

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Estudio de defectos visuales en confites y propuesta de mejora en la línea de producción de chupetes.
Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención

Johana Edith Fernández Murillo
Jaime Sebastián Jaramillo Freire

Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 21 de diciembre de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Estudio de defectos visuales en confites y propuesta de mejora en la
producción de línea de chupetes.**

Johana Edith Fernández Murillo

Jaime Sebastián Jaramillo Freire

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Danny Navarrete, M.Sc.

Firma del profesor

Quito, 21 de diciembre de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Johana Edith Fernández Murillo

Código: 00107897

Cédula de Identidad: 1726864810

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Jaime Sebastián Jaramillo Freire

Código: 00111506

Cédula de Identidad: 1721646949

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2017

RESUMEN

Se realizó un estudio de calidad visual enfocado al consumidor dentro de las familias de productos de chicle, caramelo y chupete para definir un manual de inconformidades utilizando la herramienta estadística análisis conjunto. El objetivo fue identificar defectos que tengan mayor incidencia y frecuencia en el proceso para evaluar el índice de calidad visual (VQI) en cada familia de productos. En segundo lugar se priorizó una familia de confites (chupetes) para realizar un análisis profundo del proceso de producción y así establecer propuestas de mejora que reduzcan el defecto visual crítico identificado (rotura del chupete), utilizando las tres primeras fases de la metodología DMAIC. Para esto se desarrolló un diseño experimental del cual se obtuvo que el número de vueltas en la mesa circular y el tiempo de reposo en la mesa fría son factores críticos que se relacionan directamente con el número de defectos encontrados. Se concluyó un número estándar de 11 vueltas en la mesa circular y un tiempo de reposo de 90 segundos para minimizar este defecto visual crítico en la línea de chupetes.

Palabras clave: Consumidor, Análisis conjunto, Manual de inconformidades, Chupete, DMAIC.

ABSTRACT

A consumer-focused visual quality study was conducted within the families of chewing gum, candy and lollipop products to define a manual of nonconformities using the statistical tool conjoint analysis. The objective was to identify defects that have greater incidence and frequency in the process to evaluate the visual quality index (VQI) in each product family. Secondly, a family of sugar confectionery (lollipop) was prioritized to carry out an in-depth analysis of the production process and thus establish proposals for improvement that reduce the identified critical visual defect (lollipop breakage), using the first three phases of the DMAIC methodology. For this purpose, an experimental design was developed from which it was obtained that the number of laps on the circular table and the rest time on the cold table are critical factors that are directly related to the number of defects found. A standard number of 11 laps on the circular table and a rest time of 90 seconds were completed to minimize this critical visual defect in the lollipop line.

Keywords: Consumer, Conjoint analysis, Manual of nonconformities, Lollipop, DMAIC.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo general	10
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Revisión Literaria	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DMAIC	13
2.1 Estudio de defectos visuales	13
2.1.1 Análisis conjunto	14
2.2 Cálculo del VQI para las 5 familias de productos	15
2.2.1 Plan de recolección de datos en planta	15
2.2.2 Determinar tamaño de muestra	17
2.2.3 Cálculo del VQI	20
2.3 DMAIC	21
CAPÍTULO III: RESULTADOS	25
3.1 Manual de no conformidades	25
3.1.1 Definir familias de productos	25
3.1.2 Identificar defectos visuales que se producen en planta	25
3.1.3 Desarrollo de las encuestas	27
3.1.3.1 Formato de las encuestas	28
3.1.3.2 Resultados de las encuestas	30
3.2 Análisis del VQI para las 5 familias de productos	34
3.3 DMAIC	38
3.3.1 Definir	38
3.3.2 Medir	39
3.3.3 Analizar	40
3.3.3.1 Causas raíces	40
3.3.3.2 Diseño factorial	41

CAPÍTULO IV: PROPUESTAS DE MEJORA	46
4.1 Prueba piloto	46
4.1.1 Evaluación actual	46
4.1.2 Evaluación mejorada	46
4.1.3 Resultados de prueba piloto	47
4.2 Propuestas de mejora	50
4.2.1 Situación actual Vs Situación mejorada	50
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	52
5.1 Conclusiones	52
5.2 Recomendaciones	54
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
Anexo 1: Fórmula del VQI (Visual Quality Index)	59
Anexo 2: Proceso del área de envoltura	59
Anexo 3: Diagrama de macro procesos	60
Anexo 4: Diagrama de flujo a detalle de la línea del chupete	61
Anexo 5: SIPOC de la familia de productos del chupete	62
Anexo 6: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chupete	62
Anexo 7: Defectos producidos en planta de la familia de productos del caramelo mentolado	63
Anexo 8: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle pastilla	63
Anexo 9: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle bola	64
Anexo 10: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle con centro líquido	64
Anexo 11: Tabla de puntuaciones de quejas y reclamos	65
Anexo 12: Tabla de rango de edades por familias de productos	65
Anexo 13: Preguntas de screening	66
Anexo 14: Ranking de combinaciones	67
Anexo 15: Tabla de factores y niveles de las 5 familias de productos	67
Anexo 16: Manual de no conformidades	68
Anexo 17: Tabla del cálculo del VQI	74
Anexo 18: Validación de supuestos de normalidad, igualdad de varianzas, e independencia para el diseño factorial sobre la rotura	75

Anexo 19: Análisis Anova del diseño factorial sobre la rotura	75
Anexo 20: Tarjeta Andon mesa circular	76
Anexo 21: Control de tiempo en mesa fría	76

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Ecuador, la industria de alimentos junto a la industria de bebidas ha ido creciendo considerablemente a través del tiempo, llegando a contribuir con el 38% al sector manufacturero generando \$5.297 millones (Maldonado, F., & Proaño, G., 2015). Actualmente la industria nacional se ha beneficiado debido a la disminución de importaciones, por lo que ha ubicado más de sus productos en el mercado con una mejor presentación y calidad con la finalidad de seguir manteniendo grandes demandas en el país ("Confite nacional para endulzar el comercio", 2016).

Siendo este el caso de la empresa C.C.A, que nace en el año de los 90's como la primera compañía productora de chicles en el Ecuador, con el pasar de los años desarrollaron nuevas marcas y distintos tipos de confites con el fin de traspasar fronteras y expandir su marca a diferentes países. Debido al alto volumen de ventas y el éxito alcanzado se da inicio a operaciones en Colombia en el año 1993 y posteriormente en Perú. Actualmente, C.C.A cuenta con seis líneas de producción como: caramelería, chicles, pastillas, sugar free, chocolates y empaques (C.C.A, 2016).

Estudios recientes indican que los consumidores prestan más atención a los atributos perceptibles de los productos, es decir ya no se toma en cuenta únicamente las características físicas y esto se debe a que el consumidor poco a poco plantea estándares de calidad más rigurosos (Barona, 2012). Dentro de la compañía existe un control de calidad únicamente por variables físicas como: peso, diámetro, temperatura, etc. Sin embargo, puesto a las nuevas exigencias de calidad generadas por parte del consumidor se vio la necesidad de establecer

estándares medibles para el control de atributos visuales que se presentan en los productos (Contreras, 2017).

Debido a la alta variedad de confites, para el desarrollo del presente proyecto se enfocó en el estudio de las 5 familias de productos con mayor demanda para la empresa las cuales se presentan a continuación:

- Chicle bola
- Chicle con centro líquido
- Chicle pastilla
- Caramelo mentolado
- Chupete

Por otro lado, la falta de estudios profundos acerca de cómo se producen aquellos defectos críticos dentro de las familias de productos vio la necesidad de establecer propuestas de mejorar para una familia de productos, por lo que en base a requerimientos internos de la empresa C.C.A. se priorizó la familia de confites (chupetes) para realizar un análisis profundo del proceso de producción y establecer posibles mejoras (De la Vega, 2017).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar los defectos visuales de las 5 familias de productos que causen efectos negativos en la satisfacción del cliente y definir posibles propuestas de mejora en la familia de productos del chupete.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar qué defectos visuales son más importantes para el cliente de las 5 familias de productos.
- Desarrollar un manual de defectos de las 5 familias de productos en base a resultados del análisis conjunto.
- Utilizar las tres primeras fases de la metodología DMAIC en la línea de producción del chupete para establecer posibles propuestas de mejora.

1.3. Revisión Literaria

Como menciona Dora, & Gellynck en su publicación: “Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study” en el año 2015, Lean Six Sigma es una estrategia basada en la mejora del negocio con la finalidad de: aumentar su rentabilidad, disminuir desperdicios, reducir costos de mala calidad y ganar mayor eficacia y eficiencia en todas las operaciones, incrementando las necesidades y expectativas del cliente.

Adicionalmente menciona Socconini en su libro “Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt” en el año 2016, que la filosofía Lean Manufacturing es conocida por hacer más con menos, es decir obtener más producción con menos: esfuerzo, espacio, recursos, tiempo, estrés laboral y equipo, sin dejar de lado lo que el cliente quiere realmente como son: la calidad, el costo y tiempo de entrega; satisfaciendo y superando las expectativas del cliente.

En cambio, la filosofía Six Sigma está dirigida hacia la satisfacción del cliente con el fin de disminuir desperdicios a través de la reducción de la variación en los procesos usando herramientas estadísticas (Pyzdek, T., & Keller, P. ,2014). Al reducir la variabilidad de los procesos se obtienen desviaciones estándar más pequeñas, de esta manera la totalidad de los productos o servicios que se generan cumplen con la necesidad del cliente (Socconini,

2015). Un ejemplo práctico del éxito de esta metodología sucedió en 1997 y 1999 cuando Motorola alcanzó a mejorar la calidad de sus productos y servicios generando aproximadamente 4500 millones de dólares en ahorros, otras empresas como General Electric alcanzaron a obtener 3000 millones de dólares en ahorros entre 1998 y 1999; así diferentes empresas han llegado a obtener una gran cantidad de beneficios económicos y resultados positivos en el desempeño de sus productos (Socconini, 2015).

Según Drohomeretski (2013), una comparación mediante encuestas acerca de la aplicación de las tres filosofías en diferentes empresas tanto de manufactura como de servicios en Brasil. Definió que la filosofía que permite llegar a mayores ventajas competitivas al ser implementada y obtener una significativa reducción de: costos, tiempos y aumento en la confiabilidad y flexibilidad de productos y servicios es la filosofía Lean Six Sigma, la cual tiene como base el uso del ciclo de mejora DMAIC.

La metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar, controlar) es una herramienta de mejora, ya que se encarga de solucionar problemas reales de una empresa y proporciona soluciones rápidas de manera estructurada y lógica, otra de las características de esta metodología es que mantiene mejoras a largo plazo, utiliza herramientas cualitativas, cuantitativas y métodos estadísticos rigurosos con la finalidad de reducir variabilidad y llevar a cabo estudios de mejora continua (Oña, & Arcos, 2014).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Estudio de defectos visuales

Según Creusen, Veryzer & Schoormans (2010) la apariencia de un producto tiende a tener una gran influencia en la percepción del consumidor, es por esta razón que la importancia del estudio de los defectos visuales es significativa y al hablar de ellos hace referencia a todas las características que se pueden percibir por los ojos del consumidor, es decir atributos físicos que se pueden ver en un producto como por ejemplo: color, empaque, logos, diseño, etc.

Para el análisis de estos defectos visuales se desarrollará un manual de no conformidades que estará basado en la criticidad del cliente, con ello se identificará qué defectos tienen mayor puntuación mediante la utilización del VQI (Visual Quality Index) ver Anexo 1.

Según Contreras (2017) el VQI es un índice de calidad visual que se mide mediante la detección de no conformidades visuales que pueden presentarse en un producto y se basa principalmente en tres categorías importantes:

- Factor de peso: es el puntaje que evalúa el nivel de satisfacción del consumidor hacia un defecto visual.
- Número de defectos producidos en planta: es el número de no conformidades visuales que se presentan en un producto.
- Nivel de criticidad: es el punto de partida para determinar el rango en el que se posiciona un defecto visual y se divide de la siguiente manera:
 - Nivel alto: se define como el rango más alto en el cual puede ubicarse un defecto visual (fácil percepción).

- Nivel bajo: se define como el rango más bajo en el cual puede ubicarse un defecto visual (difícil percepción).

Teniendo claro en qué consiste el cálculo del VQI mencionado anteriormente, se procederá a identificar qué herramientas serán necesarias para el desarrollo del manual de no conformidades:

2.1.1. Análisis conjunto

Esta metodología es utilizada regularmente en investigaciones de mercado y tiene como principal objetivo definir matemáticamente que es lo que el consumidor quiere en un producto o servicio (Louviere, 2010). En la cual se describe el producto o servicio en un conjunto de atributos o características con el objetivo de ir combinando diferentes niveles de los atributos, para así poder medir las preferencias de los consumidores mediante encuestas (McCullough, 2002).

- **Elaboración de encuestas**

Esta herramienta tiene como objetivo realizar diferentes preguntas a los consumidores acerca de los posibles defectos visuales que pueden llegar a presentarse dentro de las familias de productos. En un análisis conjunto el tamaño de muestra puede variar entre 150 hasta 1200 encuestas pero para un trabajo de investigación y pruebas de hipótesis acerca de un mercado en específico el tamaño de muestra puede variar entre 30 y 60 encuestas (Orme, 2009).

- **Tipo de muestreo**

El muestreo permite obtener afirmaciones sobre un conjunto de elementos tomando información a partir de un número limitado de

dicho conjunto (Alaminos & Castejón Costa, 2006). Se utilizará el tipo de muestreo no probabilístico según criterio, es decir muestreo crítico. Este tipo de muestreo se basa en que las unidades de muestra son escogidas por los entrevistadores, los mismos que seleccionan aquellas unidades por conveniencia o porque creen que son representativas del universo de estudio (Córdova, 2006). Además este muestreo tiene como ventaja que el estudio sea fácil, rápido y barato por lo que permitirá obtener un mayor número de encuestas para lograr mayor fiabilidad y precisión en los resultados (Alaminos & Castejón Costa, 2006).

- **Población objetivo**

Este punto es importante ya que las características del grupo de encuestados tienen una gran influencia en el diseño de la encuesta (Malhotra, 2004). La población objetivo se basa en definir el grupo de personas u objetos de interés para los investigadores (Alaminos & Castejón Costa, 2006).

2.2. Cálculo del VQI para las 5 familias de productos

2.2.1 Plan de recolección de datos en planta

Según Fuentelsaz (2004), para la preparación del plan de muestreo se debe tener en cuenta los objetivos del estudio, ya que los mismos definirán el diseño, que variables se van a considerar y que método se va a definir para la recolección de información. Como se quiere medir los defectos visuales dentro de las 5 familias de productos seleccionadas, se tiene que determinar un tamaño de muestra para cada familia de productos con la idea de poder cumplir con el objetivo de calcular el VQI

(Visual Quality Index) y poder inferir sobre la situación actual dentro de la empresa con el propósito definir un defecto crítico en cada familia.

Para realizar las mediciones en cada una de las familias de productos se define hacerlas en la zona de envoltura debido a que en ésta se pueden encontrar los tres defectos visuales definidos para cada una de las familias de productos. Además que en esta área se encuentra una mayor facilidad para tomar las muestras al igual que una mayor eficacia para el desarrollo del muestreo. En el Anexo 2 se puede observar el proceso de envoltura.

Ya definido el área en donde se realizarán las muestras, se procede al pedido de la programación semanal de producción de las familias de productos, con esta información se obtuvieron datos importantes para la realización del muestreo que duró aproximadamente una semana y se define a continuación:

- Número de cajas a producirse en el área de envoltura.
- Número de pallets a producirse en el área de envoltura.
- Turnos de trabajo en los cuales se va a envolver las 5 diferentes familias de productos.

Como se puede observar en la siguiente Figura 1, el tamaño de muestra se realizó desde el nivel superior en este caso el pallet hasta un nivel inferior que es la unidad, esto quiere decir que se necesita calcular un tamaño de muestra para el número de pallets luego otro tamaño de muestra para las cajas y finalmente un tamaño de muestra para el número de unidades.



Figura 1: Representación gráfica del muestreo.

Teniendo en cuenta lo anterior, según Montgomery (2004) la Tabla Military Standard 105E es un sistema de muestreo de aceptación para atributos de mayor uso en el mundo, la cual se caracteriza por ser una colección de planes de muestreo que irán dependiendo del tamaño del lote y la elección de un nivel de inspección general.

Definido el tamaño muestral se debe fijar qué pallets y qué cajas se deben escoger, por lo que en conjunto con la Tabla Military Standard 105E se utilizará el muestreo aleatorio simple, por lo que cada pallet o caja tiene la misma oportunidad de salir seleccionada (Socconini 2015).

2.2.2. Determinar tamaño de muestra

El tamaño de muestra será determinado según el número de cajas que serán producidas en el área de envoltura, los cálculos del tamaño de muestra se dividirán por cada familia de productos. Para explicar de manera más detallada a continuación se presenta, el muestreo de la familia de productos de caramelo mentolado que se realizó durante un turno de trabajo.

Se puede observar que en la Tabla 1, se encuentran las especificaciones que tiene el pallet, caja y además las unidades que van en cada una de ellas; toda esta información fue recolectada en base a los datos otorgados por la empresa. A partir de tener los datos necesarios se procede a definir el valor del tamaño de muestra para cada nivel como se puede observar en la Tabla 2.

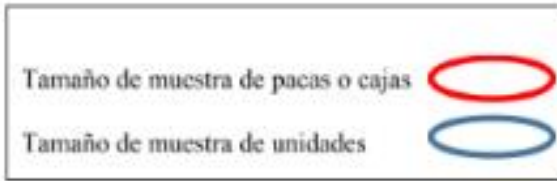
Tabla 1: Especificación de pacas y pallets para un turno del caramelo mentolado.

Especificación de cajas y pallets	
Cantidad de pacas a producirse	30
Cantidad de pacas por pallet	30
Cantidad de pallets	1
Peso neto de caja	12 kg
Peso neto de caramelo mentolado	2,8 g
Unidades por caja	4286

Tabla 2: Muestreo para un turno del caramelo mentolado.

Muestreo		
	Cantidad real	Cantidad muestreada
Cantidad de pallets	1	1
Cantidad de cajas por pallet	30	5
Cantidad de unidades	21430	125
Cantidad por paca	25 por paca	

Posteriormente se define los pasos de cómo se usó la Tabla Military Standard 105E en el ejemplo mostrado anteriormente, en la Figura 2 se presentan las letras de código que dependen del tamaño de lote establecido; en la Figura 3 se ubican los planes de muestreo, los cuales variarán de acuerdo a la letra del código escogida y el nivel de inspección general definido (Montgomery 2004).



Sample Size Code Letters (MIL STD 105E, Table 1)

Lot or Batch Size	Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201 to 3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201 to 10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001 to 35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001 to 150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001 to 500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Figura 2: Tamaño de muestra según código de letras

Sample Size Code Letter	Sample Size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																										
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	3														0 1													
B	5														0 1													
C	8														0 1													
D	13														0 1													
E	20														0 1													
F	32														0 1													
G	50														0 1													
H	80														0 1													
I	125														0 1													
J	200														0 1													
K	315														0 1													
L	500														0 1													
M	800														0 1													
N	1250														0 1													
P	2000														0 1													
Q															0 1													
R															0 1													

Figura 3: Planes de muestreo de la Military Standard 105E

Una vez establecido las unidades que se van a tomar, se debe definir la utilización del muestreo aleatorio simple para saber que caja de las treinta se debe tomar. Este muestreo se emplea únicamente en las cajas, ya que solamente se tiene un pallet, en el caso de que existan una cantidad de pallets mayor a uno, de igual

forma que las cajas se definirá un muestreo aleatorio simple para estos dos niveles. Como se puede ver en la Figura 4, la primera columna se enumeran las 30 cajas y en la otra columna se aleatoriza 30 números de los cuales se escoge los primeros cinco números de acuerdo al tamaño de muestra obtenido en la Tabla Military Standard 105E.

Cajas Jaaz/05oct	Alea/jazz05oct		
1	28		16
2	7		17
3	26		18
4	13		19
5	1	→	20
6	9		21
7	17		22
8	5	→	23
9	8		24
10	30		25
11	4	→	26
12	14		27
13	21		28
14	25		29
15	19		30
			3
			29
			22
			10
			15
			11
			23
			16
			2
			27
			6
			20
			24
			12
			18

Figura 4: Muestreo aleatorio para el caramelo mentolado

Es importante mencionar que todo el proceso de muestreo que se indicó anteriormente se lo realizó para las 5 familias de productos.

2.2.3 Cálculo del VQI

Ya tomados los tamaños de muestra para cada familia de productos, se procede a realizar el análisis visual, unidad por unidad, en conjunto con el manual de no conformidades, cuantificando la cantidad de defectos visuales que se producen en cada familia, con el fin de realizar el cálculo del VQI (Visual Quality Index) para las 5 familias de productos.

2.3. DMAIC

Se priorizará la línea de chupetes para establecer posibles propuestas de mejora siendo la metodología DMAIC la seleccionada para el presente estudio.

Uno de los principales beneficios de la metodología escogida es el gran impacto que ha tenido en la industria a causa de que se puede implementar fácilmente, siempre y cuando los objetivos sean claros desde un inicio (Boomer, 2016). Además la aplicación de esta metodología ayudará a la empresa a reducir pérdidas económicas y les permitirá ser más eficientes, mejorando la utilidad de la compañía (Pyzdek, T., & Keller, P., 2014).

La metodología DMAIC está conformada por las siguientes cinco fases que son: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Sin embargo para el presente estudio se detallará únicamente las primeras tres fases:

2.3.1. Definir

Esta fase es el primer paso de la metodología DMAIC que básicamente se encarga de identificar los posibles proyectos de mejora que se pueden llegar a dar en una empresa, los mismos que deben ser evaluados por la alta gerencia para que de esta manera se tenga en conocimiento de qué y cómo se va a realizar el proyecto de mejora (Castillo Pineda & Hidalgo Zurita, 2010).

Una vez que se establece el problema a tratar se debe definir de manera clara el objetivo del proyecto, alcance y grupo de trabajo con el fin de determinar las necesidades o requerimientos del cliente y sus expectativas en cuanto a la calidad (Castillo Pineda & Hidalgo Zurita, 2010).

Para el desarrollo de esta fase se utilizó las siguientes herramientas:

- **Project Charter**

El uso de esta herramienta tiene como beneficio delimitar el alcance, definir objetivos, balancear las intenciones y alinear las necesidades de los interesados en el proyecto (Pyzdek, T., & Keller, P., 2014).

- **Resultado del VQI de la línea de producción de chupete**

Se tomó en cuenta este resultado para identificar el VQI crítico de la línea de chupetes y poder establecer el foco del problema hacia donde irán dedicadas todas las propuestas de mejora.

2.3.2. Medir

Esta fase se enfoca en la recolección de datos para validarlos y cuantificarlos, para esto es importante entender a detalle las actividades que se cumplen en un proceso, es decir: su funcionamiento, método y métricas con las que se evaluará el efecto de las medidas propuestas (Socconini, 2015).

Una de las herramientas que se utilizan en esta fase es la siguiente:

- **Mapas de procesos**

- **Mapa de procesos general**

Es una descripción visual gráfica de las actividades que se realizan en un proceso, tiene como finalidad que se pueda comprender de manera rápida los procesos y sus interacciones (Socconini, 2015).
Ver Anexo 3.

- **Diagrama de flujo a detalle**

Esta herramienta ayuda a entender las relaciones secuenciales de las actividades que se realizan en la creación de un producto, así como también facilita la obtención de una visión transparente del

proceso permitiendo definir sus límites y facilitando su estudio (Kumar, & Kaushish, 2015). Ver Anexo 4.

- **SIPOC**

Las siglas SIPOC se refiere a: Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes). Esta herramienta ayuda a entender cuáles son los elementos claves de un proceso de fabricación, definiendo los límites y alcance (Varas, 2010). Ver Anexo 5.

2.3.3. Analizar

Esta fase se encarga de identificar las principales causas que generan variación dentro de un proceso, por lo que se utilizaran las siguientes herramientas con el fin de llegar a poder establecer diferentes propuestas de mejora (Socconini, 2015).

- **Identificar causas raíces**

Método Delphi

Este método, consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión en cuestiones referidas al tema de interés, basado en la experiencia. (Astigarraga, 2001).

Diagrama causa y efecto

Es una herramienta en donde se presenta de una forma organizada todas las posibles causas de un determinado efecto, con lo cual resulta mucho más fácil la visualización de los problemas y donde se van a encontrar las posibles zonas de mejora (Socconini, 2015).

Diseño experimental

Es una herramienta estadística la cual se basa en una serie de pruebas donde se manipulan o cambian las entradas de un proceso para observar que efectos tienen a la salida del mismo. Con el fin de determinar las fuentes de variación hacia una variable de respuesta definida (Socconini, 2015).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Manual de no conformidades

Para el desarrollo del manual de no conformidades, se tomó en cuenta los siguientes resultados fundamentales:

3.1.1. Definir familias de productos

Se definió la familia de productos en base al resumen de defectos que se produjeron en el mes de marzo del año 2017 según datos históricos obtenidos de la empresa, la mayor cantidad de defectos se encontró en las familias de productos de caramelo mentolado, chupete, chicle bola, chicle con centro líquido y chicle pastilla como se puede observar en la siguiente Figura 5:



Figura 5: Familias de productos con mayor número de defectos

3.1.2. Identificar defectos visuales que se producen en planta

Se tomó datos en conjunto con la gerencia de calidad entre los meses de Abril y Junio del año 2017 para identificar y obtener que tipos de defectos visuales se produjeron dentro de cada familia, los mismos que se pueden observar en los Anexos 6, 7, 8, 9 y 10. Estos defectos se filtraron en base a puntuaciones de quejas y reclamos determinadas por la gerencia de mercadeo como se puede observar en el Anexo 11.

Tomando como referencia el Anexo 11, se escogió únicamente tres defectos por cada familia, con el fin de estudiar aquellos defectos que afectan directamente al consumidor, ver la siguiente Tabla 3.

Tabla 3: Defectos seleccionados por familia de productos

Familia de productos	Defectos
Chupete	Rotura
	Deformidad
	Mal envuelto
Caramelo mentolado	Rotura
	Deformidad
	Envoltura abierta
Chicle pastilla	Rotura
	Deformidad
	Descascaramiento
Chicle bola	Deformidad
	Descascaramiento
	Envoltura abierta
Chicle centro líquido	Deformidad
	Envoltura abierta
	Exudado

3.1.3. Desarrollo de las encuestas

Para el desarrollo de las encuestas se definió los puntos estratégicos o sitios en donde realizar las encuestas y para esto se tomó en cuenta las ventas anuales del año 2016 con el objetivo de determinar las ciudades en donde se distribuyen los productos con mayor concurrencia. Como se puede observar en la Figura 6, la ciudad que genera mayor cantidad de ventas para la compañía es Quito seguido por Guayaquil, por lo que se tomó la decisión de realizar las encuestas en estas dos ciudades ya que generan el 58.6% de las ventas de confites en la empresa.

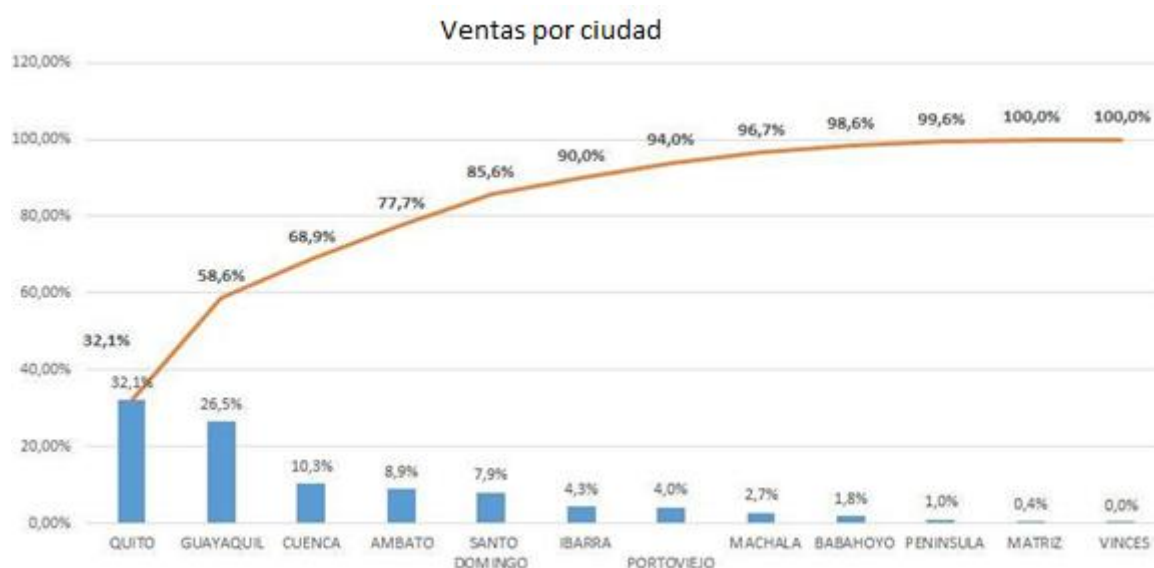


Figura 6: Ventas por ciudad 2016.

Las encuestas se realizaron en línea a través del sitio web Polldaddy.com, compartiéndolo mediante redes sociales como: Facebook, WhatsApp y el portal de la Universidad San Francisco, además de esto se buscó personalmente encuestados tanto en universidades y centros comerciales de Quito y Guayaquil, con el fin de alcanzar la mayor cantidad de respuestas.

Se alcanzó un total de 674 respuestas de las cuales se filtraron un total de 494 respuestas como se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4: Número de encuestas realizadas en Quito y Guayaquil

Familia de productos	Encuestas realizadas	Encuestas filtradas	% Quito	% Guayaquil
Chicle Bola	139	115	97%	3%
Chupete	163	119	68%	32%
Caramelo mentolado	148	107	45%	55%
Chicle centro líquido	117	78	74%	26%
Chicle pastilla	107	75	28%	72%
Total	674	494		

3.1.3.1. Formato de las encuestas

Las encuestas que se diseñaron cuentan con preguntas de filtro, las cuales tienen la función de filtrar a los encuestados que forman parte de la población objetivo considerando el consumo por edades que se define en el Anexo 12, la ciudad, género y la experiencia hacia el producto. Las mismas que se presentaron desde la primera pregunta hasta la cuarta pregunta cómo se muestran en el Anexo 13. Posteriormente, se presentó una breve descripción del producto tanto en perfecto estado como los posibles defectos visuales que se pueden presentar en el producto ver Figuras 7 y 8.

Envoltura	
Chupete	

Figura 7: Producto en perfecto estado.







Deformidad	El chupete tiene una forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original	Normal 	Deforme 
Rotura	Separación de trozos del chupete después de abrirse	Sin roturas 	Rotura 
Envoltura	Envoltura del chupete mal envuelta, exponiendo parte del producto al ambiente.	Envuelto correctamente 	Mal envuelto 

Figura 8: Presentación de defectos visuales.

Y para dar como finalizado el diseño de la encuesta se realizó la última pregunta que corresponde a un ranking de ocho diferentes combinaciones propuestas para cada una de las 5 familias de productos ver Anexo 14.

Las combinaciones de defectos para cada familia antes mencionadas se establecieron en el software estadístico IBM SPSS versión 23, por medio de esta herramienta se realizó un diseño experimental 2^3 , donde se tendrá tres diferentes atributos y cada uno de ellos con dos distintos niveles como se puede observar en el Anexo 15.

3.1.3.2. Resultados de las encuestas

Los 494 datos filtrados fueron analizados por el software estadístico IBM SPSS versión 23, el mismo que proporcionó niveles de importancia para cada atributo de las 5 familias de productos. El principal objetivo de encontrar esta ponderación es determinar un factor de peso que permita realizar el manual de inconformidades y con ello proceder al cálculo del VQI (Contreras, 2017).

A continuación en las Figuras 9, 10, 11, 12 y 13 se presentan los resultados del nivel de importancia de los atributos para cada una de las familias de productos.

- Chicle bola



Figura 9: Importancia de defectos del chicle bola

Se puede observar que los atributos con mayor importancia en la familia del chicle bola son el descascaramiento y la envoltura rota mientras que el menos importante es la deformidad.

- Chupete

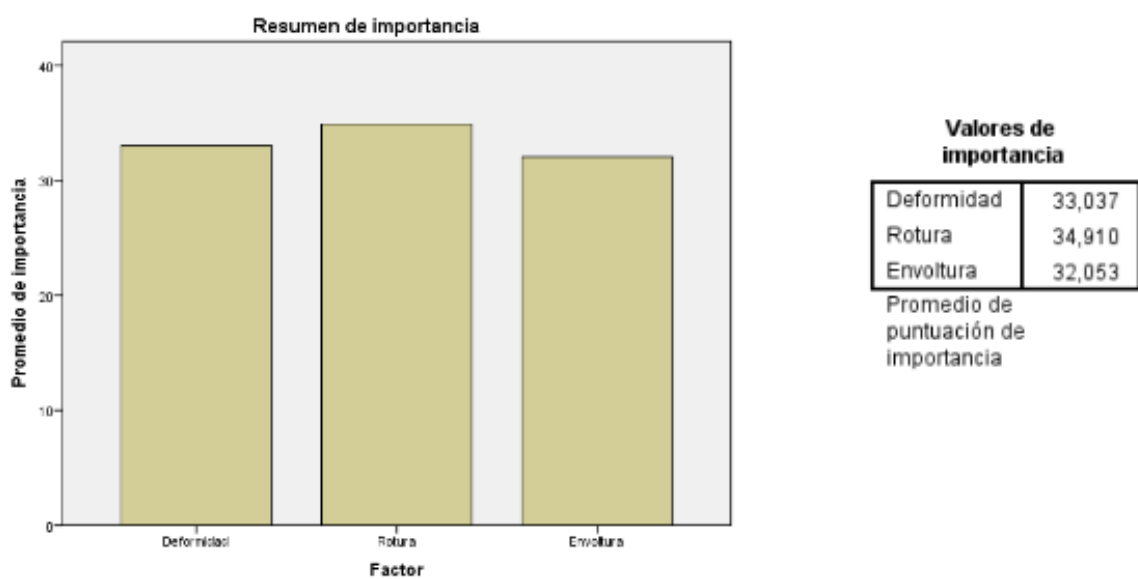


Figura 10: Importancia de defectos del chupete.

Se puede observar que los atributos con mayor importancia para la familia del chupete son la deformidad, rotura y mal envuelto, destacando que los tres atributos le importan de igual forma al consumidor.

- Caramelo mentolado

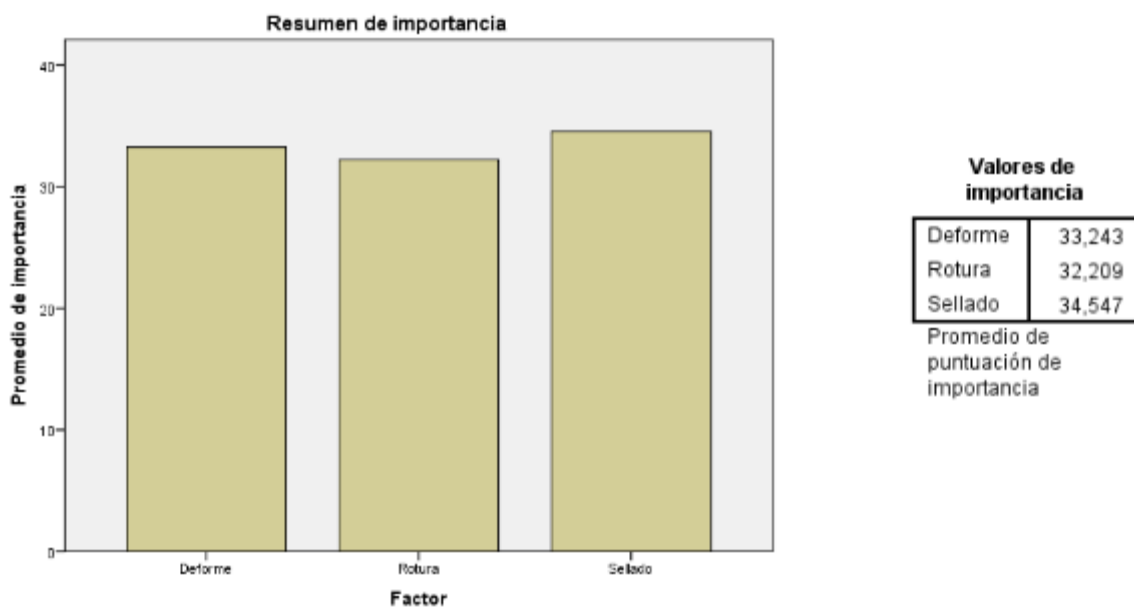


Figura 11: Importancia de defectos del caramelo mentolado.

Se puede observar que los atributos con mayor importancia en la familia del caramelo mentolado son la deformidad, rotura y envoltura abierta, destacando que los tres atributos le importan de igual forma al consumidor.

- Chicle con centro líquido

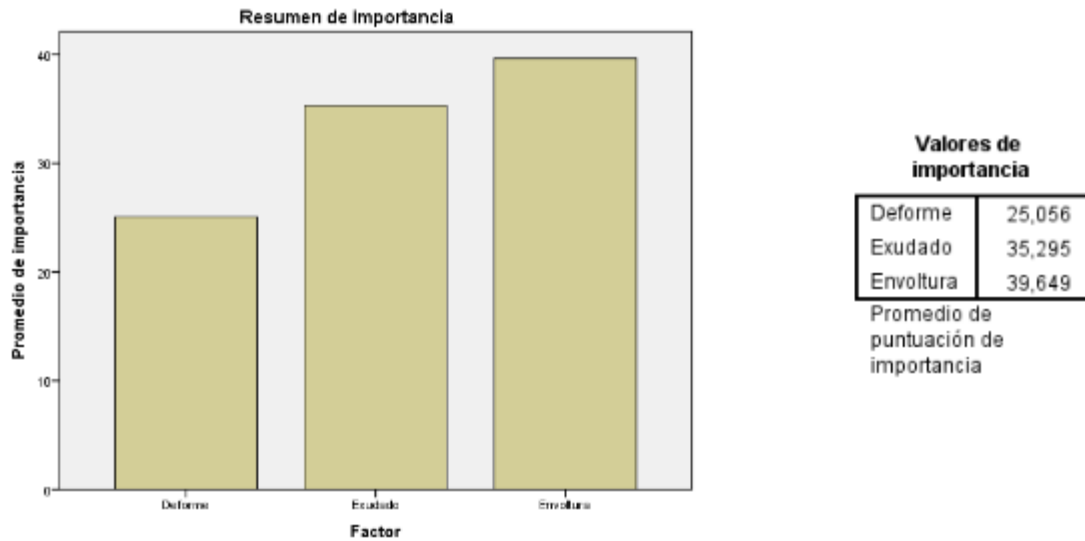


Figura 12: Importancia de defectos del chicle con centro líquido.

Se puede observar que los atributos con mayor importancia en la familia del chicle con centro líquido son la envoltura rota y la de menor importancia es la deformidad del producto.

- Chicle pastilla

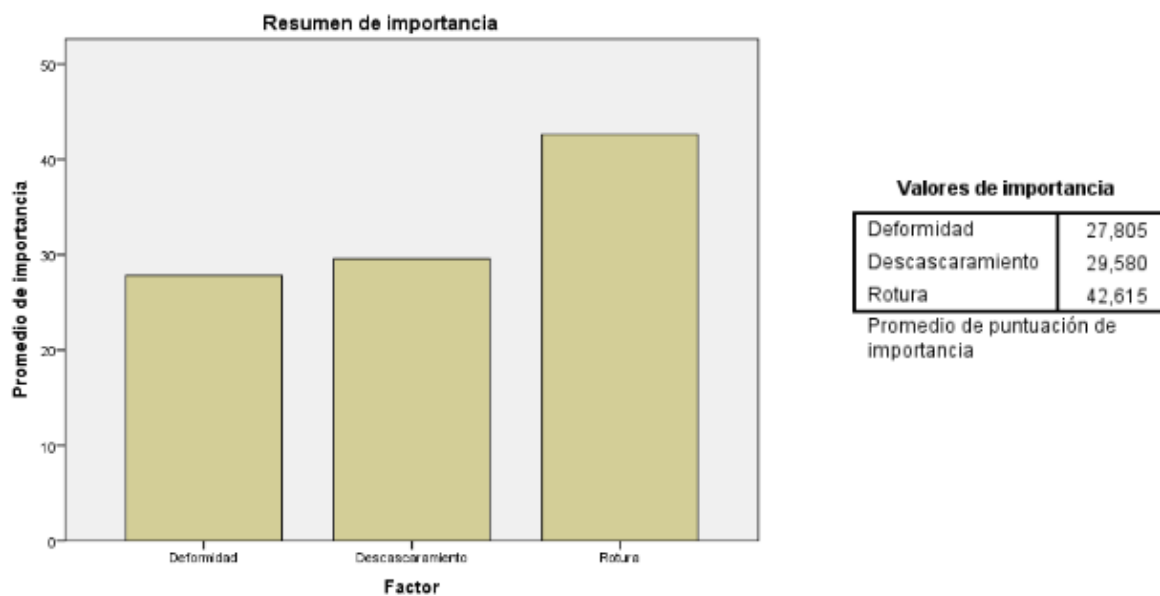


Figura 13: Importancia de defectos del chicle pastilla.

Se puede observar que los atributos con mayor importancia en la familia del chicle pastilla son la rotura y la de menor importancia es la deformidad del producto.

Todos los puntos antes mencionados sirvieron como guía para el correcto desarrollo del manual de defectos por lo que basado en los factores de peso obtenidos en los resultados de las encuestas se procedió a realizar el respectivo manual de no conformidades el mismo que se puede observar en el Anexo 16.

3.2. Análisis del VQI para las 5 familias de productos

Con la culminación del desarrollo del manual de no conformidades se procedió a determinar el número de unidades que se van a tomar por cada una de las familias de productos como se lo puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Número de unidades por familia de producto.

Producto	Número de muestra
Chicle con centro líquido	330 unidades
Caramelo mentolado	400 unidades
Chicle pastilla	750 unidades
Chupete	240 unidades
Chicle bola	375 unidades
Total	2095 unidades

Posteriormente, para definir cuál es el VQI crítico se puede observar un ejemplo guía de como es el cálculo del VQI en el Anexo 17. Obteniendo como resultados las Figuras 14, 15, 16, 17 y 18.

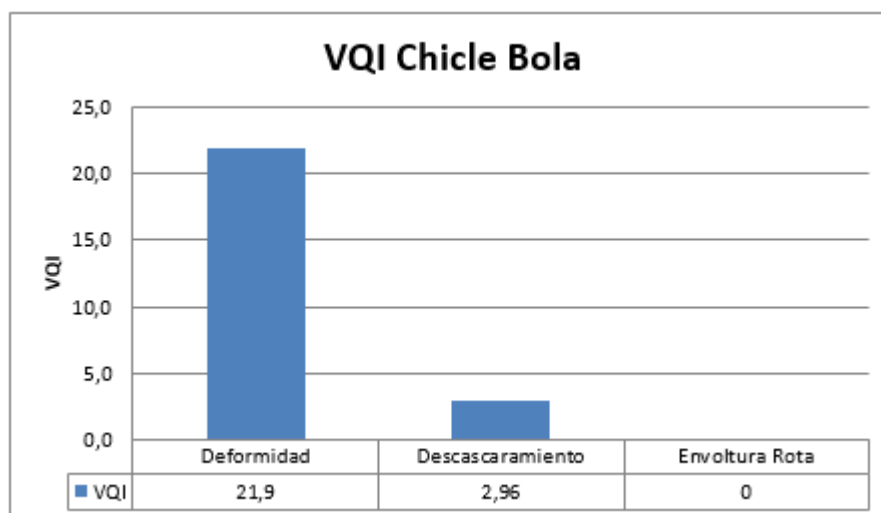


Figura 14: VQI chicle Bola.

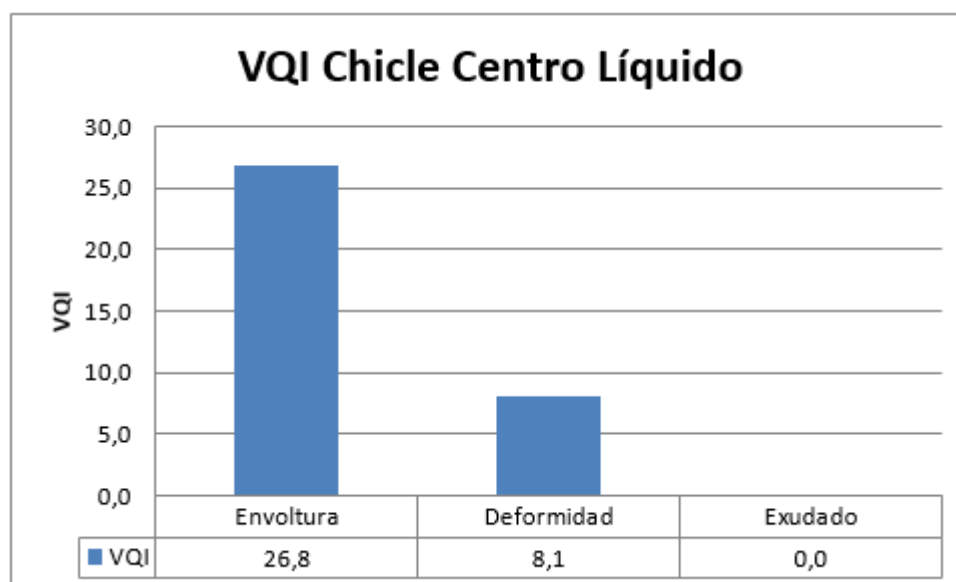


Figura 15: VQI chicle Centro Líquido.

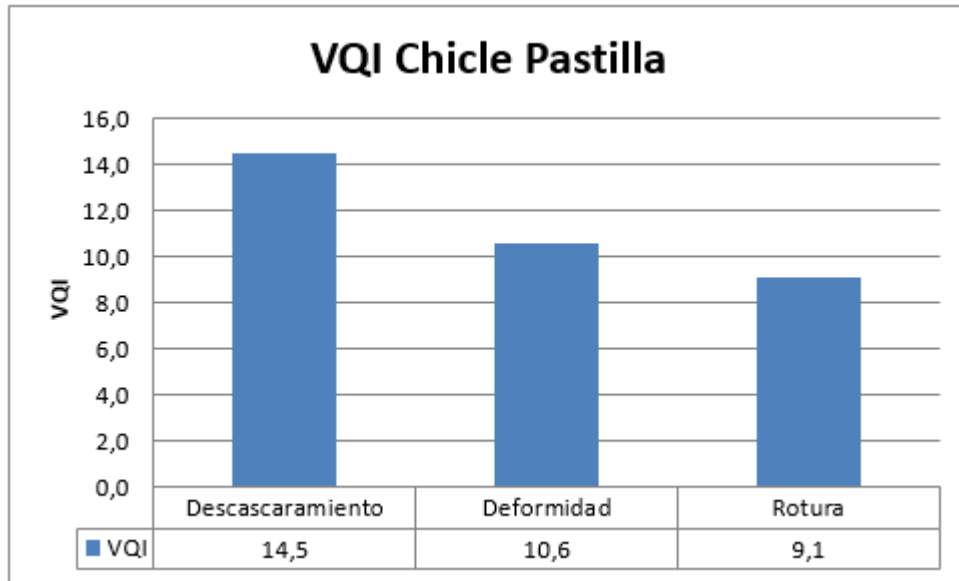


Figura 16: VQI chicle Pastilla.

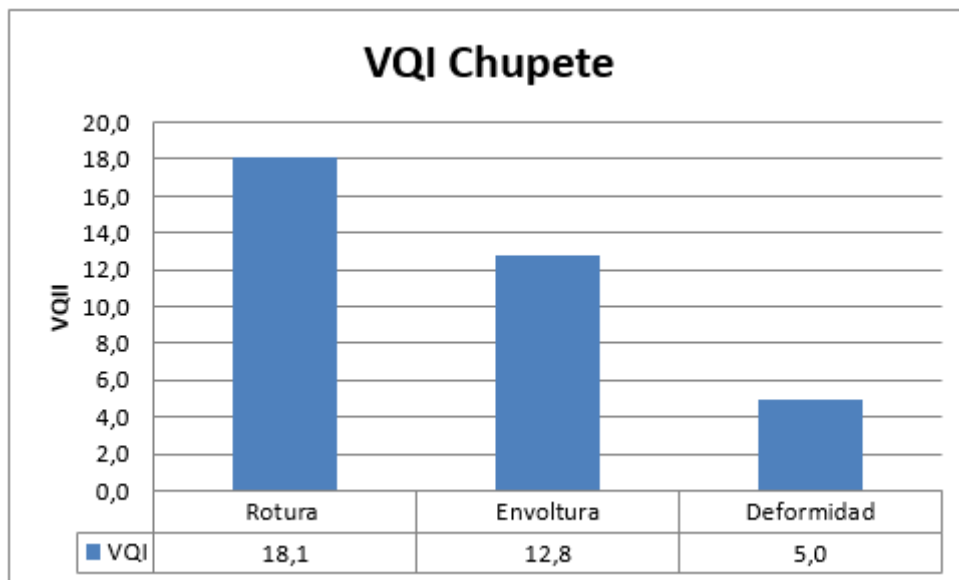


Figura 17: VQI chupete.

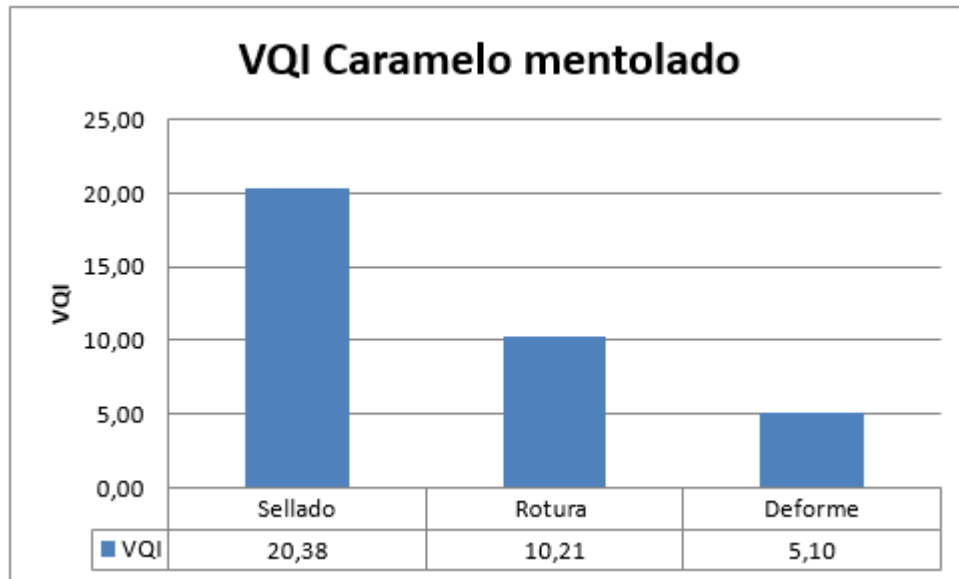


Figura 18: VQI caramelo mentolado.

De las cuales se concluyó que el VQI crítico por familia de productos son los siguientes, ver Tabla 6:

Tabla 6: VQI crítico por familia de productos

Producto	VQI crítico
Chicle con centro líquido	Envoltura rota
Caramelo mentolado	Envoltura rota
Chicle pastilla	Descascaramiento
Chupete	Rotura
Chicle bola	Deformidad

Una vez encontrado el defecto visual con mayor ponderación para cada familia de productos se procedió a realizar diferentes reuniones con la alta gerencia de la empresa para priorizar una sola familia de productos debido al alcance y objetivos acordados con los interesados. En dicha reunión se determinó que la familia de productos seleccionada será la de chupetes debido a que no se ha generado ningún tipo de mejora dentro de esta área (De la Vega, 2017).

3.3. DMAIC

3.3.1. Definir

Debido a que la familia de productos escogida para establecer posibles propuestas de mejora es la del chupete, se procedió a delimitar los objetivos, alcance y definir claramente el foco de mejora los mismos que se puede observar en el Project Charter ubicado en la Figura 19.

Título del proyecto: Estudio de defectos visuales en confites y propuesta de mejora en la producción de la línea de chupetes.		Fecha de inicio: 15/05/17	
Enunciado del problema			
Tomando información del análisis del VQI realizado en la línea de producción del chupete se pudo determinar que el defecto visual con una mayor ponderación es la rotura.			
Alcance del proyecto			
Generar diferentes propuestas de mejora dentro de la línea de producción de chupete utilizando las tres primeras fases de la metodología DMAIC (Definir, Medir y Analizar).			
Objetivo			
General: Proponer posibles propuestas de mejora para la reducción de roturas en el chupete			
Sponsor del Proyecto		Stakeholders	
Gustavo de La Vega		Gerencia de calidad	
Integrantes del Equipo			
Johana Fernandez			
Sebastián Jaramillo			
Danny Navarrete (Advisor)			
Metodología DMAIC			
Definir	Medir	Analizar	
Desde: 15/05/17 Hasta: 22/09/17	Desde: 25/08/17 Hasta: 14/11/17	Desde: 15/11/17	Hasta: 05/12/17

Figura 19: Project Charter

3.3.2. Medir

Los mapas de procesos que se mencionaron en el capítulo de la metodología, facilitó la rápida comprensión de actividades que se realizan dentro de la línea de producción de chupetes, los cuales sirvieron como guía para determinar las etapas en las que se puede llegar a producir la mayor cantidad de roturas. Según la Figura 20, se pudo determinar que en la etapa donde más se produce la rotura es en el área de clasificado, para el tamaño de muestra de este análisis se utilizó la misma lógica del punto 2.2.2 que se encuentra en la parte de Metodología. Por lo que el siguiente paso es enfocarse en investigar cuales son las causas raíces que producen la rotura del chupete en el área del clasificado cubriéndolo en la siguiente fase.

Defectos de rotura de chupete



Figura 20: Defectos de rotura de chupete por área.

3.3.3. Analizar

3.3.3.1. Causas raíces

Se realizó una reunión junto con los operarios, jefes de turno y jefe de planta, en donde se pudo realizar diferentes actividades como lluvia de ideas, cuestionarios y opiniones para definir las causas más determinantes que produzcan la rotura en el chupete con el fin de crear un diagrama de Ishikawa en el cual se identifique las dos causas raíces más importantes que influyen de forma directa a la rotura del chupete. Ver Figura 21.

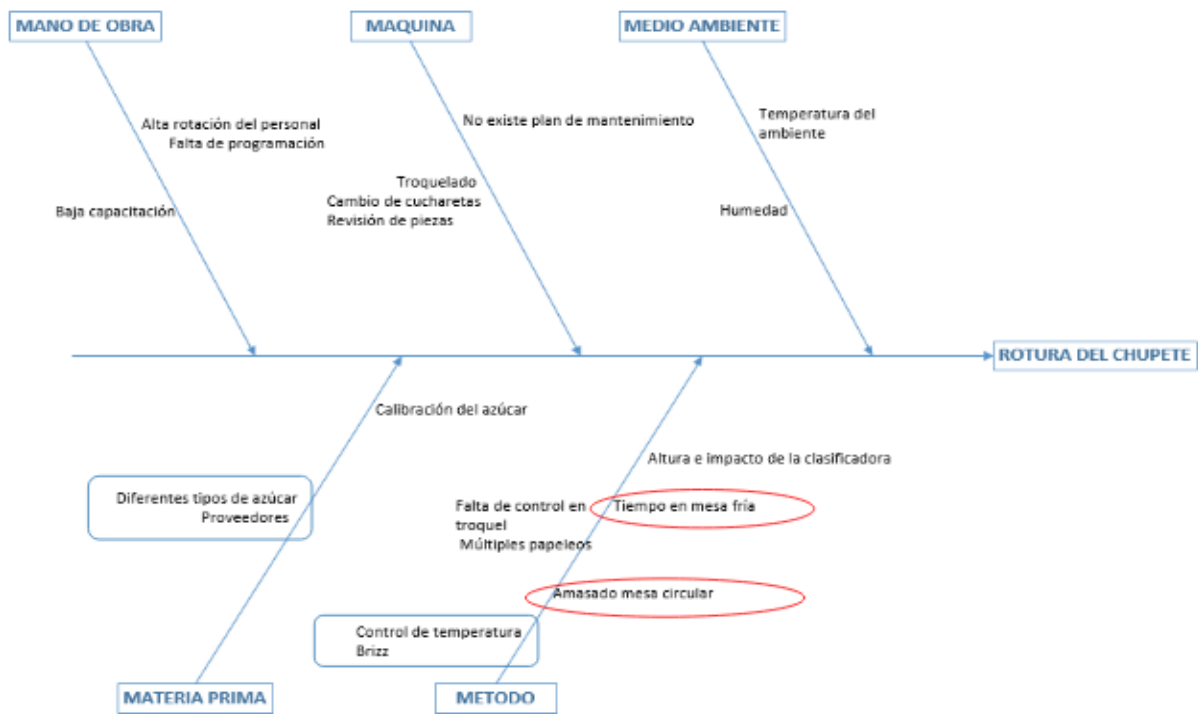


Figura 21: Diagrama de Ishikawa.

3.3.3.2. Diseño factorial

Según la Figura 21, los factores que influyen a la rotura del chupete son: tiempo de masa en mesa fría y número de vueltas en mesa circular. Fijado estos factores se procedió a definir un diseño factorial completo con dos factores y dos niveles como se muestra la Tabla 7, definiendo como variable de respuesta la rotura del chupete, teniendo así un diseño factorial completo 2^2 . Según Montgomery (2013) para que un diseño factorial sea exitoso se debe tener en cuenta tres factores importantes como son: réplicas, bloqueo y la aleatorización, sin embargo debido diferentes complejidades en el proceso no se pudo realizar el bloqueo en el diseño experimental.

Tabla 7: Factores y niveles del diseño experimental.

Factores	Nivel alto	Nivel bajo
Número de vueltas en mesa circular	11 vueltas	7 vueltas
Tiempo de masa en mesa fría	90 segundos	60 segundos

- **Réplicas**

Se definió realizar dos réplicas, en primer lugar debido a que este es uno de los principios básicos de un diseño experimental, ya que permite obtener una estimación del error experimental que se convierte en una medición básica para determinar si las diferencias observadas en los datos son en realidad estadísticamente diferentes. (Montgomery, 2013). Además, que permite obtener una estimación más precisa de los efectos de los factores. (Montgomery, 2013). Cabe destacar que dentro de cada turno se va a realizar una corrida es decir se va a necesitar ocho turnos de trabajo para culminar el diseño de experimentos.

- **Aleatorización**

Teniendo en cuenta que la aleatorización es uno de los principios básicos de un diseño experimental, se utilizó el software estadístico Minitab en el cual serán aleatorizadas las 8 corridas del estudio como se puede observar en la Figura 22.

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	circular	mesa fria
1	2	1	1	1	11	60
2	3	2	1	1	7	80
3	5	3	1	1	7	60
4	8	4	1	1	11	80
5	6	5	1	1	11	60
6	7	6	1	1	7	80
7	1	7	1	1	7	60
8	4	8	1	1	11	80
9						

Figura 22: Aleatorización de corridas.

- **Factores fijos**

Para disminuir la variabilidad del experimento y que los resultados del estudio sean más fiables se procedió a controlar las siguientes variables en el proceso:

- Tipo de azúcar: La empresa maneja diferentes proveedores de este material o muchas veces realizan mezclas entre tipos de azúcar, por lo que se definió la utilización de un solo tipo de azúcar para este estudio.
- Fórmula: Existen dos tipos de fórmulas con reciclados y sin reciclado por lo que se procedió a definir una sola fórmula de acuerdo a la programación de la empresa.
- Temperatura de grados brix: La empresa ya tiene estandarizada una temperatura para el jarabe, sin embargo como no se controla ni se hace un seguimiento del mismo, esta temperatura es variable en el proceso,

por ese motivo se vio la necesidad de controlar en todo el experimento con la temperatura ya establecida por la empresa.

Estas variables antes mencionadas se mantuvieron constantes durante todo el trayecto del experimento.

Analizando respectivamente los datos en el software estadístico Minitab se obtuvo los siguientes resultados presentados en los Anexos 18 y 19. En el anexo 18 se presentan la validación de los supuestos de Anova en donde se puede concluir que el diseño factorial cumple con los supuestos de: normalidad, igualdad de varianzas e independencia. Por otro lado en el Anexo 19 se define el análisis de varianzas en donde se concluyó que el factor principal número de vueltas en mesa circular es significativo y afecta directamente a la rotura del chupete.

Tomando en cuenta que el factor significativo es el número de vueltas en mesa circular se procedió a determinar en qué nivel de ambos factores proporciona menos cantidad de roturas en el chupete, esto se lo realizó con el fin de poder validar los resultados del diseño experimental dentro de la planta y como se puede observar en la Figura 23, la combinación que menor número de chupetes rotos arroja el diseño, son los niveles altos de ambos factores:

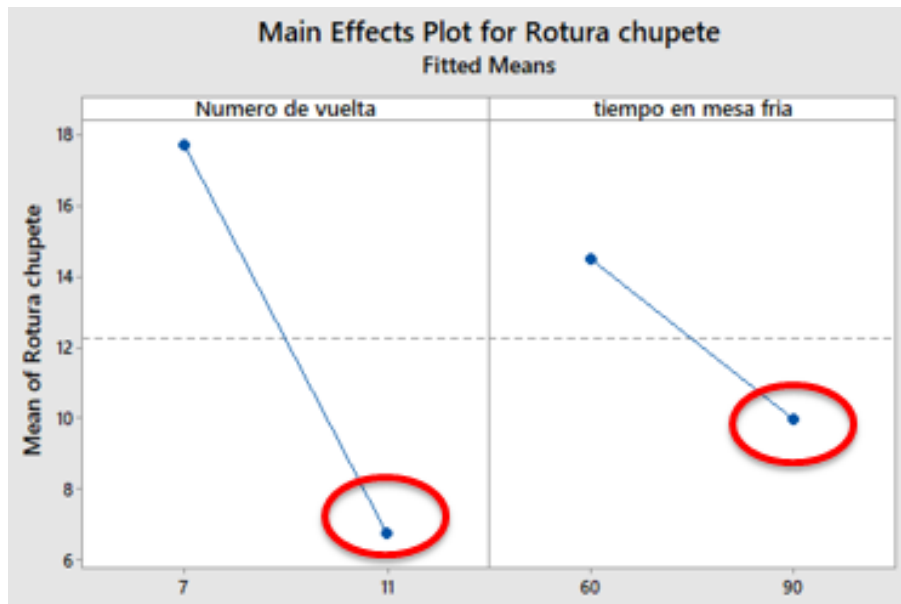


Figura 23: Combinación de efectos principales con menor número de roturas de chupetes.

CAPÍTULO IV: PROPUESTAS DE MEJORA

Para establecer las propuestas de mejora en el defecto de la rotura del chupete se realizó una prueba piloto la cual tuvo como objetivo comprobar si el resultado del diseño factorial puede llegar a tener una reducción de roturas en la planta.

4.1. Prueba piloto

Para validar la combinación de factores mencionados en la fase de resultados se procedió a medir tanto la situación actual como la mejorada. En donde se realizó una comparación entre VQI's y se determinó si en realidad los resultados del diseño experimental pueden llegar a implementarse en la empresa.

4.1.1. Evaluación actual

Esta evaluación tiene como objetivo determinar la situación actual de la empresa, es decir, no se controló ninguna variable y no se realizó ningún tipo de cambio en el proceso de fabricación del chupete. Para seleccionar el número de unidades a muestrear se siguieron los mismos pasos del punto 2.2.2 que se muestra en la parte de Metodología. En la cual se obtuvo que se deben recolectar 80 unidades. Cabe mencionar que esta evaluación se realizó durante una sola jornada de trabajo por limitaciones propias de la empresa.

Con el fin de demostrar que en la empresa no se ha hecho ningún tipo de mejora en el proceso durante el desarrollo del presente proyecto se procedió a comparar tanto los datos recolectados hace dos meses con los datos que serán recolectados de la evaluación actual.

4.1.2. Evaluación mejorada

Esta evaluación tiene como objetivo validar los resultados obtenidos en el diseño experimental y trasladarlos a la planta de la empresa. Aquí se controló los factores: número de vueltas en mesa circular (11 vueltas) y tiempo en mesa fría (90 segundos), a través de diferentes recursos y herramientas. Por otro lado el tamaño de unidades a muestrear será de 80 unidades, se siguieron los mismos pasos del punto 2.2.2 que se muestra en la parte de Metodología.

4.1.3. Resultados de prueba piloto

En la Figura 24, se puede observar los datos obtenidos de las evaluaciones antes mencionadas de las cuales se tiene las siguientes conclusiones:

- Se puede observar que no existe una diferencia entre el VQI inicial tomando hace dos meses y el VQI actual tomado hace una semana, esto se debe a que en realidad no ha existido ningún tipo de mejora implementada en el área de chupete.
- Existe una diferencia al comparar el VQI mejorado con los demás y en realidad el control de todos los factores que se tomaron en consideración tienen un gran impacto en el proceso.

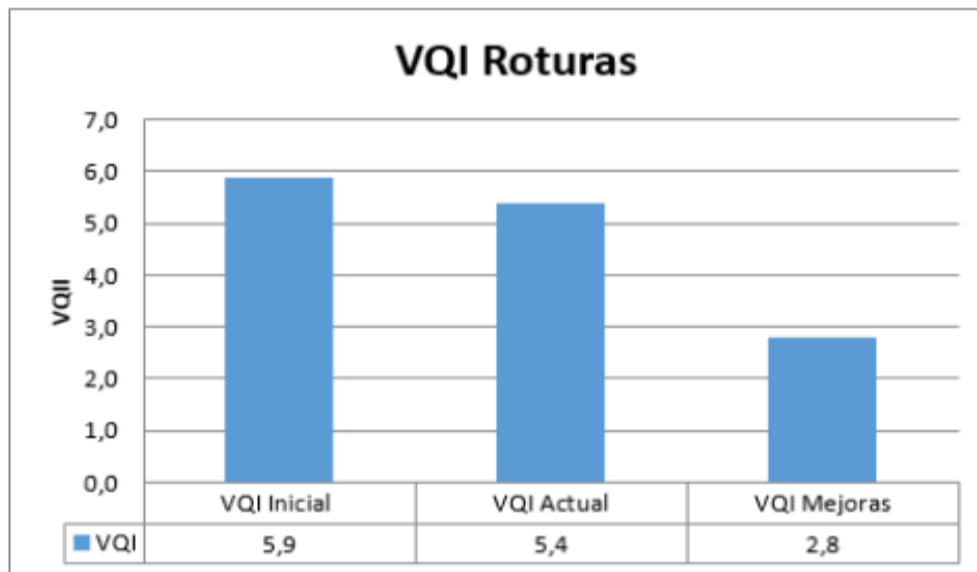


Figura 24: Comparación entre VQI's de prueba piloto.

Para complementar el análisis antes mencionado, se procedió a determinar el porcentaje de rotura en cada evaluación con el fin de poder cuantificar todos estos valores y trasladarlos a un beneficio económico para la empresa. En las Figuras 25 y 26 se pueden observar las roturas en porcentajes para la evaluación actual y mejorada.

Porcentaje de Roturas VQI Actual

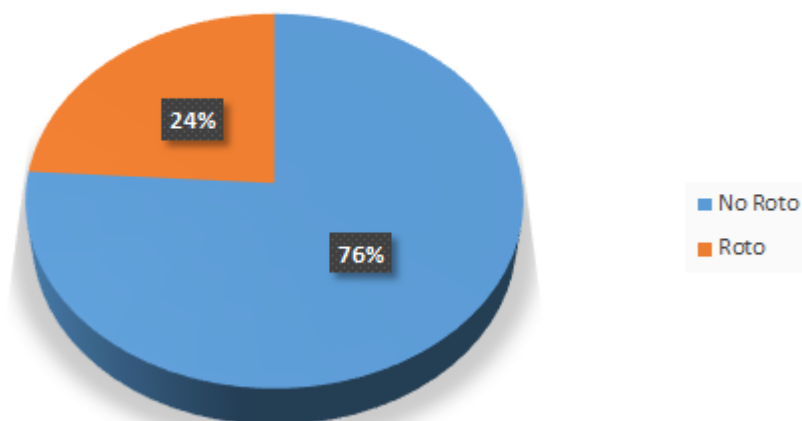


Figura 25: Porcentaje de roturas VQI actual.

Porcentaje de Roturas VQI Mejorado

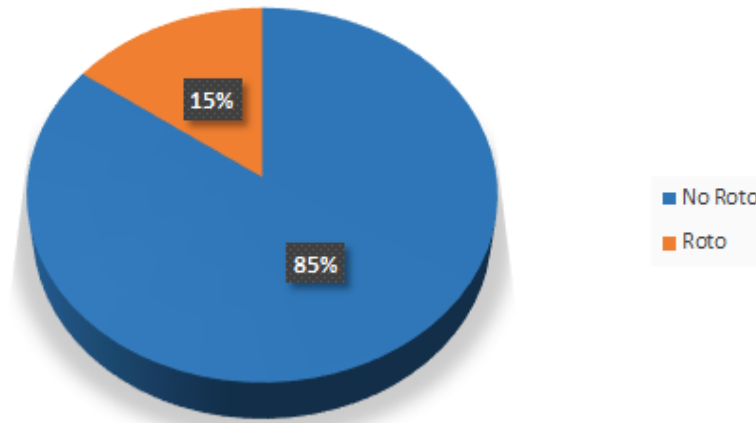


Figura 26: Porcentaje de roturas VQI mejorado.

Una vez obtenido los valores para cada una de las evaluaciones, se llevó a cabo los respectivos cálculos para trasladar estos datos a valores económicos.

De esta manera se procede a determinar el número de unidades por turno de trabajo el mismo que fue otorgado por el departamento de programación de la empresa.

$$\text{Unidades por turno} = 276\,224 \text{ unidades}$$

Para definir la cantidad de defectos tanto para la evaluación actual y mejorada:

$$\text{Evaluación actual} = 276\,224 * 24\% = 66\,293 \text{ unidades defectuosas}$$

$$\text{Evaluación mejorada} = 276\,224 * 15\% = 41\,433 \text{ unidades defectuosas}$$

Para determinar la cantidad de chupetes sin roturas se realizó la diferencia entre las dos evaluaciones:

$$\text{Diferencia} = 66\,293 - 41\,433 = 24\,860 \text{ unidades sin rotura}$$

El número de unidades sin rotura se procede a multiplicarlo por el valor actual del chupete en el mercado generando una ganancia por turno de trabajo de:

$$\text{Ganancia} = 24\,860 * 0,15 \text{ ctvs} = \$ 3\,729$$

El beneficio económico que traería a la empresa esta mejora es de \$3729, sin embargo hay que recordar que este resultado puede obtenerse únicamente controlando todas las variables mencionadas anteriormente y ningún factor puede cambiar ya que se estaría alterando el resultado final.

4.2. Propuestas de mejora

Como se mencionó con anterioridad para la evaluación mejorada se tomaron en cuenta diferentes recursos y herramientas los mismos que se detallan a continuación:

- Control en número de vueltas en mesa circular: Se desarrolló un modelo de tarjetas Andon, en la cual se especifica el número de vueltas que el operario debe realizar para obtener un menor número de roturas en el chupete. Ver en el Anexo 20.
- Control del tiempo de espera en mesas frías: Se realizó el diseño de un cronómetro el cual tiene como función informar de manera visual al operario del tiempo que debe estar la masa del chupete en las mesas frías. Observar el Anexo 21.

4.2.1. Situación actual vs Situación mejorada

En las siguientes figuras 27 y 28, se puede observar cómo se implementó la tarjeta Andon y el diseño del cronómetro mencionados en la propuesta de mejora.

Situación actual



Situación mejorada



Figura 27: Número de vueltas en mesa circular

Situación actual



Situación mejorada



Figura 28: Tiempo en mesas frías

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

Tomando en cuenta que el presente proyecto tuvo que cumplir con los siguientes dos objetivos: diseño del manual de no conformidades y el desarrollo de posibles propuestas de mejora se establecen las siguientes conclusiones:

Manual de defectos

Para cada familia de productos se determinaron diferentes defectos, sin embargo los defectos visuales que afectan directamente a la satisfacción del cliente se reducen a los siguientes:

- Chicle bola: Descascaramiento, envoltura mal sellada y deformidad
- Caramelo mentolado: Deformidad, rotura y envoltura rota
- Chupete: Rotura, deformidad y mal envuelto
- Chicle pastilla: Descascaramiento, deformidad y rotura
- Chicle con centro líquido: Deformidad, exudado y envoltura mal sellada

De los cuales, mediante el análisis conjunto se definieron que los defectos con un mayor valor de importancia para el consumidor son los siguientes:

- Chicle bola: descascaramiento
- Caramelo mentolado: envoltura rota
- Chupete: rotura
- Chicle pastilla: rotura
- Chicle con centro líquido: envoltura rota

Por otro lado para determinar la cantidad de defectos que más se producen en planta se realizó el cálculo del VQI, el mismo que otorgó la siguiente información:

- Chicle bola: deformidad
- Caramelo mentolado: envoltura rota
- Chupete: rotura
- Chicle pastilla: descascaramiento
- Chicle con centro líquido: envoltura rota

DMAIC

Mediante la detección del VQI crítico para cada familia de producto se priorizo en desarrollar posibles propuestas de mejora en la línea de producción del chupete tomando como foco de mejora la rotura.

Dentro del proceso del chupete existen tres diferentes etapas en donde se pueden producir las roturas del chupete, las cuales en base a un análisis de defectos se determinó que el área del clasificado es donde se obtiene un mayor número de unidades rotas.

Se realizó un diagrama causa y efecto en conjunto con la empresa definiendo las dos causas más importantes para que se dé la rotura en el chupete en el área del clasificado, las cuales fueron el número de vueltas en la mesa circular y el tiempo de la masa en la mesa fría.

Se utilizó un diseño factorial 2^2 en donde se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Factores que se controlaron

- Número de vueltas en mesa circular
- Tiempo de masa en mesas frías
- Factores fijos
 - Tipo de azúcar
 - Fórmula con reciclado
 - Grados Brix

De acuerdo a los resultados obtenidos del diseño experimental se pudo concluir que el número de vueltas es un factor significativo para la rotura del chupete y la combinación de niveles altos de los factores proporcionan una menor cantidad de chupetes rotos.

Se realizó una comparación entre un VQI inicial tomado al iniciar el estudio y un VQI actual tomado al final del estudio y se pudo comprobar que no se ha implementado ningún tipo de mejora dentro del área del chupete.

Posteriormente para comprobar la veracidad de los datos que se obtuvieron del diseño experimental se realizó una prueba piloto en las que se alcanzó los siguientes resultados:

- Para el número de vueltas en la mesa circular se desarrolló un modelo de tarjeta de visualización Andon mientras que para el tiempo en mesa fría se realizó un diseño que incluye luces de visualización y control de tiempo sin embargo debido a las limitaciones de la empresa este fue controlado por los investigadores con la ayuda de un cronometro.
- El control de número de vueltas en la mesa circular y tiempo en mesa fría en la prueba piloto proporciona un menor VQI y generó una ganancia para la empresa de \$3729 por turno de trabajo.

5.2. Recomendaciones

Como recomendaciones para la compañía se tiene que:

- Establecer planes de control y seguimiento para el cálculo del VQI.
- Continuar con el estudio para las demás familias de productos para definir posibles propuestas de mejoras.
- Para obtener los beneficios del diseño experimental se debe establecer las mismas condiciones y controles que plantearon los investigadores.
- Realizar un análisis ergonómico del proceso de producción de chupete para determinar fatiga del operario y definir cómo se podría disminuir los defectos.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alaminos, A., & Castejón Costa, J. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Sant Vicent del Raspeig: Vicerrectorado de Calidad y Armonización Europea, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Alicante.

Barona, D. (2012). Un paso a paso de colores y sabores. *Ekos*, 30-33.

Boomer, J. (2016). The Ultimate "Best Practice" for Accounting Firms. *CPA Practice Advisor*, 26(7), 34.

Castillo Pineda, M., & Hidalgo Zurita, L. (2010). *Propuesta de Mejoramiento del Proceso de Verificación Telefónica en un Call Center Aplicando la Metodología DMAIC* (Pregrado). Universidad San Francisco de Quito.

Creusen, M. E. H., Veryzer, R. W., & Schoormans, J. P. L. (2010). Product value importance and consumer preference for visual complexity and symmetry. *European Journal of Marketing*, 44(9), 1437-1452.

Confite nacional para endulzar el comercio. (2016). *expreso.ec*. Retrieved 19 March 2017, from <http://nubr.co/eBlyh0>

C.C.A. (2016). C.C.A. Obtenido de Producción y calidad: <http://cca.com/es/>

Contreras, P. (2017). *Visual Quality Index*. Quito.

Córdova, P. (2006). *Introducción a la investigación por muestreo* (7th ed., p. 117). Ecuador:

De La Vega, G. (2017). *Visual Quality Index*. Quito.

- Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: A Case Study. *Quality And Reliability Engineering International*, 31(7), 1151-1159.
- "Drohomeretski,E", "Gouve, S", "Pinheiro,E" & "Rosa,P". (2013, agosto 12). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*. 2017, mayo 13, De Taylor & Francis Base de datos.
- Kumar, D., & Kaushish, D. (2015). Scrap Reduction in a Piston Manufacturing Industry: An Analysis Using Six Sigma and DMAIC Methodology. *The IUP Journal of Operations Management*, 14(2), 7-24.
- Maldonado, F., & Proaño, G. (2015, September). La Industria en Ecuador. *Core Business Ekos*, 47-65.
- Malhotra, Narewsh, *Investigación de Mercados*, Pearson Prentice Hall, Cuarta Edición, México, 2004.
- Mccullough, D. (2002). A user's guide to conjoint analysis, *Marketing Research*, vol. 14 (2), pp. 18-23.
- Montgomery, D. (2012). *Statistical Quality Control*, 7th Edition. John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8th ed.). Arizona State: John Wiley & Sons.
- Oña, V., & Arcos, J. (2014). *Análisis de la metodología DMAIC como un modelo de mejora continua para el sector productivo de las pymes de alimentos en la provincia de Pichincha entre 2008-2012* (Maestría). Universidad Politécnica Salesiana.

Orme, B. (2009). *Getting Started with Conjoint Analysis: Strategies for Product Design and Pricing Research*. USA: Research Publisher.

Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). *The Six Sigma Handbook* (4th ed.). United States: McGrawHill Education.

Socconini, L. (2016). *Lean Six Sigma Yellow Belt*. México: Alfaomega.

Socconini, L. (2015). *Lean Six Sigma Green Belt*. México: Alfaomega.

Varas, C. (2010). *Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate* (Ingeniería). Universidad de Chile.

Villacreses, M. (2017). Defectos visuales críticos para el cliente. Quito.

ANEXOS:

Anexo 1: Fórmula del VQI (Visual Quality Index).

$$VQI = FP \times LN(1 + \%NC)$$

FP=Factor de peso

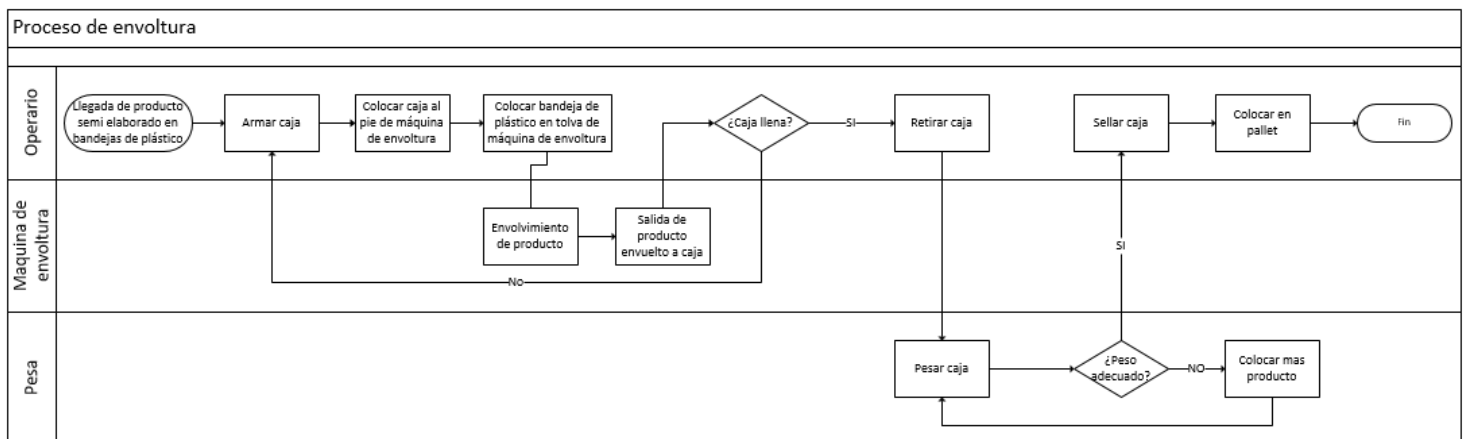
LN=logaritmo natural

$$\%NC = \frac{1}{3} \times \%NC_{Low} + NC_{high}$$

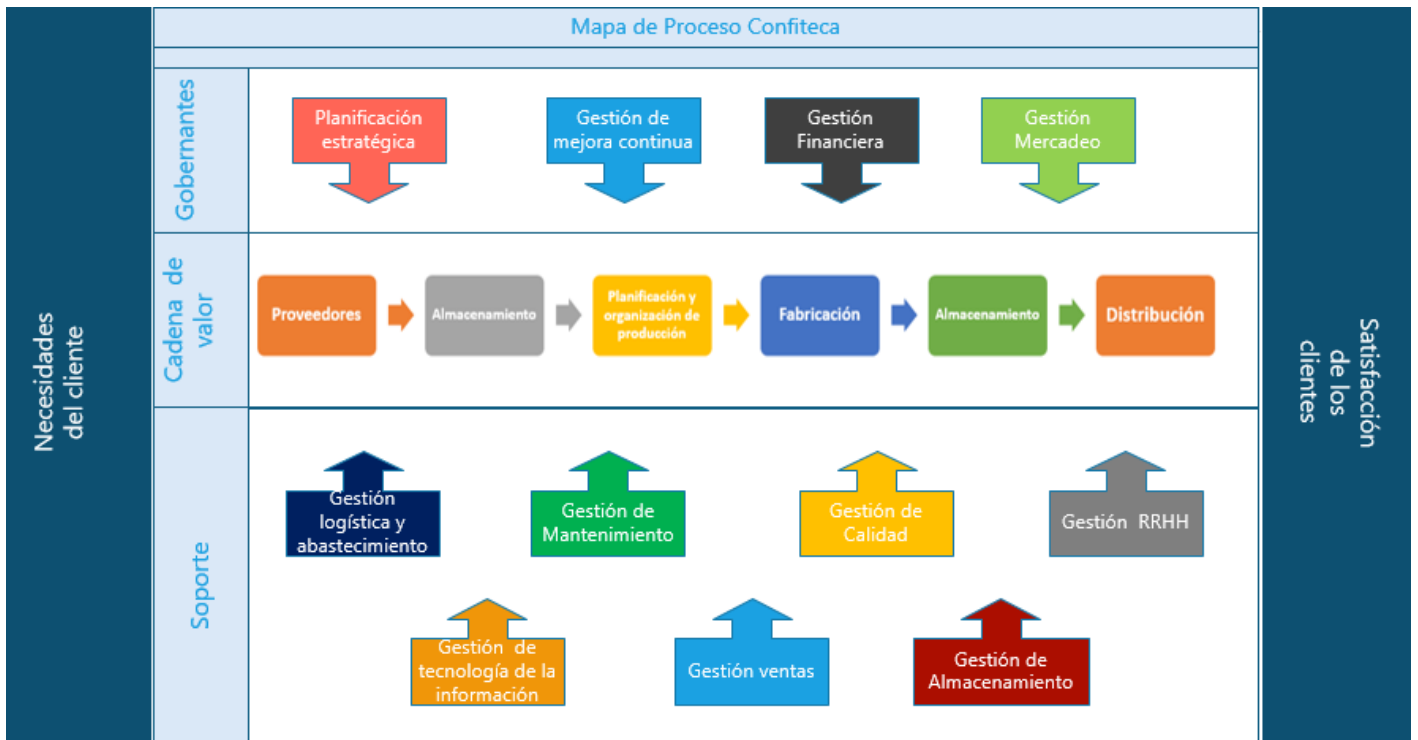
$\%NC_{Low}$ = porcentaje de la muestra afectada por una no conformidad dada a un nivel de baja intensidad

$\%NC_{High}$ = porcentaje de la muestra afectada por una no conformidad dada a un nivel de alta intensidad

Anexo 2: Proceso del área de envoltura.

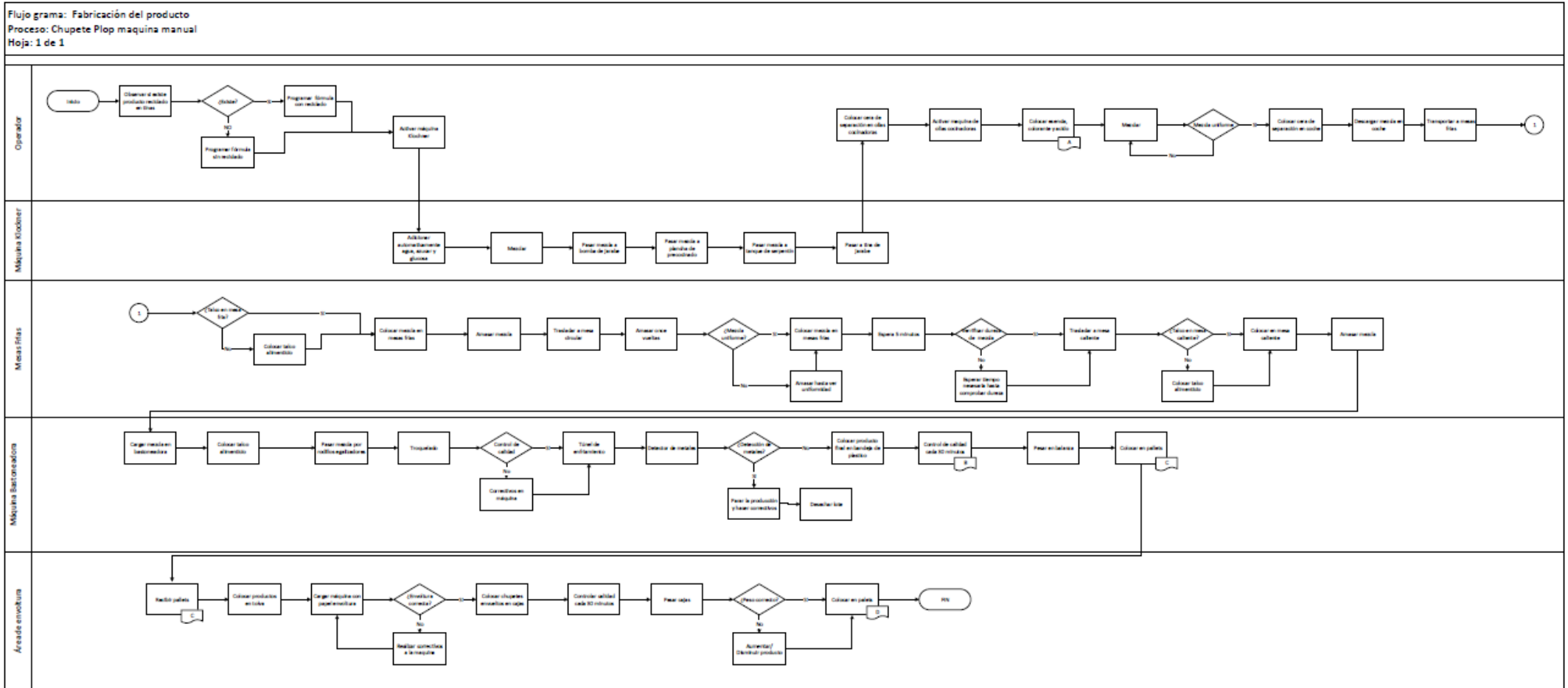


Anexo 3: Diagrama de macro procesos.



Anexo 4: Diagrama de flujo a detalle de la línea del chupete.

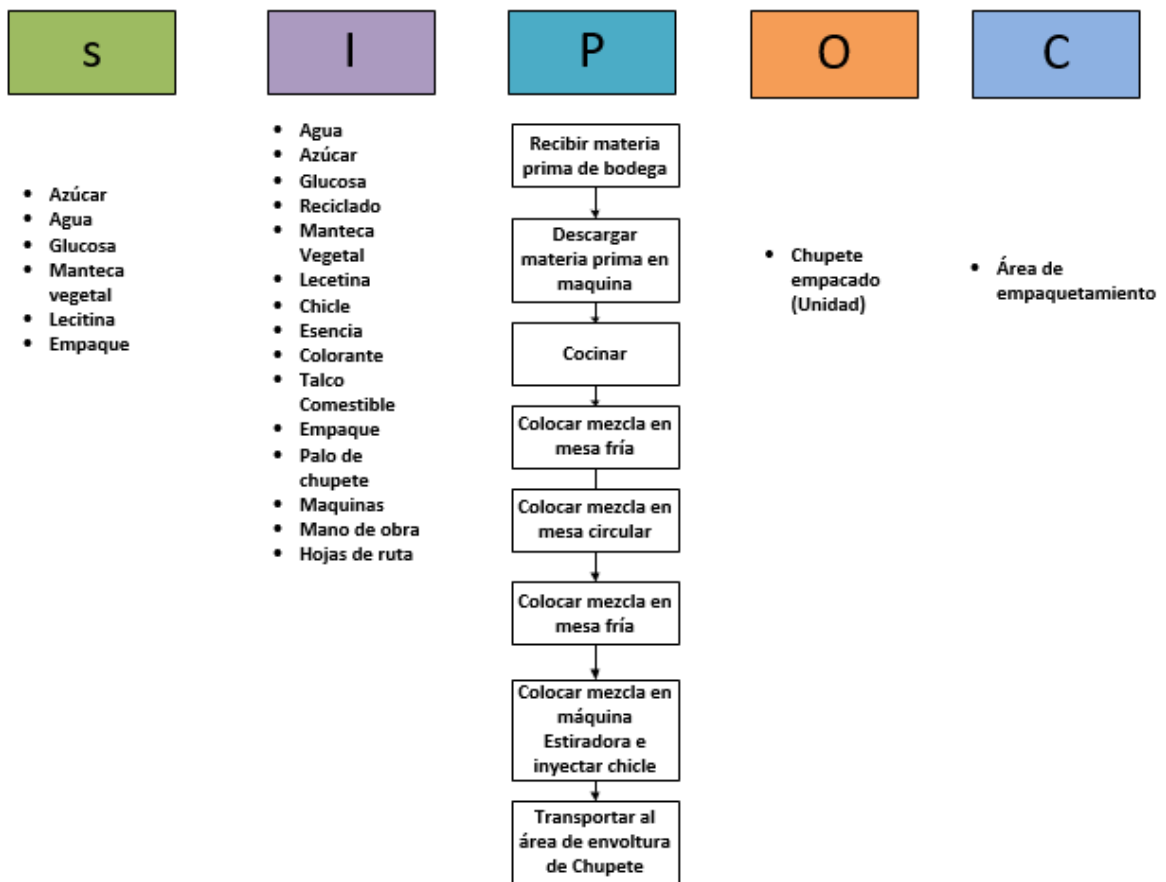
Fecha de elaboración: Mayo de 2017
 Elaborado por: Johana Fernández y Jaime Jaramillo
 Aprobado por: Danny Navarrete



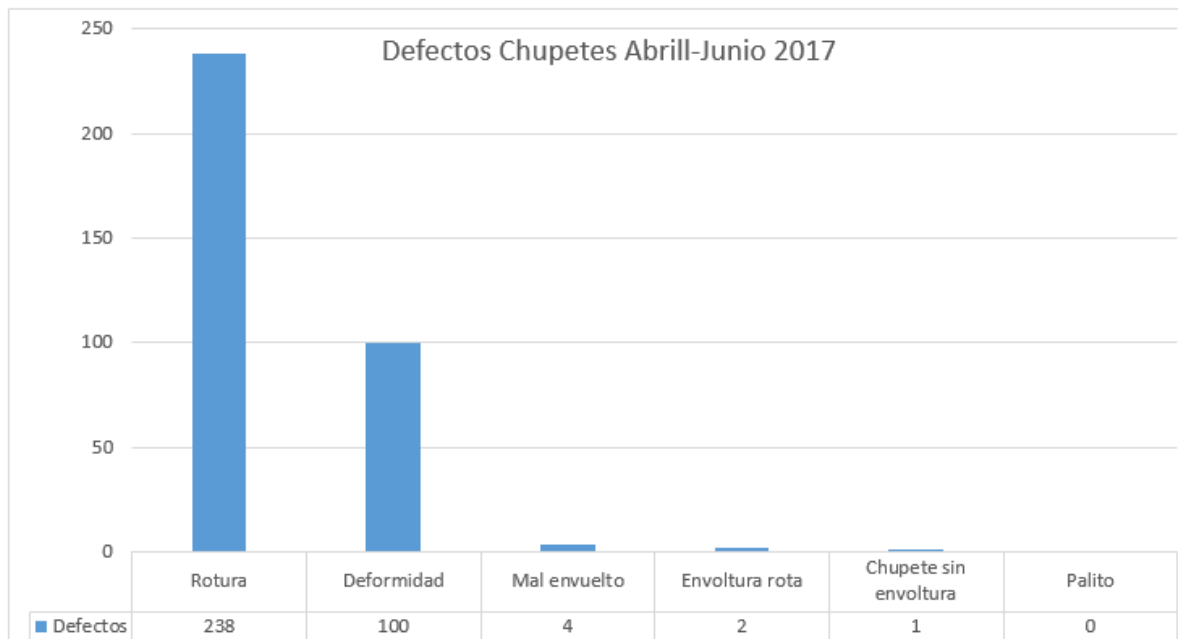
Comentarios :

- A. Informe de cantidad componentes entregados.
- B. Informe de pesos, dureza del pelito, cantidad de chicle, etc.
- C. Reporte de operario ,cantidad y código de producto de acuerdo al turno.
- D. Reporte general de operario, turno, cantidad y código del producto.

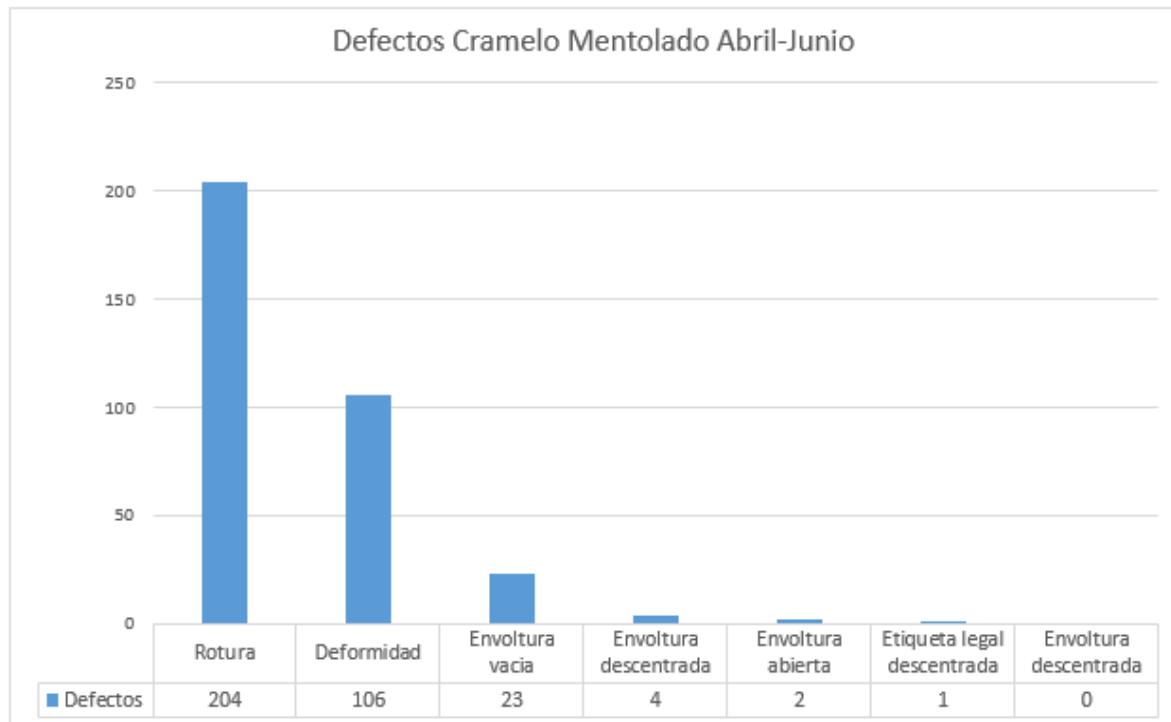
Anexo 5: SIPOC de la familia de productos del chupete.



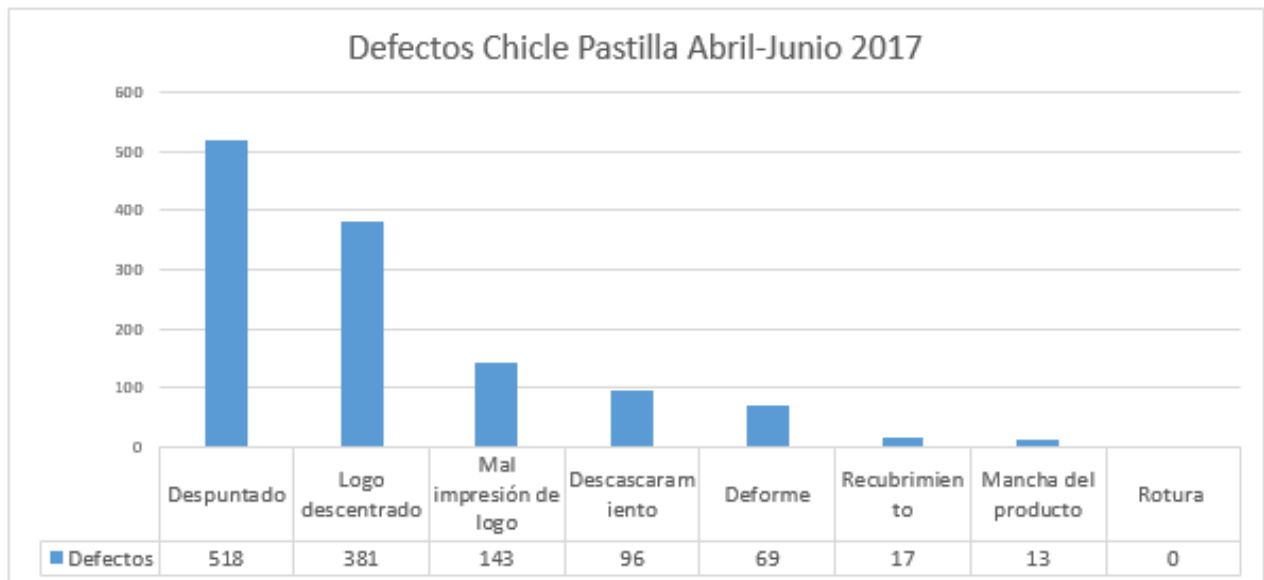
Anexo 6: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chupete.



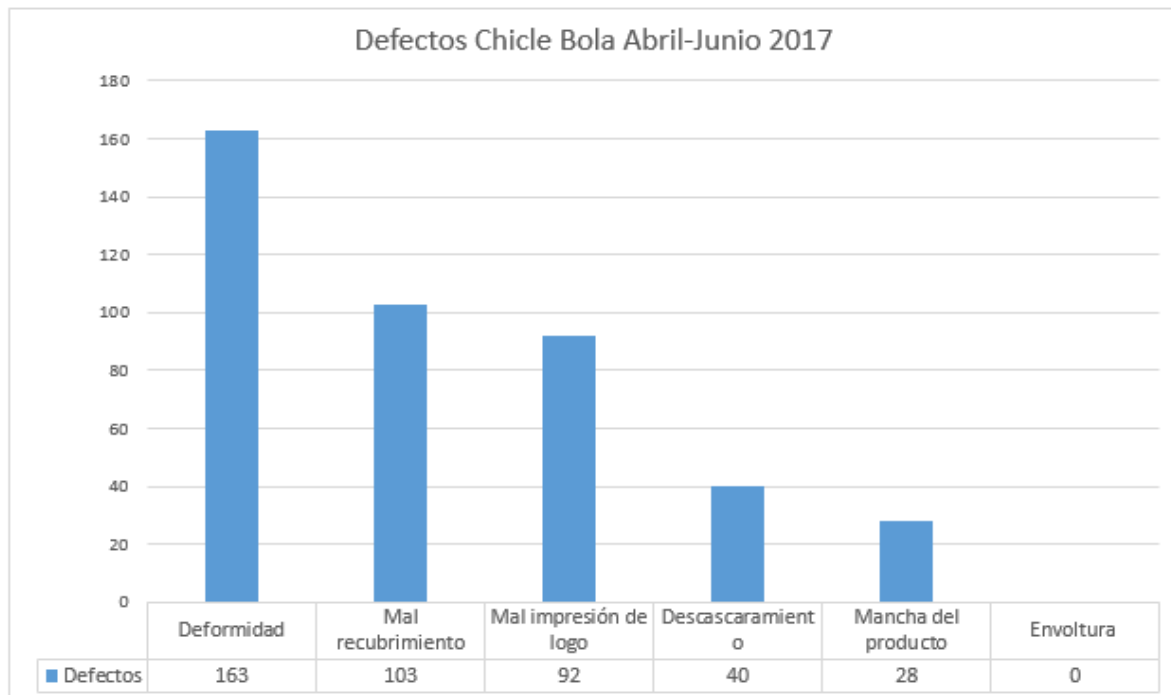
Anexo 7: Defectos producidos en planta de la familia de productos del caramelo mentolado.



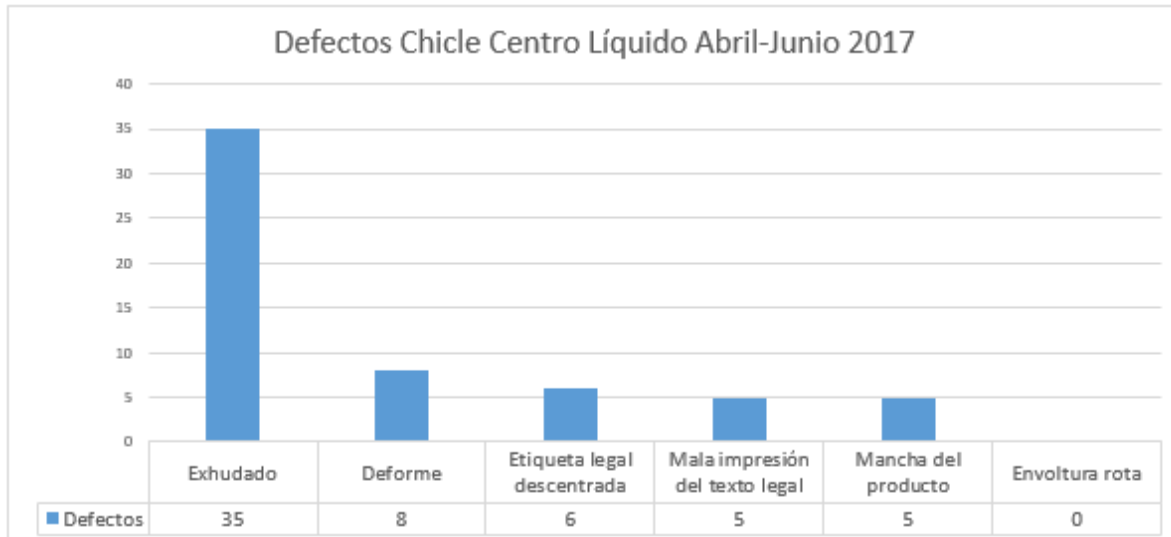
Anexo 8: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle pastilla.



Anexo 9: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle bola.



Anexo 10: Defectos producidos en planta de la familia de productos del chicle con centro líquido.



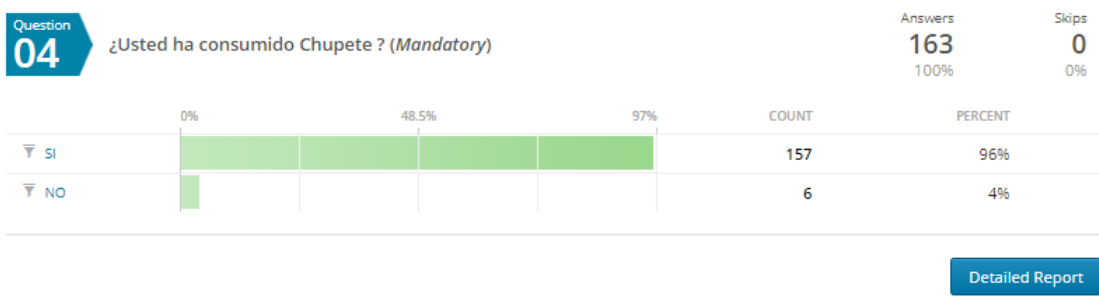
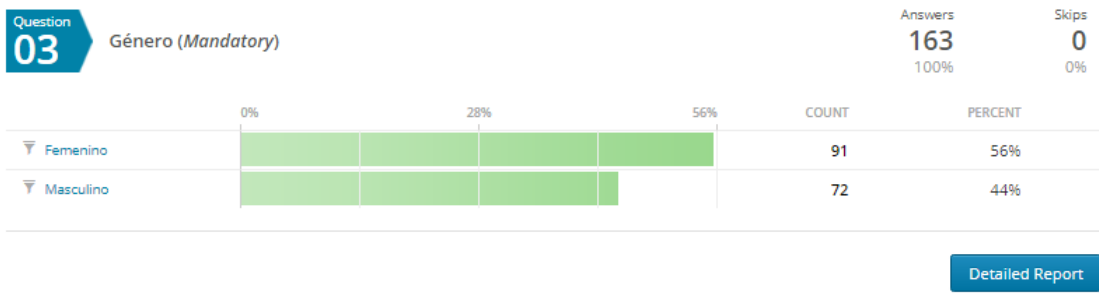
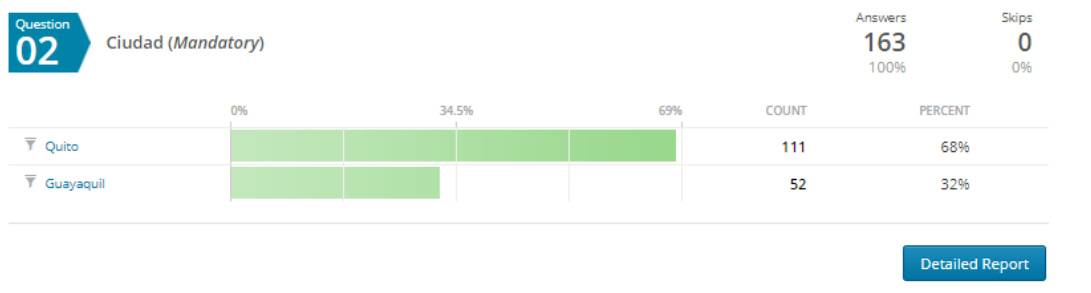
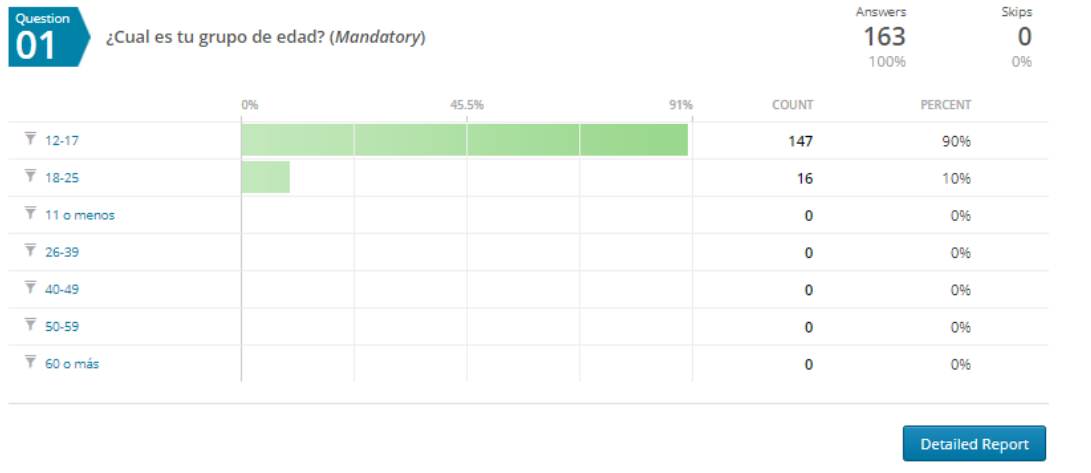
Anexo 11: Tabla de puntuaciones de quejas y reclamos.

Chupete		Caramelo mentolado		Chicle pastilla		Chicle bola		Chicle centro líquido	
Defecto	Puntuación	Defecto	Puntuación	Defecto	Puntuación	Defecto	Puntuación	Defecto	Puntuación
Deformidad	1	Deforme	2	Deforme	1	Deforme	1	Deforme	1
Rotura	3	Rotura	2	Rotura	3	Envoltura rota	2	Exudado	1
Mal envuelto	2	Envoltura abierta	2	Descascaramiento	1	Descascaramiento	2	Envoltura rota	2
Sin palito	0	Envoltura vacía	1	Despuntado	0	Mal recubierto	0	Mala impresión	0
Sin envoltura	0	Envoltura sin centro	0	Mancha	0	Mal logo	0	Mancha	0
Envoltura rota	0	-	-	Logo sin centro	0	Mancha	0	-	-

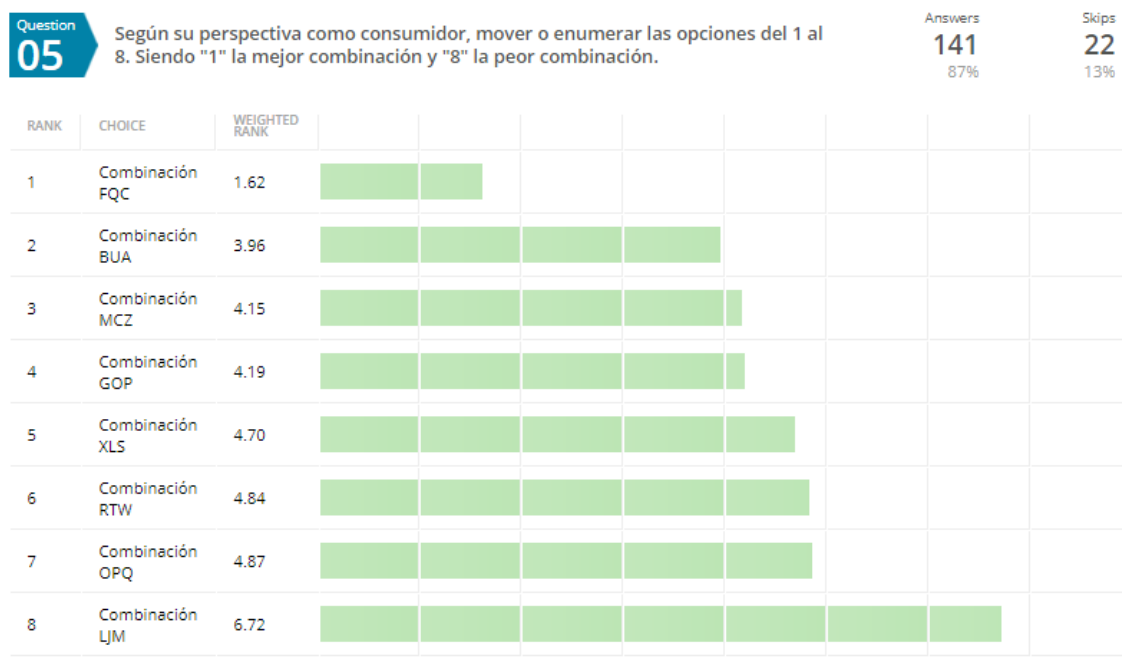
Anexo 12: Tabla de rango de edades por familias de productos.

Familia de productos	Rango de edad	Porcentaje de consumo
Chicle Bola	12- 25	85%
Chupete	12-17	70%
Caramelo mentolado	18-34	69%
Chicle Centro Líquido	13-17	88%
Chicle Pastilla	18-25	86%

Anexo 13: Preguntas de screening.



Anexo 14: Ranking de combinaciones.



Anexo 15: Tabla de factores y niveles de las 5 familias de productos.

Chupete			
Factores	Descascaramiento	Deformidad	Envoltura
Nivel 1	No descascarado	No deforme	Bien sellado
Nivel 2	Descascarado	Deforme	Mal sellado

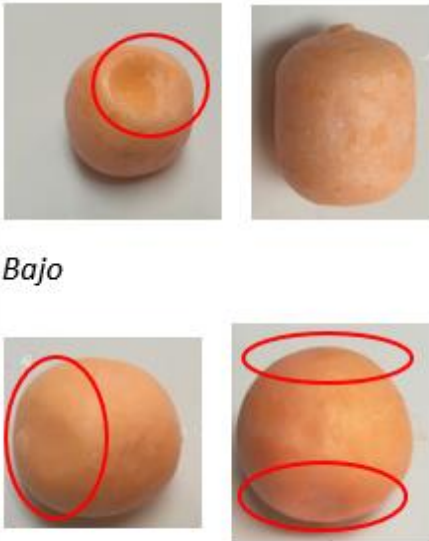
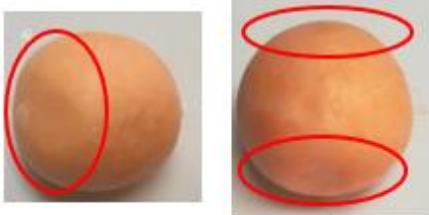
Caramelo mentolado			
Factores	Rotura	Deformidad	Envoltura
Nivel 1	No roto	No deforme	No roto
Nivel 2	Roto	Deforme	Roto

Chicle pastilla			
Factores	Rotura	Deformidad	Descascaramiento
Nivel 1	No roto	No deforme	No descascarado
Nivel 2	Roto	Deforme	Descascarado

Chicle bola			
Factores	Envoltura	Deformidad	Descascaramiento
Nivel 1	Bien sellado	No deforme	No descascarado
Nivel 2	Mal sellado	Deforme	Descascarado
Chicle con centro líquido			
Factores	Envoltura	Deformidad	Exudado
Nivel 1	Bien sellado	No deforme	No exudado
Nivel 2	Mal sellado	Deforme	Exudado



Anexo 16: Manual de no conformidades.



Chicle con centro líquido


Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Deformidad	25	<i>Alto</i>	El chicle tiene forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original
		<i>Bajo</i>	
			
			

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Exudado	35		El centro líquido del chicle se encuentra expuesto en la superficie de la bola



Chupete



Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Deformidad	33	<p><i>Alto</i></p>  <p><i>Bajo</i></p> 	El chupete tiene una forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original.

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Rotura	35	<i>Alto</i>	Separación del chupete después de abrirse.
		28 mm -10 mm 	
		<i>Bajo</i>	
		9 mm - 2 mm 	

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Mal envuelto	32	<i>Alto</i>	Envoltura del chupete mal envuelta, exponiendo parte del producto al ambiente.
			

Chicle bola


Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Descascaramiento	37	<p>15 mm-6mm</p> <p><i>Alto</i></p> 	La bola de chicle se encuentra sin su recubrimiento completo
		<p>1 mm – 5 mm</p> <p><i>Bajo</i></p> 	

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Deforme	27	<p><i>Alto</i></p> 	El chicle tiene una forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original.
		<p><i>Bajo</i></p> 	



Chicle pastilla

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Deformidad	28	<i>Alto</i>	El chicle pastilla tiene una forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original.
		<i>Bajo</i>	

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Descascaramiento	30	<i>Alto</i> 18 mm – 5 mm	El chicle pastilla se encuentra sin recubrimiento completo.
		<i>Bajo</i> 4mm- 1mm	

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Rotura	42	<i>Alto</i> 	Separación de trozos de chicle después de abrir la envoltura.

Caramelo duro

Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Rotura	32	<i>Alto</i> 17 mm- 8 mm  <i>Bajo</i> 1mm – 7 mm 	Separación de trozos de caramelo después de abrir la envoltura.

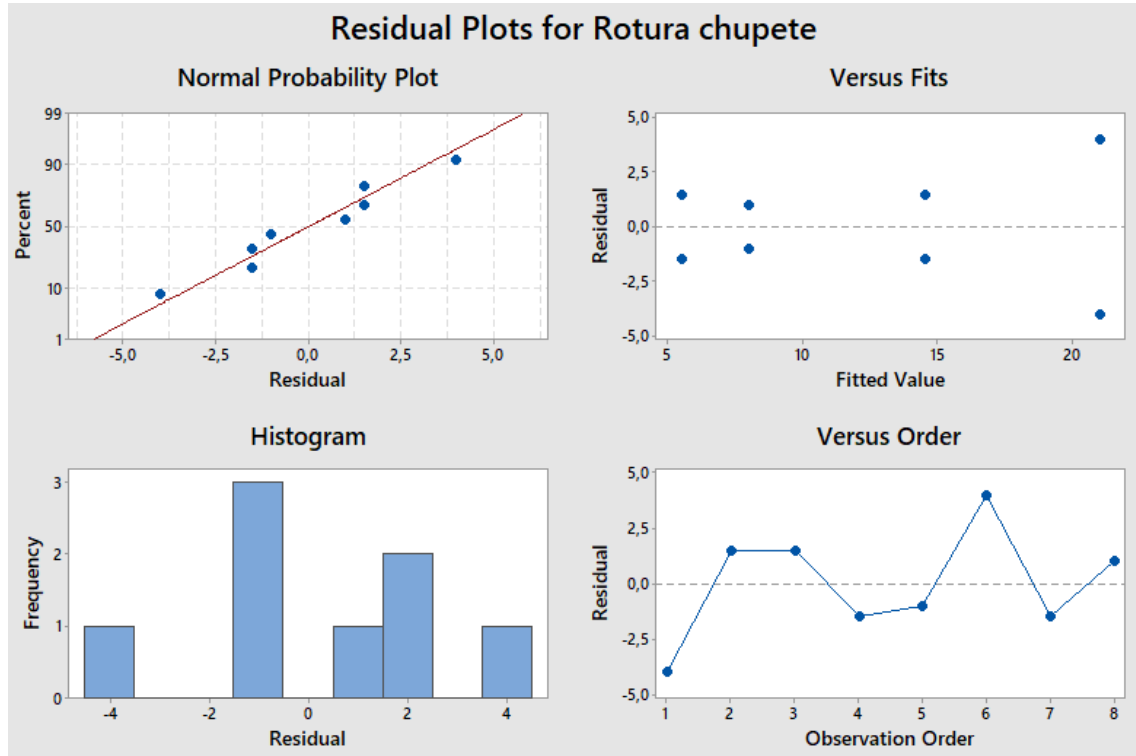
Defecto	Factor de peso	Nivel	Descripción
Deformidad	33	Alto	El caramelo tiene una forma irregular, se encuentra fuera de las proporciones de su tamaño original.
		Bajo	

Anexo 17: Tabla del cálculo del VQI.

Producto	Unidades
Número de muestra	330
Número de muestra con defectos	116

Defecto	Factor de Peso	Total Nivel Bajo	Total Nivel Alto	Datos de Evaluación		%NC =	VQI i=
		69	47	Bajo (L)	Alto (H)	$\frac{1}{3} \times \%NC L + \%NC H$	$WF \times Ln (1 + \%NC)$
Deformidad	25	26	12	37,68%	25,53%	38,09%	8,068803152
Exudado	35	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0
Envoltura	40	43	35	62,32%	74,47%	95,24%	26,76258683

Anexo 18: Validación de supuestos de normalidad, igualdad de varianzas, e independencia para el diseño factorial sobre la rotura.



Anexo 19: Análisis Anova del diseño factorial sobre la rotura.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	290,500	96,833	9,01	0,030
Linear	2	282,500	141,250	13,14	0,017
Numero de vuelta	1	242,000	242,000	22,51	0,009
tiempo en mesa fria	1	40,500	40,500	3,77	0,124
2-Way Interactions	1	8,000	8,000	0,74	0,437
Numero de vuelta*tiempo en mesa fria	1	8,000	8,000	0,74	0,437
Error	4	43,000	10,750		
Total	7	333,500			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3,27872	87,11%	77,44%	48,43%

Anexo 20: Tarjeta Andon mesa circular.



Anexo 21: Control de tiempo en mesa fría.

