de mantenimiento	4	20	Plan de mantenimiento
			5	6	Termómetro descalibrado	4	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
		Humedad	5	7	Falta de limpieza	3	15	Plan de mantenimiento
			5	8	Falta plan de mantenimiento	2	10	Plan de mantenimiento
			5	9	Falta plan de mantenimiento	4	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
S3	Amasado	Textura inadecuada	1	10	Instrumento para amasado no idóneo	5	5	Adquirir equipo adecuado
			1	11	No se ha estandarizado el proceso	5	5	Manual de procesos actualizado
		Temperatura inadecuada	5	12	No se mide la temperatura	5	25	Adquirir equipo de medición
S4	Troquelado	Caramelo deforme	5	13	Falta de talco (no adherente)	1	5	Actualización Proceso
			5	14	No existe control de operario	3	15	Control de troquelado
			5	15	Palillos desgastados	2	10	Plan de mantenimiento
			5	16	Incorrecta calibración	3	15	Calibración de equipos

Elaborado por: el autor

Ponderadas las causas potenciales de los diferentes problemas que se presentan en cada etapa del proceso de producción de caramelo duro, se priorizó los problemas mediante un análisis de Pareto para organizarlos de forma descendente y dar prioridad a los problemas de mayor riesgo. El análisis de Pareto se demuestra en la figura 4.17.

Figura 4.17: Diagrama de pareto causas raíces



Elaborado por: el autor

Una vez identificado gráficamente mediante el análisis de Pareto las causas de mayor riesgo, se volvió a ordenar el Análisis de Fallas Potenciales y se presentó como se indica en la tabla 4.19:

Tabla 4.19: AMEF caramelo duro

Proceso: Elaboración de caramelo duro

#	Subproceso	Problema potencial y efecto(s)	No.	Causa Potencial	R (riesgo)	Acción Preventiva
S3	Amasado	Temperatura inadecuada	12	No se mide la temperatura	25	Adquirir equipo de medición
S1	Preparación	Error de fórmula	4	Falta calibración balanza	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
S2	Cocinado	Tiempos variables de cocción	5	Falta plan de mantenimiento	20	Plan de mantenimiento
			6	Termómetro descalibrado	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
		Humedad	9	Falta plan de mantenimiento	20	Plan de calibración de instrumentos de medición
			7	Falta de limpieza	15	Plan de mantenimiento
S4	Troquelado	Caramelo deforme	14	No existe control de operario	15	Control de troquelado
			16	Incorrecta calibración	15	Calibración de equipos
S2	Cocinado	Humedad	8	Falta plan de mantenimiento	10	Plan de mantenimiento
S4	Troquelado	Caramelo deforme	15	Palillos desgastados	10	Plan de mantenimiento
S3	Amasado	Textura inadecuada	10	Instrumento para amasado no idóneo	5	Adquirir equipo adecuado
		Textura inadecuada	11	No se ha estandarizado el proceso	5	Manual de procesos actualizado
S4	Troquelado	Falta de talco no adherente	13	Falta de talco (no adherente)	5	Actualización Proceso
S1	Preparación	Materia prima inadecuada	2	Humedad en área de almacenaje	4	Plan de mantenimiento
			1	Falta calificación de proveedores	3	Plan de calificación de proveedores
S1	Preparación	Error de fórmula	3	Distracción de trabajadores	3	Aislamiento de área de preparación de fórmula

Elaborado por: el autor

Ponderadas las soluciones de las fallas que se presentan actualmente en el proceso, se verán las posibles soluciones de las mismas en la siguiente fase de la metodología DMAIC, basándose en las acciones preventivas propuestas con esta herramienta y con la participación de los miembros de la organización.

- **DMAIC o DMADV**

Las dos metodologías más usadas de Six Sigma son DMAIC y DMADV, *define, measure, analyze, design* y *verify* por sus siglas en inglés. Aunque ambas metodologías tienen características comunes, como se evidencia en las tres primeras siglas, éstas no pueden ser interpuestas. Ya se explicó anteriormente cuándo y qué beneficios ofrece aplicar la metodología DMAIC. La metodología DMADV se utiliza en los casos en que un proceso no exista en la compañía y

que necesite ser desarrollado. Otra opción es que el producto o proceso existente ya fue optimizado anteriormente (usando DMAIC o no), todavía no cumpla con los requerimientos del cliente o no ha llegado al nivel Six Sigma.

Dado que en EGOS no se ha hecho intentos anteriores por mejorar el proceso de caramelo duro, con una metodología específica, se decidió implementar la metodología DMAIC y no DMADV. En el proceso se identificaron oportunidades de mejora que pueden ser explotadas. En todo caso, si la organización lleva a cabo el desarrollo de esta propuesta, y si durante el seguimiento de los resultados de la misma, no se consiguen efectos positivos, la organización debería considerar la aplicación de la metodología DMADV.

#### 4.4. Fase *Improve*

##### 4.4.1. Generación y selección de soluciones

En la fase anterior, se determinaron las causas potenciales de los problemas descritos en la fase *Measure*. A continuación, se presenta el plan inicial de mejora, el cual se basará en la última tabla de la fase *Measure* (ver tabla 4.19, pág. 75), con las acciones de mejora. Las soluciones, que se proponen en la tabla 4.20, se generaron en conversación con un representante de la dirección; representantes de los operarios del proceso de elaboración de caramelo duro; y, el consultor.

Tabla: 4.20: Soluciones propuestas

#	Subproceso	Problema	Causa Potencial	Acción Preventiva	Responsable	Acción de mejora	Responsable
s3	Amasado	1 Temperatura inadecuada	No se mide la temperatura	Adquirir equipo de medición	Dirección	Estandarizar el amasado y establecer control de temperatura en ese punto.	Jefe de Planta / Dirección
s1	Preparación	2 Error de fórmula	Falta calibración balanza	Calibración de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
s2	Cocinado	3 Tiempos variables de cocción	Falta plan de mantenimiento	Mantenimiento de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
			4 Termómetro descalibrado	Calibración de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
		5 Humedad	Falta plan de mantenimiento	Calibración de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
			6 Falta de limpieza	Mantenimiento de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
s4	Troquelado	7 Caramelo deforme	No existe control de operario	Control de troquelado	Jefe de Planta / Dirección	Estandarizar el troquelado, revisar flujo y validar o actualizar según sea el caso	Jefe de Planta / Dirección
			8 Incorrecta calibración	Calibración de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
s2	Cocinado	9 Humedad	Falta plan de mantenimiento	Mantenimiento de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
s4	Troquelado	10 Caramelo deforme	Palillos desgastados	Mantenimiento de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
s3	Amasado	11 Textura inadecuada	Instrumento para amasado no idóneo	Adquirir equipo adecuado	Dirección	Actualizar o validar proceso de amasado según sea el caso	Jefe de Planta / Dirección

#	Subproceso	Problema	Causa Potencial	Acción Preventiva	Responsable	Acción de mejora	Responsable
s3	Amasado	12 Textura inadecuada	No se ha estandarizado el proceso	Estandarizar proceso	Jefe de Planta / Dirección	Estandarizar el amasado y establecer control de temperatura en ese punto.	Jefe de Planta / Dirección
s4	Troquelado	13 Caramelo deforme	Falta de talco (no adherente)	Estandarizar proceso	Jefe de Planta / Dirección	Estandarizar el troquelado y establecer cantidad de talco necesario	Jefe de Planta / Dirección
s1	Preparación	14 Materia prima inadecuada	Humedad en área de almacenaje	Mantenimiento de equipos	Responsable Mantenimiento	Plan de mantenimiento de equipos y herramientas	Responsable mantenimiento / Dirección
			Falta calificación de proveedores	Seleccionar proveedores adecuados	Dirección	Plan de selección de proveedores	Dirección
s1		16 Error de fórmula	Distracción de trabajadores	Aislamiento de área de preparación de fórmula	Dirección	Reacondicionamiento y distribución de la planta	Jefe de Planta / Dirección

Elaborado por: el autor

Con la ponderación en la fase anterior se realizará la estandarización del proceso en el amasado como una de las mejoras; adicionalmente se aplicará la metodología 5 S y se propondrá un plan de mantenimiento para la maquinaria que se utiliza en la línea de producción de caramelo duro.

#### 4.4.2. Propuestas de mejora

##### 4.4.2.1. Estandarización de subproceso amasado

- **Situación actual**

Una vez cocinada la masa y agregada la esencia, se procede con el amasado, en esta parte del proceso, se debe enfriar la masa a una temperatura entre 84 y 90 grados Celsius, en el proceso no se usa un termómetro, por lo cual ésta no siempre está lo más cerca de los límites. Actualmente, los operarios se apoyan en la experiencia, basándose en el brillo de la masa y mediante el tacto determinan si la temperatura y textura es la adecuada o se debe amasar más. Debido a que la sensibilidad táctil de cada individuo varía en diferentes proporciones, no es adecuada la “medición” que se realiza en esta parte del proceso.

- **Propuesta de mejora**

Para un adecuado control de la temperatura es importante el uso de un instrumento de medición. Esta medición de temperatura se la debe hacer después del amasado. Una vez formada la masa hasta llegar a una temperatura de  $87 \pm 3$  grados Celsius. Después de dos minutos y medio aproximadamente de amasado, se llega a este rango de temperatura, o un poco mayor, evitando que la temperatura sea baja y ese bache se desperdicie, ahí es cuando se verifica la temperatura o se amasa un poco más.

Para medir la temperatura, la empresa dispone de un termómetro digital, que no se utiliza. Es importante el uso del termómetro para controlar la temperatura adecuada de la masa, como se muestra en la figura 4.18, dado que si se encuentra muy caliente, la masa se estiraría demasiado, generando mucho desperdicio y si está muy fría, generaría igualmente desperdicio dado que no pasaría correctamente por el troquel debido a la cristalización de la misma. En la siguiente fase del proyecto, se tomará en cuenta este punto para un mejor control de la temperatura de la masa.

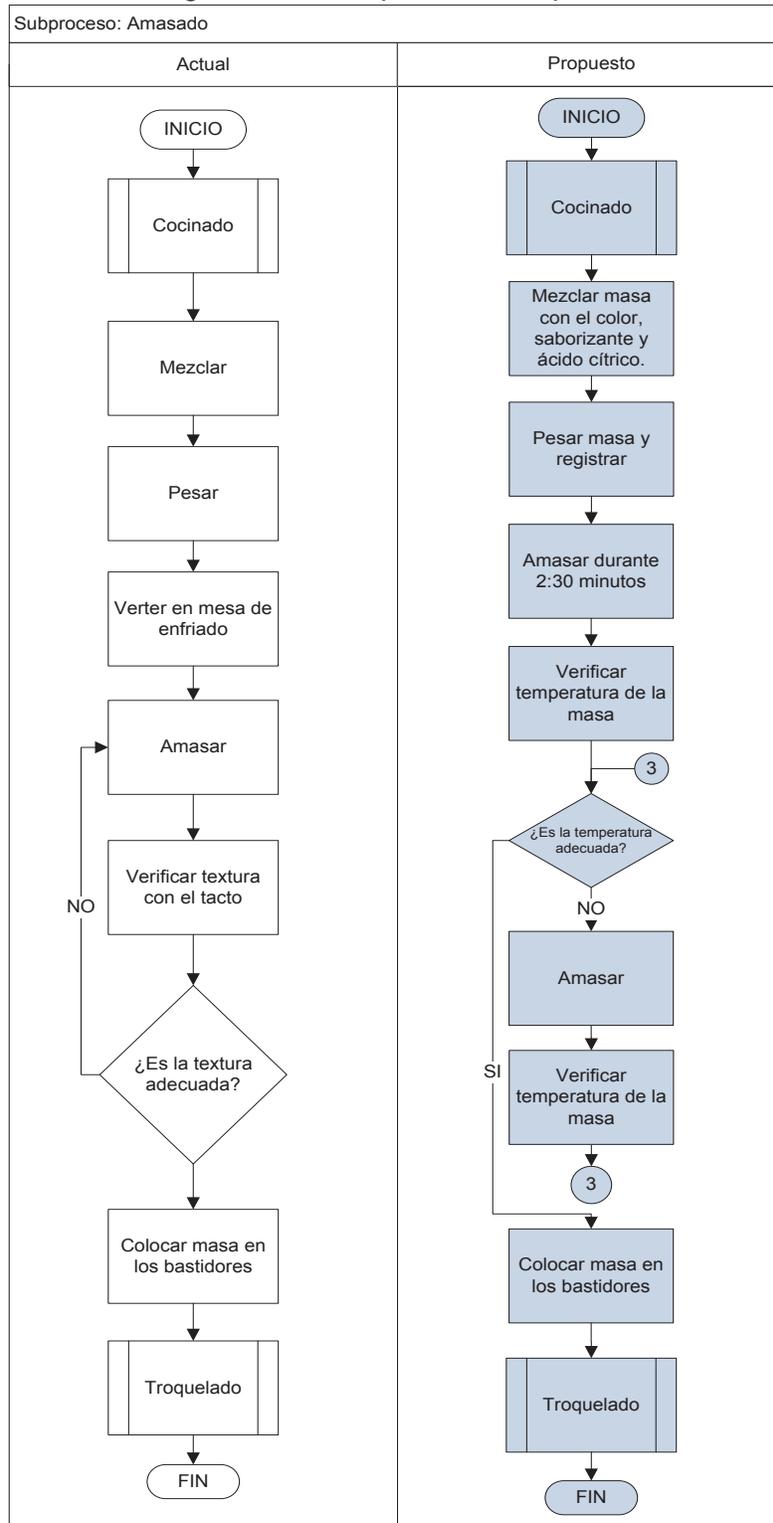
Figura 4.18 Termómetro digital



Foto captada por:  
el autor

A continuación en la figura 4.19 se presenta la comparación del subproceso de amasado, el actual, basado en el diagrama SIPOC de la fase *Measure* versus el propuesto. En la propuesta se enfatiza la medición de la temperatura de la masa como se mencionó anteriormente.

Figura 4.19 Comparación subproceso amasado



Elaborado por: el autor

#### 4.4.2.2. Plan de mantenimiento

- **Situación actual**

Actualmente se realiza un mantenimiento preventivo; sin embargo, no existe un plan de mantenimiento formal registrado. Es difícil llevar un control adecuado de los mantenimientos; y, por lo mismo, el mantenimiento que se realiza se enfoca mucho en el mantenimiento correctivo, es decir cuando se presenta un daño imprevisto en la maquinaria, por lo que se debe parar la línea de producción durante el tiempo que lleve su reparación. Esto puede significar paros muy prolongados que afectan directamente en los ingresos de la organización.

- **Propuesta de Mejora**

Antes de realizar el plan de mantenimiento de las máquinas de la empresa, fue necesario adecuar un lugar de trabajo más ordenado, organizado y limpio. Para lo cual se aplicó la metodología de las 5S.

- **Capacitación**

Antes de empezar con la implementación de la metodología de las 5S, es indispensable capacitar a las personas que van a formar parte de la implantación y el desarrollo de la metodología. Debido a que son los dueños de los procesos quienes los entienden, fue indispensable su capacitación en este tema. En primer lugar, se impartió una charla a cargo del Asesor para que los operarios se familiaricen con los pilares de la metodología. Se les explicó paso a paso lo que se iba a realizar. La capacitación se realizó en el comedor de la empresa, donde se podía abarcar a grupos de 6 personas para la explicación de la metodología. Se trató de abarcar la mayoría de los operarios; sin embargo, a algunos se les debió dar la explicación de manera casi individual para que puedan participar, debido a la importancia de que toda la organización se comprometa a formar parte de la metodología que será a la vez para su propio beneficio.

✓ **Clasificación (Seiri)**

Para el primer pilar de las 5S se utilizó la estrategia de las tarjetas, en la que se etiqueta cualquier ítem que sea innecesario en el área de trabajo. A cada operador se le entregó *post its* para la clasificación de los elementos innecesarios en el área de proceso de producción de caramelo duro. Los operarios conjuntamente con el Jefe de Planta llevaron a cabo el etiquetado de los elementos innecesarios. En la figura 4.20 se muestra el desarrollo de la estrategia de etiquetado.

Figura 4.20: Estrategia de tarjetas



Elaborado por: el autor

Una vez identificados todos los ítems innecesarios, se obtuvo la siguiente lista de elementos, que se presentan en la tabla 4.21, a ser desechados o reubicados.

Tabla 4.21: Lista de elementos a reubicar o desechar

Área subproceso	Ítem	Cantidad	R	D
<b>Preparación</b>	Caja de cartón	1		X
	Costales vacíos de azúcar	varios		X
<b>Cocinado</b>	Llave inglesa	1	X	
	Gafas de seguridad	1	X	
<b>Amasado</b>	Lubricante Aerosol	1	X	
	Cinzel	1	X	
	Llave de boca mixta	1	X	
<b>Troquelado</b>	Fundas de producto no conforme (para reproceso)	8	X	
	Mandil	1	X	
	Mangueras	2	X	
	Mazo	1	X	
	Llave tipo Allen	1	X	
	Cajón recolector de residuos	1	X	
	Dispensador de grasa	1	X	
	Botella de gaseosa	1		X
	Extensión	1	X	
	Palet	1		X
	Destornillador	1	X	
	Llave Stillson	1	X	
	Lijas	3		X
	Jarra pequeña	1	X	
Residuos de panel sintético	1		X	
<b>Seleccionado y pesado</b>	Llave inglesa	1	X	
	Máscara de soldar	1	X	
	Escoba	1	X	
	Cartón residuo de rollos	2		X
<b>Envoltura</b>	Papel desperdicio	varios		X
	Fundas de producto no conforme (para reproceso)	2	X	
	Llave de boca	1	X	
	Cilindro de gas vacío	1	X	
	Brocha	1	X	
<b>Empacado</b>	Fundas plásticas	varios		X
<b>Almacenado</b>	Cajas de cartón	varias		X
	Palets viejos	3		X
<b>Despacho</b>	Cajas de cartón (inservibles)	varias		X

\*R = Reubicar  
D = Desechar

Elaborado por: el autor

Una vez clasificados todos los ítems se procede con el siguiente pilar de las 5S.

✓ **Ordenar (Seiton)**

Después de la implementación de las tarjetas, el área presentaba una panorámica más amplia, pero se debía continuar con el proceso porque de lo contrario fácilmente se puede caer en situación de desorden. Según la tabla realizada se desechó lo que había que desechar y se ubicó en lugares necesarios lo que era necesario reubicar.

Para los ítems móviles, la mayoría son herramientas de manos, equipos de protección personal se elaboró un panel marcando la posición de cada ítem como se muestra en la figura 4.21 de esa manera las personas que utilicen la herramienta o equipos de protección personal, saben dónde va cada ítem, cada cosa tiene su lugar. Además se procedió con la rotulación del área de la planta donde se ubica el producto para reproceso.

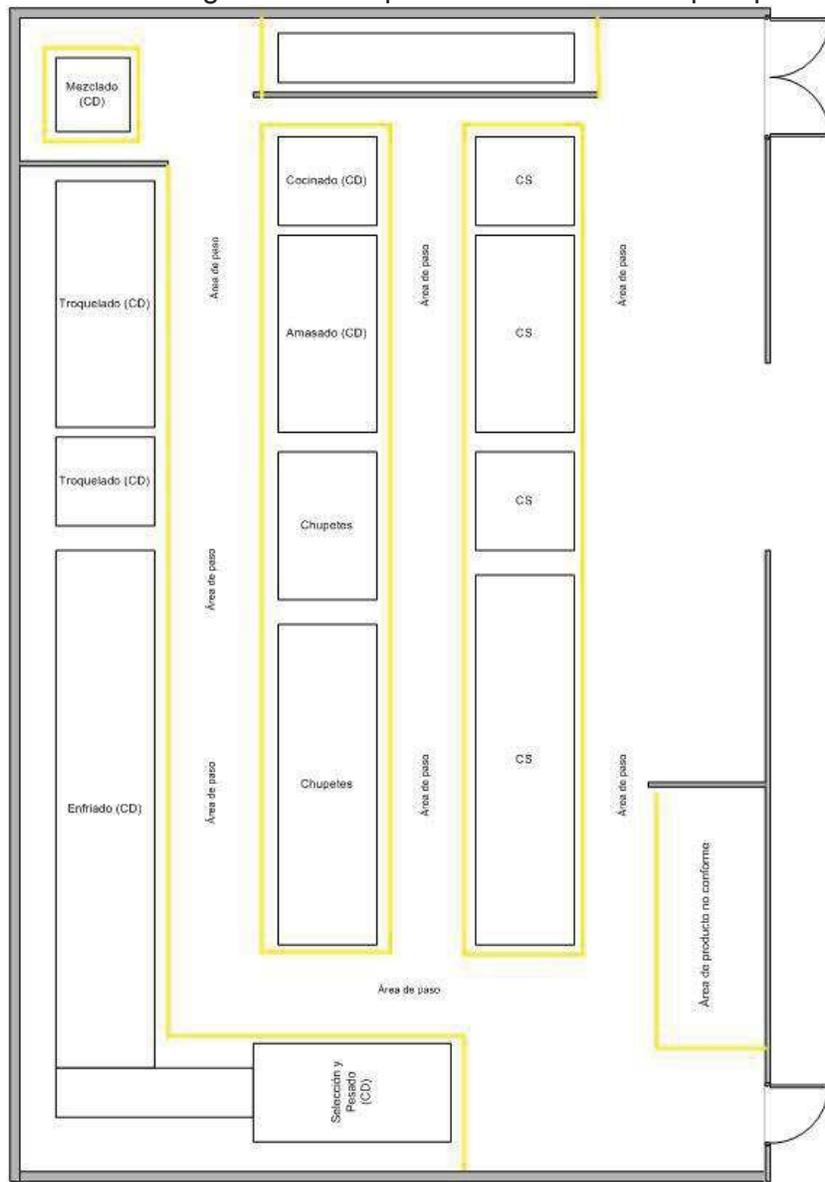
Figura 4.21: Elementos reubicados



Elaborado por: el autor

Una vez identificado el lugar para cada cosa que se ubicó mediante el uso de las tarjetas, se puede afirmar que cada ítem tiene su lugar. Se propuso delimitar el área de paso dentro de la planta, de tal manera que se tenga despejada siempre. Sin embargo, debido a que tienen planificado hacer algunos cambios en el piso no se pudo realizar. De todas maneras, quedó planteada la propuesta al representante de la dirección como se muestra en la figura 4.22.

Figura 4.22 Propuesta delimitación de piso planta



Elaborado por: el autor

### ✓ Limpieza (*Seiso*)

Limpieza facilita la inspección, ya que cuando se limpian equipos o máquinas se puede ir revisando su funcionamiento para evitar averías y daños futuros, es decir se busca desarrollar un mantenimiento preventivo.

Para dar inicio con la implementación de este pilar se acordó realizar una limpieza profunda, no sólo a las máquinas sino también a toda la planta, esto se desarrolló un sábado, dentro de la jornada laboral, y durante un período preestablecido, en la figura 4.23 se presenta a los trabajadores participando de la limpieza intensiva que se realizó en la organización.

Figura 4.23: Participación de los trabajadores en la limpieza



Operador limpiando el piso con espátula

Operador limpiando área de paso

Elaborado por: el autor

### ✓ Estandarización (*Seiketsu*)

Una vez limpio el lugar de trabajo, lo más importante es mantener esa limpieza y orden, por eso se dividió la planta en secciones. Como medio para asegurar esta actividad, se colocó un Mapa 5S, determinándose las áreas de la limpieza que deben ser asignadas a las personas de planta. Se dividió la planta en 14 partes, número mínimo de trabajadores con los que trabaja la planta, como se muestra en la figura 4.24.

Figura 4.24: Mapa 5S



Elaborado por: el autor

### ✓ **Disciplina (*Shitsuke*)**

Este último pilar es el más difícil de alcanzar, la disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que sólo la conducta demuestra su presencia. Sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Ganar en hábitos y disciplina es cuestión de tiempo. Por ello se recomendó a la organización que enfatice en los incentivos en cuanto a orden y limpieza, a su vez en la siguiente fase del proyecto (Control) se estandarizará el proceso, mediante la elaboración de un instructivo y distintos registros que facilitarán a los operarios a la realización de sus actividades diarias así como sus tareas de limpieza para el adecuado desarrollo de su trabajo.

Una vez aplicada la metodología de las 5S, se pudo elaborar el plan de mantenimiento. Para el plan de mantenimiento se analizó las máquinas que la empresa dispone y las partes que conforman la misma, así como la experiencia de los operarios que conocen y manejan estas máquinas. Se designaron fichas de mantenimiento (ver Anexo 4) para cada máquina, definiendo la periodicidad de los chequeos, lubricación, cambios o limpieza de elementos de la máquina.

#### **4.4.3. Validación de las propuestas de mejora**

##### **4.4.3.1. Estandarización subproceso amasado**

De aplicar la propuesta de mejora, al estandarizar el proceso en el amasado y asegurar la temperatura adecuada de la masa, el total de desperdicio se reducirá. Según registros de la organización, en promedio mensual se genera un 7% del total de desperdicio debido a que la masa entra con una temperatura muy baja al troquel, por esto la masa se cristaliza rápidamente lo cual impide que se corte el caramelo y se de la forma; de la misma manera, hay ocasiones en que el caramelo entra con una temperatura mayor y la masa cae dentro de los bastidores, contaminándose el producto, por lo que el producto se desecha. Al medir la temperatura de cada bache una vez amasada, se asegura que sea la adecuada y no ingrese al troquel con temperatura menor a los límites

establecidos. Logrando así la eliminación de ese 7% del total de porcentaje de desperdicio.

#### 4.4.3.2. 5S y plan de mantenimiento

Una vez que se estandarice la limpieza de la planta y se tenga todo de manera más organizada, se disminuirán los tiempos en los que la línea de producción de caramelo duro deba detenerse para la limpieza exhaustiva de la misma. De igual manera, se reducirá el tiempo que se tome para utilizar las distintas herramientas o instrumentos adicionales cuyas necesidades se presentan esporádicamente, debido a la organización que se genera con el uso y mantenimiento de las 5S, se disminuyen los tiempos de búsqueda de elementos debido a que cada ítem tiene su lugar predefinido.

A continuación se presentan algunas imágenes en la tabla 4.25 del antes y después de aplicar la metodología 5S:

Figura 4.25: Contraste después de aplicar las 5S





Una vez puesto en marcha el plan de mantenimiento se reducirán los costos que se genera en la reparación de los equipos; paradas inesperadas; se aumentará la confiabilidad de los equipos y de las instalaciones; se generará un producto de mejor calidad debido a la correcta calibración y por el cambio de partes que son claves para la presentación y forma del caramelo, como son los palillos, resortes, lubricación, en general mantenimiento de los equipos, debido a esto se reducirá la cantidad de producto no conforme, que debido a un mantenimiento inadecuado, se presentan productos como se muestra en la figura 4.26, que representan el 40% del total de producto no conforme. Cabe recalcar la importancia de la implementación de las mejoras propuestas puesto que, el producto expuesto en la siguiente figura, se localizó en un establecimiento de expendio de comida; es decir, para consumo del cliente.

Figura 4.26 Producto no conforme cliente final



Foto captada por: el autor

#### 4.4.3.3. Beneficio económico de la aplicación de la metodología

El resultado económico de la aplicación de la metodología se presenta a continuación en la tabla 4.22. El cálculo se resultado final se obtiene de multiplicar el porcentaje de desperdicio por el precio de venta que maneja actualmente la organización.

Tabla 4.22: Beneficio económico de la aplicación

Situación	Porcentaje	Promedio desperdicio diario (kg)	Promedio desperdicio semanal (kg)	Promedio desperdicio anual (kg)	PVP \$/kg	Beneficio
<i>Actual</i>	100%	51,77	310,62	16152,24	2,48	-\$ 40.057,56
<i>Mejora estandarización</i>	7%	3,6239	21,7434	1130,6568		\$ 2.804,03
<i>Mejora plan de mantenimiento</i>	40%	20,708	124,248	6460,896		\$ 16.023,02
<b>Beneficio total</b>						<b>\$ 18.827,05</b>

Elaborado por: el autor

El beneficio que se genera con la implementación de las propuestas de mejora es de USD 18.827,05 anuales.

#### **4.5. Fase Control**

Una vez validadas las propuestas de mejora, como se evidenció en la fase anterior del proyecto, se diseñó, documentó e implementó acciones que eviten que los procesos retornen a su estado inicial, donde se presentaba la alta variabilidad del proceso e impedir que se presenten nuevamente las fallas identificadas y ya solucionadas. Así se mantendrá el proceso de tal manera que satisfaga los requerimientos tanto del cliente externo como interno y al mismo tiempo, beneficiar a la organización.

Es importante que no sólo los operarios se comprometan a participar en las soluciones de mejora, sino que el Jefe de Planta y la Dirección de la organización, hagan más que proveer recursos a los operarios. Se requiere una formulación en la una cultura de mejoramiento organizacional, la misma que deberá ser documentada con acuerdos en los temas tratados, de modo que se pueda tener un adecuado control y seguimiento.

##### **4.5.1. Estandarización de las mejoras**

Para la estandarización de las mejoras se presentó un instructivo (ver Anexo 5) con el fin de tener documentadas las actividades del proceso. Para que el documento esté siempre disponible y su uso sea de fácil difusión y entendimiento, será necesario, la incorporación de una persona que se encargue de ello; asimismo, es importante que esta persona esté siempre dispuesta a escuchar y considerar cualquier sugerencia que pueda presentarse.

De igual manera, para el mantenimiento autónomo de la maquinaria se elaboraron los *checklists* para la limpieza en las actividades de cocinado; troquel y enfriado (ver Anexo 6). Se usa éstas herramientas para asegurar la limpieza completa de los equipos y, a su vez, para llevar un control diario. De esta manera, se asegura que se realicen todas las actividades necesarias para

el correcto mantenimiento del equipo y para la adecuada manufacturación del producto, sin caer en errores por olvido o distracciones de los operarios, a fin de generar una coherencia adecuada que no afecte a largo plazo el proyecto empresarial.

Como parte del control visual, estos *checklists*, además del flujo del instructivo, deben estar disponibles en el lugar adecuado y deben estar dispuestos de tal manera que no se vean afectados por suciedad. El cuidado de las listas de los documentos es indispensable para mantener un control riguroso y comprobar que las mejoras realizadas tengan el efecto deseado.

## CAPÍTULO V

### ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

Llevado a cabo el proyecto de mejora en la línea de producción de caramelo duro en la empresa ECUAGOLOSINAS S.A., se encontraron oportunidades de mejora. Estas oportunidades necesitan de recursos, tanto humanos como económicos. A continuación se detalla los costos y beneficios que trae consigo la implementación del proyecto.

Se tomó en cuenta la necesidad de la adquisición de recursos para la metodología 5S en un período de 4 años, dividido de manera trimestral (dieciséis trimestres). Se definió la periodicidad como se indica en la tabla 5.1 con la que se deben adquirir ciertos equipos y utensilios de limpieza, necesarios para la metodología y en la tabla 5.2 se indica el costo total de los mismos en el mercado. La cantidad de ítems que se debe adquirir se definió según la necesidad mínima de la empresa y según la división que se hizo en el mapa 5S con la cantidad mínima de trabajadores con los que opera la empresa.

Tabla 5.1 Periodicidad adquisición equipos de limpieza

Valor Unitario (USD)	Año	0	1				2				3				4			
	Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8,8	Whipe hilo 2kg	1		1		1				1				1				1
2,2	Espátula 2" 5cm	15								15								15
6,44	Brocha 2" poliester	15				15				15				15				15
5,67	Desinfectante galón	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1,79	Balde 12 lts	10										10						
18,03	Tacho 35 lts	4													4			
4,29	Trapeador 40 cm	15				15				15				15				15
2,01	Repuesto trapeador		10	10	10		10	10	10		10	10	10		10	10	10	
4,52	Escoba de 40 cm	15				15				15				15				15
1,66	Repuesto escoba		10	10	10		10	10	10		10	10	10		10	10	10	
0,95	Cepillo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
1,52	Guantes limpieza	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
3,94	Cloro galón	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1,05	Espanja mixta	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Elaborado por: el autor

Tabla 5.2 Costo total ítems de limpieza

Año	0	1				2				3				4			
Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Whipe hilo 2kg	8,8		8,8		8,8		8,8		8,8		8,8		8,8		8,8		8,8
Espátula 2" 5cm	33								33								
Brocha 2" poliester	96,6				96,6				96,6				96,6				96,6
Desinfectante galón	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03	51,03
Balde 12 lts	17,9									17,9							
Tacho 35 lts	72,12													72,12			
Trapeador 40 cm	64,35				64,35				64,35				64,35				64,35
Repuesto trapeador		20,1	20,1	20,1		20,1	20,1	20,1		20,1	20,1	20,1		20,1	20,1	20,1	
Escoba de 40 cm	67,8				67,8				67,8				67,8				67,8
Repuesto escoba		16,6	16,6	16,6		16,6	16,6	16,6		16,6	16,6	16,6		16,6	16,6	16,6	
Cepillo	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Guantes limpieza	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
Cloro galón	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46
Esponja mixta	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25	47,25
Costo Trimestral (USD)	545,61	221,74	230,54	221,74	422,59	221,74	230,54	221,74	455,59	239,64	230,54	221,74	422,59	293,86	230,54	221,74	455,59

Elaborado por: el autor

En el caso de los costos para el plan de mantenimiento, se siguió la misma metodología que se hizo para la limpieza, ya que la periodicidad de las actividades que se deben realizar ya están definidas en la fase *Improve* del proyecto, en la tabla 5.3 se indica la necesidad derivada a partir del plan de mantenimiento de manera trimestral.

Tabla 5.3 Necesidad derivada de plan de mantenimiento

Valor Unitario (USD)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Cocina</b>																	
25,00	Alineación del eje					1				1				1			1
47,00	Cambio de bandas					1				1				1			1
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
143,52	30x62x16 (bolas)			1		1			1			1			1		1
<b>Cambio de poleas</b>																	
200,00	Polea DM													1			
170,00	Polea dm													1			
60,00	Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con liquido dieléctrico)			1		1		1		1		1		1		1	1
56,00	Calibración termómetro					1				1				1			1
79,20	Calibración manómetro					1				1				1			1
<b>Troquel</b>																	
15,00	Alineación bastidores					5				5				5			5
48,60	Cambio de bandas					3				3				3			3
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
123,41	40x80x18 (contacto angular)			2		2			2			2		2			2
<b>Cambio de poleas</b>																	
250,00	Polea DM													1			
170,00	Polea dm													1			
75,00	Manufaturar nuevos palillos									40							40
60,00	Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con liquido dieléctrico)			1		1		1		1		1		1		1	1
<b>Banda enfriadora</b>																	
45,00	Cambio de banda motor					1				1				1			1
30,00	Cambio de banda aspensor									1							1
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
76,54	25x80x21 (bolas)			8		8			8			8		8			8
<b>Cambio de poleas</b>																	
320,00	Polea DM													1			
200,00	Polea dm													1			
60,00	Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con liquido dieléctrico)			1		1		1		1		1		1		1	1

Elaborado por: el autor

En la tabla 5.4 se muestran los valores, que se derivan también a partir del plan de mantenimiento.

Tabla 5.4 Valores plan de mantenimiento

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Cocina</b>																	
Alineación del eje					25				25				25				25
Cambio de bandas					47				47				47				47
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
30x62x16 (bolas)			143,52		143,52		143,52		143,52		143,52		143,52		143,52		143,52
<b>Cambio de poleas</b>																	
Polea DM													200				
Polea dm													170				
Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)			60		60		60		60		60		60		60		60
Calibración termómetro				56				56				56				56	
Calibración manómetro				79,2				79,2				79,2				79,2	
<b>Troquel</b>																	
Alineación bastidores					75				75				75				75
Cambio de bandas					145,8				145,8				145,8				145,8
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
40x80x18 (contacto angular)			246,82		246,82		246,82		246,82		246,82		246,82		246,82		246,82
<b>Cambio de poleas</b>																	
Polea DM													250				
Polea dm													170				
Manufaturar nuevos palillos								3000									3000
Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)			60		60		60		60		60		60		60		60
<b>Banda enfriadora</b>																	
Cambio de banda motor					45				45				45				45
Cambio de banda aspersor								30									30
<b>Cambio de rodamientos</b>																	
25x80x21 (bolas)			612,32		612,32		612,32		612,32		612,32		612,32		612,32		612,32
<b>Cambio de poleas</b>																	
Polea DM													320				
Polea dm													200				
Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)			60		60		60		60		60		60		60		60
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1182,7</b>	<b>135,2</b>	<b>1520,5</b>	<b>0</b>	<b>1182,7</b>	<b>135,2</b>	<b>4550,5</b>	<b>0</b>	<b>1182,7</b>	<b>135,2</b>	<b>2830,5</b>	<b>0</b>	<b>1182,7</b>	<b>135,2</b>	<b>4303,6</b>

Elaborado por: el autor

Definidos los valores respectivos para la limpieza y mantenimiento, se unificó los gastos correspondientes, y se elaboró el flujo de caja del proyecto. Se tomó como inversión inicial la adquisición de los equipos faltantes para la limpieza y la capacitación a los operarios en cuanto a la metodología 5S. En general, el valor de una asesoría de 2.500 USD. Con la implementación de este proyecto se aumentan los costos en cuanto a los ítems de limpieza y el mantenimiento de la maquinaria. Pero, de igual manera, se toman en cuenta los beneficios esperados debido a la aplicación de la metodología para determinar los beneficios netos.

Los ingresos originados a partir de la aplicación de la metodología -ya definidos en la fase *Control* del proyecto-, se ponderaron según el volumen de producción histórico en los 4 trimestres del año. Según los datos brindados por

ECUAGOLOSINAS S.A. se determinó que para el primer trimestre, de enero a marzo, el volumen de producción es del 15%; para el segundo trimestre, de abril a junio, el volumen de producción es del 25%; para el tercer trimestre, de julio a septiembre, el volumen de producción es del 30%; y, el volumen de producción para el último trimestre, de octubre a diciembre, es del 30%.

También se tomó en cuenta un costo adicional, otros gastos, que se pueden presentar; se definió que representen el 5% de los gastos generados por trimestre. De esta manera, se prevé cualquier gasto no planificado. Para obtener el valor actual presente del flujo de caja se utilizó como valor de descuento el costo promedio ponderado de capital de la organización (CPPC) que es de 17,80%. El flujo de caja del proyecto se presenta en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Flujo de caja del proyecto

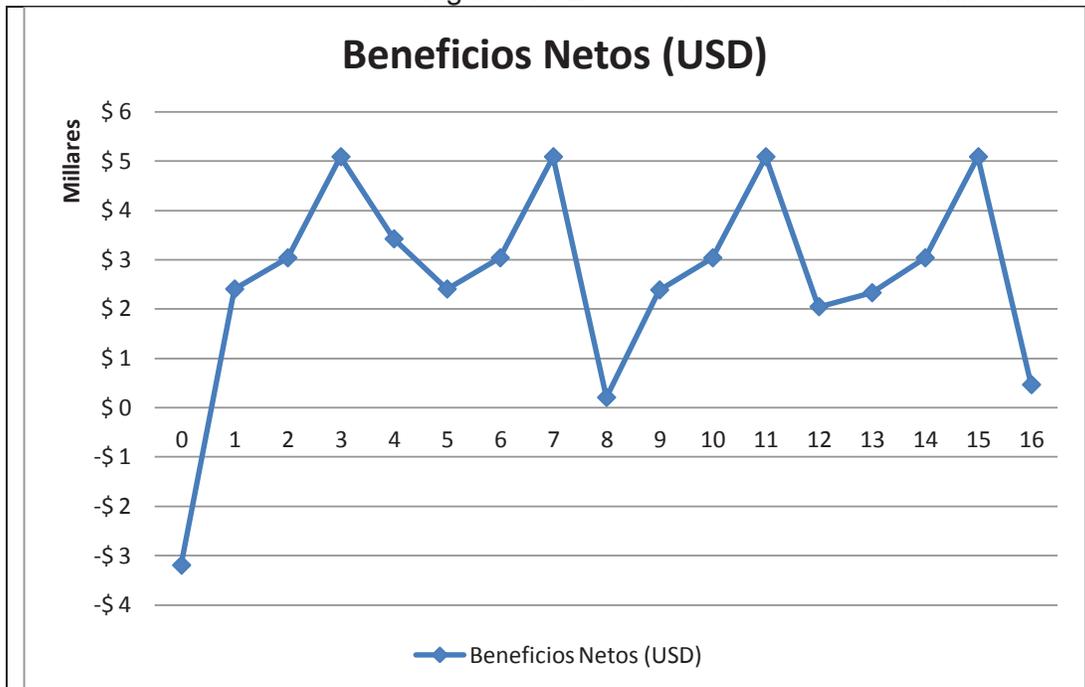
Año	Trimestre	Beneficios (USD)	Costos (USD)	Otros Gastos (5% Costos)	Beneficios Netos (USD)	Factor de descuento	BN*FD
0	0		3045,61	152,2805	-3197,8905	1	-\$ 3.197,89
1	1	2824,05764	400,54	20,027	2403,490642	0,84889643	\$ 2.040,31
	2	4706,76274	1592	79,6	3035,162736	0,72062516	\$ 2.187,21
	3	5648,11528	535,74	26,787	5085,588283	0,61173613	\$ 3.111,04
	4	5648,11528	2121,85	106,0925	3420,172783	0,51930062	\$ 1.776,10
2	5	2824,05764	400,54	20,027	2403,490642	0,44083244	\$ 1.059,54
	6	4706,76274	1592	79,6	3035,162736	0,37422109	\$ 1.135,82
	7	5648,11528	535,74	26,787	5085,588283	0,31767495	\$ 1.615,56
	8	5648,11528	5184,85	259,2425	204,0227832	0,26967313	\$ 55,02
3	9	2824,05764	418,44	20,922	2384,695642	0,22892456	\$ 545,92
	10	4706,76274	1592	79,6	3035,162736	0,19433324	\$ 589,83
	11	5648,11528	535,74	26,787	5085,588283	0,1649688	\$ 838,96
	12	5648,11528	3431,85	171,5925	2044,672783	0,14004142	\$ 286,34
4	13	2824,05764	472,66	23,633	2327,764642	0,11888066	\$ 276,73
	14	4706,76274	1592	79,6	3035,162736	0,10091737	\$ 306,30
	15	5648,11528	535,74	26,787	5085,588283	0,0856684	\$ 435,67
	16	5648,11528	4938,03	246,9015	463,1837832	0,0727236	\$ 33,68
Costo Promedio Ponderado de Capital					17,80%	VAN	\$ 13.096,15

Elaborado por: el autor

El Valor Actual Neto, VAN que se obtuvo, es de 13096,15 USD. Este valor es alto, debido a que al no tener una inversión considerablemente alta, no hay la necesidad de pedir un préstamo a alguna institución financiera. Como el VAN es positivo, se verifica que el proyecto financieramente traerá beneficios económicos a la empresa. En la figura 5.1 se indica la evolución de los

beneficios netos que mediante la aplicación del proyecto brindará a la organización.

Figura 5.1 Evolución beneficios netos trimestrales



Elaborado por: el autor

En el octavo trimestre se presenta una caída de los ingresos muy considerable, esto es debido a que en ese semestre se debería manufacturar los nuevos palillos para el troquel, que tiene un costo considerablemente alto.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Las conclusiones a las que se ha llegado, una vez desarrollado y culminado este proyecto son las siguientes:

- Antes de la ejecución de este trabajo no se disponía de un mapeo de los procesos de la empresa, dificultando el desarrollo de los mismos, al no existir una estandarización.
- No existe un plan de capacitación formal para los trabajadores de la organización.
- Se verificó que en el proceso productivo de caramelo duro existen altos índices de inestabilidad, lo que ocasiona una gran variabilidad en las dimensiones de los productos.
- Actualmente no hay un control sobre la temperatura, el control de la misma es un determinante en la elaboración del caramelo duro. Se enfatizó la medición de la misma; si no se controla, la incidencia en la calidad del caramelo es directa.
- ECUAGOLOSINAS no cuenta con una señalética adecuada que facilite el trabajo diario.
- El control que se aplica actualmente al mantenimiento de la maquinaria no es el idóneo, no existe un seguimiento como tal, ni registros que validen el mantenimiento en los equipos.

- La empresa no realiza mantenimiento adecuado de su maquinaria, motivo por el cual existen paros no programados lo que origina costos imprevistos.
- Se alcanzaron los objetivos del proyecto puesto que se dio cumplimiento a cada uno de ellos; se presentó posibilidades de mejora viables y se estableció mecanismos de control para mantener la fiabilidad y calidad del caramelo duro.
- El Valor actual neto (VAN) es mayor a cero, por lo tanto el proyecto traerá beneficios económicos a la organización.

## **5.2. Recomendaciones**

Para atenuar estas deficiencias, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el mapeo de procesos presentado y enfatizar la actualización de los mismos.
- Es importante invertir en la capacitación del personal e implementar una inducción al mismo para que conozca los productos y los procesos de la organización. Al igual que se debería fomentar tanto la motivación al personal como las reuniones formales que den paso al intercambio de ideas, sugerencias u opiniones, a su vez, éstas deben ser documentadas.
- Una vez implementada la capacitación, es más fácil que se cumpla lo establecido, por lo cual se puede enfatizar en el control para verificar que lo estandarizado se cumpla y no se vuelva a caer en lo mismo.

- Se debe considerar la adquisición de nueva maquinaria para la línea de producción de caramelo duro, lo cual permitirá el mejoramiento de la calidad y la reducción de desperdicio.
- La adopción de las Buenas Prácticas de Manufactura, el uso de éstas prácticas, mejora el sistema de seguridad alimentaria de las organizaciones, asegurando así la inocuidad y elaboración adecuada de productos. De igual manera, brinda a la organización una mejor imagen frente al cliente externo. Se volvería una ventaja competitiva.
- Una vez implementadas las recomendaciones de las BPM en lo referente a las instalaciones y de continuar con la misma maquinaria, es necesaria la cimentación de los equipos dado que la vibración que se presenta es alta lo cual genera una descalibración de los mismos y mayor desgastes en las partes y piezas de la maquinaria.
- Si no se implementan las BPM, sí es necesario por lo crítico que es el control de la temperatura, el aislamiento de las diferentes partes del proceso, de tal manera que se pueda tener un control mayor sobre la temperatura ambiente, ya que debido a eso no es fácil estandarizar un tiempo para cada actividad ya que el proceso se ve afectado por los factores externos.
- Reforzar la señalización de las distintas áreas de la planta como parte del control visual propuesto en el proyecto. La misma que contribuye a la seguridad y bienestar de los trabajadores
- Que las soluciones y mejoras alcanzadas sean mantenidas por la organización sobretodo en cuanto a generar el hábito de limpieza, debido a que existen varios focos de infección. La sacarosa, debido a su bajo punto de fusión, se solidifica rápido, ocasionando así que se

adhiera a los elementos donde se contiene, acumulándose cada vez más y generando ambientes para la proliferación de bacterias.

- La capacitación de la persona encargada de mantenimiento beneficiará a la organización incentivando a la prevención de los daños de la maquinaria.
- Se recomienda que se implemente un plan de capacitación sobre las metodologías Seis Sigma y Lean Manufacturing para continuar con el lineamiento de la metodología y que se las conozca de mejor manera a todos los niveles de la organización.
- Se requiere que el encargado del mantenimiento lleve el control en las fichas de cada máquina, para asegurar el seguimiento de los mismos.
- El mantenimiento autónomo es indispensable para conservar la maquinaria en estados óptimos de operación, mediante el uso de listas de chequeo se asegura que el mantenimiento se inicie por los operarios y se vuelva una costumbre organizacional.
- Como consecuencia de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo se obtendrá las siguientes ventajas:
  - Prolongación de la vida útil de la maquinaria y equipo
  - Mejores condiciones de operación y seguridad de la maquinaria y equipo. Ya que se conoce el estado físico de los mismos
  - Disminución de tiempo muerto debido a la programación de reparaciones, la maquinaria o equipo permanece menos tiempo fuera de servicio
  - Disminución de los costos de reparación ya que se evitan al máximo los costos por reparaciones imprevistas

- Reducción de costos de inventario puesto que reducen las existencias de repuestos ya que la necesidad de los mismos se determina de manera más precisa
- Con el uso de las fichas de control, la maquinaria es más eficiente y confiable, debido a que se lleva un historial de las reparaciones efectuadas a la maquinaria o equipo que la empresa posee, dicho control se facilita cuando se tiene el manual del fabricante.
- La aplicación de este proyecto puede servir de base para las demás líneas de producción que forman parte de esta empresa, dado que los procesos de elaboración de caramelo suave y chupete son similares en algunos aspectos. La metodología realizada se puede aplicar en cualquier campo para buscar la mejora continua de la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros:

Brassard, M., Finn, L., Ginn, D. y Ritter, D., (2002). *The Six Sigma Memory Jogger II. Tools for six sigma improvement teams*. (1ra Ed.), Estados Unidos de América: GOAL / QPC.

Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. (2da Ed.). México DF, México: Mc Graw Hill.

Hitoshi, K. (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Medellín, Colombia: Grupo Norma.

James, P., (2004). *Gestión de la calidad total. Un texto introductorio*. (1ra Ed.). Madrid, España: Pearson Educación S.A..

McCarty, T., Daniels, L., Bremes, M. y Gupta, P. (2010). *The six sigma black belt handbook (Six Sigma Operational Methods)*. (1ra Ed.). Nueva York, Estados Unidos de América: Mc Graw Hill.

Omachonu, V. y Ross, J. (1995). *Principios de la Calidad Total*. México Df, México: Editorial Diana.

Santos J., Wysk R. y Torres J. (2010). *Mejorando la producción con lean thinking*. (1ra Ed.). Madrid, España: Pirámide.

Sheehy, P., (2002). *The black belt memory Jogger*. (1ra Ed.), Salem, Estados Unidos de América: GOAL / QPC and Six Sigma Academy.

Silva, G. (1979). *Administración e implementación de los programas de MP*. Buenos Aires, Argentina: Cides.

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. (1era Ed.). México DF, México: Grupo Norma.

Walpole R., Myers R. y Myers S. (1999). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (6ta. Ed.). México DF, México: Pearson Prentice Hall.

### **Manuales:**

Corrêa de Moura, E (2011). Formación de especialistas LEAN SIX SIGMA GREEN BELT (Módulo Six Sigma).

Corrêa de Moura, E (2011). Formación de especialistas LEAN SIX SIGMA GREEN BELT (Módulo Lean Production).

### **Documentos de Internet:**

Unidad de calidad, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. (2011, Agosto 13) Recuperado de:  
<http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf>

Junta de Galicia. (2011, Agosto 13) Recuperado de:  
<http://dxsp.sergas.es/ApliEdatos/Epidat/Ayuda/4-Ayuda%20Distribuciones%20de%20probabilidad.pdf>

Ciencia y Técnica Administrativa Argentina (2011, Septiembre 02)  
[http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas\\_calidad/distribucion.htm](http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/distribucion.htm)

Confederación de Empresarios de Jaén. (2011, Septiembre 06) Recuperado de: <http://www.cej.es/portalcej/investigacioneinnovacion/m3c3-2-4.html>

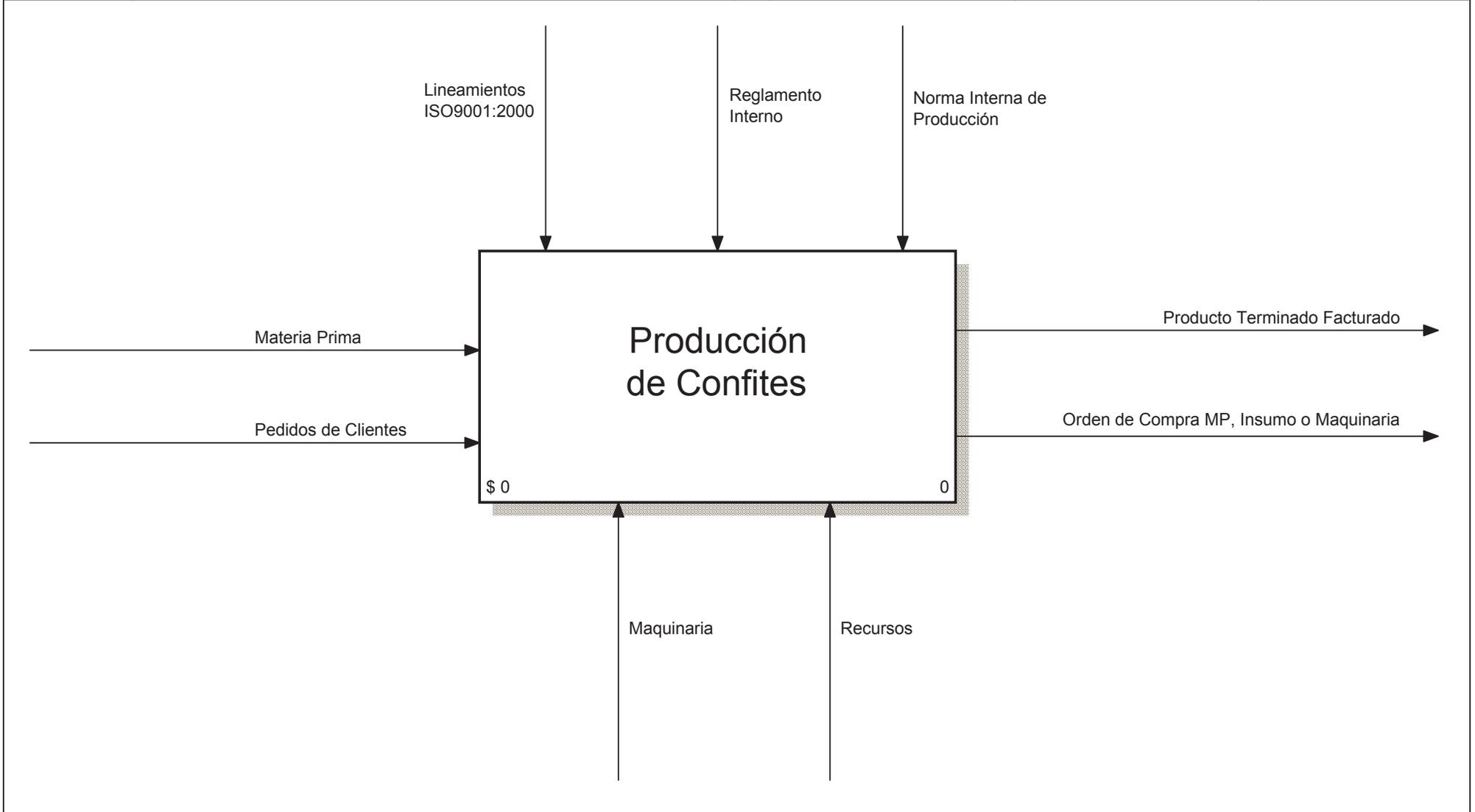
Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (FUNDIBEQ) (2011, Septiembre 23) Recuperado de: [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/LA\\_VOZ\\_DEL\\_CLIENTE.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/LA_VOZ_DEL_CLIENTE.pdf)

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

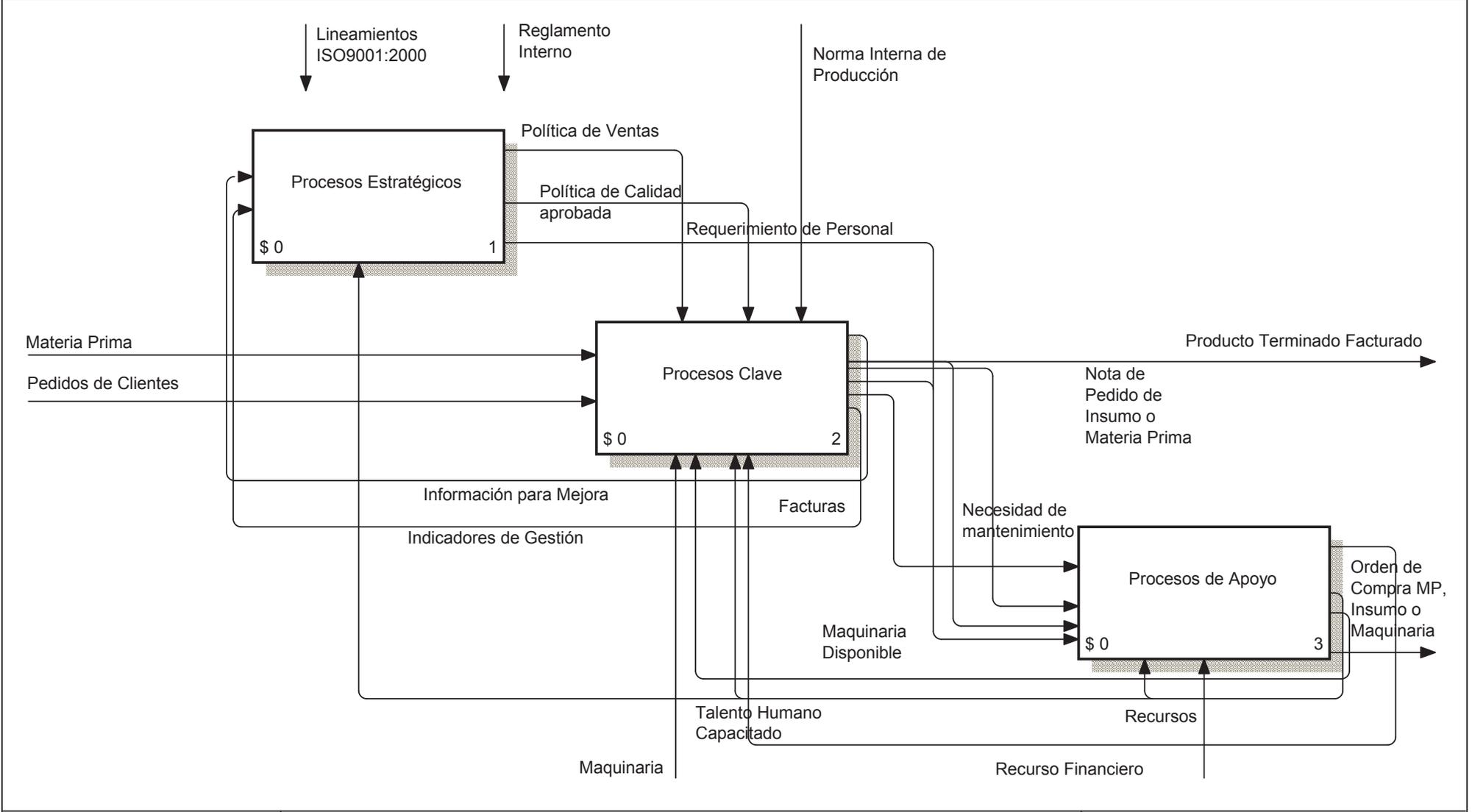
Interrelación de los procesos de ECUAGOLOSINAS CIA. LTDA.

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 13/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <b>TOP</b>
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 18/07/2011	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



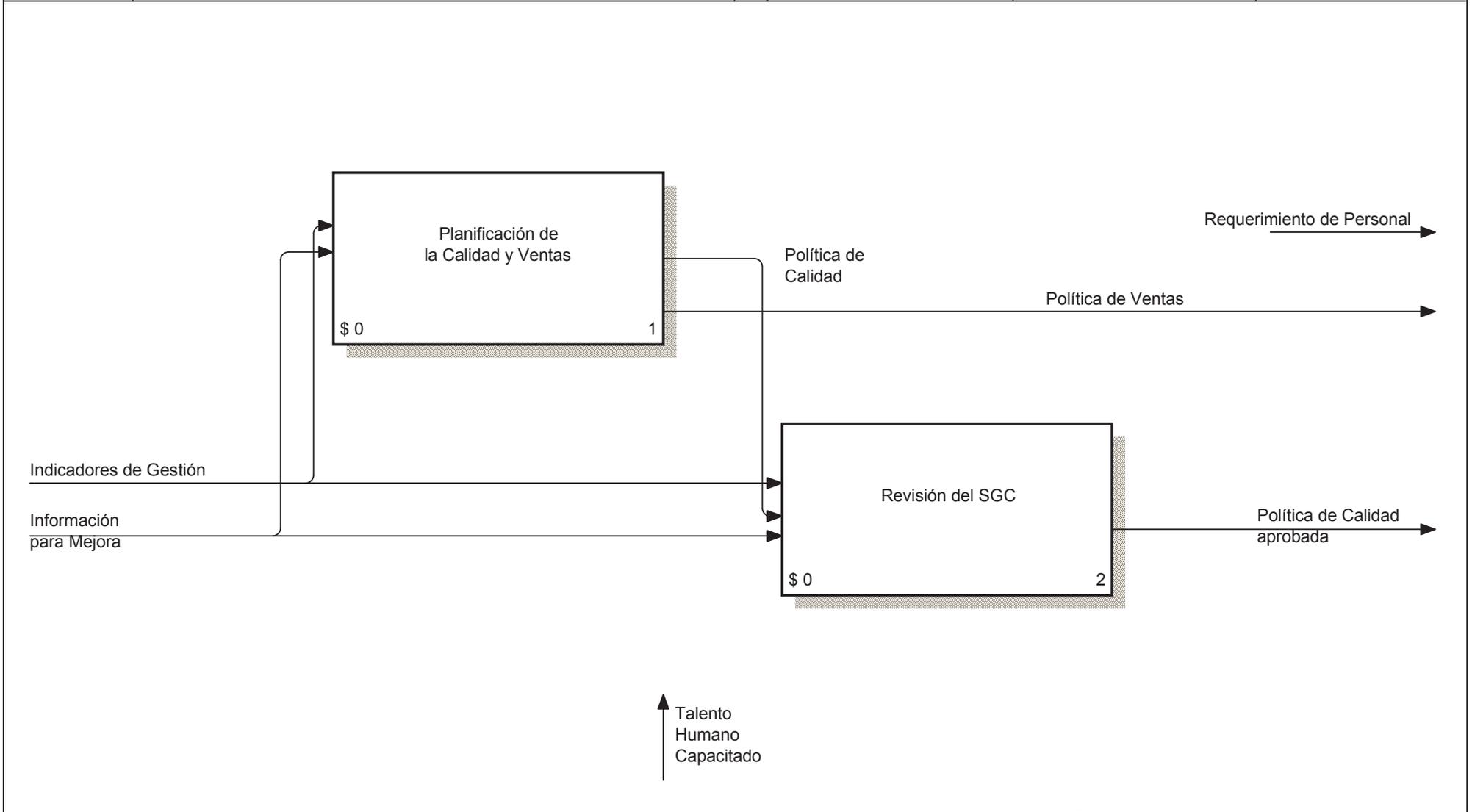
NODE: <b>A-0</b>	TITLE: <b>Producción de Confites</b>	NUMBER: <input type="text"/>
---------------------	---	---------------------------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 13/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A-0
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



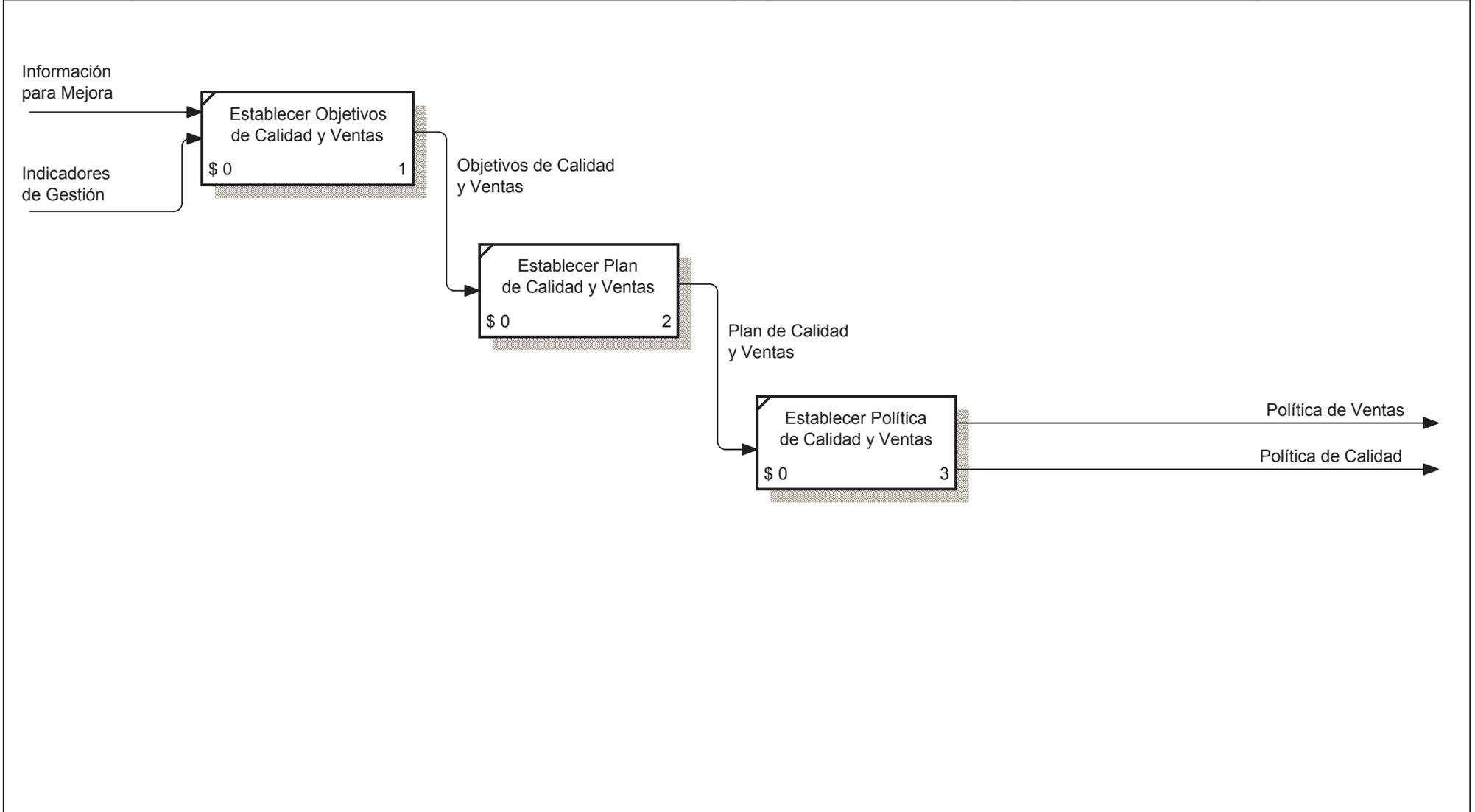
NODE: <b>A0</b>	TITLE: <b>Producción de Confites</b>	NUMBER:
--------------------	---	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 18/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			A0



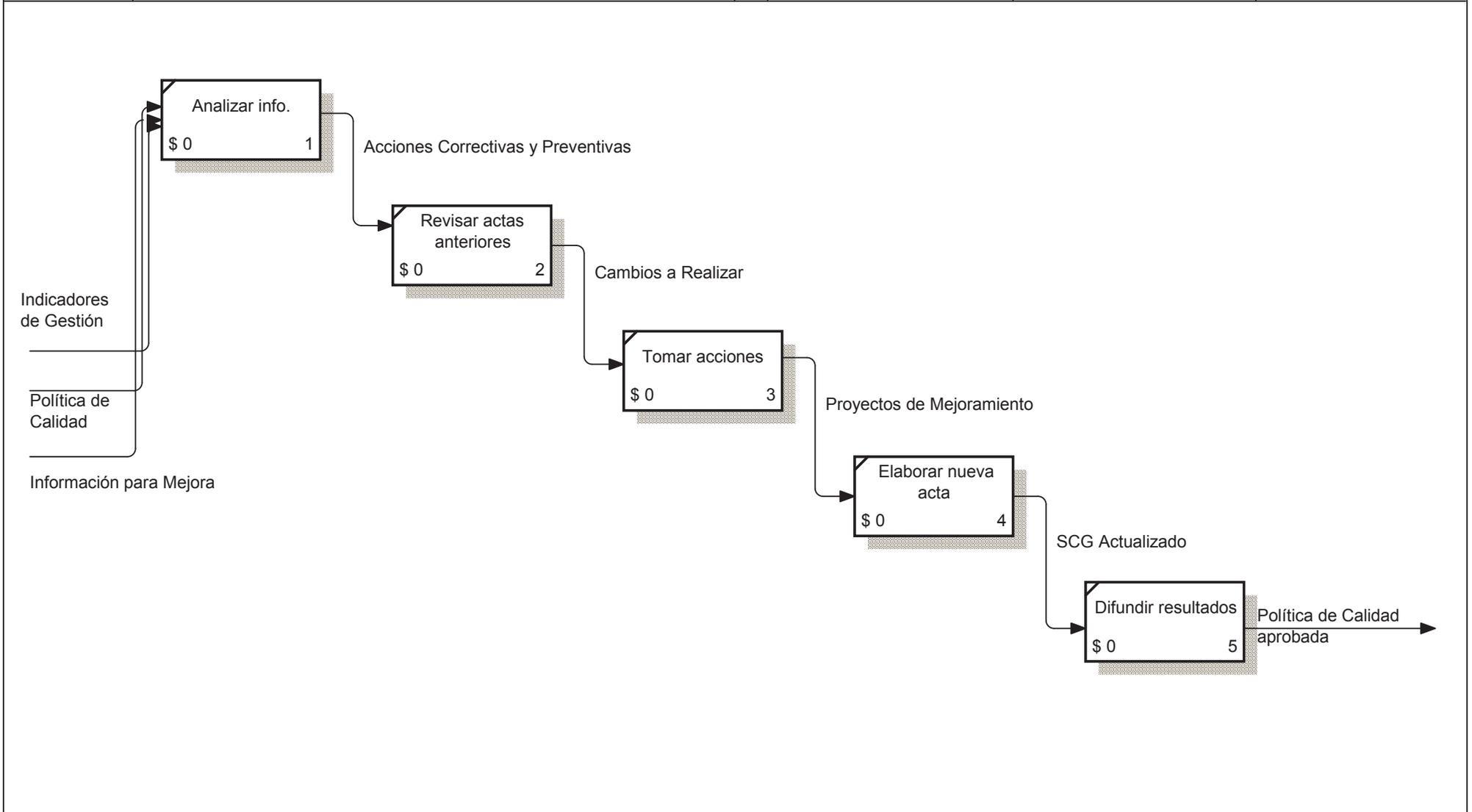
NODE: <b>A1</b>	TITLE: <b>Procesos Estratégicos</b>	NUMBER:
--------------------	--	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 18/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A1
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 18/07/2011	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



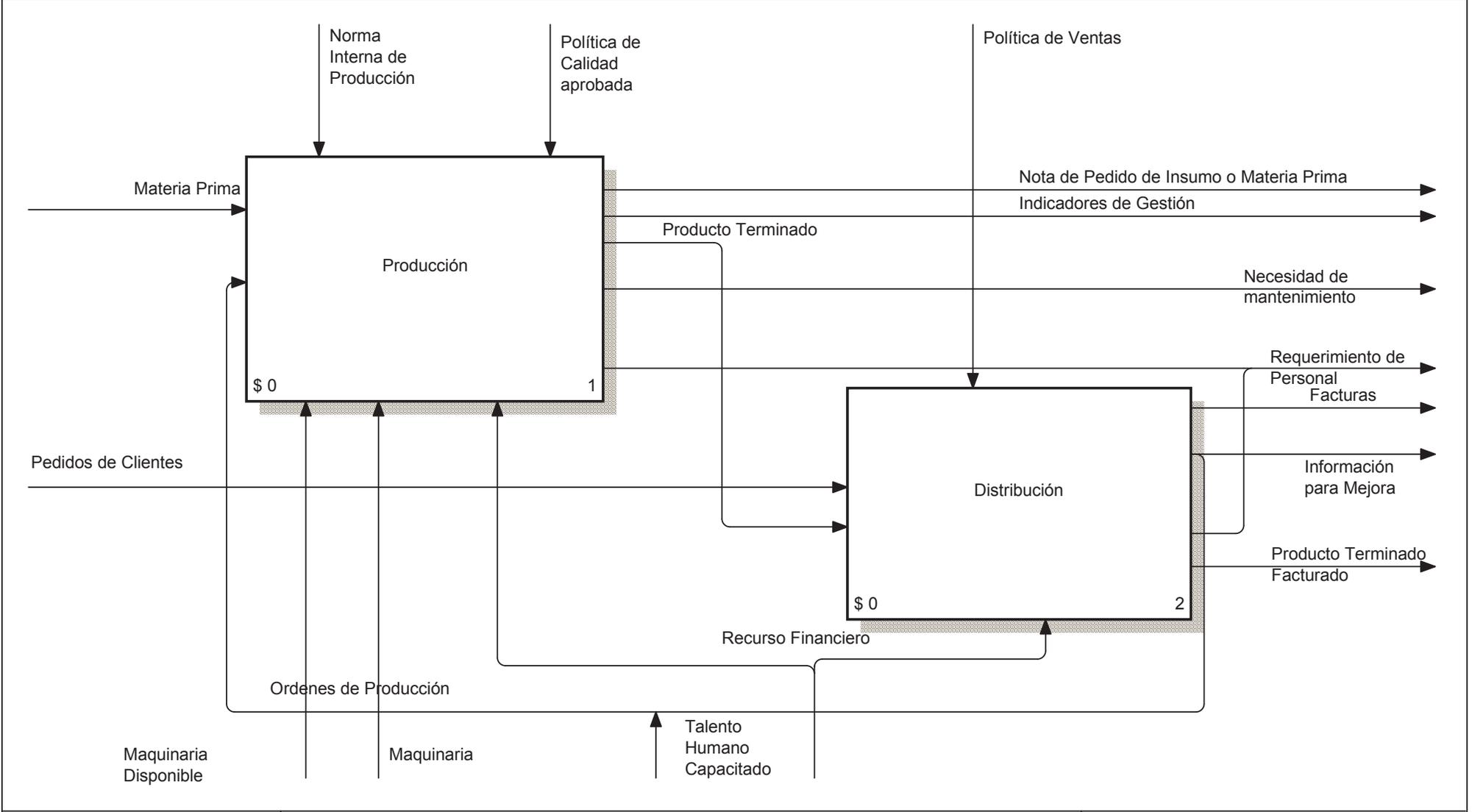
NODE:  <b>A11</b>	TITLE:  <b>Planificación de la Calidad y Ventas</b>	NUMBER:  
-------------------------	---	-----------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 18/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A1
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



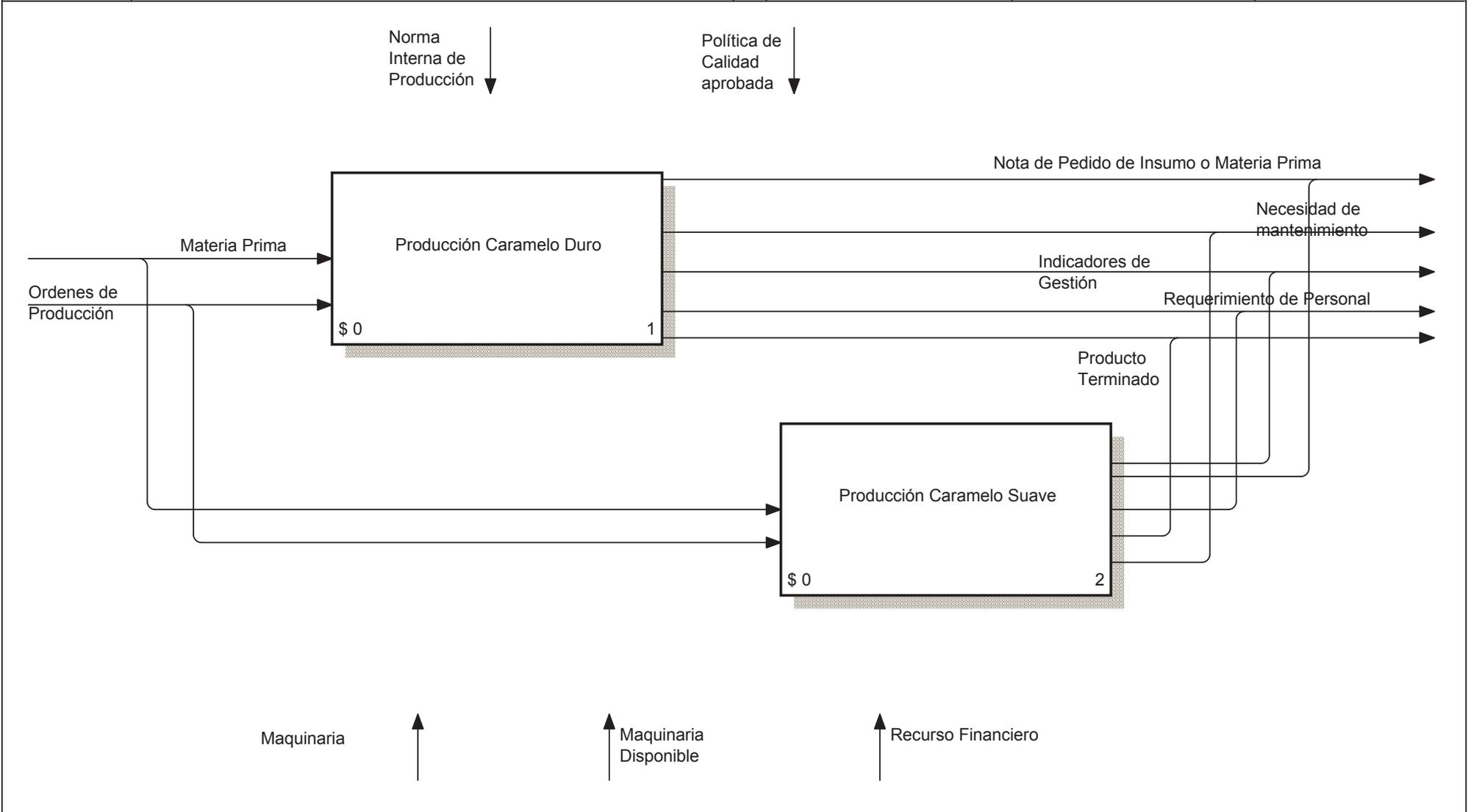
NODE:  <b>A12</b>	TITLE:  <b>Revisión del SGC</b>	NUMBER:  
-------------------------	---------------------------------------	-----------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



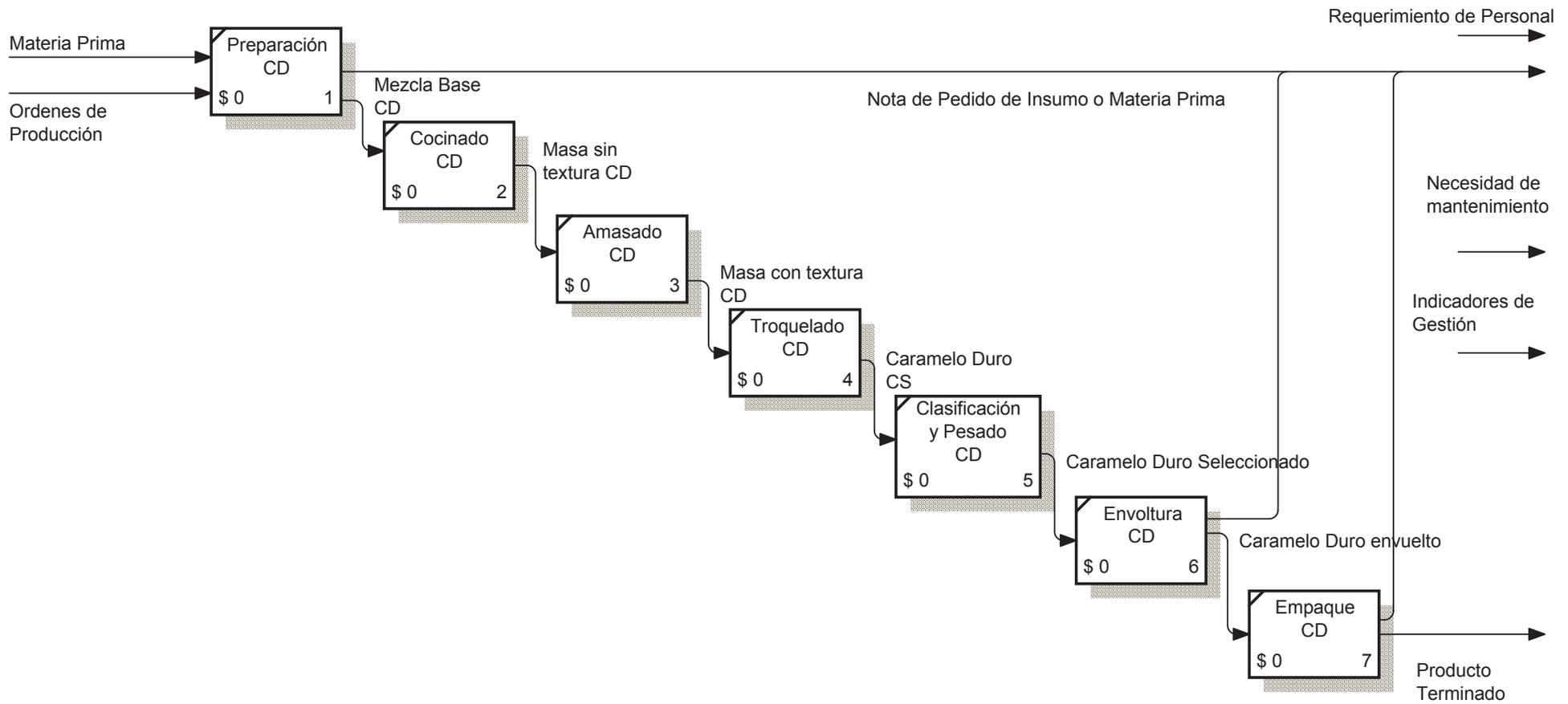
NODE: <b>A2</b>	TITLE: <b>Procesos Clave</b>	NUMBER:
--------------------	---------------------------------	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A2
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



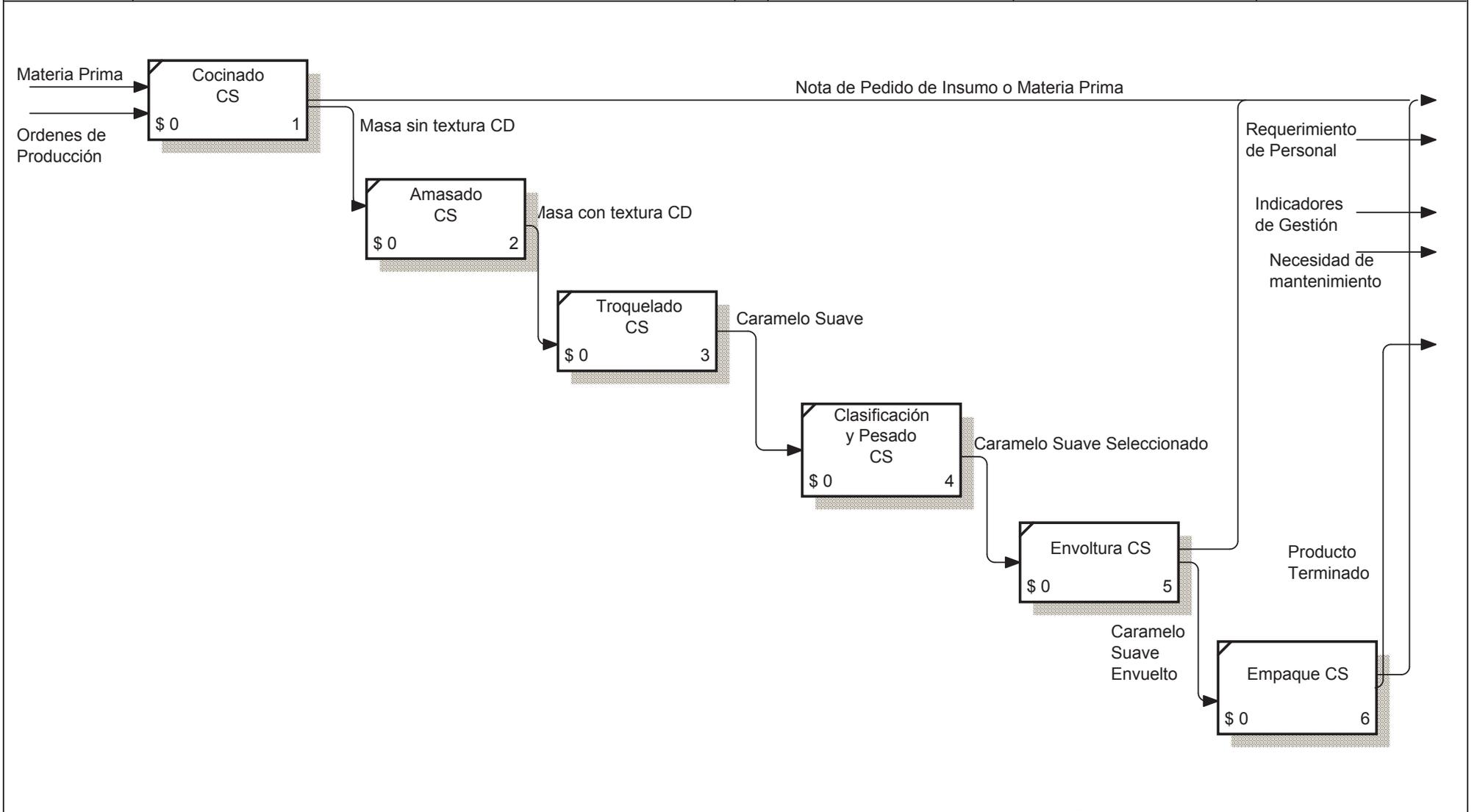
NODE: <b>A21</b>	TITLE: <b>Producción</b>	NUMBER:
---------------------	-----------------------------	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A21
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



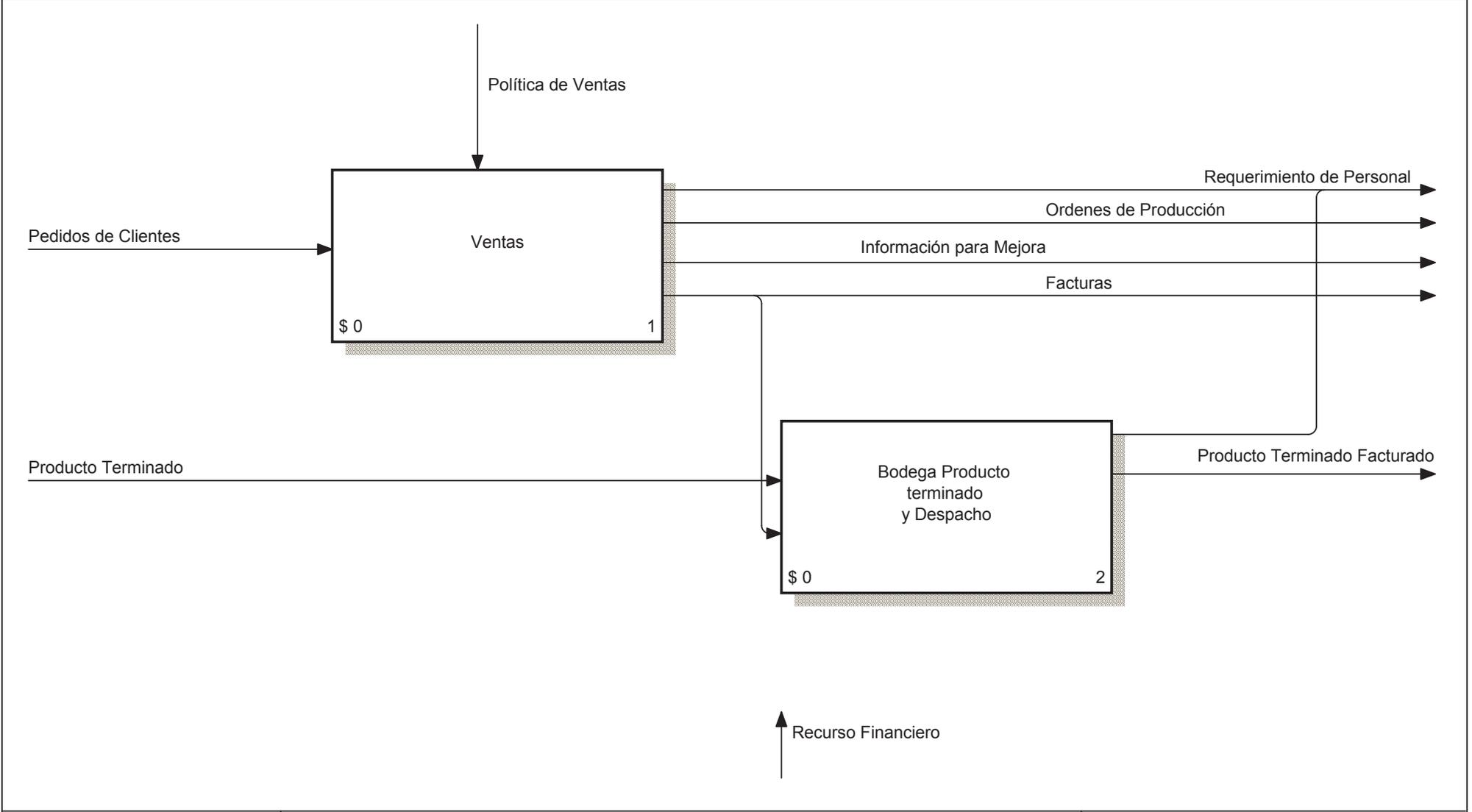
NODE:  A211	TITLE:  Producción Caramelo Duro	NUMBER:  
-------------------	--	-----------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A21
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



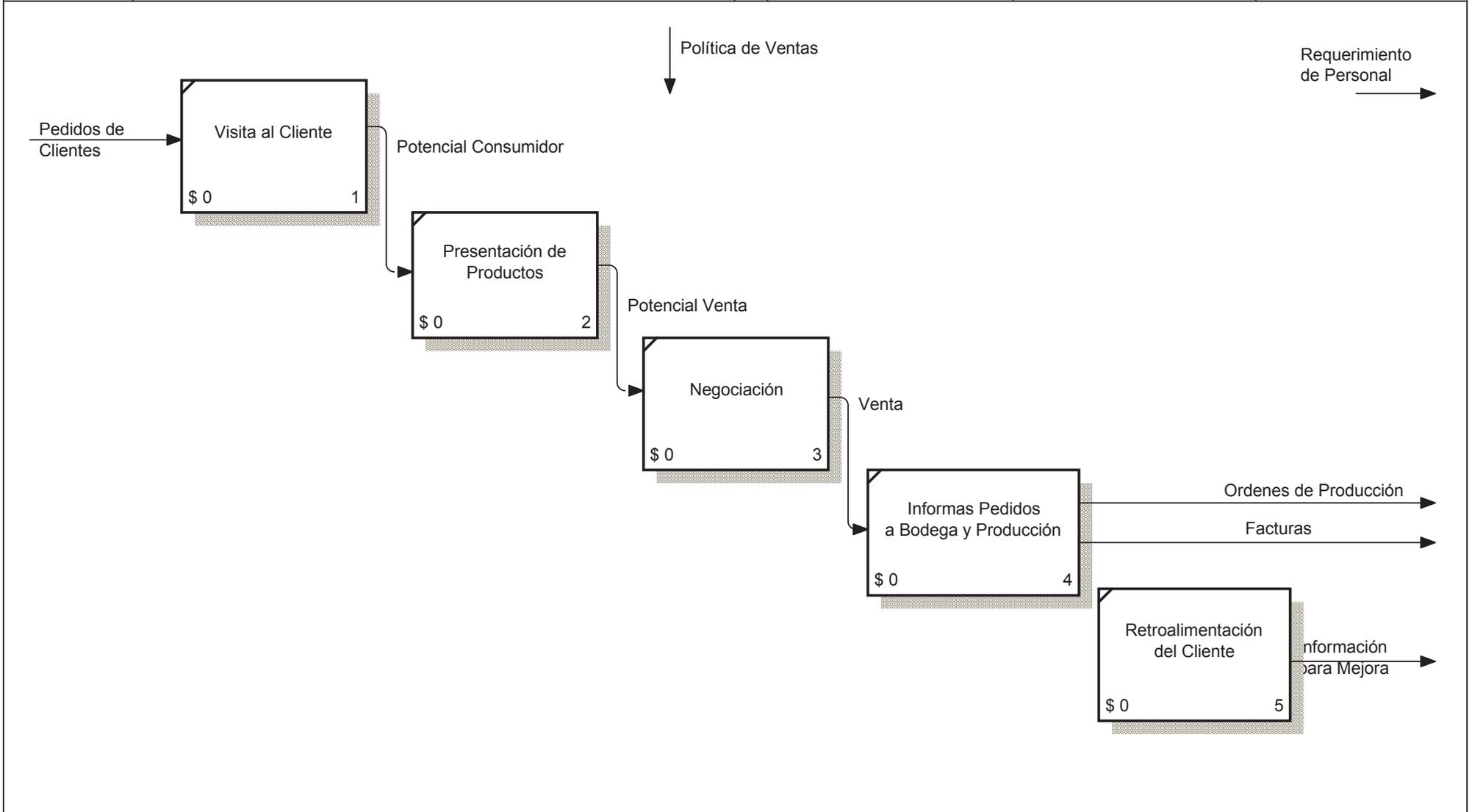
NODE: <b>A212</b>	TITLE: <b>Producción Caramelo Suave</b>	NUMBER:
----------------------	--	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



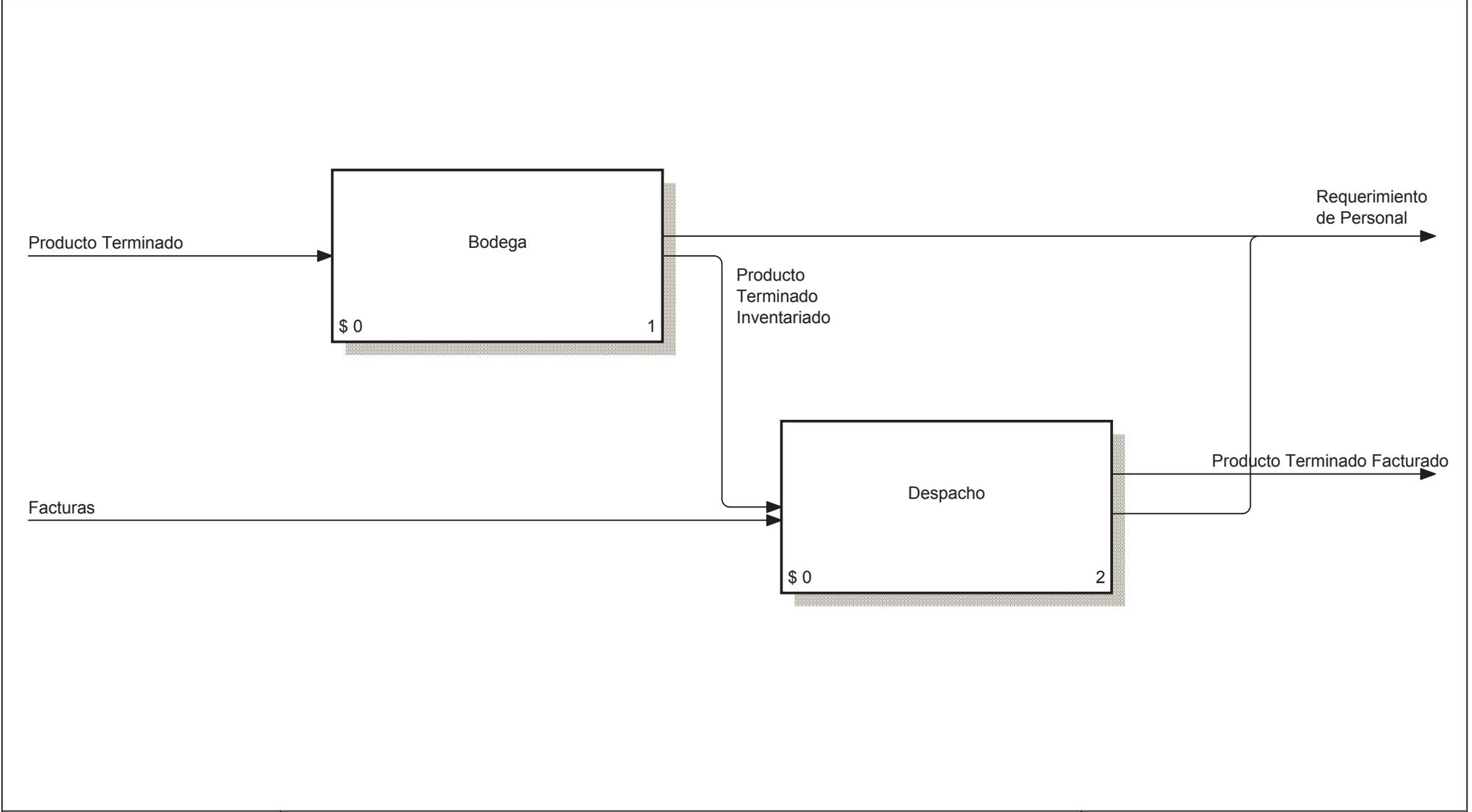
NODE: <b>A22</b>	TITLE: <b>Distribución</b>	NUMBER: <input type="checkbox"/>
---------------------	-------------------------------	-------------------------------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A22
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



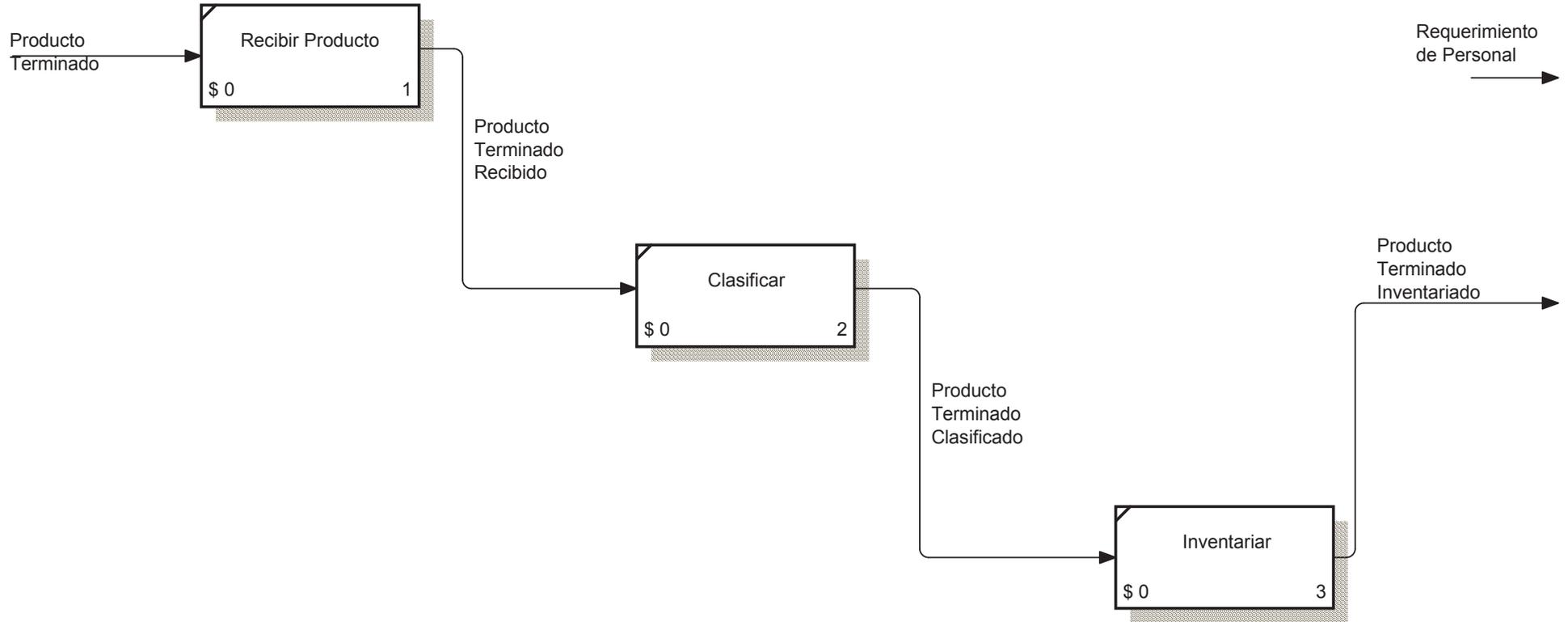
NODE:  A221	TITLE:  Ventas	NUMBER:  
-------------------	----------------------	-----------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> A22
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



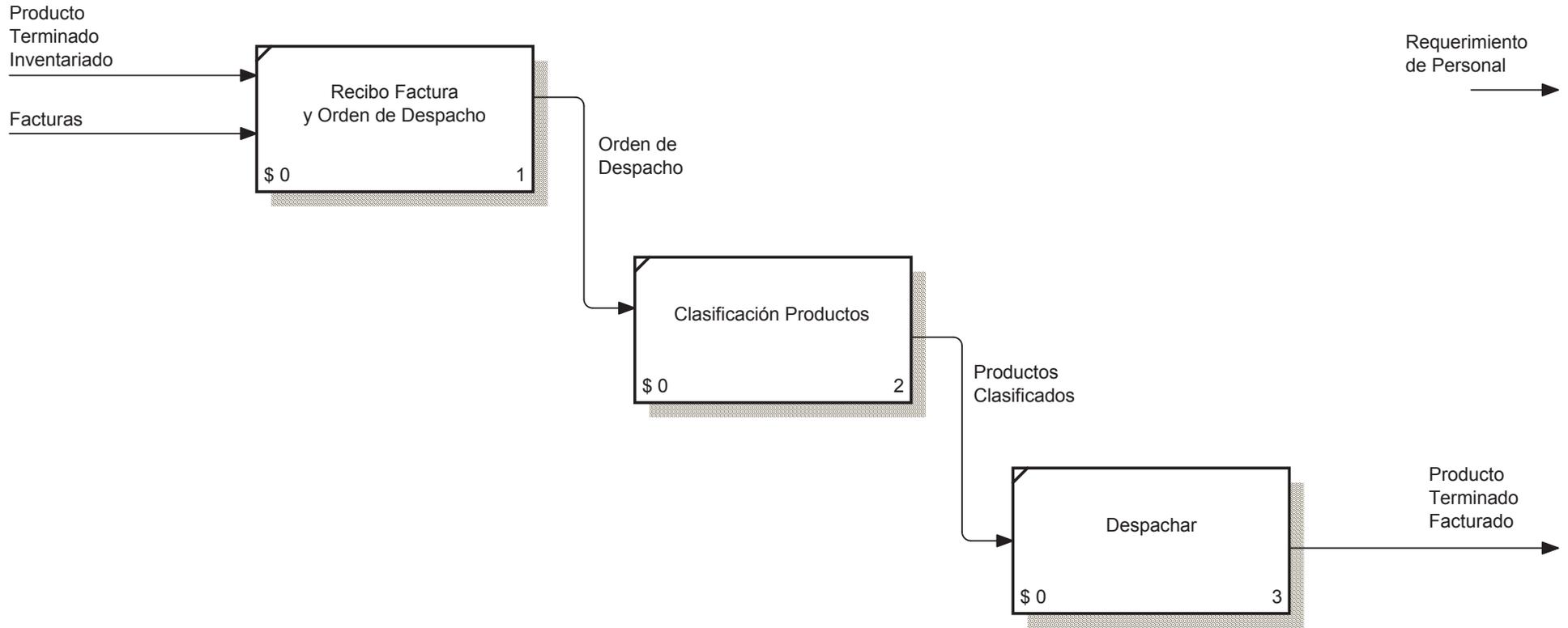
NODE: <b>A222</b>	TITLE: <b>Bodega Producto terminado y Despacho</b>	NUMBER: <input type="text"/>
----------------------	---	---------------------------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A222
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



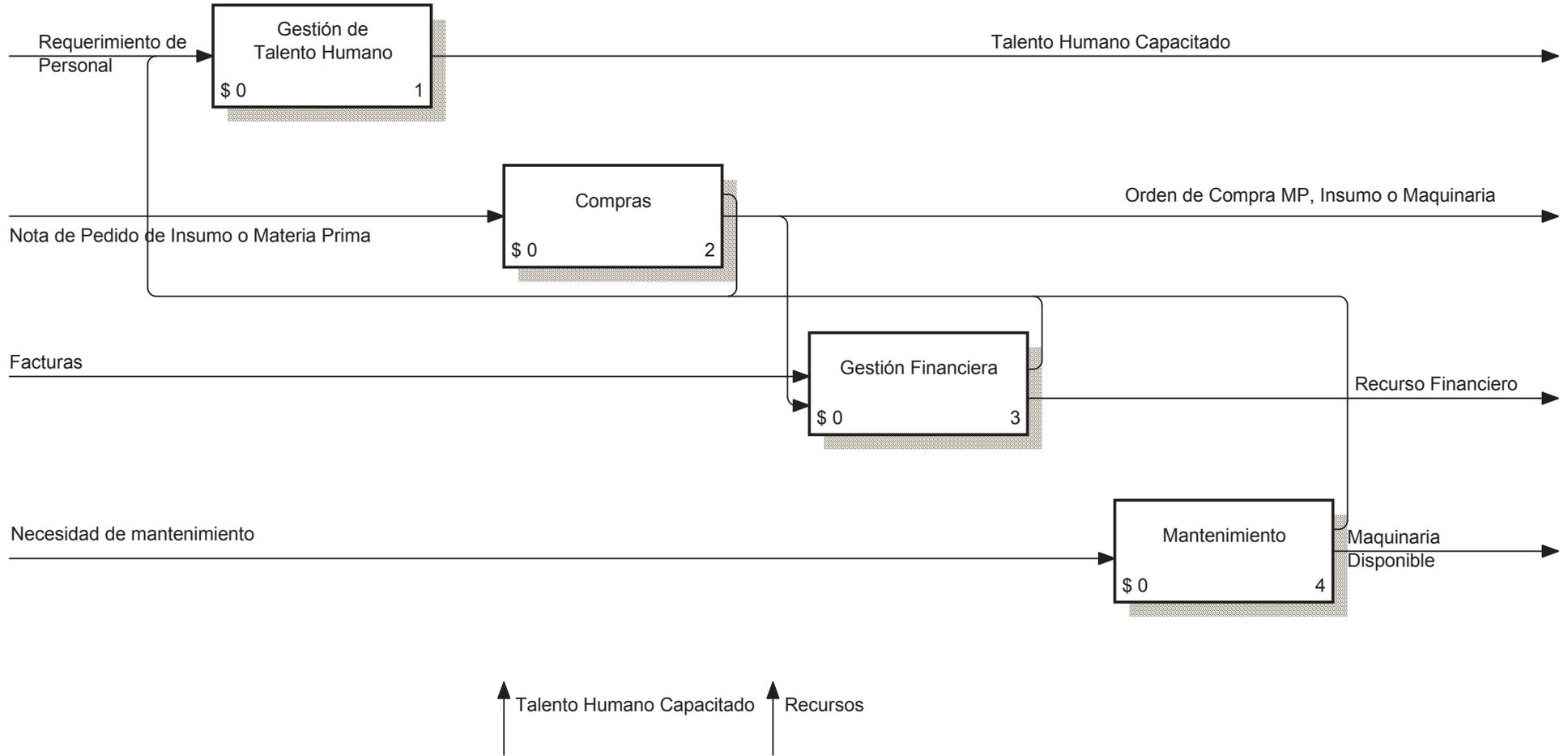
NODE: <b>A2221</b>	TITLE: <b>Bodega</b>	NUMBER:
-----------------------	-------------------------	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  A222
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



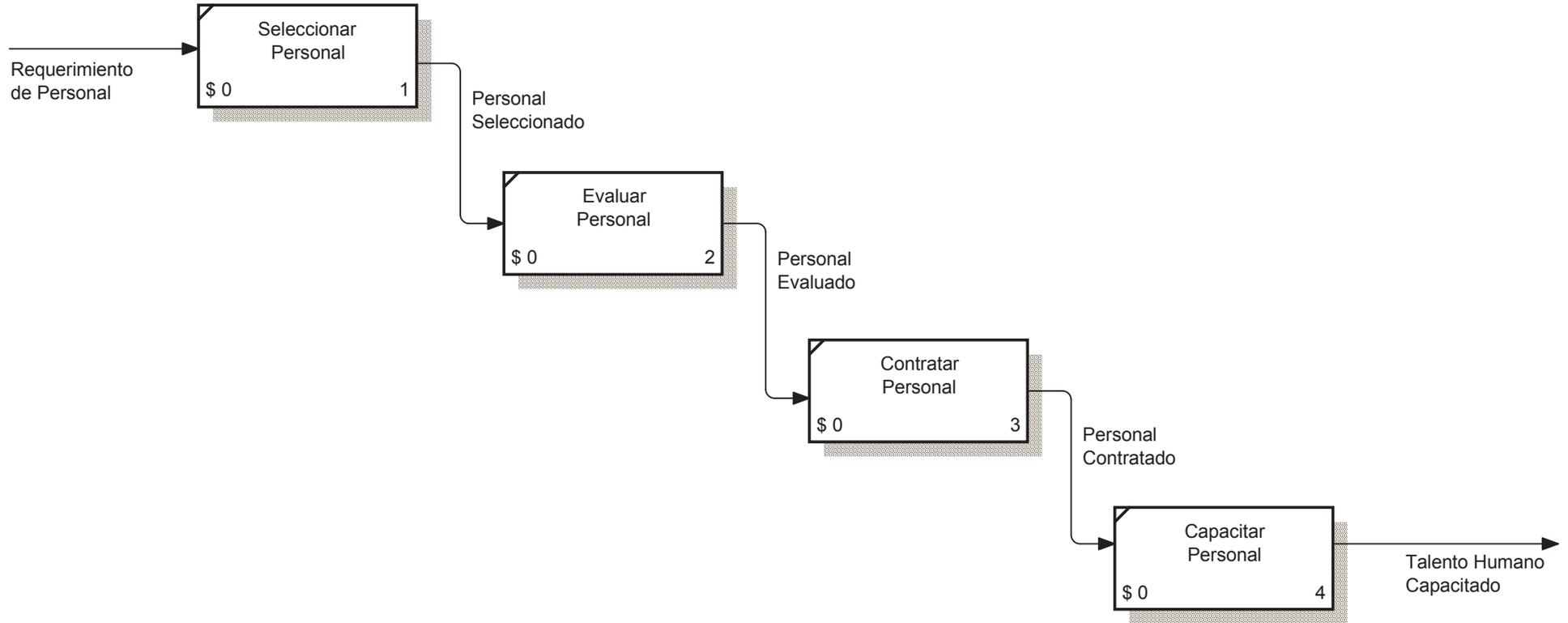
NODE:  A2222	TITLE:  Despacho	NUMBER:  
--------------------	------------------------	-----------------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



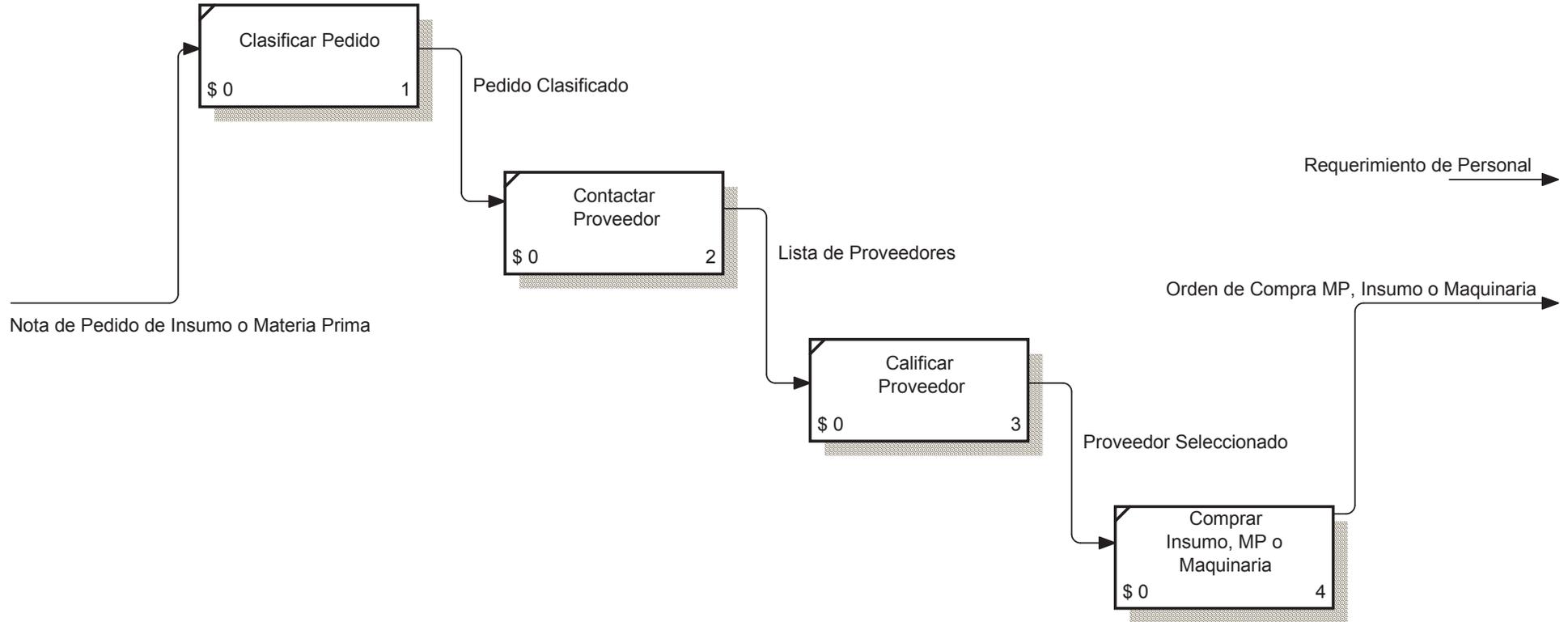
NODE: <b>A3</b>	TITLE: <b>Procesos de Apoyo</b>	NUMBER:
--------------------	------------------------------------	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A3
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



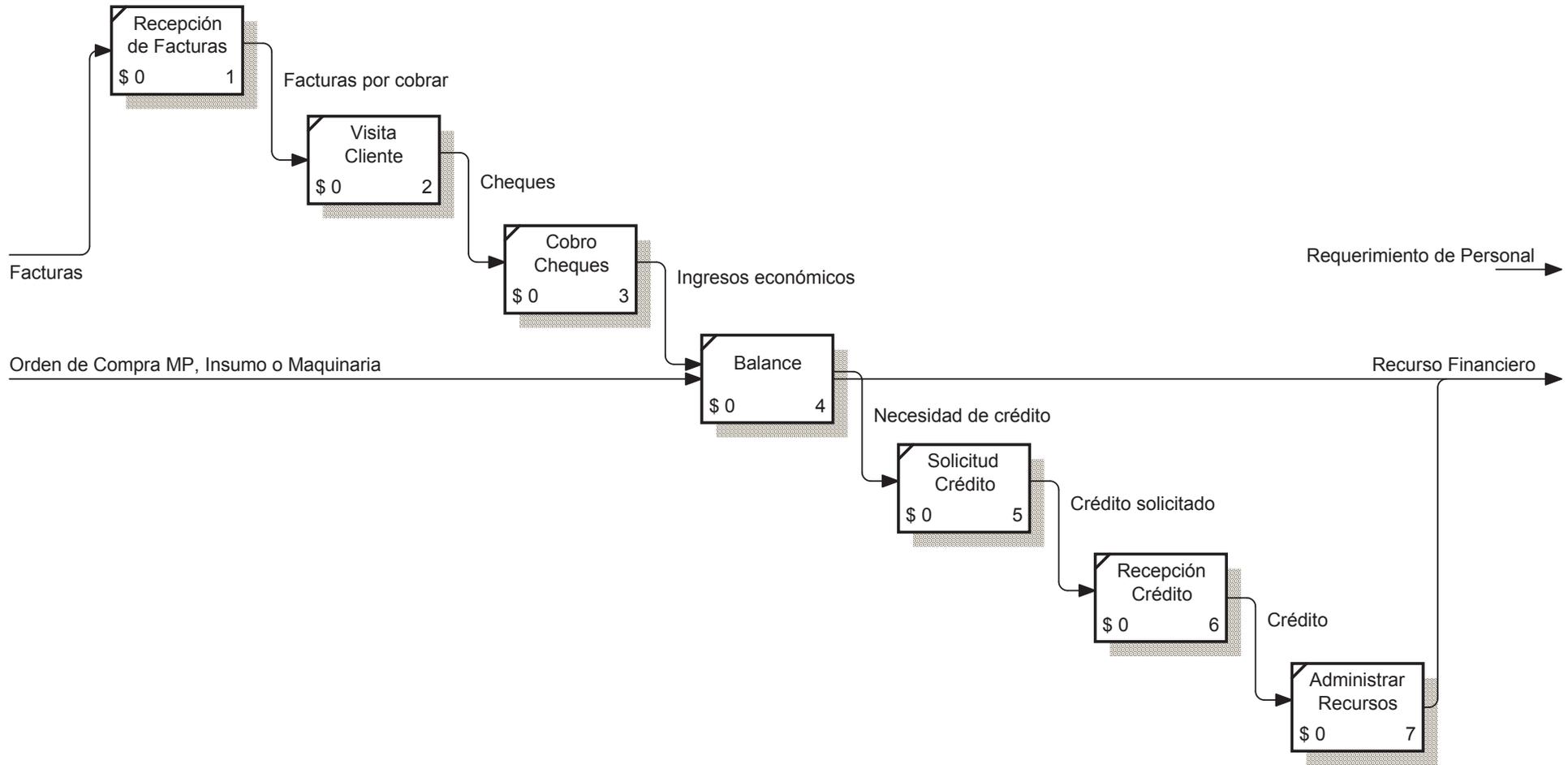
NODE: <b>A31</b>	TITLE: <b>Gestión de Talento Humano</b>	NUMBER:
---------------------	--	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 18/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A3
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						

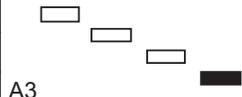


NODE: <b>A32</b>	TITLE: <b>Compras</b>	NUMBER: <input type="text"/>
---------------------	--------------------------	---------------------------------

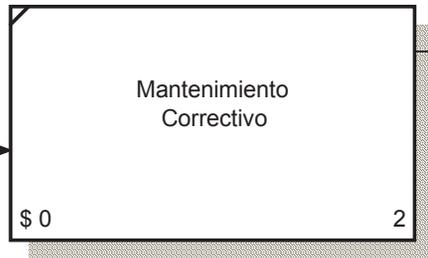
USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 18/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A3
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 26/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



NODE: <b>A33</b>	TITLE: <b>Gestión Financiera</b>	NUMBER:
---------------------	-------------------------------------	---------

USED AT:	AUTHOR: Fernando Coronel Egas	DATE: 15/07/2011	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: ECUAGOLOSINAS	REV: 13/03/2012	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						

Necesidad de mantenimiento



Requerimiento de Personal

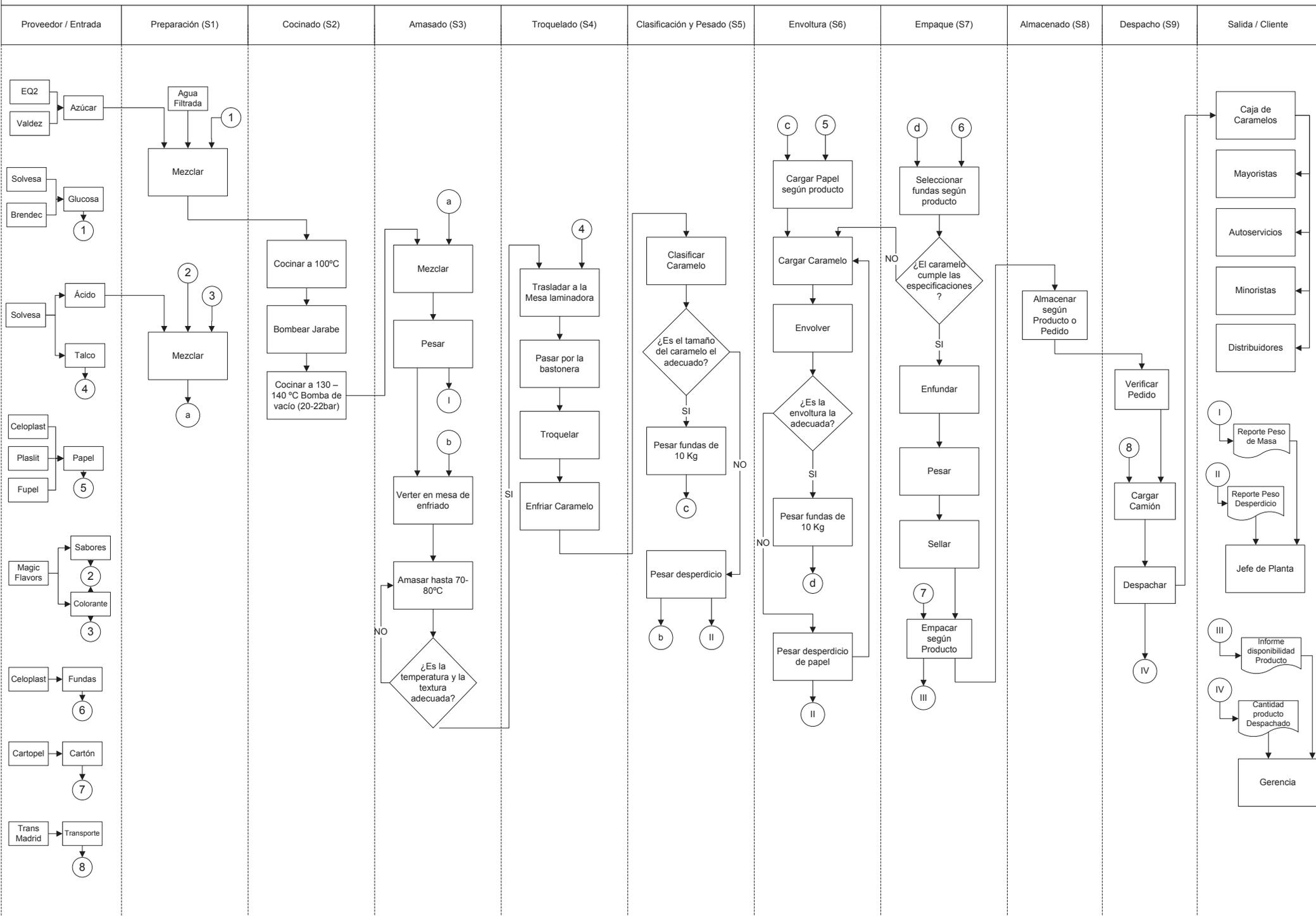
Maquinaria Disponible

NODE: <b>A34</b>	TITLE: <b>Mantenimiento</b>	NUMBER: 
---------------------	--------------------------------	--

## **ANEXO 2**

Diagrama SIPOC detallado del proceso de producción de caramelo duro

Proceso: Elaboración de caramelo duro



## **ANEXO 3**

Datos de las muestras tomadas

muestra	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
	largo (l)	ancho (a)	grosor (g)	largo (l)	ancho (a)	grosor (g)	largo (l)	ancho (a)	grosor (g)	largo (l)	ancho (a)	grosor (g)	largo (l)	ancho (a)	grosor (g)
1	26,88	15,96	8,94	26,72	15,36	9,78	26,68	15,26	9	26,44	16,14	10,8	26,42	15,20	9,76
	26,76	15,10	8,58	26,28	15,78	9,9	26,46	16,30	9,18	26,66	15,46	10,3	27,20	15,68	9,36
	26,74	15,88	10	25,66	15,58	12,06	26,40	16,10	8,76	26,60	15,00	10,8	26,92	15,30	10,2
	26,36	15,86	9,32	26,40	15,32	10,4	26,42	16,12	9,2	26,26	14,92	9,68	26,58	16,10	10,6
	27,14	14,74	8,78	26,72	15,98	11,6	26,86	15,28	8,98	26,70	14,82	11	27,02	15,82	10,88
2	26,40	15,60	9	27,24	15,76	10	26,38	15,00	9,6	26,42	15,86	10,7	27,10	15,42	11,9
	26,10	14,88	9,9	27,02	15,56	12,02	26,56	16,08	9	26,80	15,68	10,3	26,58	15,60	10,5
	26,58	15,06	8,6	26,98	15,36	7,9	26,94	15,14	10,3	27,08	15,32	9,58	26,38	16,56	10,58
	25,90	15,58	8,7	26,20	16,06	9,7	26,68	14,96	9,58	26,94	16,56	10,56	26,34	15,46	11
	26,82	15,90	9,78	26,90	16,16	10,4	26,42	15,50	9,98	26,60	15,54	10,6	26,76	14,50	10,4
3	26,28	15,48	10,28	26,56	14,84	10,6	26,78	16,50	10	26,74	15,76	10,6	26,10	15,70	11,18
	26,92	15,26	10,7	26,52	15,90	10,4	27,10	16,48	9,58	26,50	16,84	9,78	27,20	14,60	11,18
	26,38	14,94	9,42	26,48	15,38	10	26,88	15,34	11,9	27,12	15,86	9,4	26,22	15,20	10
	27,26	15,74	8,6	26,60	14,18	9,7	26,40	14,82	8,98	26,36	14,62	10,7	26,86	15,12	12,4
	26,76	15,82	9,9	27,30	15,28	10,3	26,38	15,30	9	26,56	15,44	9,6	26,12	15,86	11
4	26,50	14,80	9,7	26,50	16,30	9,8	26,32	16,10	9,58	26,36	15,94	10,3	26,66	16,50	10,6
	26,22	15,92	9,78	26,66	16,12	10	27,10	15,38	9	26,80	15,18	11,3	26,86	16,06	11
	26,44	15,08	10	26,60	15,00	9,3	26,56	15,64	9,2	27,30	16,10	11,2	26,70	15,08	10,7
	26,14	15,54	9,7	26,78	15,00	9,74	26,48	15,12	10	27,52	14,64	9,9	26,52	15,02	10,78
	26,34	16,22	9,52	26,64	15,28	9,68	26,86	15,38	8,6	26,56	16,48	10,6	26,92	16,44	10,88
5	26,68	16,02	10,28	26,38	14,82	9,6	26,42	15,96	10,2	26,40	16,34	10,5	26,60	15,26	11,38
	26,90	15,42	9,8	26,34	15,24	9,52	26,26	16,42	11,68	26,46	16,18	10	26,18	16,00	11,38
	26,86	15,02	9,8	26,02	15,50	9,18	25,84	14,82	10,38	26,68	15,86	10,6	26,66	16,04	10,4
	26,00	15,14	11,8	26,72	15,92	8,96	26,36	15,38	10	27,04	15,18	10,7	26,44	14,60	10,6
	26,64	16,76	9	26,00	16,08	8,68	26,80	15,74	11,7	26,18	16,12	10,6	26,50	15,28	11,5

Nota: unidades en mm

## **ANEXO 4**

Fichas de mantenimiento



Máquina: Cocina								
Modelo: Serie:								
Linea: Caramelo duro				Fechas				
Actividad	Periodicidad	Responsable	Mantenimiento preventivo	Próxima revisión	Mantenimiento correctivo	Materiales	Observaciones	Firma
Revisión eje mezclador	Mensual	Mecánico						
Revisión rodamiento	Trimestral	Mecánico						
Revisión banda en V	Trimestral	Operador						
Revisión de poleas	Semestral	Operador						
Revisión estado de aspas	Mensual	Operador						
Revisión conexiones eléctricas	Mensual	Mecánico						
Alineación del eje	Anual	Mecánico						
Cambio de bandas	Anual	Mecánico						
Cambio de rodamientos	Semestral	Mecánico						
Cambio de poleas	3 años	Mecánico						
Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)	Semestral	Exterior						
Calibración termómetro	Anual	INEN						
Calibración manómetro	Anual	INEN						



Máquina:		Troquel						
Modelo:		Serie:						
Linea:		Caramelo duro		Fechas				
Actividad	Periodicidad	Responsable	Mantenimiento preventivo	Próxima revisión	Mantenimiento correctivo	Materiales	Observaciones	Firma
Revisión rodamientos	Mensual	Mecánico						
Revisión estado de palillos	mensual	Mecánico						
Revisión banda en V	Trimestral	Operador						
Revisión de poleas	Semestral	Operador						
Revisión resortes	Mensual	Operador						
Revisión conexiones eléctricas	Mensual	Mecánico						
Revisión sistema eléctrico								
Alineación bastidores	Anual	Mecánico						
Cambio de bandas	Anual	Mecánico						
Cambio de rodamientos	Semestral	Mecánico						
Cambio de poleas	3 años	Mecánico						
Manufaturar nuevos palillos	2 años	Mecánico						
Limpieza de motor electrico (remosión de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)	Semestral	Externo						



Máquina:		Banda Enfriadora						
Modelo:		Serie:						
Linea:		Caramelo duro		Fechas				
Actividad	Periodicidad	Responsable	Mantenimiento preventivo	Próxima revisión	Mantenimiento correctivo	Materiales	Observaciones	Firma
Revisar funcionamiento adecuado ventiladores	Mensual	Mecánico						
Limpiar ventiladores	mensual	Mecánico						
Tensor banda sin fin	Mensual	Operador						
Revisión de rodillos de apoyo	Mensual	Mecánico						
Lubricación partes móviles plato aspersor	Quincenal							
Cambio de banda motor	Anual							
Cambio de banda aspersor	2 años	Mecánico						
Cambio de rodamientos	Semestral	Mecánico						
Cambio de poleas	3 años	Mecánico						
Limpieza de motor eléctrico (remoción de polvo y limpieza con líquido dieléctrico)	Semestral	Exterior						

## **ANEXO 5**

Instructivo



### 1. OBJETIVO

Elaborar caramelo duro de manera estandarizada para dar cumplimiento con las necesidades del cliente, a través de recursos adecuados.

### 2. ALCANCE

El presente instructivo abarca las actividades que se deben realizar para la formación de caramelo duro.

### 3. RESPONSABLES

<b>Función</b>	<b>Responsabilidad</b>
Cocinero	Realizar la mezcla adecuada para la elaboración de caramelo duro.
Amasador	Controlar la temperatura de la masa
Troqueador	Controlar el paso adecuado de la masa y de la formación de los caramelos.
Jefe de Planta	Verificar que los procedimientos se cumplan de manera determinada.
Todos	Proveer ideas de mejora y soluciones a problemas o posibles problemas que se presenten en la elaboración de caramelo duro.

### 4. NORMAS GENERALES

La elaboración de caramelo duro depende de la correcta utilización de las herramientas contenidas en el presente manual y de su adecuado seguimiento. Es importante enfatizar en la correcta calibración y mantenimiento autónomo de las máquinas para brindar un caramelo de sabor y presentación óptimo que le permita competir en el mercado. Es primordial el uso adecuado de los equipos para mantener la inocuidad de los productos, siempre tener cuidado con los posibles focos de contaminación y, de igual manera, enfocarse en la limpieza de la maquinaria y de las condiciones de trabajo personales y de seguridad e higiene de cada individuo que forma parte de la elaboración de los caramelos.



## 5. REGISTROS

Documento	Registro
Checklist de verificación de maquinaria cocina	Registro 01
Checklist de verificación de maquinaria troquel	Registro 02
Checklist de verificación de maquinaria banda transportadora	Registro 03
Seguimiento de peso y temperatura	Registro 04

## 6. PROCEDIMIENTO

### 6.1. Inicio de la jornada

- 6.1.1.** Antes de empezar con las actividades diarias es indispensable que el operario lave adecuadamente sus manos, utilice mandil, cofia, guantes y mascarilla. Comprobando que la vestimenta e indumentaria se conserva limpia y en buen estado.
- 6.1.2.** A continuación el cocinero, el troquelador y el responsable del seleccionado y pesado, deberán realizar las verificaciones que indica en checklist de cocina (**Registro 01**), checklist de troquel (**Registro 02**) y el checklist de la banda transportadora (**Registro 03**), respectivamente.
- 6.1.3.** En el caso de que se presente alguna novedad durante la realización de las listas de chequeo, deberán comunicarse al Jefe de Planta, para que conjuntamente solucionen cualquier inconveniente, anotando estas observaciones en el registro correspondiente a cada máquina.

### 6.2. Elaboración de la masa

- 6.2.1.** Si no existe ninguna observación se empieza con la selección de los ingredientes, según la fórmula.
- 6.2.2.** Posteriormente, se elabora la masa. Los saborizantes y color ya deben estar preparados anteriormente según la planificación de la producción del día y en los porcentajes correspondientes.



- 6.2.3. Se debe mezclar el agua, el azúcar y la glucosa de maíz.
- 6.2.4. Controlar los tiempos y temperatura de la cocción de la mezcla. Ésta se calentará 6 minutos hasta que alcance una temperatura entre 90 y 100 grados Celsius.
- 6.2.5. Alcanzada ésta temperatura se prende la bomba de succión que lleva la mezcla a la cocina y se calienta la masa en un rango de 130 a 140 grados Celsius y una presión de 70 psi.
- 6.2.6. A continuación la masa estará lista para ser mezclada con el saborizante y el color según la planificación junto con el ácido cítrico (éstas proporciones dependen del sabor del caramelo).
- 6.2.7. Una vez mezclados los ingredientes, se pesa la masa en la balanza y se anota en el registro de seguimiento de peso y temperatura (**Registro 04**).
- 6.2.8. Registrado el peso de la masa, se coloca la misma sobre la mesa de temperado y se amasa durante 2 minutos y medio (2.30) y se verifica que la temperatura de la masa esté dentro de 80 a 88 grados Celsius con la ayuda del termómetro.

### 6.3. Formación del caramelo

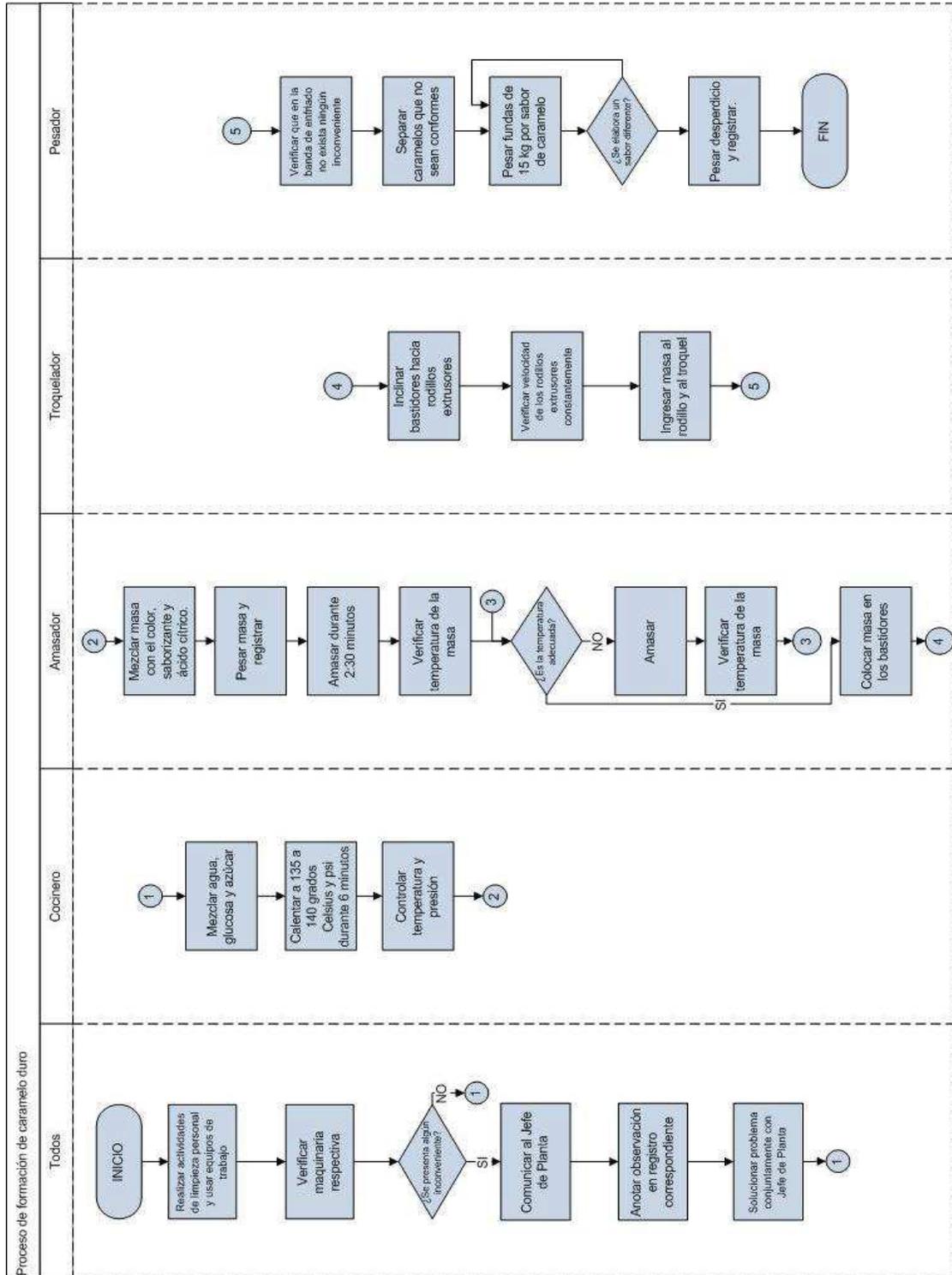
- 6.3.1. Se coloca la masa en los bastidores, la máquina debe estar encendida previamente, para que los bastidores ya estén a la temperatura adecuada, alrededor de 70 a 75 grados Celsius.
- 6.3.2. Se inclinan los bastidores hacia los rodillos extrusores por donde debe pasar la masa, se debe verificar que la velocidad de los rodillos extrusores sea la adecuada de manera constante, de tal manera que antes de entrar al troquel, la masa forme una "s" (como se indica en la siguiente figura) y no jale el caramelo más de lo debido.



- 6.3.3. Los caramelos tomarán forma al pasar por el troquel hacia la banda de enfriado que con la ayuda de los ventiladores, el caramelo tomará una temperatura entre 25 y 35 grados Celsius.
- 6.3.4. En ese instante la persona encargada del pesado, separará cualquier caramelo que según sus características no sean conformes.
- 6.3.5. El pesador formará fundas de caramelo de 15 kilogramos (kg) del mismo sabor, hasta terminar, la última funda de caramelo puede ser de mayor o menor peso.
- 6.3.6. Se registrarán la cantidad y el peso respectivo de cada funda. Y de igual manera, se registrará el peso del producto no conforme. Todo esto en el registro de caramelos y PNC (**Registro 05**).
- 6.3.7. Por último se trasladarán las fundas a envoltura y el PNC al área destinada para el reproceso.



6. FLUJO (REFERENTE FORMATIVO)





**PROCESO: FORMACIÒN CAMELO DURO**

**COD.**

**2011-10**

**Edici3n 1**

**Pág. 6 de 6**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## **ANEXO 6**

*Checklists*



MES:	Preparación				Después de cada bache			Finalización			Observaciones				
	Verificar limpieza general de cocina	Limpiar olla mezcladora	Limpiar aspas mezcladoras	Limpiar ollas de salida	Enmantequillar ollas de salida	Verificar funcionamiento manómetro	Verificar funcionamiento termómetro	Enmantequillar olla de salida	Enviar un bache de agua caliente	Limpieza de ollas (todas)		Limpieza general exterior	Limpieza de área de trabajo		
Semana 1															
Semana 2															
Semana 3															
Semana 4															



MES:	Preparación							Finalización				Observaciones			
	Colocar bastidores	Verificar limpieza de rodillos extructores	Colocar cajón recoge migas	Verificar nivel de grasa engranes (engrasar si necesario)	Verificar lubricación troquel (lubricar si necesario)	Verificar estado y limpieza de palillos (libres de aceite o grasa)	Colocar troquel	Verificar ajuste adecuado	Cerrar tapa y ajustar	Desmontar rodillos extrusores y limpiar con alcohol	Desmontar bastidores y limpiar con agua		Desmontar troquel, limpiar palillos y guardar	Vaciar y limpiar cajón recoge migas	Limpieza área interruptores
Semana 1															
Semana 2															
Semana 3															
Semana 4															



MES:	Preparación					Finalización					Observaciones
	Verificar limpieza banda sin fin	Verificar limpieza plato aspensor	Verificar limpieza general	Verificar estado de bandas	Verificar limpieza y correcto funcionamiento ventiladores	Limpiar banda sin fin	Limpiar plato aspensor	Apagar ventiladores	Limpieza ventiladores	Limpieza general exterior	
Semana 1											
Semana 2											
Semana 3											
Semana 4											