



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Nestle Chile S.A. Fábrica Maipú

**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA
DMAIC PARA LA MEJORA DE PROCESOS Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LAS
ETAPAS DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATE”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
EN ALIMENTOS**

CRISTIAN ANTONIO VARAS ACUÑA

Profesor Patrocinante:

Prof. Magíster Eduardo Castro Montero
Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química.
Universidad de Chile

Directores de Memoria:

Prof. Magíster Eduardo Castro Montero
Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química.
Universidad de Chile

Sr. Cristian Monardes Vásquez
Jefe Application Group Chocolates
Planta Maipú Nestlé Chile S.A

SANTIAGO, CHILE
ENERO 2010
CIRCULACIÓN RESTRINGIDA

DEDICATORIA

“A mi madre, padre y familia por su apoyo y comprensión”

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que hicieron posible la realización de este trabajo:

A mis padres, Gladys e Ismael por su incondicional apoyo, paciencia y comprensión.

A mis hermanas Mabel y Andrea, sobrinos Marion y Tomas que llenan la casa de felicidad.

A mi amada Pía, por el amor, paciencia y alegría que día a día llena mi corazón.

Al Sr. Eduardo Castro, profesor patrocinante y director, por sus consejos y apoyo durante mi carrera y el trabajo de memoria.

A la profesora Lilian Abugoch, por su apoyo durante mi etapa de formación profesional.

A Cristian Monardes, Jefe de application group chocolates de la empresa Nestlé Chile S.A, por su constante apoyo, consejos y confianza depositada durante el desarrollo de este proyecto.

A Jaime Ulloa, jefe fábrica de la planta de chocolate de la empresa Nestlé Chile S.A, por el apoyo prestado, consejos y oportunidad de desarrollo durante el proyecto.

A Aníbal Cerna, analista de procesos de fabricación de chocolates, por su apoyo, consejos y confianza depositada durante el desarrollo del proyecto.

A Miguel Sáez, Sponsor del proyecto, por la oportunidad y confianza depositada para la realización del proyecto.

A la empresa Nestlé Chile S.A., Planta Maipú, por la confianza y oportunidad para desarrollar este trabajo de memoria.

RESUMEN

El chocolate es considerado uno de los productos más importantes dentro del negocio de confitería.

Las pérdidas de materias primas durante el 2008 en la fábrica de chocolates alcanzaron los \$ 784 millones de pesos y el 25% se concentró en la etapa de fabricación de chocolates.

Se utilizó la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar) para reducir las pérdidas y mejorar los procesos involucrados en las etapas de fabricación de chocolate, a nivel de ingeniería, producción y calidad.

Siguiendo la metodología DMAIC se creó un equipo multidisciplinario de trabajo. Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada etapa del proceso de fabricación, se priorizaron y se asignaron responsables para su implementación. La capacidad del proceso se midió mediante el uso de herramientas estadísticas, obteniendo un sigma inicial de 1,83, y luego de implementar las mejoras el sigma final fue de 3,87. Se crearon planillas para mantener bajo control las mejoras implementadas.

Con el uso de la metodología DMAIC implementada, las pérdidas disminuyeron en el proceso de 207,6 kg por día promedio, a 137,3 kg por día promedio, esto significará un ahorro de \$ 22 millones de pesos anuales.

SUMMARY

Application of methodology DMAIC process for the improvement and reduction of losses on the stages of Manufacture of Chocolate

The chocolate is considered one of the most important products in the confectionery business.

The raw material losses during 2008 in the Manufacture chocolate business reached \$ 784 million (chilean pesos) and 25% was focused on the stage of manufacture chocolate.

It was used the DMAIC (Define, measure, analyze, implement and control) methodology to reduce losses and improve the processes involved in the stages of chocolate manufacture at the level of engineering, production and quality.

Following the DMAIC methodology was created by a multidisciplinary team work. The potential causes of losses was identified at each stage of the manufacturing process, and assigned responsibility people was prioritized for its implementation. The process capability was measured by using statistical tools, obtaining an initial sigma of 1,83, and then implement the improvements was the final sigma 3,87. Spreadsheet were created to keep control of the improvements implemented.

Using the DMAIC methodology implemented, the losses in the process decreased from 207,6 kg per day average to 137,3 kg per day average, this will mean was saving of \$ 22 million (chilean pesos) per year.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY.....	V
INDICE.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES	2
2.1 HISTORIA DEL CHOCOLATE.....	2
2.2 CHOCOLATE: CACAO SU PROCESO Y DEMÁS INGREDIENTES.....	3
2.2.1 Definición de chocolate.....	3
2.2.2 El cacao y su proceso.....	3
2.2.3 Ingredientes.....	5
2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATE.	6
2.3.1 Recepción y dosificación de materias primas.	6
2.3.2 Mezclado de materias primas.	6
2.3.3 Pre-refinado y refinado.	7
2.3.4 Conchado y almacenamiento.....	7
2.4 SEIS SIGMA (6 Σ)	8
2.5 METODOLOGÍA DMAIC.....	9
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS	11
CAPÍTULO 4: OBJETIVOS.....	11
4.1 OBJETIVO GENERAL	11
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA	12
5.1 FORMACIÓN DEL EQUIPO	12
5.2 DEFINIR.....	12
5.3 MEDIR.....	12
5.4 ANALIZAR	13
5.5 IMPLEMENTAR.....	13
5.6 CONTROLAR	14
CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIONES	15
6.1 DEFINIR EL PROYECTO	15
6.1.1 Planteamiento del problema	15
6.1.2 Directriz del proyecto.....	17
6.1.3 Análisis SIPOC	18
6.1.4 Factores críticos de calidad (CPC)	19
6.2 MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL	20
6.2.1 Plan de recolección de datos.....	20
6.2.2 Gráfico de control inicial.....	21
6.2.3 Gráfica de Pareto condición inicial	22
6.2.4 Capacidad y sigma del proceso (inicial).....	24
6.3 ANALIZAR PARA IDENTIFICAR CAUSAS	26
6.3.1 Identificación de causas potenciales de pérdidas	26
6.3.2 Análisis de 5 por qué	27
6.4 IMPLEMENTAR SOLUCIONES	31
6.4.1 Priorización de mejoras potenciales.....	31
6.4.2 Implementación de mejoras potenciales	33
6.4.2 Gráfico de control final.....	37
6.4.3 Gráfica de Pareto condición final	37
6.4.3 Capacidad y sigma del proceso (final)	38
6.5 CONTROLAR.....	39
6.5.1 Control y entrenamiento.....	39
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.....	41

CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA.....	42
CAPÍTULO 9: SIGLAS.....	44
CAPÍTULO 10: ANEXOS.....	45
ANEXO 1.....	45
ANEXO 2.....	51
ANEXO 3.....	53
ANEXO 4.....	54
ANEXO 5.....	55
ANEXO 6.....	56
ANEXO 7.....	57
ANEXO 8.....	61
ANEXO 9.....	62
ANEXO 10.....	64
ANEXO 11.....	65
ANEXO 12.....	67
ANEXO 13.....	69
ANEXO 14.....	70
ANEXO 15.....	71
ANEXO 16.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Visión general del proceso de fabricación de chocolates.	6
Figura 2.2: Mezclador materias primas. Marca Buhler.	6
Figura 2.3: Pre-refinador de dos cilindros. Marca Buhler.	7
Figura 2.4: Refinador de cinco rodillos.Marca Buhler	7
Figura 2.5: Conchador. Marca Frisse.....	8
Figura 6.1: Pérdidas de materiales durante el año 2008.	15
Figura 6.2: Pérdidas por línea de la planta chocolate durante el año 2008.	16
Figura 6.3: Diagrama de Pareto de pérdidas por receta durante el año 2008.	16
Figura 6.4: Análisis SIPOC línea de fabricación de chocolates.	18
Figura 6.5: Factores críticos de calidad según la necesidad del cliente.	19
Figura 6.6: Mapa de pérdidas de fabricación de chocolates.	20
Figura 6.7: Pérdidas diarias de materia prima registradas durante 6 semanas en fabricación de chocolates.....	21
Figura 6.8: Gráfica de Pareto de pérdidas por área del proceso inicial registrado durante 6 semanas.	22
Figura 6.9: Gráfica de Pareto de pérdidas específica del área de refinado del proceso inicial.....	23
Figura 6.10: Registro pérdidas por filtración de bombas por estanque durante 6 semanas.	24
Figura 6.11: Análisis de capacidad inicial de pérdidas de fabricación de chocolates. ..	25
Figura 6.12: Diagrama de causas, para el efecto de pérdida de refinado para el área de refinadores.....	26
Figura 6.13: Diagrama de causas para el efecto de pérdida de semielaborado para el área de almacenamiento.....	27
Figura 6.14: Matriz de priorización de mejoras para eliminación de causas potenciales de pérdidas en fabricación de chocolates.	33
Figura 6.15: Antes y después del cambio de bombas con sistema de calefacción en el área de almacenamiento.....	34
Figura 6.16: Desgaste de cuchillo v/s horas de trabajo del refinador.	34

Figura 6.17: Antes y después luego de la reparación de cinta de refinado, para disminuir cantidad de polvo depositado en bandejas en el área de refinado..	35
Figura 6.18: Gráfica de Pareto de pérdidas específica del área de refinado del proceso final.....	36
Figura 6.19: Pérdidas diarias de materia prima registradas por 6 semanas y luego de implementar mejoras en fabricación chocolates.....	37
Figura 6.20: Gráfica de Pareto de pérdidas por área del proceso final luego de la implementación de las mejoras, registrado durante 6 semanas.	38
Figura 6.21: Análisis de capacidad final de pérdidas de fabricación de chocolates.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1: Project Charter fabricación de chocolates.	17
Tabla 6.2: Herramienta 5 por qué para el problema de caída de refinado al piso en fabricación de chocolates.....	28
Tabla 6.3: Herramienta 5 por qué para el problema de depositado excesivo de refinado en bandejas de la cinta de refinado.....	29
Tabla 6.4: Herramienta 5 por qué para problema de filtración de bombas constante en área de almacenamiento de semielaborados.....	30
Tabla 6.5: Puntuación asignada para la matriz de priorización de mejoras.....	31
Tabla 6.6: Puntajes obtenidos para priorización de mejoras en fabricación de chocolates.....	32

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Hoy en día en las industrias de confitería el chocolate es uno de sus principales productos. Es por ello necesario optimizar y mejorar ciertas etapas del proceso; logrando de esa forma un producto de calidad apetecible e irresistible hacia el consumidor, con un mayor margen de utilidad por parte del fabricante (Pérez, 2006).

La etapa de fabricación de chocolate, (que incluye la recepción de materias primas, mezclado, pre-refinado, refinado, conchado, almacenamiento en estanques antes del moldeo) es considerada la mas importante desde el punto de vista económico, de calidad y eficiencia (pérdidas). Para favorecer el desarrollo de ambas características, debe existir un elemento común: la homogeneidad de los procesos, o visto de otra forma, la ausencia de variabilidad excesiva (Beckett, 1994).

En busca de la reducción en la variación de los procesos para mejorarlos nace Seis Sigma a mediados de los años 80 en Motorola por el ingeniero Mikel Harry. Esta herramienta tenía una fuerte base estadística y pretendía alcanzar niveles de los procesos y en los productos de la organización próximos a los cero defectos. Constituye una metodología sistemática para reducir errores, concentrándose en la mejora de los procesos, el trabajo en equipo y con una gran implicación por parte de la Dirección (De Benito, 2000).

Las etapas del seis sigma son Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar, o llamado comúnmente DMAIC, con mucho énfasis en el proceso de medición y análisis (Ortiz y Rodríguez, 2006).

Los proyectos seis sigma deben tener una duración limitada en el tiempo y surgen bajo el liderazgo de la dirección, quien identifica las áreas a mejorar, define la construcción de los equipos y garantiza el enfoque hacia el cliente y sus necesidades y a los ahorros económicos (Membrado, 2004).

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES

2.1 HISTORIA DEL CHOCOLATE

Chocolate deriva de la palabra azteca “xocalatl”, cuyo significado es “agua espumosa”, denominación que era utilizada por los Olmecas (1500 – 400 A.C), los Aztecas (1400 A.C), y posteriormente por los Mayas (600 A.C) para identificar una bebida amarga, de fuerte sabor, y de gran valor energético (Hurst *et al.*, 2002).

Para obtener esta bebida, los aztecas fermentaban las vainas de cacao, las secaban al sol, las tostaban y las prensaban entre dos piedras calientes hasta obtener una pasta aceitosa, oscura y amarga. Luego la licuaban con calor, la edulcoraban con miel y la aromatizaban con vainilla, y así la bebían.

Cristóbal Colón descubrió el cacao en América, pero el cacao en grano no fue bien acogido en aquel momento en Europa. En 1519, Hernán Cortés desembarcó en el país de Moctezuma, emperador de los Aztecas y confundidos con dioses, Cortés y sus soldados fueron agasajados con xocolatl (o tchocolatl o chocolatl). En 1528 Cortés vuelve a España con todo un cargamento de cacao junto con las recetas y los utensilios para la preparación de la bebida y se lo entrega a Carlos V (Coe y Coe, 1996).

Luego los europeos sustituyen la miel por azúcar y utilizan la canela, además de la vainilla, como aromatizante. Los ingleses lo introducen en 1657 y en 1697 un ciudadano suizo degustó el chocolate en Bélgica, lo llevó a Suiza en 1711 y así también llegó a Austria. En 1737 arribó a Suecia en donde el botánico sueco Linnaeus asignó un género a la especia vegetal a la que llamó “Theobroma cacao L”(alimento de los dioses) (Hurst *et al.*, 2002).

En 1840 el suizo Rudolf Lindt mezcla la manteca de cacao con pasta de cacao obteniendo un chocolate más dulce.

En 1875 otro suizo, Daniel Peter descubre el método de condensación de la leche que luego Henry Nestlé (vecino de Peter y más tarde colega de trabajo) en 1905 aplica al chocolate. Nació así el chocolate con leche (Dillinger *et al.*, 2000).

2.2 CHOCOLATE: CACAO SU PROCESO Y DEMÁS INGREDIENTES.

2.2.1 Definición de chocolate

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos chocolate es el producto homogéneo obtenido de un proceso de fabricación adecuado de materias de cacao que puede ser combinado con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes, emulsificadores y/o saborizantes. Debe contener como mínimo 20 % de sólidos de cacao del cual, por lo menos 18 % será manteca de cacao. Pueden agregarse hasta un límite de un 40% del peso total del producto terminado otros ingredientes alimenticios (RSA, 2008).

El chocolate como un alimento, ya que es así como se consume, es nutricionalmente completo, ya que contiene aproximadamente 30% de materia grasa, 6% de proteínas, 61% de carbohidratos, y 3% de humedad y de minerales (fósforo, calcio, hierro), además de aportar vitaminas A y del complejo B. La materia grasa del chocolate es la manteca de cacao, la que contiene 35% de ácido oleico, 35% de ácido esteárico, y 25% de ácido palmítico (Vinson *et al*, 1999).

2.2.2 El cacao y su proceso

El cacao es el fruto del árbol del cacao, una frágil planta tropical *Theobroma cacao*, de la familia de las esterculiacéa (Beckett, 1994).

El cultivo del cacao, es relativamente exigente en cuanto a altitud, latitud y humedad. Por lo tanto un 75 % de las plantaciones comerciales se sitúan en una franja de 8° de latitud a ambos lados del ecuador.

El procesamiento del cacao comienza con la elección de las almendras con el fin de garantizar que las especificaciones de calidad de la materia prima cumplan con la exigencia de la industria procesadora, antes de ser aceptada para su procesamiento.

La primera etapa del procesamiento del cacao es la limpieza, la cual consiste en eliminar los cuerpos extraños, como: metales, piedras, trozos de madera, vidrios, entre otros.

El descascarillado es el proceso que elimina la cáscara, la cual constituye la cubierta exterior de la semilla del cacao. Independientemente de los distintos fines que se persigan con los granos del cacao en la industria, todos deben someterse primero a un proceso de descascarillado antes de que se transformen en pasta o licor de cacao.

El tostado es la operación esencial donde primariamente, a partir del contenido de humedad natural, en combinación con el calentamiento se promueve un conjunto de reacciones químicas, en las cuales intervienen los compuestos precursores formados durante la fermentación y el secado, que luego darán origen al sabor y aroma inicial del chocolate. Sin embargo, el buen sabor y aroma depende mucho de la variedad de cacao que proporcionó las almendras y de la forma como se realizó el proceso de fermentación y secado.

Las semillas de cacao experimentan un proceso denominado alcalinización, generalmente con carbonato de potasio, que se destina para aumentar la intensidad del sabor y el color del producto final.

Luego viene el proceso de molienda en el cual las almendras de cacao se muelen para producir el licor de cacao; luego las partículas del cacao son suspendidas en manteca de cacao fundida. La temperatura y la intensidad de la molienda fluctúan, según el tipo de semilla de cacao empleada y de las especificaciones del diseño exigidos para el producto final.

El cacao tostado y limpio se muele mediante rodillos. Para separar el germen se emplean dispositivos especiales, porque éste tiene un sabor amargo que puede afectar su calidad. La masa o licor de cacao pasa luego a prensas; en esta etapa es cuando se separa la grasa de la masa o licor hasta el porcentaje deseado, y el residuo que se forma durante este proceso es lo que constituye la torta de cacao.

La torta se pulveriza con la finalidad de preparar el polvo de cacao, el cual tiene un amplio uso en la industria alimentaria. Usualmente, el polvo de cacao es saborizado con vainilla, canela, cassia y otras especias en polvo o resinas oleosas. Estos saborizantes se agregan en forma de polvo; sin embargo, el tamaño de sus partículas deben ser menor a las partículas que constituyen el polvo de cacao (Minifie, 2000).

2.2.3 Ingredientes

Así como el cacao y sus productos, la leche, azúcar, aromas y emulsificantes tienen una participación muy importante para la creación de los diferentes tipos de chocolate.

2.2.3.1 Azúcar

Para la producción de chocolates se utiliza mayoritariamente azúcar con granulación mediana. Fábricas, que trabajan con el sistema de doble refinado, requieren un tamaño de partículas entre 0,5 y 1,25 mm con un contenido de finos no mayor de 2% (Beckett, 1994).

2.2.3.2 Leche

En la fabricación del chocolate se ha utilizado tradicionalmente leche entera en polvo, leche desnatada en polvo y crema de leche en polvo producidos por diferentes técnicas (Beckett, 1994).

2.2.3.3 Emulsificantes

El principal emulsificante utilizado es la lecitina de soja. Esta puede reemplazar hasta 20 veces su peso de grasa y actúa principalmente sobre la viscosidad plástica. Debido a sus propiedades químicas retrasa la eliminación de agua en la concha. La adición de una pequeña cantidad (<0,1%) de lecitina al inicio del conchado puede evitar que una concha trabajando a su máxima capacidad se detenga (Skillicorn, 2009).

2.2.3.4 Aromatizantes

Los aromas utilizados normalmente son vainilla, la cumbre de los condimentos, café, canela, clavo, pimienta, nuez moscada y cardamomo.

Estas sustancias, también denominadas aromas sintéticos, se aíslan de sustancias naturales por medio de métodos químicos o se producen sintéticamente y tienen que ser declarados. La vainilla sintética no tiene la finura y el aroma redondeado como el de la cápsula aromática de vainilla, pero sirve para condimentar el chocolate (Beckett, 1994).

2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATE.

En la Figura 2.1 se aprecian las etapas para la fabricación de chocolate.

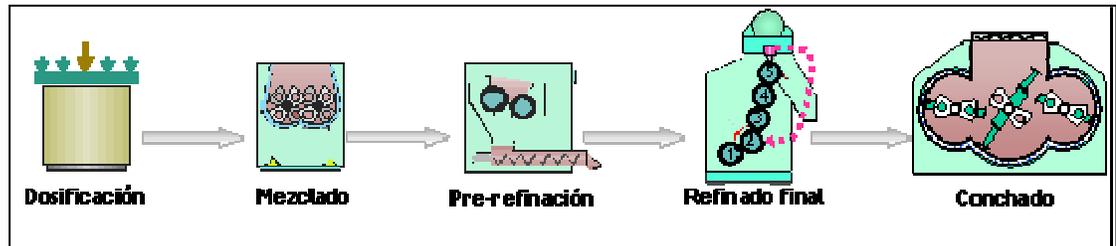


Figura 2.1: Visión general del proceso de fabricación de chocolates (Fuente: Presentación equipo chocolate making technology support 2009).

2.3.1 Recepción y dosificación de materias primas.

Esta etapa consiste en la recepción de materias primas, pesaje y posterior carga en las tolvas que son enviadas por transporte neumático a los silos (azúcar, cacao, leche). Además se diluyen mantecas de cacao y equivalentes, que luego son enviadas a los estanques que serán utilizados para su próxima dosificación.

2.3.2 Mezclado de materias primas.

La elaboración del chocolate empieza con la adición de las materias primas. Las materias primas entran al mezclador para lograr una buena homogenización, el tiempo de estadía es de aproximadamente 5 minutos a una temperatura entre 45 a 50°C dependiendo de el tipo del chocolate a fabricar (Pérez, 2006).



Figura 2.2: Mezclador materias primas. Marca Buhler. Fuente: Fábrica chocolates.

2.3.3 Pre-refinado y refinado.

La mezcla de ingredientes pasa por el pre-refinador que posee 2 rodillos, esta etapa tiene como objetivo principalmente reducir el tamaño de partículas del azúcar dejándola entre 100-180 μm . Además elimina cualquier aglomerado, muele las partículas mayores y suministra una masa consistente con una textura adecuada para el correcto funcionamiento de la refinadora.

La refinadora posee 5 rodillos y el objetivo principal es reducir el tamaño de partícula ($< 30 \mu\text{m}$) para evitar la percepción de cristales por parte del consumidor (Skillicorn, 2009).



Figura 2.3: Pre-refinador de dos cilindros. Marca Buhler.
Fuente: Fábrica chocolates.



Figura 2.4: Refinador de cinco rodillos. Marca Buhler
Fuente: Fábrica chocolates.

2.3.4 Conchado y almacenamiento

El conchado es la etapa en el cual se modifica el sabor, textura y aroma gracias a la eliminación de los compuestos volátiles (incluida la humedad) y provoca cambios químicos menores en la mezcla. Además modifica la masa de un polvo (de la refinadora) a un líquido (chocolate), rompiendo los aglomerados que llegan de la refinadora y recubriendo todas las partículas con grasa (Skillicorn, 2009).

Luego de un determinado tiempo de conchado (esto depende del tipo de chocolate), el chocolate es enviado a estanques de almacenamiento que poseen una agitación constante a una temperatura de 45 a 50°C. Luego son enviados a los estanques pulmones de las diferentes líneas de moldeo.



Figura 2.5: Conchador. Marca Frisse.
Fuente: Presentación Buhler.

2.4 SEIS SIGMA (6σ)

La letra griega sigma (σ) se utiliza en estadística para representar la variación típica de una población. El “nivel sigma” de un proceso mide la distancia entre la media y los límites superior e inferior de la especificación correspondiente. Ha sido habitual considerar como suficiente que un proceso tuviese una desviación de $\pm 3\sigma$, lo cual significa que dicho proceso era capaz de producir sólo 2,7 defectos por cada mil oportunidades. Hoy día dicho nivel de calidad es inaceptable para muchos procesos (supondría aceptar 68 aterrizajes forzosos en un aeropuerto internacional cada mes, o bien 54.000 prescripciones médicas erradas por año). Seis sigma hace referencia a un nivel de calidad capaz de producir con un mínimo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (0,09 aterrizajes forzosos en un aeropuerto internacional cada mes, o una preinscripción médica errada cada 25 años). Esta calidad se aproxima al ideal del cero defectos y puede ser aplicado no sólo a procesos industriales, sino a servicios y, por supuesto, al proceso industrial (Yepes y Pellicer, 2005).

Sin embargo, los principios estadísticos anteriores poco tienen que ver con lo que actualmente se entiende por seis sigma. De hecho, es una filosofía que promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y

organizada, que permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos a la vez que mejoran la satisfacción de sus clientes, todo ellos en un periodo de tiempo muy corto (Membrado, 2004).

Seis sigma se utiliza para eliminar los costos de no calidad (desperdicios, reprocesos, etc.), reducir la variación de un aspecto o característica de un producto, acortar los tiempos de respuesta a las peticiones de los clientes, mejorar la productividad y acortar los tiempos de ciclo de cualquier tipo de proceso, centrándose en aquellas características o atributos que son clave para los clientes y, por tanto, mejorando notablemente su satisfacción. Para ello, la dirección identifica las cuestiones que más incidencia tienen en los resultados económicos y asigna a los mejores profesionales, tras formarlos intensivamente, a trabajar en los mismos (Stephen, 2004).

Un elemento básico en seis sigma es la formación. Para ello se definen diferentes papeles para distintas personas de la organización, con denominaciones peculiares y características. El directivo que va a definir, concretar, monitorear y apoyar los proyectos de mejora se designa Champion. Para desarrollar estos proyectos se escogen y preparan expertos conocidos con los nombres de Master Black Belt, Black Belt y Green Belt, quienes se convierten en los agentes de cambio, en conjunto con los equipos de trabajo seleccionados para los mismos (Yepes y Pellicer, 2005).

2.5 METODOLOGÍA DMAIC

El proceso comienza con un cambio radical de actitud. La dirección debe ser consciente de que la mejora continua ya no es suficiente para alcanzar los objetivos estratégicos, financieros y operativos. La mejora radical es necesaria para reducir con rapidez los desperdicios crónicos.

Los proyectos son seleccionados en función de los beneficios. La empresa Seis Sigma aporta una metodología de mejora basada en un esquema denominado DMAIC: Definir los problemas y situaciones a mejorar, Medir para obtener la información y los datos, Analizar la información recolectada, Implementar y emprender mejoras en los procesos y, finalmente, Controlar o rediseñar los procesos o productos existentes.

Los elementos clave que soportan el DMAIC son los siguientes: conocimiento de los requerimientos del cliente, dirección basada en datos y hechos, mejora de procesos e implicación de la Dirección (Torres y Tomati, 2006).

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS

El uso de la metodología DMAIC es una alternativa de proyecto de mejora, de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolates.

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar la metodología DMAIC para proyectos de mejora en las etapas de fabricación de chocolates.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estos son definidos según cada etapa del DMAIC:

- Definir el propósito del proyecto, su alcance y obtener antecedentes del proceso y del cliente.
- Recolectar datos que indiquen de manera precisa la localización u ocurrencia del o los problemas.
- Identificar las causas potenciales del o los problemas identificados en el área de fabricación de chocolates.
- Desarrollar, probar e implementar soluciones que ataquen las causas potenciales.
- Mantener los logros mediante la normalización de métodos, procesos y comunicar recomendaciones.

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA

5.1 FORMACIÓN DEL EQUIPO

El líder seleccionó su grupo para el desarrollo del proyecto. Formado por un equipo multidisciplinario de la fábrica de chocolates.

5.2 DEFINIR

Se definió el propósito del proyecto, su alcance, antecedentes económicos y del proceso (Torres y Tomati, 2006).

En esta etapa se utilizó el Diagrama de Pareto, se detectaron los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos (Ortiz y Rodríguez, 2006).

Se realizó un análisis SIPOC (Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas), Customers (Clientes)), este ayudó a entender los elementos clave del proceso de fabricación de chocolates y a definir los límites y alcance del mismo (Stephen, 2004).

Se definieron las necesidades del cliente (Voz del cliente), sus conductores y los factores críticos de calidad (CPC) según Omayra *et al* (2007).

5.3 MEDIR

En esta etapa se enfocó el esfuerzo de mejora mediante la recolección de información de la situación actual del proceso de fabricación de chocolates y se elaboró un mapa de proceso para mostrar detalles del mismo, incluyendo controles y parámetros (Flores *et al.*, 2003).

Se recolectaron datos que indican la localización u ocurrencia de los problemas y se graficaron los datos de defectos a través del tiempo para determinar tendencias e identificar causas especiales (Flores *et al.*, 2003).

Se realizaron gráficas de Pareto con la información recolectada, se realizó un análisis de capacidad y se calculó el sigma del proceso para utilizar una métrica

común basada en el rendimiento del proceso (Yepes y Pellicer, 2005), para ello se utilizó el programa estadístico computacional Minitab 15.

5.4 ANALIZAR

Se determinaron las potenciales causas raíz de los problemas detectados y se confirmaron con los datos recolectados en la etapa anterior (Scatolin, 2005).

Se realizaron lluvias de ideas con los participantes del proyecto. El propósito básico según Pande *et al* (2000) es obtener una lista de opciones para una tarea o solución y se pueden complementar con diagramas de espina de pescado, para determinar posibles causas de un problema (efecto) y colocar las posibles causas en grupos y afinidades. Las causas principales fueron agrupadas en 5 M, estas son; métodos, materiales, máquina, mano de obra y medio ambiente. En cada causa principal se anotaron las causas específicas recolectadas en la lluvia de ideas utilizando el programa estadístico Minitab 15.

Se utilizó la herramienta 5 por qué, el cual consiste en preguntar por qué sucede un problema enfocado hasta encontrar las causas potenciales. Esta herramienta según Pande *et al* (2000) motiva a un razonamiento profundo e identifica causas potenciales a nivel de sistemas de los problemas.

5.5 IMPLEMENTAR

Se creó una matriz de prioridad, esta es una herramienta que ayuda a evaluar objetivamente alternativas de solución. Según Scholtes (1987), la clave está en alcanzar en primer lugar el consenso sobre la importancia relativa de los diferentes criterios y luego asignar calificaciones a las alternativas en relación con tales criterios.

Se realizó un análisis del antes y después por medio de una grafica de control en el tiempo, que permitió revisar cuanto disminuyó el problema inicial detectado, para esto se volverán a registrar las mediciones de la etapa medir (Membrado, 2004). Esto incluye gráficas de Pareto, análisis de capacidad y cálculo del sigma del final del proceso luego de implementadas las mejoras.

Se creo una planilla de responsabilidad; según Pande *et al* (2000), esta ayuda a seguir los planes para la implementación de las mejoras.

5.6 CONTROLAR

Rath & Strong (2001) recomiendan documentar el nuevo método implementado, para esto se crearon planillas de control, informativos del proyecto y se realizó un entrenamiento con los involucrados del sector con las mejoras implementadas. Se monitoreó el uso del sistema implementado y se chequearon los resultados obtenidos. Se comunicaron los resultados a la dirección, con los conocimientos adquiridos y recomendaciones (Flores *et al*, 2003). Se realizó una presentación en la fábrica de chocolates.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 DEFINIR EL PROYECTO

6.1.1 Planteamiento del problema

Durante el año 2008 la fábrica de confites presentó pérdidas de \$1835 millones de pesos, \$ 784 millones se concentraron en la planta de chocolates representando el 43% de la fábrica (ver figura 6.1).

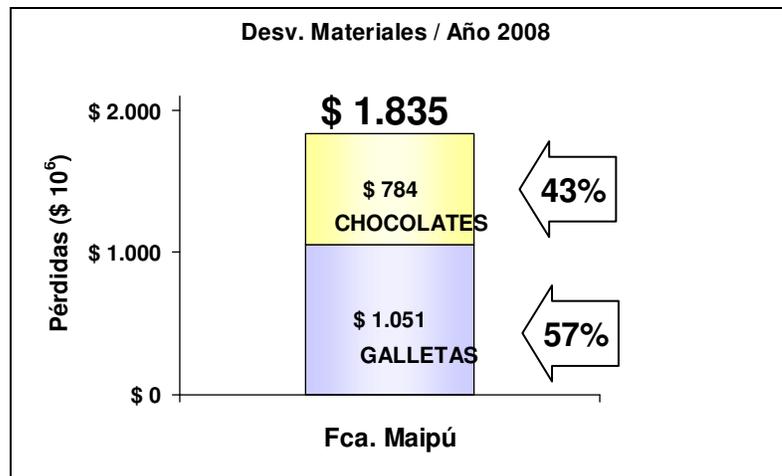


Figura 6.1: Pérdidas de materiales durante el año 2008.
Fuente: Fábrica confites en estudio.

Estas pérdidas se reparten entre las líneas de moldeo Aasted, Cavemil #1 y fabricación de chocolates principalmente, esta ultima representa el 25% del total de la Planta con \$ 196 millones el año 2008 (ver imagen 6.2).

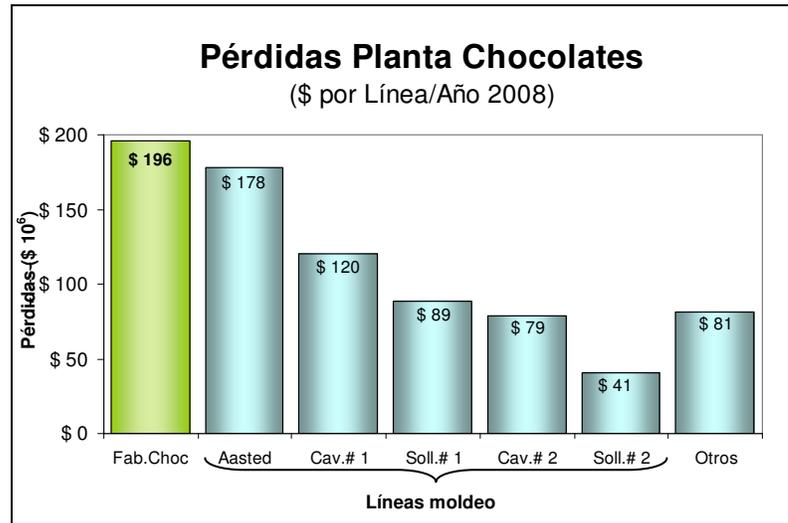


Figura 6.2: Pérdidas por línea de la planta chocolate durante el año 2008.
Fuente: Fábrica confites en estudio.

Durante el 2008 la Planta de chocolates fabricó aproximadamente 10.000 toneladas de chocolate, y trabajó con un total de 26 recetas, 7 de ellas representan al 80% de las pérdidas (ver figura 6.3), por ello todos los antecedentes se recolectaron en base a estas recetas, las cuales nacen de la línea de fabricación, de ahí la gran importancia que tiene el área y la oportunidad de mejora que presenta para la fábrica.

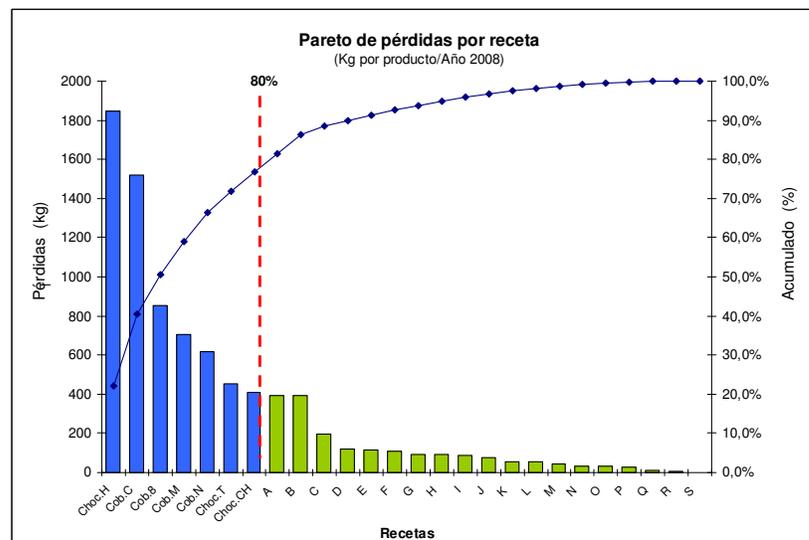


Figura 6.3: Diagrama de Pareto de pérdidas por receta durante el año 2008.
Fuente: Fábrica confites en estudio.

6.1.2 Directriz del proyecto.

Una vez determinadas las oportunidades, principalmente reducción de pérdidas, y el área de trabajo en el cual se desarrollará el proyecto, se realizó un project charter (Ver tabla 6.1), esta indica el nombre del proyecto, los alcances, metas estimadas a cumplir, nombres del equipo de trabajo, clientes (gerentes del negocio), recursos disponibles y plazos de cada etapa. Según Pande *et al.* (2000), esta es una herramienta importante de comunicación y referencia para el proyecto.

Tabla 6.1: Project Charter fabricación de chocolates.
Fuente: Elaboración propia.

Project Title		Pérdidas de Materiales en Fabricación de Chocolates		
Project Lider		CM (Jefe DNP Chocolates)		
Problem Statement		Team Members:		
<p>Durante el 2008, en Fabricación Chocolates las pérdidas fueron del 25 % del total de la Planta.</p> <p>Pérdidas relativas al Proceso Desv. Materiales / Año 2008</p> <p>\$ mio</p> <p>\$ 2.000</p> <p>\$ 1.000</p> <p>\$ 0</p> <p>\$ 784 CHOCOLATES 43%</p> <p>\$ 1.051 GALLETAS 57%</p> <p>Fca. Maipú</p>		Department	Name	
		Fab. Chocolates	AC	
		Alumno Memorista	CV	
		Instrumentista	OV	
		Coordinador	LV	
		Encargado Bodega	CR	
Business Case (Importance)		Goal Statement (meduras)		
Las pérdidas de materiales durante el 2008 en la Fca. Maipú representaron \$1.836 millones según variaciones de materiales, de los cuales \$784 Millones corresponden a la planta de chocolates.		Reducir nivel de pérdidas en la línea en un 25 % (Objetivo largo plazo 0 pérdidas).		
Project Scope (Constraints)		Deliverables		
Área de fabricación de masas de chocolates, desde la recepción de materias primas hasta el almacenaje de las masas.		Entrenamiento, mejoras técnicas del proceso		
Resources:		Stakeholders		
<ul style="list-style-type: none"> - Equipo interdisciplinario - Consultor - Requerimientos de entrenamiento - Requerimientos de M&R 		Department	Name	Position
		Gerencia Fca	PR	Gerente Fabrica
		Div. Negocio Confites	HH	BEM Confites
		Fab. chocolates	JU	Jefe Planta
Preliminary Plan:				
Phase	Milestones	Target Start Date	Target completion Date	
Define		Abril	Mayo	
Measure		Mayo	Junio	
Analyzer		Junio	Julio	
Improve		Julio	Septiembre	
Control		Septiembre	Diciembre	
Project Lider: CM		Project Sponsor: MS		

6.1.3 Análisis SIPOC

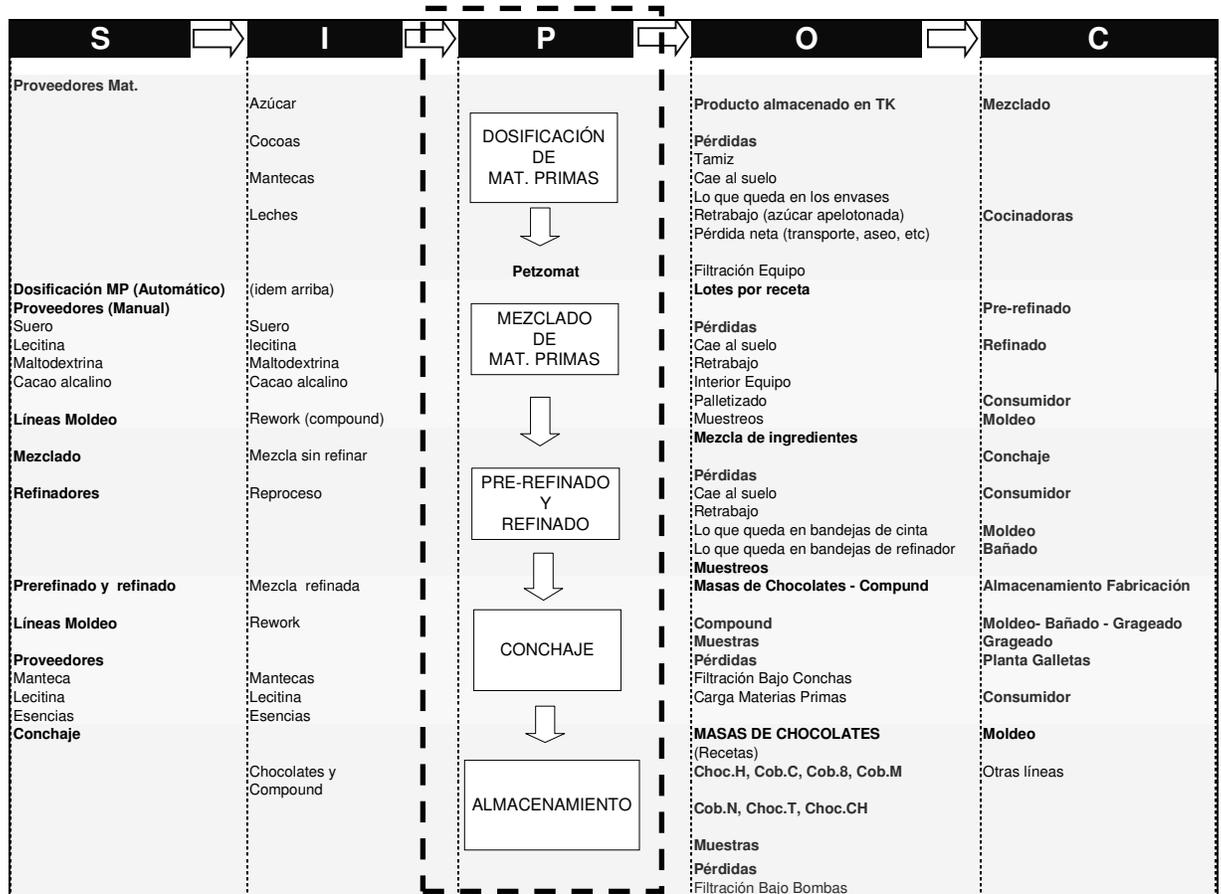


Figura 6.4: Análisis SIPOC línea de fabricación de chocolates.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6.4 se aprecia un análisis SIPOC para la línea de fabricación, donde describe los componentes principales del proceso, proveedores para cada etapa, entradas, que corresponden a materias primas que inician desde su estado bruto y sufren transformaciones en cada etapa del proceso, salidas y consumidor final. Al observar las etapas del proceso (P) y sus salidas se aprecia un problema común, cada una de ellas presenta pérdidas físicas de ingredientes y producto.

Con estos antecedentes se define las etapas que se medirán, dosificación de materias primas, mezclado de materias primas, pre-refinado y refinado, conchaje y almacenamiento (Ver anexo 1).

6.1.4 Factores críticos de calidad (CPC)

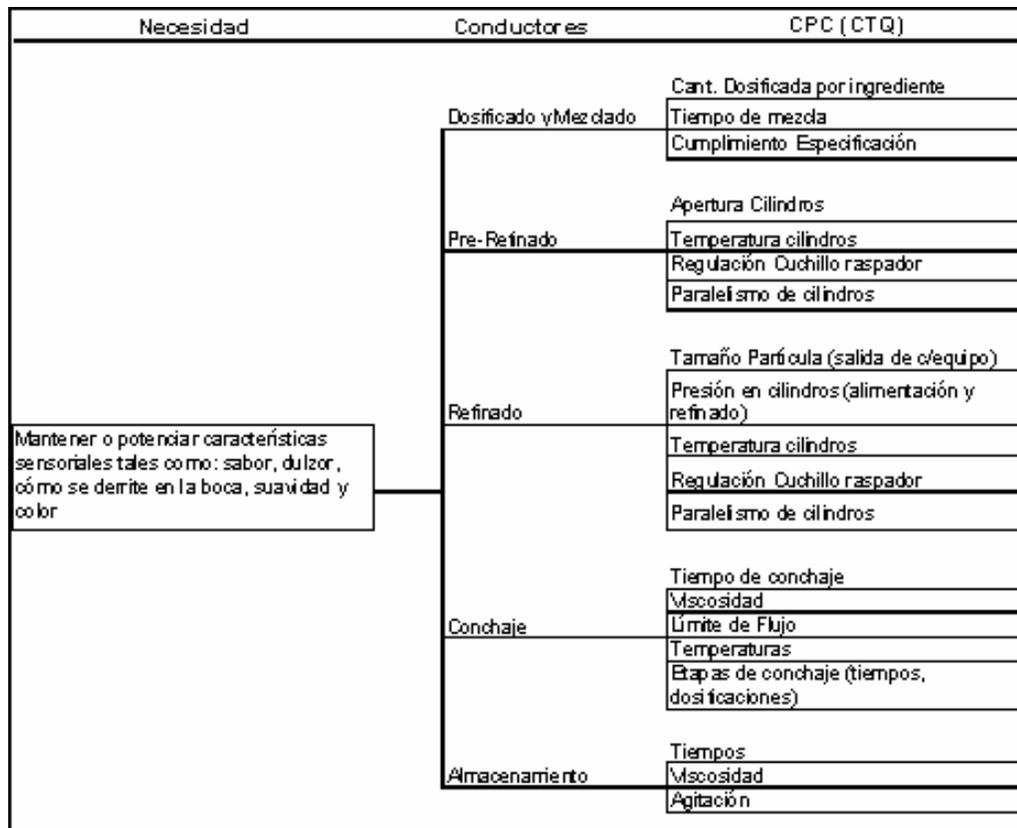


Figura 6.5: Factores críticos de calidad según la necesidad del cliente.
Fuente: Elaboración propia.

Generalmente la satisfacción del cliente es considerada como uno de los pilares fundamentales para evaluar el proceso (Omayra *et al.*, 2007). Por eso es necesario investigar hasta obtener realmente lo que el cliente necesita.

En la figura 6.5 se observa un diagrama de árbol, donde la necesidad del cliente fue definida según los requerimientos de mercado y estándares propios de la fábrica de confites, los conductores corresponden a las etapas del proceso y en la última columna se aprecian los factores críticos de calidad los cuales aseguran los requerimientos del cliente. Cualquier mejora en el proceso tendiente a reducir las pérdidas, no deber tener como consecuencia el cambio de tales elementos claves para la calidad del producto que el consumidor valora.

6.2 MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL

6.2.1 Plan de recolección de datos

Para realizar la recolección de datos se realizó un mapa del proceso y se identificaron los puntos de pérdidas de producto y materias primas físicas a lo largo de cada etapa (Figura 6.6).

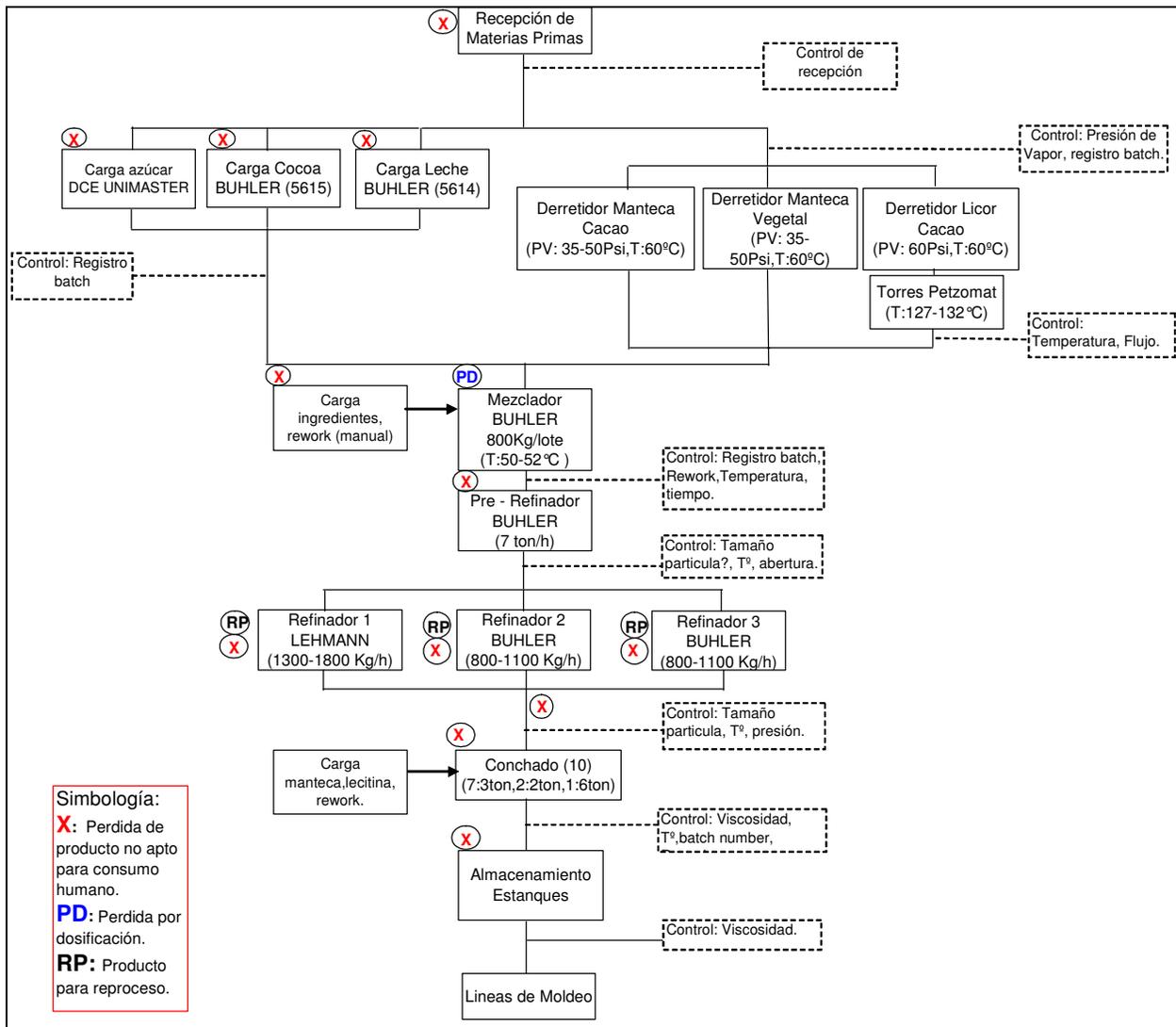


Figura 6.6: Mapa de pérdidas de fabricación de chocolates.
Fuente: Elaboración propia.

En la etapa anterior se decidió medir las pérdidas físicas, esto incluye la materia prima y semielaborado. Para esto el proceso de fabricación de chocolate se dividió en 5 sub-etapas; recepción de materias primas, mezclado y pre-refinado, refinado, conchaje y almacenamiento. Luego se crearon folletos para la recolección de datos, específica por área, y se llevó a cabo el registro por un lapso de 6 semanas (continuas), para cuantificar el estado inicial del problema (Ver anexo 2).

6.2.2 Gráfico de control inicial

Los registros de pérdidas de materias primas fueron recolectados a diario al finalizar cada turno y estos fueron registrados en una planilla, para facilitar el análisis de los mismos (Anexo 3).

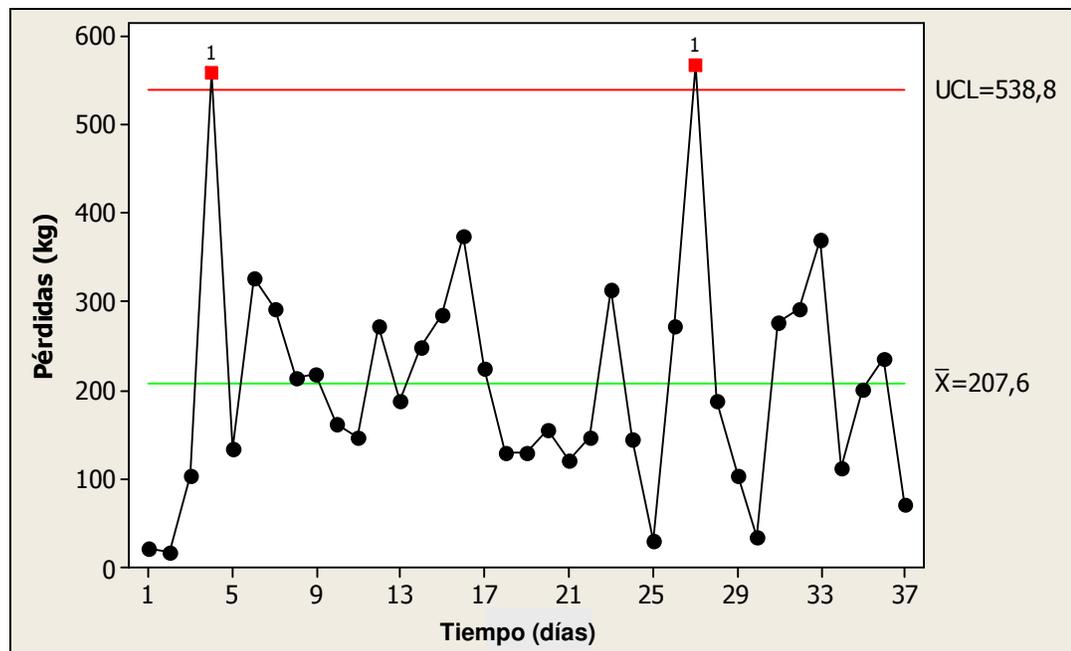


Figura 6.7: Pérdidas diarias de materia prima registradas durante 6 semanas en fabricación de chocolates (Fuente: elaboración propia).

En la figura 6.7 se muestra la gráfica de pérdidas de materias primas totales en el tiempo, fueron considerados para el análisis los días que no hubo producción.

El promedio diario de pérdidas fue de 207,6 kg de materia prima. Se aprecian dos valores (con número 1) sobre las 3 desviaciones estándar de la línea central, clasificándose como un evento especial según Scatolin (2005). Estos eventos ocurrieron en el día 4 y 27 respectivamente y coinciden con eventos de calidad ocurridos en el área de fabricación de chocolates. En base a estos eventos es necesario realizar acciones correctivas.

6.2.3 Gráfica de Pareto condición inicial

En la figura 6.8 se aprecia una gráfica de Pareto de pérdidas por área de materias primas. Las áreas de refinado y almacenamiento suman sobre el 70% de las pérdidas de materias primas del proceso. Por ello, sobre estas áreas se trabajó y se enfocaron las mejoras (Ortiz y Rodríguez, 2006).

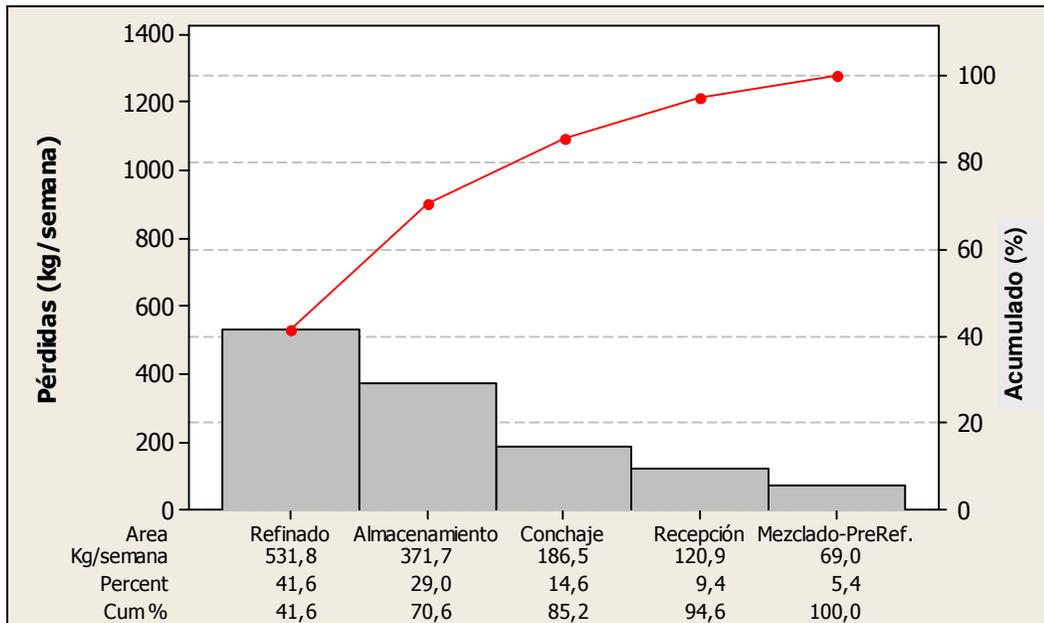


Figura 6.8: Gráfica de Pareto de pérdidas por área del proceso inicial registrado durante 6 semanas.

El área de refinado presentó un 41,6 % de total de pérdidas, en la figura 6.9 se muestra una grafica de Pareto específica de esta área. La cinta 2, el barrido del suelo y lo depositado en el refinador 2 representan el 80% de las pérdidas semanales.

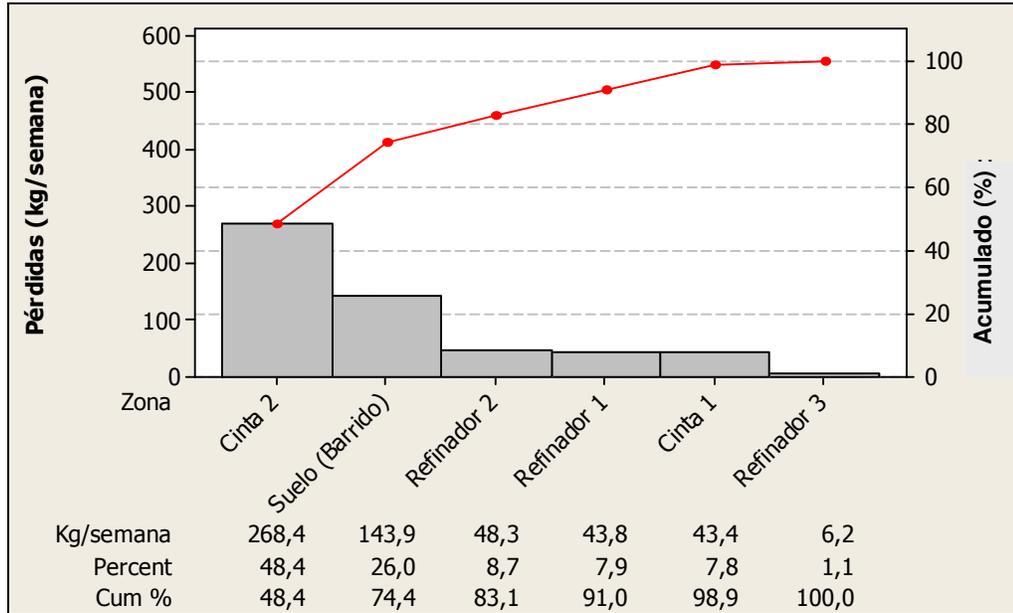


Figura 6.9: Gráfica de Pareto de pérdidas específica del área de refinado del proceso inicial.

El área de almacenamiento representa el 29% de las pérdidas de fabricación de chocolates. En esta área existen 13 estanques de almacenamiento, cada uno de ellos cuenta con una bomba de desplazamiento positivo utilizada para el envío de producto semielaborado a las líneas de moldeo. El uso de estas bombas depende de los requerimientos de las líneas.

Los registros de pérdidas de esta área son específicamente de 4 bombas, estos productos coinciden con los comentados en la figura 6.3.

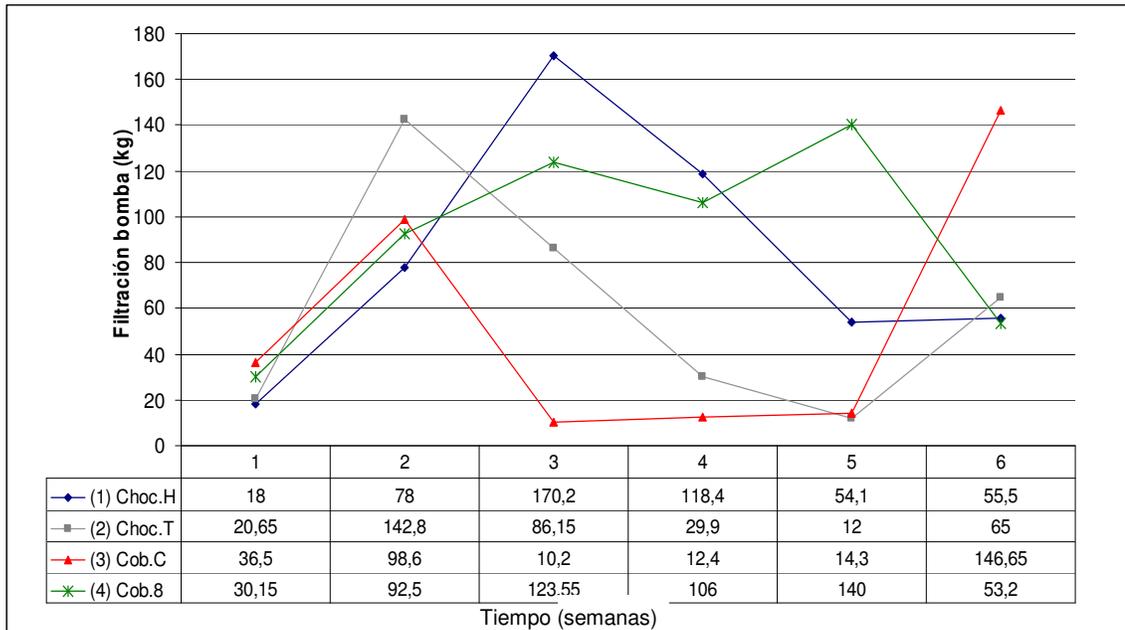


Figura 6.10: Registro pérdidas por filtración de bombas por estanque durante 6 semanas.

En la figura 6.10 se aprecia el registro de pérdidas (filtración) de cada una de estas bombas (Ver anexo 4). Los puntos que presentan valores menores a 20 kg semanales de filtración se explican por el bajo envío de semielaborado hacia las líneas de moldeo por parte de las bombas y no por alguna mejora realizada durante el tiempo de recolección de datos.

6.2.4 Capacidad y sigma del proceso (inicial)

Antes de realizar el análisis de capacidad del proceso inicial, se comprobó la normalidad de los datos utilizando el programa estadístico Minitab 15 (Anexo 5).

Se define como límite superior aceptado de 250 kg, planteado como primer objetivo a superar en el corto plazo por parte del equipo de mejora.

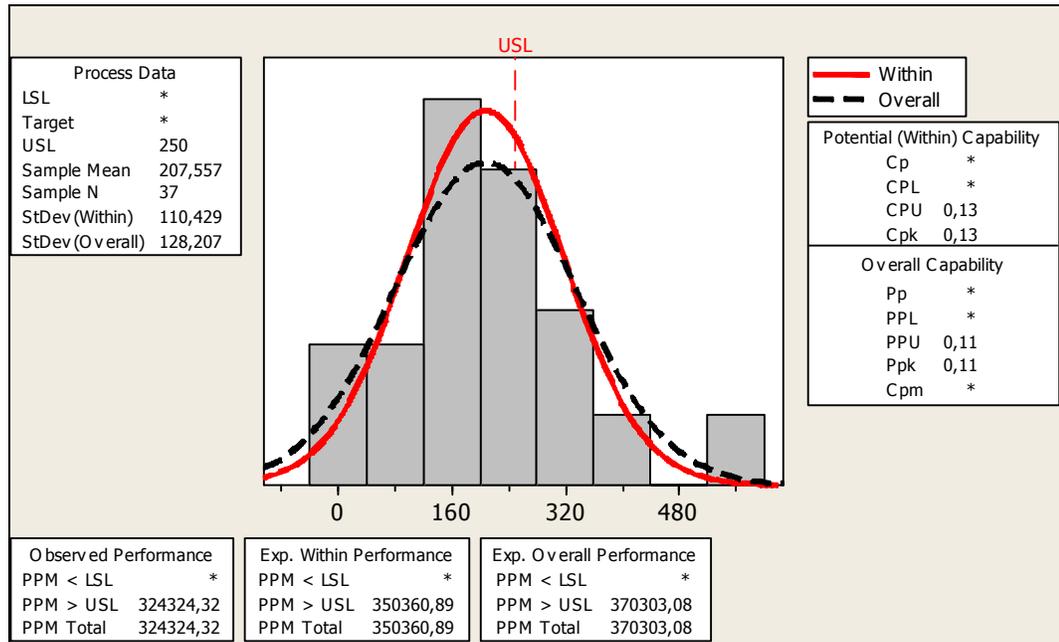


Figura 6.11: Análisis de capacidad inicial de pérdidas de fabricación de chocolates.

En la figura 6.11 se aprecian dos curvas, la curva de color rojo (within) representa una predicción de capacidad de corto plazo, la curva de color negro con línea punteada representa una predicción de largo plazo. Se obtuvo una media de 207,6 kg y una desviación estándar a largo plazo de 128,2 kg.

Las tablas inferiores de la gráfica indican que el 37% de las pérdidas registradas en el largo plazo serán sobre 250 kg y un 35% en el corto plazo en el área de fabricación de chocolates.

De los resultados de capacidad se obtiene un Cpk de 0,13, según Omayra *et al* (2007) este valor al ser < 1, indica que el proceso inicial no es capaz, es decir existe mucha variabilidad en los datos del proceso.

Los defectos por millón de oportunidades totales, a largo plazo, fueron de 370.303 con este valor se ingresa en la tabla del anexo 6 según Rath y Strong (2001), obteniéndose un sigma de proceso inicial de 1,83. Este valor es bastante bajo y representa un rendimiento de proceso de 62,9%.

6.3 ANALIZAR PARA IDENTIFICAR CAUSAS

6.3.1 Identificación de causas potenciales de pérdidas

Luego de las mediciones iniciales se realizó una identificación de causas potenciales de cada área de pérdidas, para esto el grupo de trabajo realizó una lluvia de ideas (Anexo 7) y en base a estas se elaboraron diagramas causa-efecto. Según Pande *et al* (2000) esta herramienta ayuda a desarrollar hipótesis adecuadas en donde enfocar las medidas y permite hacer un análisis más profundo sobre la causa raíz del problema (figura 6.12, 6.13).

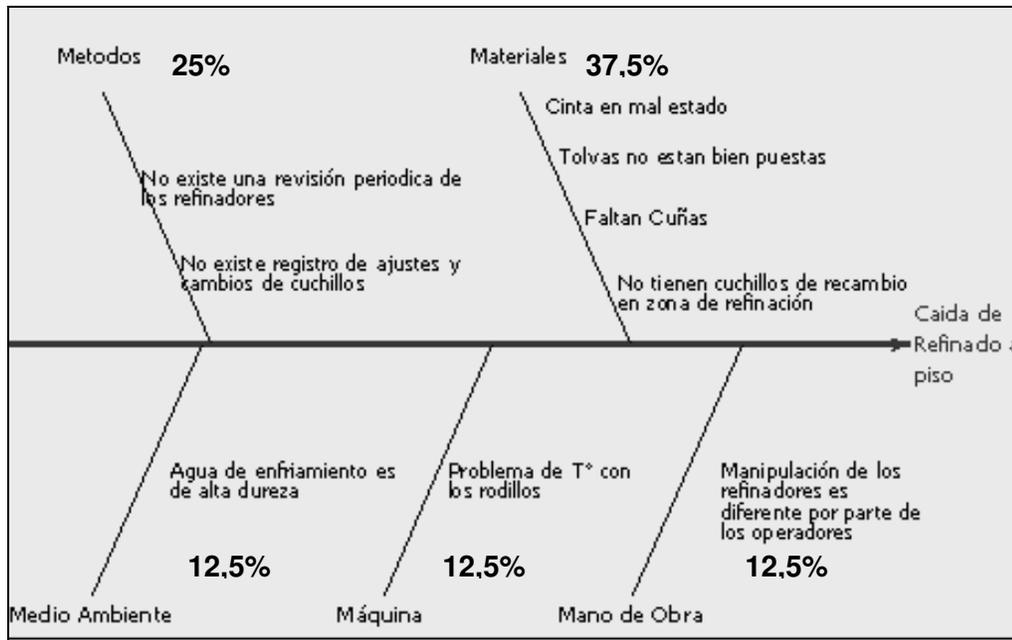


Figura 6.12: Diagrama de causas, para el efecto de pérdida de refinado para el área de refinadores (Fuente: elaboración equipo mejora).

En el diagrama causa-efecto para el área de refinadores se observa que las mayores causas de pérdidas para el área de refinado se agrupan en métodos y materiales con 25% y 37,5% respectivamente.

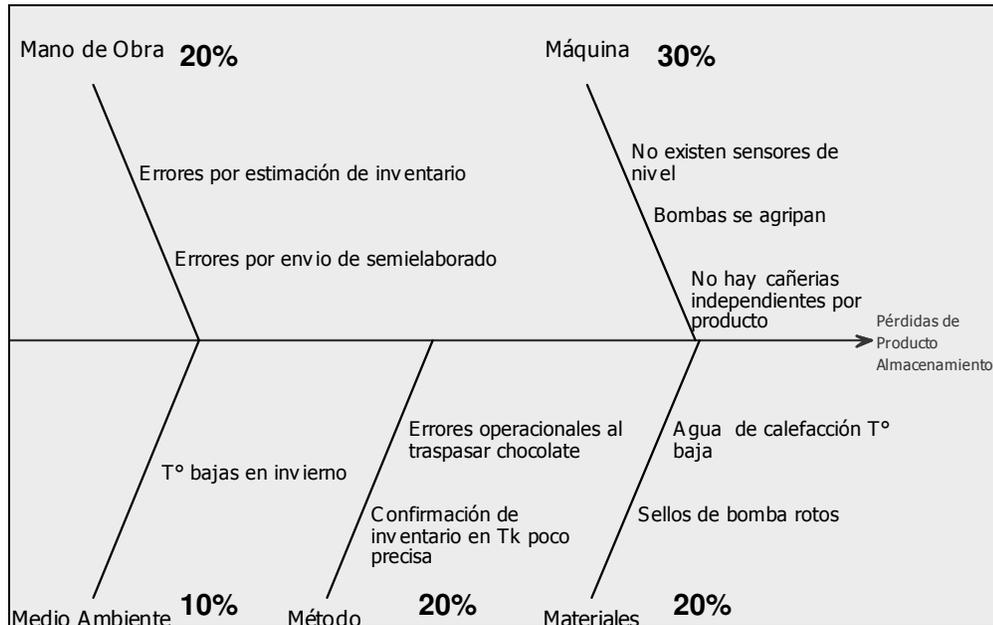


Figura 6.13: Diagrama de causas para el efecto de pérdida de semielaborado para el área de almacenamiento (Fuente: elaboración equipo mejora).

Para el área de almacenamiento se observa que las mayores pérdidas se atribuyen con un 30% a máquina, principalmente a la solidificación de chocolate en lóbulos de la bomba (agripamiento), al diseño de cañerías y falta de sensores de nivel en los estanques.

6.3.2 Análisis de 5 por qué

Luego de identificar posibles causas potenciales de las principales pérdidas del área de fabricación de chocolates se realizó un análisis con la herramienta 5 por qué, con el fin de descubrir por qué suceden las causas identificadas.

Para las tablas 6.2, 6.3 y 6.4 se identificaron las causas potenciales con color amarillo y en rojo con una X las causas que eran falsas.

En la tabla 6.2 se identifican como causas potenciales la falta de rectificación de los cilindros, no existencia de placas laterales que permita la recuperación del refinado, ser un punto de difícil acceso para realizar una mantención adecuada a las regaderas de enfriamiento de los cilindros de refinado y al cambio tardío del cuchillo raspador del refinador.

Tabla 6.2: Herramienta 5 por qué para el problema de caída de refinado al piso en fabricación de chocolates. (Fuente: elaboración propia).

Sector		Fabricación de chocolates									
Refinado											
Problema:		Al realizar el refinado cae constantemente producto al piso.									
		1° Por Qué		2° Por Qué		3° Por Qué		4° Por Qué		5° Por Qué	
A	Porque la tolva no está en su posición	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque con la vibración se fue soltando.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque los cilindros no se han rectificad.	<input checked="" type="checkbox"/>			
B	Porque la T° de los rodillos del refinador no es suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque el agua de las regaderas no logra enfriar a los rodillos.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque se tapan las regaderas.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque es un punto de difícil acceso de limpieza y mantención.	<input checked="" type="checkbox"/>
C									Porque el agua de Maipú posee muchas durezas	<input checked="" type="checkbox"/>	Porque el agua no se trata
D						Porque la temperatura de enfriamiento no es suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>				
E						Porque están muy viejas	<input checked="" type="checkbox"/>				
F	Porque faltan placas laterales.	<input checked="" type="checkbox"/>									
G	Porque los cuchillos no se cambian cuando corresponde.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque no se sabe cada cuanto tiempo se deben cambiar.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque no hay un registro de su duración.	<input checked="" type="checkbox"/>			

En la tabla 6.3 se identifican como causas potenciales del problema de caída excesiva de refinado, a la caída de refinado desde la tolva a la cinta de alimentación, diseño de la cinta, falta de alineamiento en su recorrido, que provoca trabamientos constantes, falta de mantención y revisión del estado de la cinta.

Tabla 6.3: Herramienta 5 por qué para el problema de depositado excesivo de refinado en bandejas de la cinta de refinado. (Fuente: elaboración propia).

Sector		Fabricación de chocolates									
Refinado											
Problema:		Gran cantidad de refinado se deposita en bandejas de la cinta.									
		1° Por Qué		2° Por Qué		3° Por Qué		4° Por Qué		5° Por Qué	
A	Porque la caída desde la tolva no está en el centro.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque la caída de la tolva es muy corta.	<input checked="" type="checkbox"/>						
B	Porque no tiene cuchilla raspadora.			Porque la cinta posee muchos "remaches".			Porque se ha cortado constantemente.		Porque la cinta se fatiga en muchos puntos.	<input checked="" type="checkbox"/>	
C									Porque la cinta no está alineada.	<input checked="" type="checkbox"/>	
D								Porque superó el tiempo de vida útil.	<input checked="" type="checkbox"/>		Porque no existe un plan de mantenimiento
E								Porque la cinta es muy ancha.	<input checked="" type="checkbox"/>		
F											

En la tabla 6.4 se identifican como causas potenciales al problema de filtración de bombas, a los by-pass utilizados para el envío de chocolate a líneas de moldeo, frecuencia de cambio de sellos, falta de sistema de calefacción a la bomba y deficiente selección de estas.

Si bien estas causas potenciales podrían asegurar una real mejora en la disminución de pérdidas, es necesario priorizarlas, ya que cada una tiene un esfuerzo y un impacto involucrado (Scatolin, 2005).

Tabla 6.4: Herramienta 5 por qué para problema de filtración de bombas constante en área de almacenamiento de semielaborados. (Fuente: elaboración propia).

Sector		Fabricación de chocolates									
Almacenamiento											
Problema:		Bombas de almacenamiento filtran constantemente.									
		1° Por Qué		2° Por Qué		3° Por Qué		4° Por Qué		5° Por Qué	
A	Porque los sellos están rotos.	v		Porque la bomba recibe mucha presión	v		Porque el envío de chocolate utiliza muchos by pass que no fueron considerados	v			
B							Porque las cañerías han formado una película de chocolate cristalizado.	x			
C				Porque no se cambian a tiempo	v		Porque no se sabe su duración.	v		Porque no existe un plan de mantención.	v
D	Porque el chocolate dentro de la bomba se solidifica (agripan).	v		Porque el chocolate se carameliza en los lóbulos.	v		Porque la bomba se enfría.	v		Porque la bomba no posee sistema de calefacción.	v
E	Porque las bombas no fueron seleccionadas según los requerimientos.	v									

6.4 IMPLEMENTAR SOLUCIONES

6.4.1 Priorización de mejoras potenciales

Luego de identificar las causas potenciales de pérdidas se creó una matriz de priorización de mejoras a realizar y estas se clasificaron según el impacto y esfuerzo que estas tendrían al ser implementadas (Anexo 8). Para medir el impacto de las mejoras se asignaron 4 criterios fundamentales para la fábrica, estos son: la reducción de pérdidas, mejora del proceso, calidad del producto y seguridad para los trabajadores (Tabla 6.5). Para medir el nivel de esfuerzo para implementar las mejoras se asignó valor a la inversión involucrada necesaria, modificación de la metodología de trabajo por parte de los operadores, detención de la línea por más de 1 día de trabajo y costo de mantención de la mejora.

Tabla 6.5: Puntuación asignada para la matriz de priorización de mejoras
(Fuente: elaboración propia)

Impacto		Esfuerzo	
¿Reduce generación de pérdidas?		¿Involucra Inversión?	
Baja: 1	Alta: 2	Baja: 1	Alta: 2
¿Mejora el proceso actual?		¿Modifica Metodología de Trabajo?	
No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1
¿Aporta a la calidad del producto?		¿Requiere más de 1 día detener para implementar?	
No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1
¿Es un aporte a la seguridad?		Costo mantención	
No: 0	Si: 1	Baja: 0	Alta: 1

Se identificaron puntos de mejora dentro del proceso de fabricación de chocolates que no impactan directamente en la reducción de pérdidas, pero si en la estandarización de algunos procesos, ver tabla 6.6.

Tabla 6.6: Puntajes obtenidos para priorización de mejoras en fabricación de chocolates (Fuente: elaboración propia).

Acción		Nivel de Impacto	Nivel de Esfuerzo	Acción		Nivel de Impacto	Nivel de Esfuerzo
Nº	Descripción			Nº	Descripción		
1	Cambio de cinta transportadora refinadores	10	6	13	Habilitación de historial de agregados al mezclador	8	8
2	Centrar caída de polvo de tolvas de Refinadores	4	2	14	Registro consumos totales de materias primas en sector <u>mezclado, conchaie.</u>	6	6
3	Separación de cinta transportadora en dos tramos	4	8	15	Revisar y destapar regaderas de enfriamiento de los refinadores	2	6
4	Alinear cinta transportadora	4	6	16	Colocar placas acrílicas laterales en refinador.	6	4
5	Separación líneas de chocolate-coberturas	8	10	17	Establecer frecuencia de cambio de cuchillo de pre y refinadores.	8	4
6	Instalación medidor de flujo de chocolate salida estanque de fabricación.	8	6	18	Instalación 2do cuchillo pre-refinador.	4	6
7	Instalación medidor de flujo de mantecas hacia conchas.	8	4	19	Cambio de lamas sector recepción MP	4	2
8	Cambio de bombas de estanques con sistema de calefacción adecuado.	8	4	20	Establecer zona de registro de pérdidas	6	4
9	Pesaje aleatoria de materias primas en recepción	4	6	21	Mejorar iluminación sector pre-refinado.	4	2
10	Cambio de horario de llegada de camión de materias primas	4	6	22	Materiales para determinación de finura.	6	4
11	Pesaje al detalle de materias primas agregas manualmente (Macrodosimetría)	10	8	23	Establecer tamaño de partícula salida pre- refinador.	6	4
12	Realizar inventario diario de materias primas.	4	6		Alto Impacto/Bajo Esfuerzo	Bajo Impacto/Bajo Esfuerzo	
					Alto Impacto/Alto Esfuerzo	Bajo Impacto/Alto Esfuerzo	

En la figura 6.14 se muestra una matriz de prioridad para la implementación de mejoras. La zona A (Alto impacto/Bajo esfuerzo) recaen las mejoras 7, 8, 16, 17, 20, 22 y 23, sobre estas mejoras se debería trabajar principalmente. En la zona B (Alto impacto/Alto esfuerzo) aparecen las mejoras 1, 5, 6, 11, 13 y 14, estas mejoras según Scholtes (1987), se deberían simplificar o dividir en etapas. Estas mejoras se deberían implementar en el mediano plazo, ya que necesitan una inversión de tiempo y económica mayor. En la zona C (Bajo impacto/Bajo esfuerzo) están las mejoras 2, 19 y 21, se deberían realizar si existen otras prioridades en el área de fabricación. En la zona D (Bajo impacto/Alto esfuerzo) recaen las mejoras 3, 4, 9, 10, 12, 15 y 18.

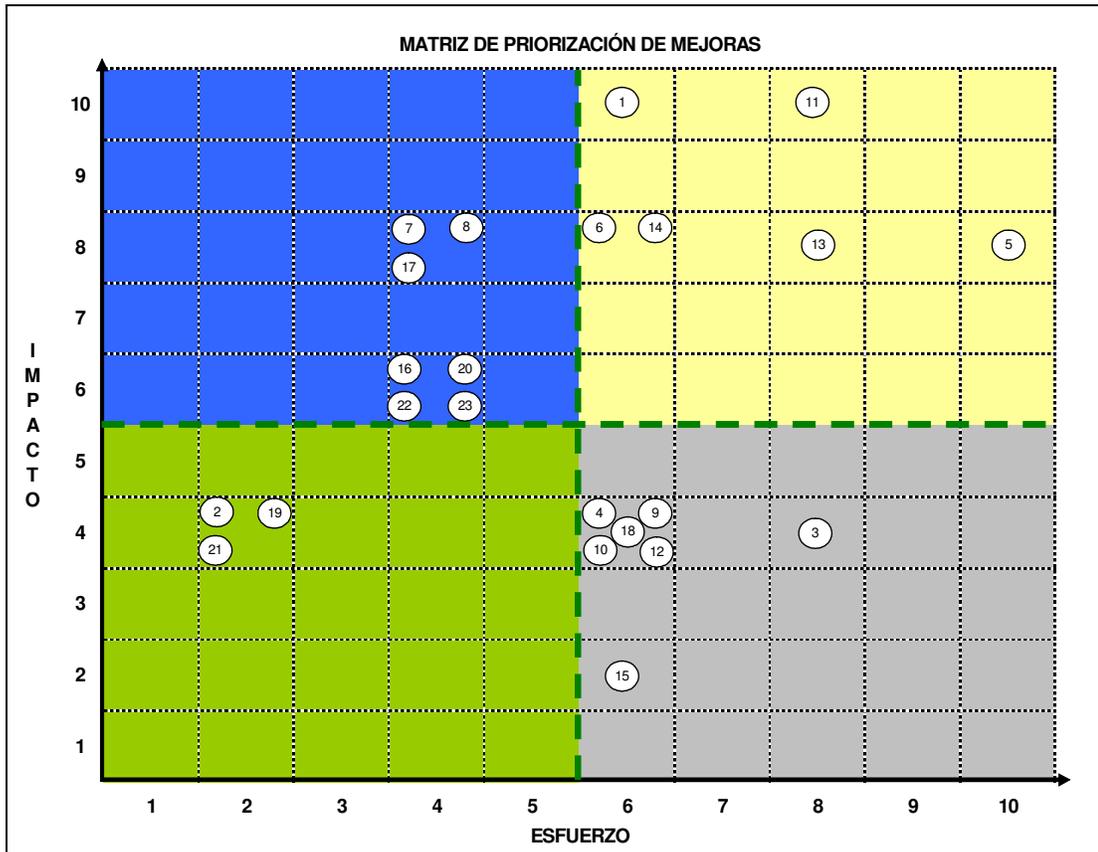


Figura 6.14: Matriz de priorización de mejoras para eliminación de causas potenciales de pérdidas en fabricación de chocolates (Fuente: elaboración propia).

Una vez priorizadas las mejoras a implementar se creó un plan de trabajo con las acciones a realizar, tiempos de implementación y los responsables (Anexo 9).

6.4.2 Implementación de mejoras potenciales

Dentro de las mejoras clasificadas de Alto impacto/Bajo esfuerzo implementadas destaca el cambio de bombas con sistema de calefacción (Figura 6.15). Solo 2 de las cuatro bombas con los problemas identificados fueron sustituidas, para el resto de las bombas de la planta serán consideradas las causas potenciales identificadas y se implementarán en el periodo de mantención.

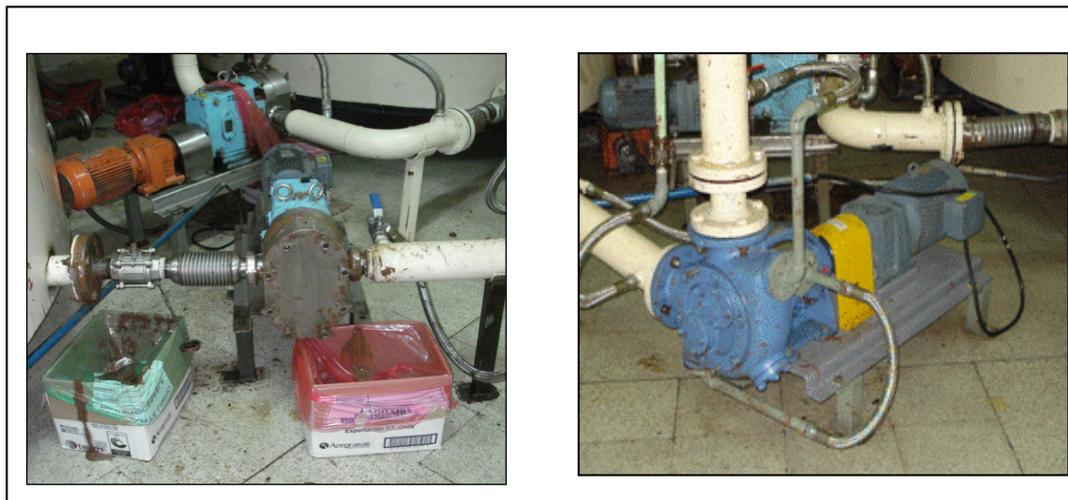


Figura 6.15: Antes y después del cambio de bombas con sistema de calefacción en el área de almacenamiento (Fuente: fábrica chocolates).

Se estableció la frecuencia de cambio de cuchillo del refinador. Se relacionó el desgaste del cuchillo con las horas de trabajo del equipo (Figura 6.16). Skillicorn (2009) recomienda que el cambio de cuchillo se realice con un desgaste de 3 mm. a 5 mm., para evitar el tamaño de partícula irregular a la salida del refinador. Se determinó que el cambio de cuchillo se realice 1 vez por semana luego del aseo de fin de ciclo del equipo.

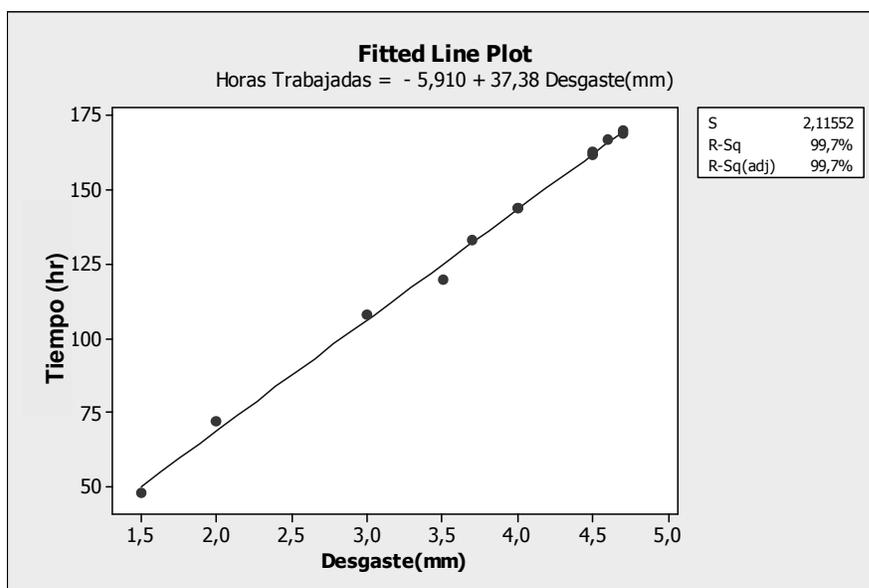


Figura 6.15: Desgaste de cuchillo v/s horas de trabajo del refinador (Fuente: elaboración propia).

Se determinó el tamaño de partícula a la salida del pre-refinador de dos cilindros de las principales recetas, según Beckett (1994) el tamaño de partícula no debe superar los 200 μm , para evitar el sobre esfuerzo del refinador de 5 cilindros (Ver anexo 10).

Dentro de las mejoras que presentaban un Alto esfuerzo/Alto impacto, destaca la reparación de la cinta transportadora (Figura 6.17), no solo disminuyó el polvo depositado en la cinta (Figura 6.18), disminuyendo de 268 kg/semana depositado en las bandejas a 49,7 kg/semana, además se evitó el trabamiento de esta con los bordes de la estructura, siendo un riesgo de contaminación metálica.

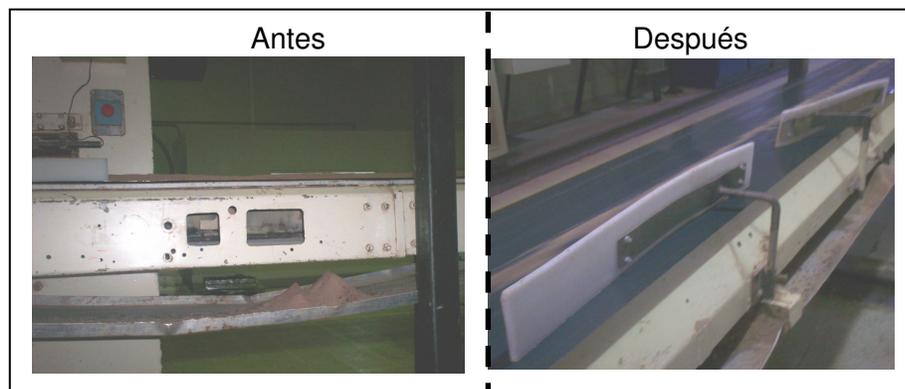


Figura 6.16: Antes y después luego de la reparación de cinta de refinado, para disminuir cantidad de polvo depositado en bandejas en el área de refinado. (Fuente: fábrica chocolates).

Se aprecia que la cantidad del suelo (barrido) aumentó en comparación de lo registrado en la etapa inicial (Ver figura 6.9), esto coincide con las mejoras que no fueron ejecutadas. Estos puntos de mejora quedaron programados para la etapa de mantención de la fábrica.

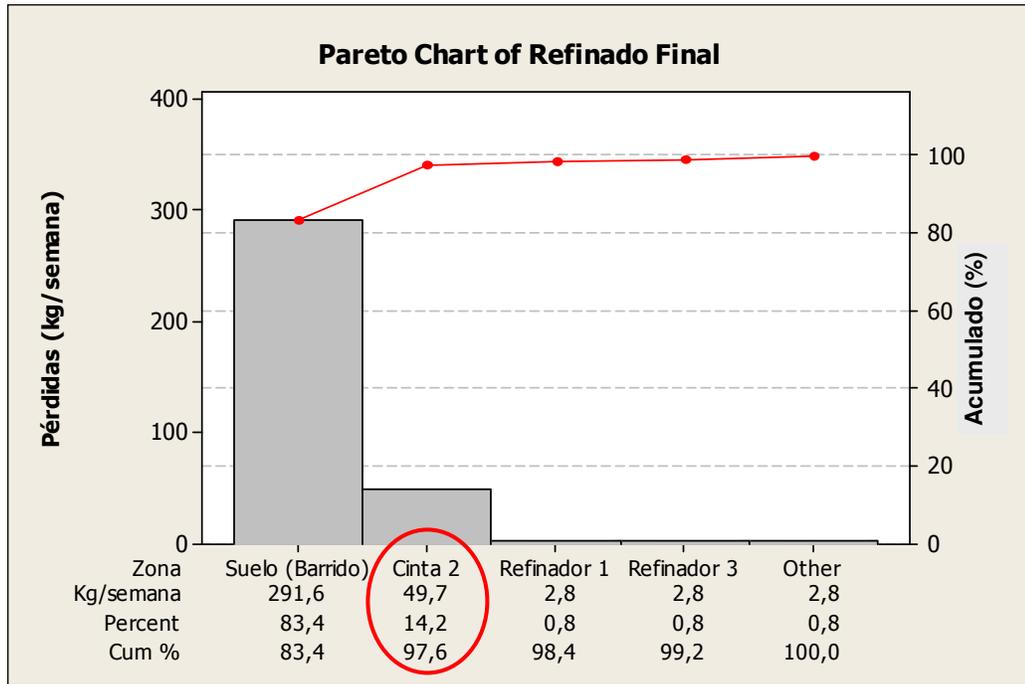


Figura 6.17: Gráfica de Pareto de pérdidas específica del área de refinado del proceso final (Fuente: elaboración propia).

Para independizar el uso de cañerías para chocolates y coberturas se elaboró un flow sheet del sistema de cañerías del área de fabricación (Anexo 11). Se busca evitar mezclas de chocolate, que contiene manteca de cacao, con productos que utilizan aceites láuricos. Según Minifie (2000) una mezcla de un 5% entre estas mantecas puede provocar problemas en el desmoldeo, migración de grasas, apareciendo en el producto final un color blanquecino (fat bloom). Esta mejora se podría llevar a cabo solo en el mediano plazo, por la gran inversión que esto significa para la fábrica.

Dentro de las pequeñas mejoras implementadas se encuentra la zona de registro de pérdidas, compra de elementos necesarios para el control de proceso de refinadores, identificación de palet con nombre y batch de las materias primas. Dentro de las mejoras implementadas de Bajo impacto/Bajo esfuerzo destaca el centrado de caída de polvo de tolva de refinador (Ver anexo 12).

6.4.2 Gráfico de control final

Luego de implementar las mejoras potenciales, el área de fabricación se midió durante 6 semanas de igual forma que en la etapa medir, para realizar una comparación de antes y después (Anexo 3).

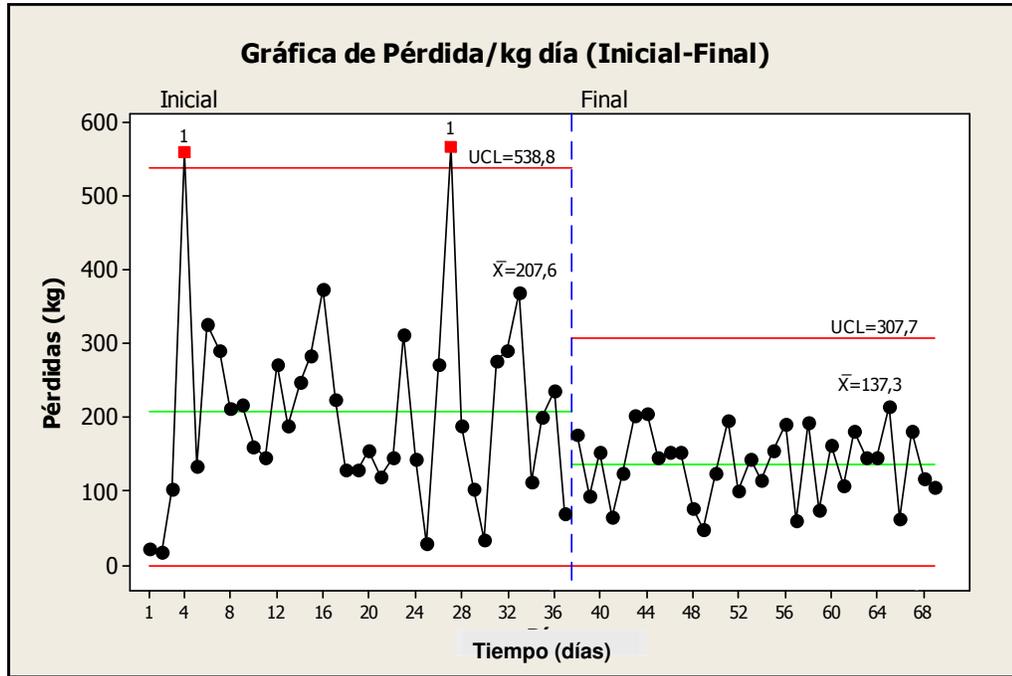


Figura 6.18: Pérdidas diarias de materia prima registradas por 6 semanas y luego de implementar mejoras en fabricación chocolates (Fuente: elaboración propia).

En la figura 6.19 se aprecia un antes y un después luego de la implementación de las mejoras para disminución de pérdidas de 207,6 kg diarios promedio a 137,3 kg de pérdidas de materia prima, esto significa un ahorro de aproximado de 22 millones de pesos anualizados. Además no existe presencia de eventos especiales a comparación del estado inicial.

6.4.3 Gráfica de Pareto condición final

En la figura 6.20 se aprecia la gráfica de Pareto de pérdidas por área de materias primas luego de la implementación de las mejoras. Si bien se mantiene el mismo orden que la condición inicial (Figura 6.8), las cantidades finales disminuyeron en el área de refinado de 531,8 kg por semana a 349,5 kg por semana, para almacenamiento de 371,7 kg a 174,1 kg/semana, para conchaje de 186,5 kg/semana a 117,2 kg/semana y

recepción de 120,9 kg/semana a 51,3 Kg/semana. Se mantienen como oportunidad de mejora las áreas de refinado y almacenamiento con un 75,7% acumulado.

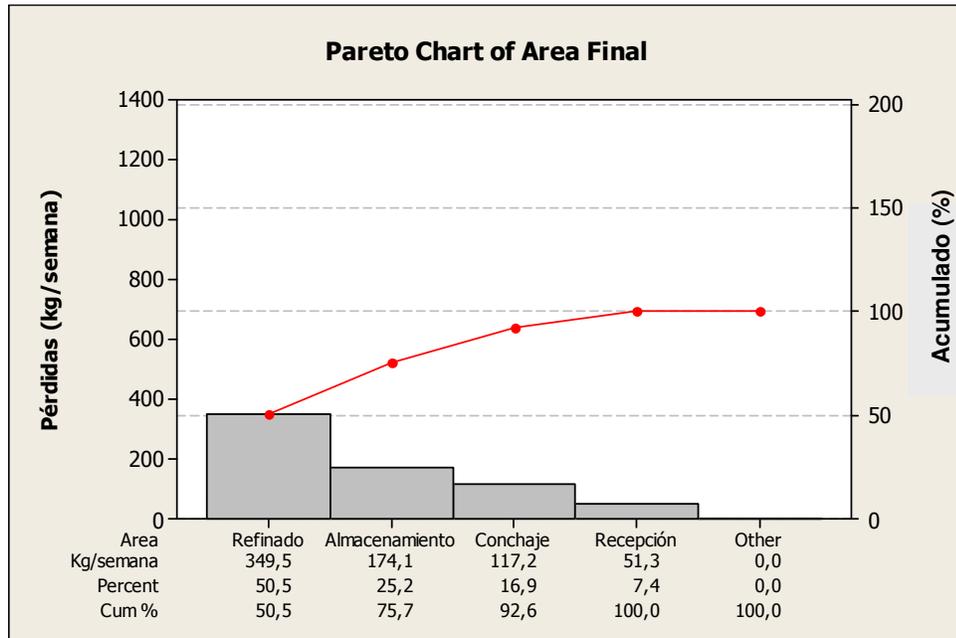


Figura 6.19: Gráfica de Pareto de pérdidas por área del proceso final luego de la implementación de las mejoras, registrado durante 6 semanas.

6.4.3 Capacidad y sigma del proceso (final)

En la figura 6.21 se aprecia una media de 137,34 kg diarios y una desviación estándar de largo plazo de 47,6 kg. La curva de largo plazo está por sobre la de corto plazo, siendo esta una señal de mejora del proceso, ya que el 23,6% de las pérdidas estarán sobre los 250 kg en el corto plazo, mientras que solo el 8,9% de las pérdidas generadas deberían estar sobre los 250 kg en el largo plazo.

De los resultados de capacidad del proceso final se obtiene un Cpk de 0,66, mejor que el obtenido inicialmente de 0,13. Según Omayra *et al* (2007) el obtener un valor < 1, indica una alta variabilidad del proceso, pero considerando que las mejoras implementadas deben ser controladas, mejoradas continuamente en el tiempo y los datos registrados no están sobre el límite de 250 kg diarios, este es un resultado positivo y con oportunidad de mejora.

Los defectos por millón de oportunidades totales, a largo plazo, disminuyeron de 370.303 a 8.959 con este valor se ingresa en la tabla del anexo 6 según Rath y

Strong (2001), obteniéndose un sigma de proceso final de 3,87. Este valor en términos de rendimiento representa un 99,11%, mejor al valor obtenido inicialmente de 62,9%.

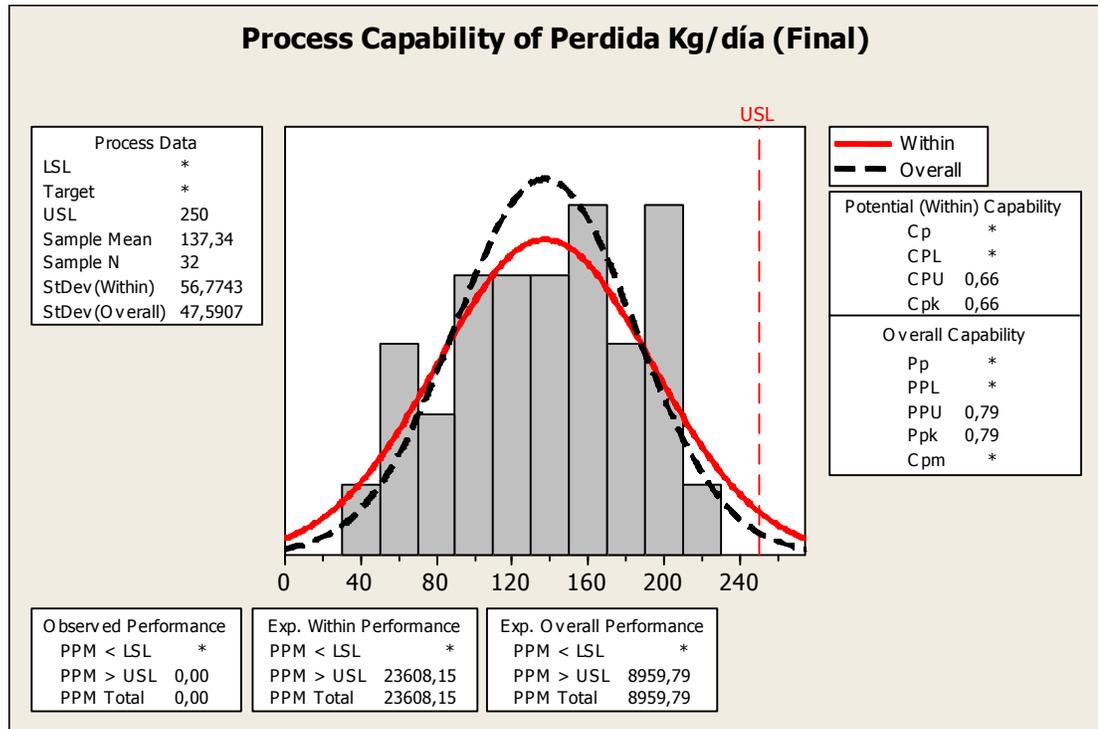


Figura 6.20: Análisis de capacidad final de pérdidas de fabricación de chocolates.

6.5 CONTROLAR

6.5.1 Control y entrenamiento

Luego de implementar las mejoras se crearon planillas de control para el desgaste de cuchillo en el refinador (Anexo 13), se mantuvo el uso de la planilla para el registro de pérdidas (Anexo 3), se estandarizó procedimiento de determinación de finura a la salida del pre-refinador, refinador (Anexo 14), se elaboró un panel informativo para mostrar los avances y resultados del proyecto (Anexo 15) y se elaboró una prueba para crear una capacitación de conocimientos básicos del área de fabricación de chocolates (Anexo 16).

A la dirección y clientes del proyecto se comunicaron algunas recomendaciones a seguir como elaborar una capacitación para nivelar en todas las áreas el conocimiento de la fabricación de chocolates, continuar monitoreando las

mejoras implementadas mediante las planillas de control y utilizar la metodología DMAIC en otras áreas de la fábrica como las líneas de moldeo.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

- Se recopilaron los antecedentes del proceso y se identificaron las áreas con oportunidad de mejora en fabricación de chocolates.
- Se recolectaron datos iniciales de cada área de fabricación de chocolates durante 6 semanas, obteniendo 207,6 kg de pérdida por día promedio.
- Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada área de fabricación de chocolates.
- Se registró un sigma inicial de 1,83, este aumentó a 3,87 luego de implementar las mejoras potenciales identificadas con el uso de la metodología DMAIC, probando la hipótesis en relación a los objetivos propuestos.
- Luego de la implementación de soluciones, las pérdidas disminuyeron a 137,3 kg por día promedio y desaparecieron los eventos especiales registrados en la etapa inicial.
- Para desarrollar proyectos mediante la metodología DMAIC dentro de una fábrica confites es fundamental el apoyo gerencial.
- Se recomienda utilizar la metodología DMAIC para otros proyectos de mejora en la fábrica de chocolates como reducción de tiempo cambios de formato, paros no programados y reducción de tiempos de aseo, entre otros.

CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA

- (1) BECKETT, S.T. Fabricación y utilización industrial del chocolate. Ed. Acribia. Zaragoza - España. 1994.
- (2) COE, S., COE, M. The true history of chocolate. Thames and Hudson, London, UK. 1996.
- (3) DE BENITO, C.M. La mejora continua en la gestión de la calidad. Seis Sigma, el camino para la excelencia. *Economía Industrial*, 331, 59-66. 2000.
- (4) DILLINGER, T., BARRIGA, P., ESCÁRCEGA, S., JIMÉNEZ, M., SALAZAR, D., GRIVETTI, L. Food of the Gods: Cure for the humnity? A cultural history of the medical and ritual use of chocolate. *J Nutr.* 130, 2057-2072. 2000.
- (5) FLORES VALENTÍN, C. O., POO DEL CASTILLO, T. Propuesta de implementación de Seis Sigma a la empresa Abastecedora Industrial de Servicios Integrales S.A.. Tesis Licenciatura. Administración de Empresas. Departamento de Administración de Empresas, Escuela de Negocios, Universidad de las Américas Puebla. Diciembre. 2003.
- (6) HURST, W., TARKA, S., POWIS., VALDEZ, F., HESTER, T. Cacao usage by earliest Maya civilization. *Nature*. 418: 289-290. 2008.
- (7) MEMBRADO, J. Curso Seis Sigma. Una estrategia de mejora. *Quillitas Hodie*, 95, 16-21. 2004.
- (8) MINIFIE, B. W. Chocolate, cocoa and confectionery science and technology. 2nd edition. Avi Publishing. Westport, Connecticut, USA. 753. 2000.
- (9) OMayra, F., HERNÁNDEZ, J., MÉNDEZ, A., LOZADA, J. Utilización de la Metodología Six Sigma para el mejoramiento del proceso de Adquisiciones en los Tiempos de Entrega de las compras en una empresa dedicada a la producción de productos químicos (Cloro) situada en la Ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería de la Administración y Producción Industrial. 2007.
- (10) ORTIZ, D., RODRIGUEZ, M. Implementación de la Metodología Kaizen para Incrementar el Rendimiento de la Madera en una Empresa Exportadora de Productos de Balsa. *Revista Tecnológica ESPOL*, Vol. 19, N. 1, 73-78. 2006.

- (11) PANDE, P.S., NEUMAN, R.P., CAVANAGH, R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing their Performance. McGraw-Hill, New York, NY. 2000.
- (12) PÉREZ, L. GISELLA. Mejora en el Proceso de Temperado del Chocolate en una Industria Chocolatera Ecuatoriana. Tesis (Ingeniero en Alimentos). Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería de la Administración y Producción Industrial. 2006.
- (13) RATH & STRONG (ORG.). Six Sigma Pocket Guide, 2. ed. Lexington, 2001, 192 p.
- (14) REGLAMENTO Sanitario de los Alimentos. Decreto Supremo N°977. Ministerio de Salud. Santiago, Ed. Ediciones Publliley. 2008.
- (15) SCATOLIN, A. Aplicao da Metodología Seis Sigma na Reducto das Perdas de um Processo de Manufactura. Tesis (Pos grado, Ingeniería Mecánica). São Paulo, Brasil. Universidad estatal de Campinas, Facultad de Ingeniería Mecánica. 2005.
- (16) SCHOLTES, PETER R. An Elaboration on Deming's Teachings on Performance Appraisal. Madison, WI.: Joiner Associates Inc. 1987.
- (17) SKILLICORN, KAREN. Fabricación de Chocolates. En: Fábrica Chocolates Maipú, Chile. 6 y 7 de abril de 2009. Santiago, Chile. Chocolate Making Technology Support (CMTS).
- (18) STEPHEN, PHILIP. Application of DMAIC to integrate Lean Manufacturing and Six Sigma. Tesis (Master of Science in Industrial and Systems Engineering) Blacksburg, Virginia. Virginia Polytechnic Institute and State University, Industrial and Systems Engineering Department. 2004.
- (19) TORRES, C., TOMATI, F. Despliegue de seis sigma en una organización: Claves para el éxito. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2006.
- (20) VINSON, J. A., PROCH, J., ZUBIK, L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate, and milk chocolate. J Agric Food Chem. 4821-4824. 1999.
- (21) YEPES, VICTOR; PELLICER, EUGENIO. Aplicación de la metodología seis sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción. 2005.

CAPÍTULO 9: SIGLAS

Cp: Capacidad de proceso.

Cpk: Centralización del proceso.

CTQ: Crítico para la calidad (“Critical-To-Quality”)

DMAIC: Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar (“Define-Measure-Analyze-Improve-Control”).

LSL: Límite de especificación inferior (“Lower Specification Limit”)

PPM: Partes por millón.

SIPOC: Proveedores-Entradas-Proceso-Salidas-Clientes (“Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Costumers”)

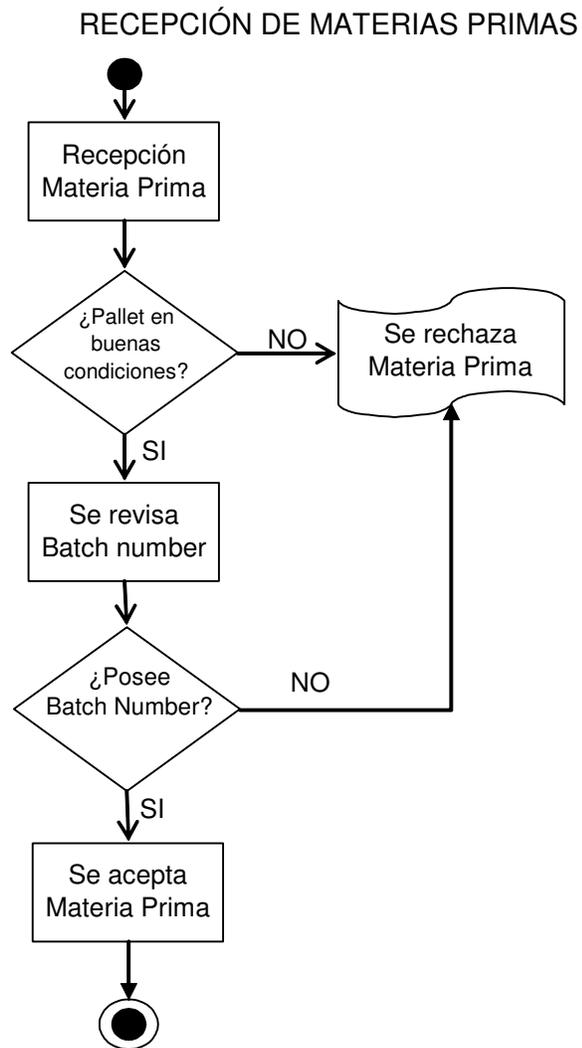
UCL: Límite superior de control (“Upper Control Limit”).

USL: Límite de especificación superior (“Upper Specification Limit”)

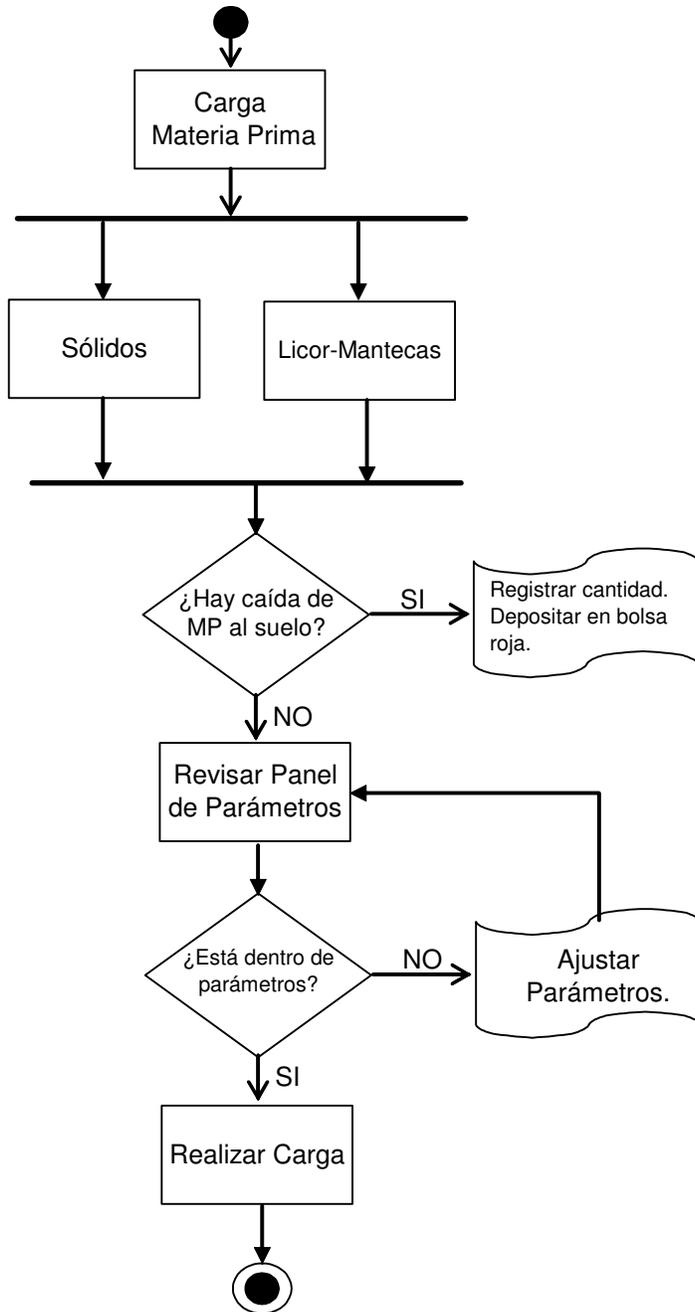
CAPÍTULO 10: ANEXOS

ANEXO 1

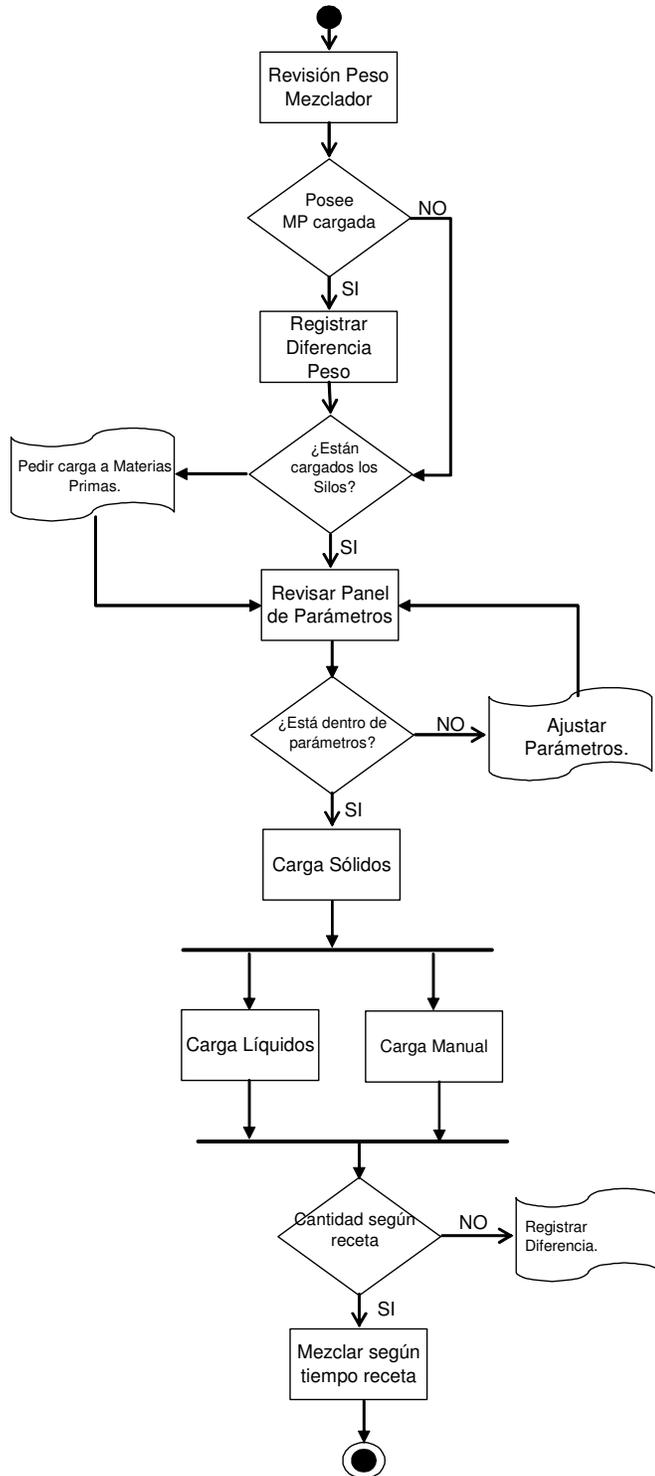
Diagrama de actividades de cada etapa del proceso de fabricación de chocolates (Fuente: elaboración propia).



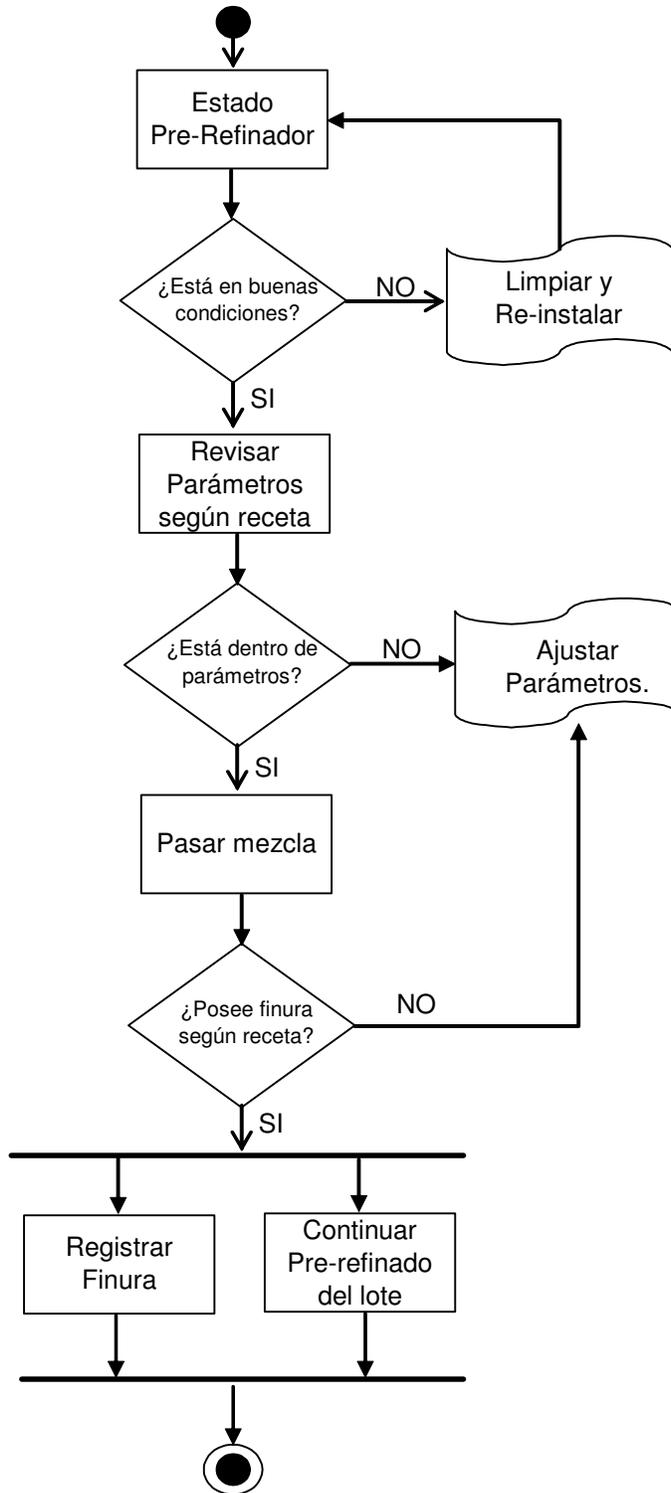
CARGA MATERIAS PRIMAS



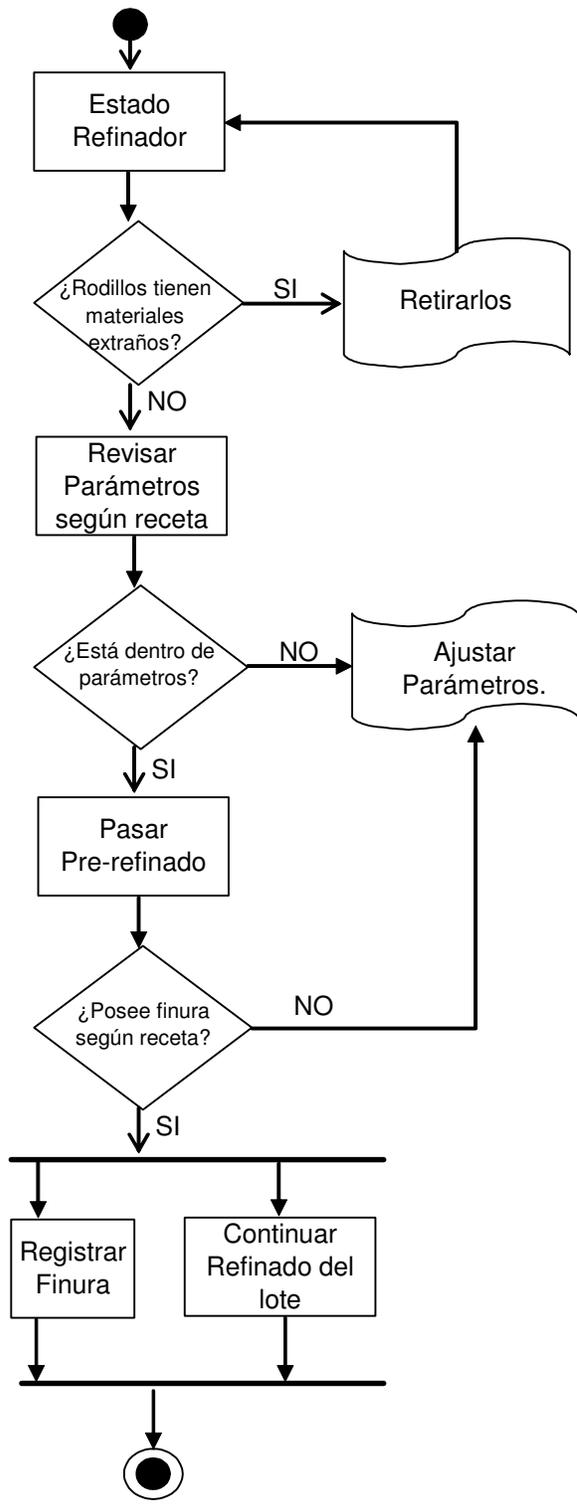
MEZCLADO DE INGREDIENTES



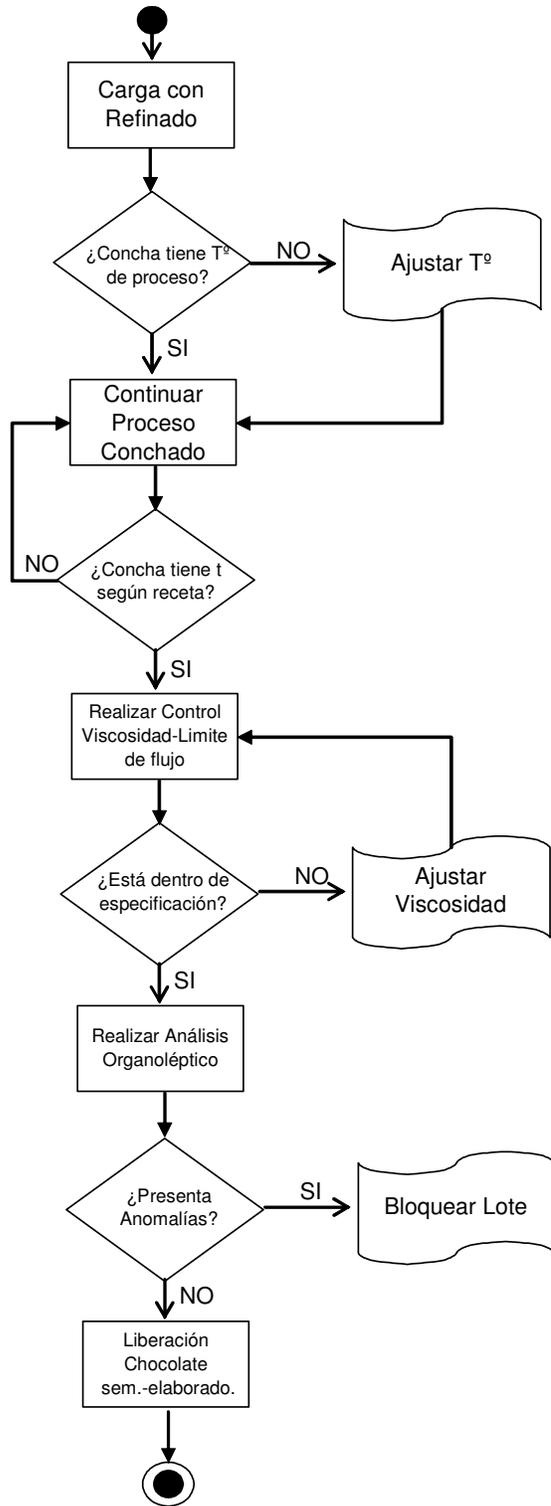
PRE-REFINADO



REFINADO



CONHAJE



ANEXO 2

Folletos de recolección de datos específico por área de Fabricación de chocolates (Fuente: elaboración propia).

REGISTRO PERDIDAS FAB. CHOC.							
ZONA	RESPONSABLE			DIA	MES	AÑO	TURNO
Recepción	H.V.	I.A.	D.LT				
N	M.P.						
1	Azúcar			10	Mant. Cacao Desor.		
2	Lep 26			11	Mant. Coco smc-28		
3	Leche MSK			12	Mant. Láurica		
4	Cacao Natural			13	Mant. SK-37		
5	Cacao Alcalino			14	Mant. S-30		
6	Licor de Cacao			15	Mant. Durkex		
7	Mant. tipo ST-SL			16	Aceite Comestible		
8	Mant. tipo Cowa 600			17	Cacao Edulcorado		
9	Mant. Cacao Natural			18	Suero Desmineralizado		
Cantidad(Kg)		Observaciones					

REGISTRO PERDIDAS FAB. CHOC.							
ZONA	RESPONSABLE			DIA	MES	AÑO	TURNO
Mezclado-PreRefinado	R.T.	M.G	N.R.				
N	M.P.			L	AREA		
1	Lep 26			A	Paletizado		
2	Leche MSK			B	Sobre Dosificación		
3	Mant. Cacao Desor.			C	Interior Equipo		
4	Mant. Cacao Natural			D	Filtración equipo (Suelo)		
5	Licor de Cacao			E			
6	Cacao en polvo			F			
7	Suero en polvo			Codigo		Cantidad (Kg)	
8	Maltodextrina			N	L		
9	Etil Vainillina						
10	Lecitina						
11	Azúcar						
12	Cacao Edulcorado						
13	Cacao Alcanizado			Observaciones			
14	Mant. Láurica						
15	Mant. Couva 600						
16	Mant.Cruzteca S-30						
17	Mant. Cebado						
18	Mezcla						
19	Pre-Refinado						

REGISTRO PERDIDAS FAB. CHOC.						
ZONA	RESPONSABLE			DIA	MES	TURNO
Refinado	P.D.	B.V.	A.SM.			
N	Materia Prima		Cant(Kg)	Observaciones		
1	Pre-Refinado					
2	Refinado					
3	Otro					

REGISTRO PERDIDAS FAB. CHOC.							
ZONA	RESPONSABLE			DIA	MES	AÑO	TURNO
Conchaje	A.V	E.R.	F.C.				
N	M.P.		Cant.(Kg)	Observaciones			
1	Conchado						
2	Lecitina						
3	Refinado						
4							

REGISTRO PERDIDAS FAB. CHOC.							
ZONA	RESPONSABLE			DIA	MES	AÑO	TURNO
Almac.	A.V	E.R.	F.C.				
N	M.P.		L	AREA			
1	Prod.Semi Elaborado		A	Filtración bajo Bomba			
2			B				
Codigo		Estanque	Cant.(Kg)	Observaciones			
N	L						

ANEXO 4

Imágenes de bombas con filtración en etapa de medir que presentan filtración de chocolate en área de almacenamiento.



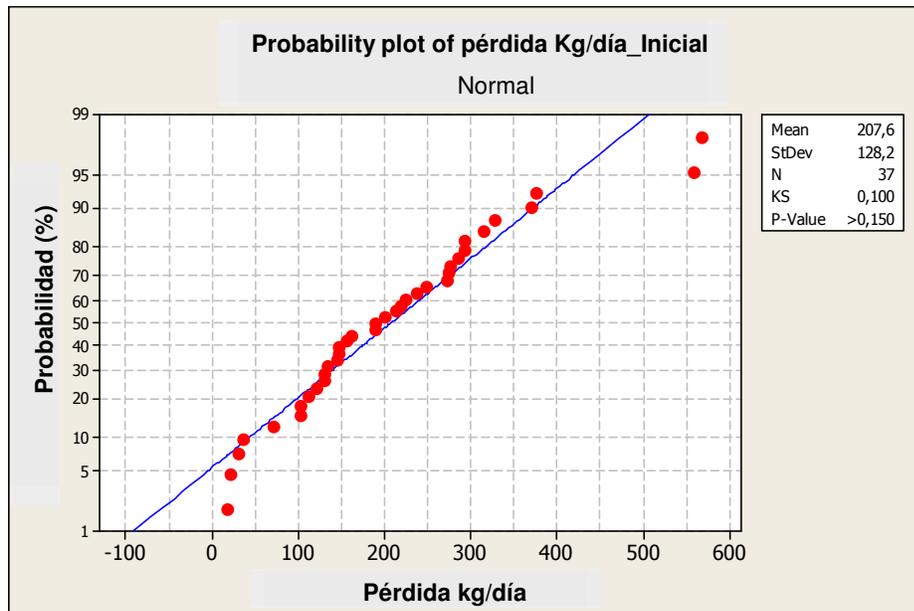
Bomba 1 de 4 que presenta filtración en el área de almacenamiento.



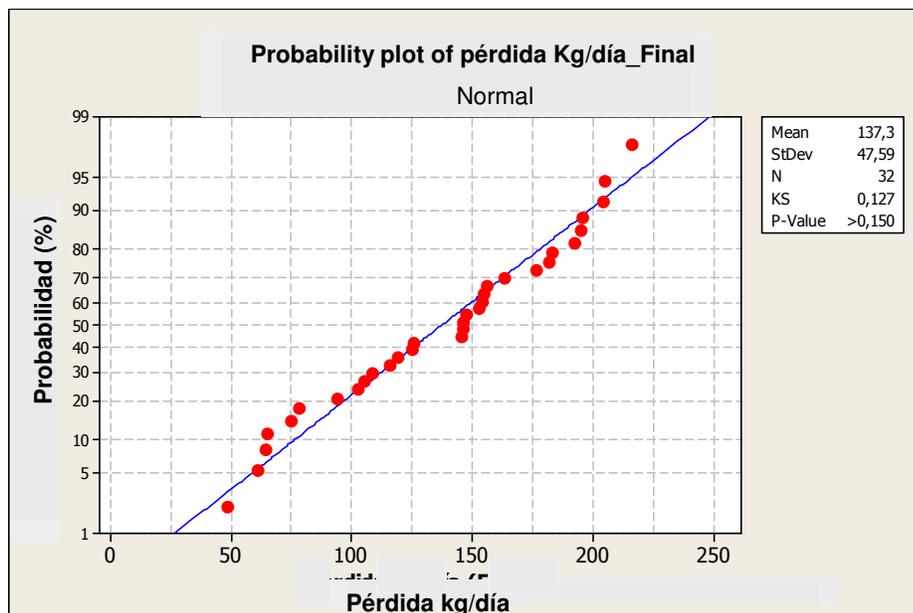
Bomba 2 de 4 que presenta filtración en el área de almacenamiento.

ANEXO 5

Prueba de normalidad de los datos de proceso mediante el método Kolmogorov-Smirnov (Fuente: elaboración propia).



Esta es una prueba que se realiza a muestras pequeñas (menores a 50 datos) para probar si los datos vienen de una distribución normal. Al obtener un P-Value > 0,15 se establece que los datos siguen una distribución normal (Omayra *et al*, 2007).



ANEXO 6

Tabla comparativa de nivel sigma con DPMO (Defectos por millón de oportunidades) y rendimiento (Fuente: Rath y Strong, 2001).

Sigma	DPMO	Rendimiento	Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.4	99.99966%	2.9	80,757	91.9%
5.9	5.4	99.99946%	2.8	96,801	90.3%
5.8	8.5	99.99915%	2.7	115,070	88.5%
5.7	13	99.99866%	2.6	135,666	86.4%
5.6	21	99.9979%	2.5	158,655	84.1%
5.5	32	99.9968%	2.4	184,060	81.6%
5.4	48	99.9952%	2.3	211,855	78.8%
5.3	72	99.9928%	2.2	241,964	75.8%
5.2	108	99.9892%	2.1	274,253	72.6%
5.1	159	99.984%	2	308,538	69.1%
5	233	99.977%	1.9	344,578	65.5%
4.9	337	99.966%	1.8	382,089	61.8%
4.8	483	99.952%	1.7	420,740	57.9%
4.7	687	99.931%	1.6	460,172	54.0%
4.6	968	99.90%	1.5	500,000	50.0%
4.5	1,350	99.87%	1.4	539,828	46.0%
4.4	1,866	99.81%	1.3	579,260	42.1%
4.3	2,555	99.74%	1.2	617,911	38.2%
4.2	3,467	99.65%	1.1	655,422	34.5%
4.1	4,661	99.53%	1	691,462	30.9%
4	6,210	99.38%	0.9	725,747	27.4%
3.9	8,198	99.18%	0.8	758,036	24.2%
3.8	10,724	98.9%	0.7	788,145	21.2%
3.7	13,903	98.6%	0.6	815,940	18.4%
3.6	17,864	98.2%	0.5	841,345	15.9%
3.5	22,750	97.7%	0.4	864,334	13.6%
3.4	28,716	97.1%	0.3	884,930	11.5%
3.3	35,930	96.4%	0.2	903,199	9.7%
3.2	44,565	95.5%	0.1	919,243	8.1%
3.1	54,799	94.5%			
3	66,807	93.3%			

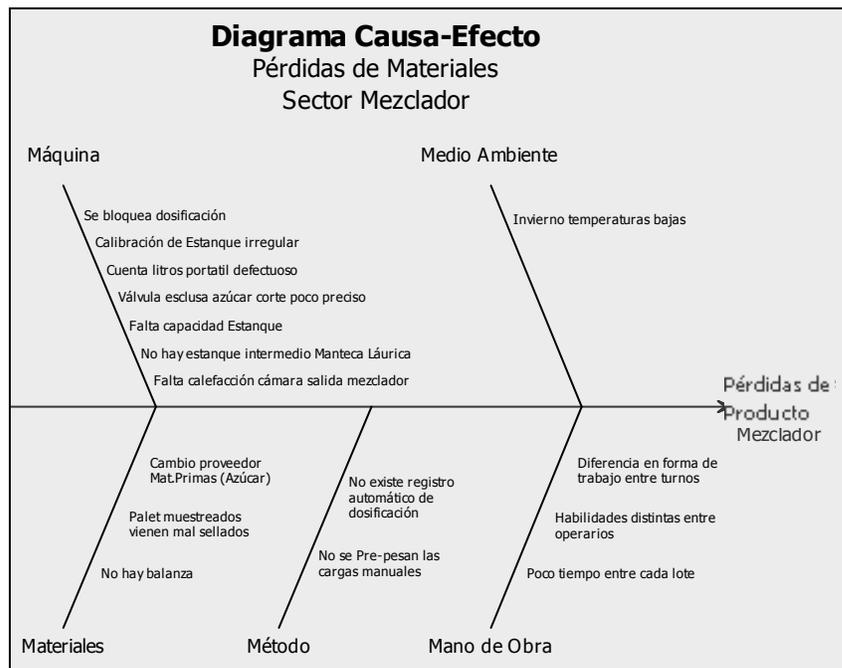
ANEXO 7

Lluvia de ideas y diagrama causa-efecto, área recepción materias primas (Fuente: Elaboración propia).

				LLUVIA DE IDEAS	
		FECHA		Area:	Recepción Materias Primas
<u>LISTADO DE IDEAS</u>					
E Q U I P O D E M E J O R A	1	Baja temperatura invierno - problemas de manejo			
	2	Bolsas adheridas al producto			
	3	Producto aglomerado - azúcar			
	4	Palet muestreados mal sellados			
	5	Falta MO para control de recepción de MP			
	6	No se chequea cantidades de MP recibidas			
	7	Pcto dañado por mal paletizado			
	8	No hay cierre de programa definido			
	9	No existe inventario diario de MP			
	10	Falla de sello salida válvula de azúcar			
	11	Falla recurrente PLC			
	12	Errores operacionales			

Lluvia de ideas y diagrama causa-efecto, área mezclado (Fuente: elaboración propia)

LLUVIA DE IDEAS			
	FECHA	Area:	Mezclador
EQUIPO DE MEJORA	LISTADO DE IDEAS		
	1	Se bloquea dosificación	
	2	Calibración de TK irregular	
	3	Cuentalitros portátil defectuoso	
	4	Falta capacidad de TK	
	5	No hay TK intermedio de manteca láurica	
	6	Diferencia en forma de trabajo entre turnos	
	7	Falta calefacción en cámara salida mezclador	
	8	Cambio proveedor Azúcar	
	9	Palets muestreados mal sellados	
	10	No hay balanzas	
	11	No existe registro automático de dosificación	
	12	No se pre-pesan cargas manuales	
13	Errores operacionales		

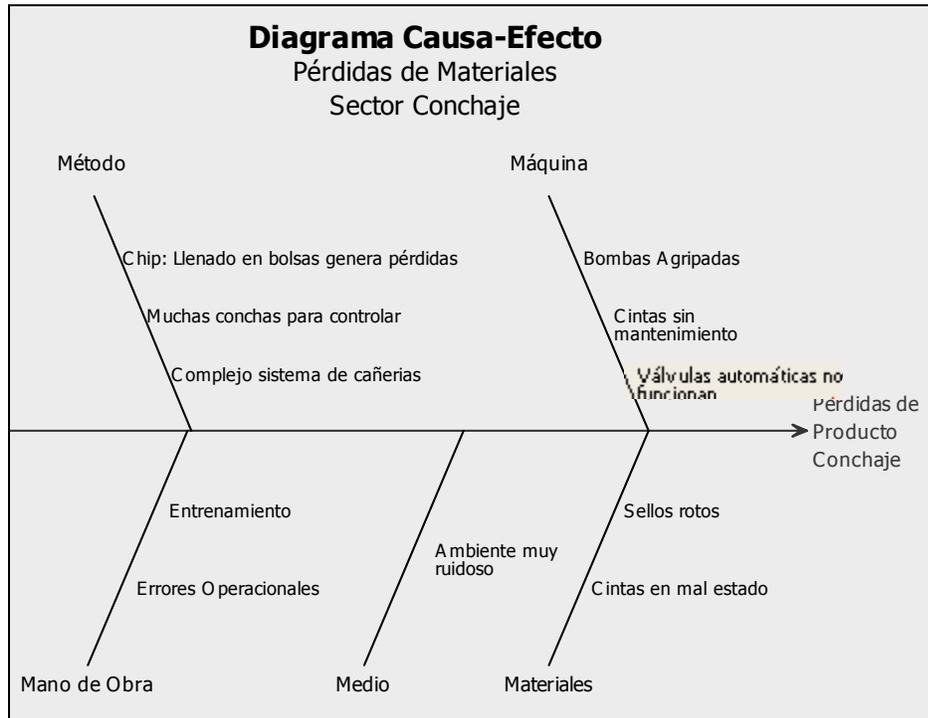


Lluvia de ideas, área refinadores (Fuente: elaboración propia).

		LLUVIA DE IDEAS		
		FECHA	Area:	Refinadores
EQUIPO DE MEJORA	<u>LISTADO DE IDEAS</u>			
	1	No existe Mantención periódica de refinadores		
	2	No existe registro de ajuste y cambio de cuchillos		
	3	Tolvas mal puestas		
	4	Cuñas gastadas		
	5	No hay cuchillos de recambios en la zona		
	6	Agua de enfriamiento de alta dureza		
	7	Problemas de temperaturas en rodillos		
	8	Errores operacionales		
9	Cinta en mal estado			

Lluvia de ideas y diagrama causa-efecto, área conchaje (Fuente: elaboración propia).

		LLUVIA DE IDEAS		
		FECHA	Area:	Conchaje
EQUIPO DE MEJORA	<u>LISTADO DE IDEAS</u>			
	1	Chip: llenado en bolsas genera pérdidas		
	2	Muchas conchas para controlar de forma manual		
	3	Complejo sistema de cañerías		
	4	Bombas agripadas		
	5	Cintas rotas		
	6	Válvulas automáticas no funcionan		
	7	Sellos rotos		
	8	Errores operacionales		
9				



Lluvia de ideas, área almacenamiento (Fuente: Elaboración propia).

LLUVIA DE IDEAS			
	FECHA	Area:	Almacenamiento
<u>LISTADO DE IDEAS</u>			
EQUIPO DE MEJORA	1	Errores por estimación de inventarios	
	2	Errores por envío de semielaborado	
	3	No existen sensores de nivel	
	4	Bombas se agripan	
	5	No hay cañerías independientes por productos	
	6	Temperaturas bajas en invierno	
	7	Errores operacionales al traspasar chocolates	
	8	Agua de calefacción - temperatura baja	
	9	Sellos de bombas rotos	
	10	Errores operacionales	
	11		

ANEXO 8

Matriz de priorización de mejoras en fabricación de chocolates (Fuente: Elaboración propia).

MATRIZ PRIORIZACIÓN GRUPO MEJORA FAB. CHOCOLATES																			
Nº	Acción Descripción	Impacto								Nivel de Impacto	Esfuerzo								
		¿Reduce generación de pérdidas?		¿Mejora el proceso actual?		¿Aporta a la calidad del producto?		¿Es un aporte a la seguridad?			¿Involucra inversión?		¿Modifica metodología de trabajo?		¿Requiere más de 1 día de detener para implementar?		Costo mantención		Nivel de Esfuerzo
		Baja: 1	Alta: 2	No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1		Baja: 1	Alta: 2	No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1	Baja: 0	Alta: 1	
1	Cambio de cinta transportadora refinadores	0	2	0	1	0	1	0	1	10	0	2	0	0	0	1	0	0	6
2	Centrar caída de polvo de tolvas de refinadores	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2
3	Separación de cinta transportadora en dos tramos	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	1	0	1	8
4	Alinear cinta transportadora	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	1	0	0	6
5	Separación líneas de chocolate-coberturas	1	0	0	1	0	1	0	1	8	0	2	0	1	0	1	0	1	10
6	Instalación medidor de flujo de chocolate salida estanque de fabricación.	0	2	0	1	0	1	0	0	8	0	2	0	0	0	0	0	1	6
7	Instalación medidor de flujo de mantecas hacia conchas.	0	2	0	1	0	1	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	1	4
8	Cambio de bombas de estanques con sistema de calefacción adecuado.	0	2	0	1	0	0	0	1	8	0	2	0	0	0	0	0	0	4
9	Pesaje aleatoria de materias primas en recepción	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	1	6
10	Cambio de horario de llegada de camión de materias primas	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	1	6
11	Pesaje al detalle de materias primas agregadas manualmente (macrodosimetría)	0	2	0	1	0	1	0	1	10	0	2	0	1	0	0	0	1	8
12	Realizar inventario diario de materias primas.	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	1	6
13	Habilitación de historial de agregados al mezclador	0	2	0	1	0	1	0	0	8	0	2	0	1	0	0	0	1	8
14	Registro consumos totales de materias primas en sector mezclado, conchaje.	0	2	0	1	0	0	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	1	6
15	Revisar y destapar regaderas de enfriamiento de los refinadores	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	6
16	Colocar placas acrílicas laterales en refinador.	1	0	0	1	0	0	0	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0	4
17	Establecer frecuencia de cambio de cuchillo de pre y refinadores.	0	2	0	1	0	1	0	0	8	1	0	0	1	0	0	0	0	4
18	Instalación 2do cuchillo pre-refinador.	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	1	6
19	Cambio de lamas sector recepción MP.	0	0	0	1	0	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2
20	Establecer zona de registro de pérdidas.	0	0	0	1	0	1	0	1	6	0	0	0	1	0	0	0	1	4
21	Mejorar iluminación sector pre-refinado.	0	0	0	1	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2
22	Materiales para determinación de finura.	1	0	0	1	0	1	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	4
23	Establecer tamaño de partícula salida pre-refinador.	1	0	0	1	0	1	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	4

ANEXO 9

Planes de acción priorizadas para la implementación de mejoras en fabricación de chocolates (Fuente: Elaboración propia).

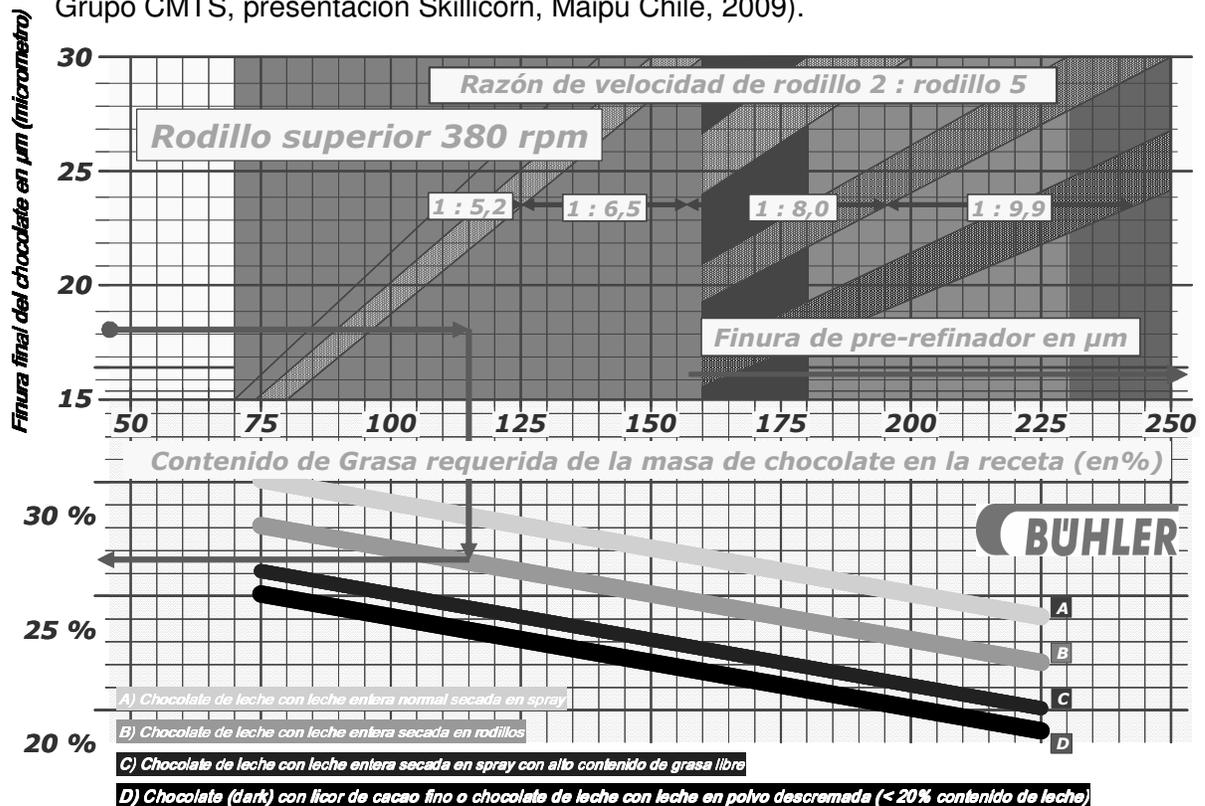
Acción		Semana																			Responsable		
Nº	Descripción	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		39	40
ALTO IMPACTO/ BAJO ESFUERZO																							
7	Instalación de medidor de flujo de mantecas hacia conchas.																						Instrumentista
8	Cambio de bombas de estanques con sistema de calefacción adecuado.																						Jefe Mantenición
	Generación de plan de mantención.																						Dep.Técnico.
16	Colocar placas acrílicas laterales en refinador.																						Dep.Técnico.
17	Establecer frecuencia de cambio de cuchillo de pre y refinadores.																						Grupo Mejora
20	Establecer zona de registro de pérdidas																						Grupo Mejora
22	Materiales para determinación de finura.																						Dep. Calidad
23	Establecer tamaño de partícula salida pre-refinador.																						Grupo Mejora
	Cálculo teórico de tamaño partícula (planilla Buhler).																						
BAJO IMPACTO/ BAJO ESFUERZO																							
2	Centrar caída de polvo de tolvas de refinadores																						Jefe Mantenición
19	Cambio de lamas sector recepción MP																						
21	Mejorar iluminación sector pre-refinado.																						Dep.Técnico.
ALTO IMPACTO/ ALTO ESFUERZO																							
1	Cambio de cinta transportadora refinadores																						Fábrica Chocolate
5	Separación líneas de chocolate-coberturas																						Dep. Técnico
	Propuesta de Lay-out																						
6	Instalación medidor de flujo de chocolate salida estanque de fabricación.																						D. Técnico
11	Pesaje al detalle de materias primas agregas manualmente (Macro dosimetría)																						
13	Habilitación de historial de agregados al mezclador																						
14	Registro consumos totales de materias primas en sector mezclado, conchaje.																						

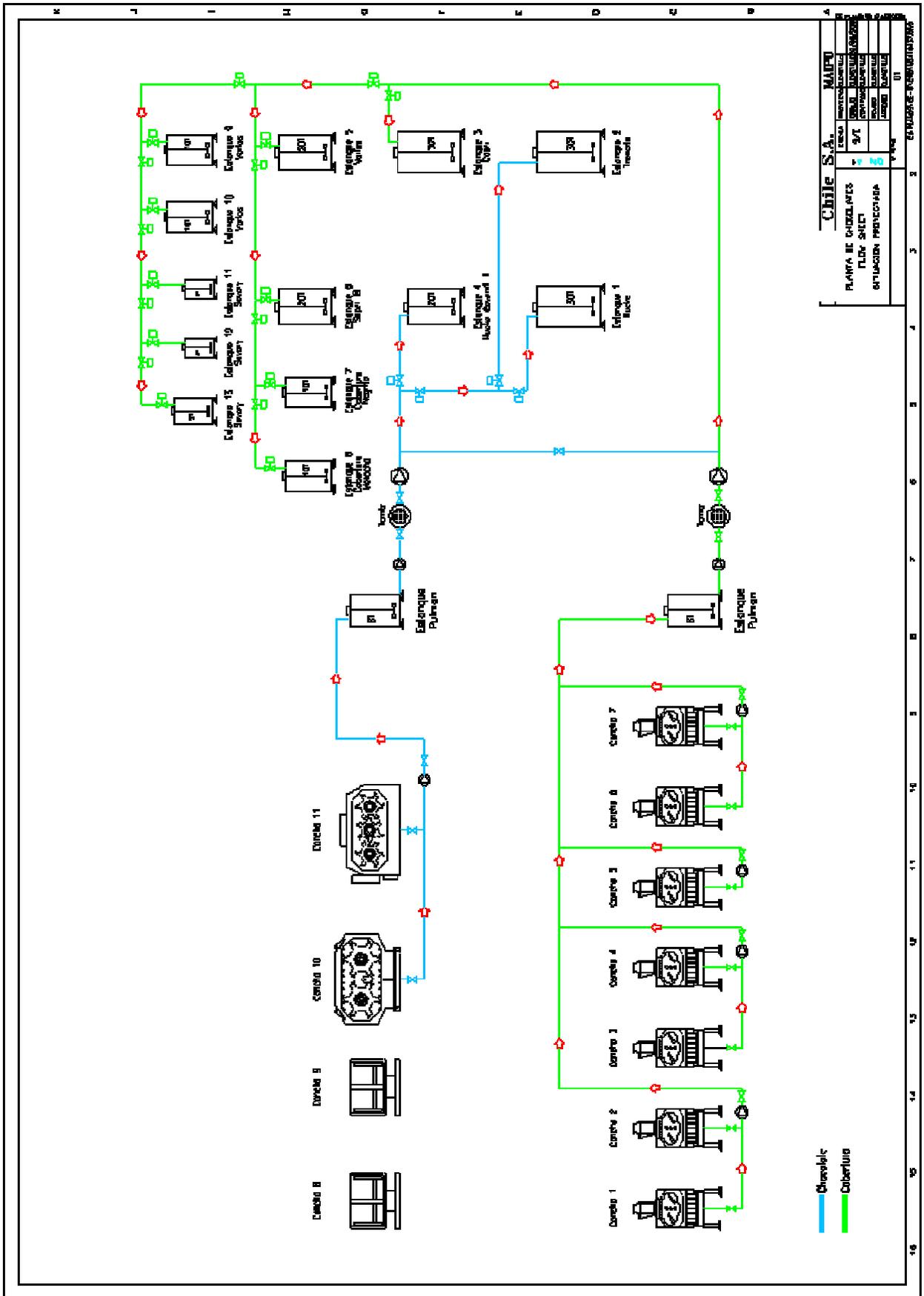
ANEXO 10

Determinación de finura por receta, luego del paso del pre-refinador de masa de chocolate. (Fuente: elaboración propia).

Parámetros Medida Finura Refinador				Parámetros Medida Finura Pre-Refinado				
Recipe	Min. 5RR	Target 5RR	Max. 5RR	Recipe	Min. 2RR	Target 2RR	Max. 2RR	Materia Grasa Actual (Mezclador)
Choc.H	20	22	24	Choc.H	135	145	155	29%
Choc.T	20	22	24	Choc.T	135	145	155	29%
Cob.C	22	24	26	Cob.C	145	155	165	28%
Cob.8	23	25	27	Cob.8	155	165	175	28%
Cob.N	18	20	22	Cob.N	125	135	145	29%
Cob.M	20	22	24	Cob.M	135	145	155	29%

Selección de los parámetros de la refinación de la masa del chocolate (Fuente: Grupo CMTS, presentación Skillicorn, Maipú Chile, 2009).





Operación
Abertura

Chile S.A.		MAYO	
PLANTA DE CHOCOLATES	FLUJO SILEX	7	9/7
ENTUBACION PRINCIPAL		10	10/10
		11	11/11
		12	12/12
		13	13/13
		14	14/14
		15	15/15
		16	16/16
		17	17/17
		18	18/18
		19	19/19
		20	20/20
		21	21/21
		22	22/22
		23	23/23
		24	24/24
		25	25/25
		26	26/26
		27	27/27
		28	28/28
		29	29/29
		30	30/30
		31	31/31
		32	32/32
		33	33/33
		34	34/34
		35	35/35
		36	36/36
		37	37/37
		38	38/38
		39	39/39
		40	40/40
		41	41/41
		42	42/42
		43	43/43
		44	44/44
		45	45/45
		46	46/46
		47	47/47
		48	48/48
		49	49/49
		50	50/50
		51	51/51
		52	52/52
		53	53/53
		54	54/54
		55	55/55
		56	56/56
		57	57/57
		58	58/58
		59	59/59
		60	60/60
		61	61/61
		62	62/62
		63	63/63
		64	64/64
		65	65/65
		66	66/66
		67	67/67
		68	68/68
		69	69/69
		70	70/70
		71	71/71
		72	72/72
		73	73/73
		74	74/74
		75	75/75
		76	76/76
		77	77/77
		78	78/78
		79	79/79
		80	80/80
		81	81/81
		82	82/82
		83	83/83
		84	84/84
		85	85/85
		86	86/86
		87	87/87
		88	88/88
		89	89/89
		90	90/90
		91	91/91
		92	92/92
		93	93/93
		94	94/94
		95	95/95
		96	96/96
		97	97/97
		98	98/98
		99	99/99
		100	100/100

ANEXO 12

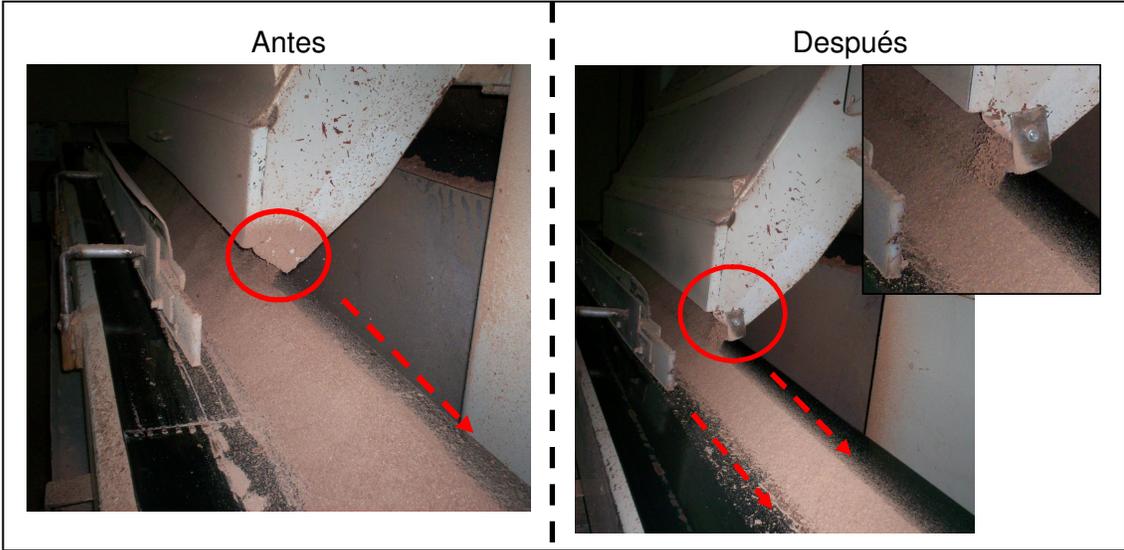
Zona de registro para descartes en área de fabricación de chocolates (Fuente: Fábrica de chocolates en estudio).



Identificación de palet con nombre de materia prima y N° de batch (Fuente: Fábrica de chocolates en estudio).



Implementación de Bajo impacto/Bajo esfuerzo de centrado de caída de polvo desde tolvas de refinador (Fuente: Fábrica de chocolates en estudio).



ANEXO 14

Planilla resumen para toma de muestra y determinación de finura en área de refinado (Fuente: elaboración propia).

Resumen toma de muestra para Refinado y Pre-Refinado		
Materiales.	<ul style="list-style-type: none"> - Pesa. - Micrómetro - 2 Placas metálicas - 1 Espátula - Aceite - Calculadora 	
1. Toma de Muestra	<ul style="list-style-type: none"> a. Se debe realizar a lo largo del rodillo del refinador. b. Tomar una muestra de cada refinador por cada receta. c. Tomar una muestra del pre-refinador. d. Homogenice la muestra. 	
2. Pesaje	<ul style="list-style-type: none"> a. Tarar pesa con placa metálica. b. Pesar 1g de muestra y 1g de aceite. 	
3. Preparación de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> a. Con la ayuda de la espátula mezcle vigorosamente hasta obtener una pasta uniforme. b. Ajuste micrómetro a cero. c. Realice medición tres veces y registre cada resultado y su promedio. 	

ANEXO 15

Panel de avances e informaciones del proyecto de mejora (Fuente: Fábrica chocolates).



ANEXO 16

Prueba de diagnóstico elaborada para el área de fabricación de chocolates
(Fuente: elaboración apuntes fábrica chocolates).

FABRICACIÓN DE CHOCOLATES Validación de Conocimientos

NOMBRE:

NOTA:

FECHA:

PUNTAJE:

I. Indique con una X el área de trabajo donde usted se desempeña.

1. Sector Recepción de Materias Primas y Mezclado.
2. Pre-Refinado y Refinado.
3. Conchas y estanques de Almacenamiento

INSTRUCCIONES

1. La prueba consta de 30 preguntas 23 son de selección múltiple y 7 de verdadero y falso.
2. Lea atentamente las preguntas y rellene la alternativa en la hoja de respuestas.
3. Usted dispone de 45 minutos para responder esta prueba.

Preguntas de selección múltiple

1. ¿Cuál es el porcentaje máximo de azúcar fina (tamaño de partícula menor a 0,2 mm) que debe contener el azúcar granulada utilizada para fabricar chocolate?
 - a) Máximo 8 %
 - b) Máximo 4%
 - c) Máximo 2%
 - d) Máximo 1%
2. ¿ Cuantos tipos de cocoa en polvo se utilizan en la Fábrica Maipú?
 - a) 4
 - b) 3
 - c) 2
 - d) 1
3. ¿Qué porcentaje de materia grasa tienen las leches en polvo utilizadas en la fabricación de chocolates?
 - a) 42 y 0%
 - b) 36 y 16%
 - c) 36 y 0%
 - d) 26 y 0%
4. ¿Que porcentaje de manteca tiene el licor de cacao ?
 - a) 35-40%
 - b) 45-50%
 - c) 50-55%
 - d) 55-60%
5. ¿Qué subproductos de la leche utilizamos en la fabricación de chocolate?
 - a) Suero natural y Lactosa
 - b) Suero dulce y maltodextrina
 - c) Suero de leche y suero desmineralizado
 - d) Glucosa y suero natural
6. ¿Cuál debe ser la desviación máxima aceptada en el mezclador de preparación de masas?

14. ¿Cuál debe ser la finura del chocolate que sale del prerefinador para obtener una finura final de 20 a 25 μm ?

- a) 250-220 μm
- b) 200-230 μm
- c) 170-200 μm
- d) 120-150 μm

15. ¿Cuál debe ser el ancho de los cuchillos utilizados en los refinadores?

- a) 60mm
- b) 50mm
- c) 40mm
- d) 30mm

16. ¿A partir de que tamaño de partícula se puede distinguir una "cremosidad" en el chocolate para tabletas?

- a) Sobre 22 μm
- b) Sobre 30 μm
- c) Sobre 35 μm
- d) Sobre 40 μm

17. La masa de chocolate a la salida del mezclador debe tener:

- a) 55°C
- b) 50°C
- c) 45°C
- d) 40°C

18. ¿Cuál es la temperatura óptima de los cilindros en el pre-refinador?

- a) 25-35°C
- b) 35-45°C
- c) 45-55°C
- d) 55-60°C

19. ¿Cuál rodillo es el más caliente?

- a) # 4
- b) # 5
- c) # 6
- d) # 1

20. ¿Cuál es el % óptimo de Lecitina a utilizar en un chocolate para lograr una buena viscosidad y un menor consumo de manteca?

- a) 1%
- b) 0,8%
- c) 0,5%
- d) 0,01%

21. La fuerza necesaria para alinear las partículas de un chocolate y hacer que se muevan se denomina:

- a) Viscosidad
- b) Punto de fusión
- c) Presión
- d) Límite de Flujo

22. La resistencia de un fluido debido a la fricción dada por las partículas cuando pasan unas junto a otras se llama:

- a) Viscosidad
- b) Punto de fusión
- c) Presión
- d) Límite de Flujo

23. El PGPR se utiliza para regular :

- a) Viscosidad
- b) Tamaño de partícula
- c) Temperatura
- d) Límite de flujo

II. Indique V si es Verdadero y F si es Falso cuando corresponda.

24. La finura del chocolate que sale del refinador se determina sacando una muestra del centro del mismo

V o F

25. Durante el conchaje en seco del chocolate hay que mantener cerradas las ceñerías de ventilación.

--

26. El pre-refinador debe ser chequeado cada 6 meses y los refinadores cada semana (lado motor, centro y lado agua).

--

27. Mientras más fino es el chocolate se necesita menos grasa para obtener la viscosidad deseada.

--

28. Las presiones de los cilindros en una refinadora de chocolate son mas elevadas en el lado izquierdo (lado del motor) que en el lado derecho (lado del agua).

--

29. Una refinadora tiene 6 rodillos.

--

30. Mientras más fino es el chocolate el rendimiento de los refinadores es menor.

--

Rellene el circulo con la alternativa correcta de las preguntas 1a la 23.

Nº Alternativas

- | | | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | a | b | c | d |
| 1. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- | | | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | a | b | c | d |
| 14. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 17. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 19. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 21. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 22. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 23. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |