

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORA EN EL RENDIMIENTO DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS  
PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA REFERENCIA CREMAS  
ESTRELLA VAINILLA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN # 2**

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLERATO**

**ESTUDIANTE: JORGE FRANCISCO ZÚÑIGA CUBERO**

**FACILITADOR: ING. MIGUEL MCCALLA VAZ**

**HEREDIA, MAYO, 2017**

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Jorge Francisco Jiménez Cordero mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 107300656 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato,

juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

Mejoras en el rendimiento del consumo de materias primas para el proceso de producción de la referencia Chemur Etileno resultó en la línea de producción #2

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 16 días del mes de enero del año dos mil 18.

  
Firma del estudiante

Cédula 107300656

Heredia, 25 de noviembre de 2017

**Srs (as)**

**Carrera Ingeniería Industrial**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Jorge Francisco Zúñiga Cubero, cédula de identidad número 1-0730-0656, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **Mejora en el rendimiento del consumo de materias primas para el proceso de producción de la referencia Cremas Estrella Vainilla en la línea de producción # 2**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

A)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
B)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30
D)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y	20%	20
E)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20
	TOTAL		98

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Miguel M S Calva Vaz

Atentamente,

7137195

Heredia, 16 de Enero de 2018

Universidad Hispanoamericana

Sede Heredia

La suscrita Melissa Grant Chaves céd 112560319 en mi calidad de Profesora de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana y en razón de mi condición de Lector de Tesis Final de Grado, hago constar lo siguiente:

Una vez revisada y leída en su totalidad, he concluido que la Tesis Final para optar por el Grado Académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial titulado: **“Mejora en el consumo de Materias Primas para el Proceso de Producción de la Referencia Cremas Estrella Vainilla en la Línea de Producción#2”** realizada por el estudiante Jorge Zúñiga ced 1-0730-0656, cumple con los requisitos de forma y fondo establecidos por el Reglamento Académico de la Universidad Hispanoamericana. Razón por la cual considero es un trabajo de investigación apto para que se proceda a señalar, por parte de la Universidad, hora y fecha con el fin de que el estudiante ejerza su defensa en forma pública.

Es todo.

**Lic. Melissa Grant Chaves**

**Profesora, Cátedra de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana.**

# CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 12 de enero del 2018.

**SEÑORES**

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**Estimados señores:**

Por este medio, yo, Bolívar Bolaños Calvo, mayor, casado, filólogo, incorporado (a) al Colegio de Licenciados y Profesores, con el número de carné 2 949, vecino (a) de Turrucáres de Alajuela, portador de la cédula de identidad 0202790320, hago constar:

1. Que he revisado el **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN (TESINA)** para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL** denominado **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA REFERENCIA CREMAS ESTRELLA VAINILLA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN # 2**, del estudiante **JORGE FRANCISCO ZÚÑIGA CUBERO**.
2. Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad.

Se suscribe, atentamente,

  
Dr. Bolívar Bolaños Calvo  
No. 2 949  
202790320  
solyma@racsa.co.cr

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que todo, agradezco a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para terminar este proyecto y también a todas las personas que me motivaron a seguir adelante para poder cumplir este sueño de poder lograr graduarme en una carrera que me apasiona tanto. Espero responder con el conocimiento aprendido a todos los desafíos que se me presenten en el entorno laboral y así demostrar que valió la pena tantos años de esfuerzo y dedicación.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, Gaby, por ser la persona que me impulsa a seguir avanzando y esforzándome aunque las fuerzas ya no me den y por momentos he sentido la necesidad de dejarlo todo. Pero me logró convencer de no echarme para atrás y por fin lograr el sueño tan anhelado de obtener mi título como ingeniero industrial.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN.....	14
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	20
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	24
1.5.1 Objetivo general.....	24
1.5.2 Objetivos específicos .....	24
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	25
1.6.1 Alcances .....	25
1.6.2 Limitaciones .....	25
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL (RELATIVO A LA CARRERA) .....	27
2.2 MARCO ATINENTE A LA GESTIÓN DE PROYECTOS .....	40
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO .....	46
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES ..	47

<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>50</b>
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA .....	51
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO .....	52
3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	54
3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	55
<b>CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....</b>	<b>58</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	59
4.1.1 Mapeo del Proceso: Diagrama de flujo general.....	59
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.....	63
4.2.1 Procesamiento de la información .....	66
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>111</b>
CONCLUSIONES .....	112
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA .....	116
GLOSARIO .....	119
ANEXOS .....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01, Variación mensual en el consumo de MP .....	17
Tabla 02, Cumplimiento de indicadores de recorte y sobrepeso para la galleta Cremas Estrella Vainilla .....	19
Tabla 03, Cuestionario de control de procesos .....	39
Tabla 04, Estado del arte .....	49
Tabla 05, Variación en consumo de materias primas en la fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla .....	64
Tabla 06, Lluvia de ideas realizada con personal de la línea de proceso # 2 .....	67
Tabla 07, Puntos críticos de control en la línea de proceso # 2 .....	80
Tabla 08, Frecuencia de cada causa en el proceso de mezclar .....	83
Tabla 09, Relación entre causas de la variación de consumo de materia prima...	86
Tabla 10, Tolerancias de proceso basada en los equipos de medición .....	98
Tabla 11, Costo de las propuestas.....	106
Tabla 12, Análisis del beneficio de las propuestas de mejora.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.01, Pérdidas mensuales en ¢ por variabilidad en proceso.....	21
Figura No.02, Fórmulas de la varianza y la desviación estándar .....	28
Figura No.03, Ejemplo de diagrama de flujo de proceso .....	29
Figura No.04, Ejemplo cursograma analítico de proceso.....	30
Figura No.05, Ejemplo formato para registrar una lluvia de ideas.....	31
Figura No.06, Ejemplo formato para registrar puntos críticos del proceso.....	32
Figura No.07, Diagrama Causa y efecto .....	33
Figura No.08, Fórmula para determinar el tamaño de la muestra.....	34
Figura No.09, Diagrama de Pareto .....	36
Figura No.10, Matriz Vester .....	37
Figura No.11, Matriz Priorización .....	38
Figura No.12, Diagrama Gantt .....	38
Figura No.13, Ciclo DMAIC .....	40
Figura No.14, Gráficas de control .....	55
Figura No.15, Métrica visual.....	56
Figura No.16, Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de las Galletas Cremas Estrella Vainilla. ....	60
Figura N0.17, Cursograma analítico del proceso .....	61
Figura No.18, Diagrama causa y efecto, proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla.....	69
Figura No.19, Pantalla digital de las tolvas dosificadoras de harina y azúcar .....	71

Figura No.20, Pantalla digital indicando una sobredosificación de harina. ....	72
Figura No.21, Imagen área de mezclar con fuga de harina .....	73
Figura No.22, Imagen del área de mezclar con su personal .....	74
Figura No.23, Vista general área de mezclar .....	76
Figura No.24, Imagen de tuberías con polvo de harina y azúcar .....	77
Figura No.25, Ingredientes menores.....	78
Figura No.26, Diagrama de flujo general del proceso de mezclar.....	81
Figura No.27, Diagrama de Pareto para las causas de la variación del consumo materia prima utilizada en la producción de la Galleta Cremas Estrella Vainilla ...	84
Figura No.28, Clasificación de las causas de la variación del consumo MP en el proceso de producción de la Galleta Cremas Estrella Vainilla .....	87
Figura No.29, Hoja de diagnósticos de equipos.....	91
Figura No.30, Etiqueta de verificación metrológica .....	93
Figura No.31, Formulario ISO F 898 "Producción /control de gasto de materia prima modificado.....	96
Figura No.32, Gráfico de control para pesado de harina .....	99
Figura No.33, Tablero de indicadores .....	101
Figura No.34 Gráfico de indicador de recorte .....	102
Figura No. 35, Plan para mejorar de indicadores.....	103
Figura No.36, Formato para la modificación de materiales .....	104
Figura No.37, Reporte de estimaciones de materias primas .....	104
Figura No.38, Diagrama de Gantt de las propuestas de mejora .....	109

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

**Acum:** Acumulado.

**BACS:** Norma de gestión en control y seguridad comercial.

**Cód. mat:** Código SAP del material.

**Ctd:** Cantidad.

**ISO:** Norma sobre calidad y gestión de la misma.

**Kg:** Kilogramo.

**MP:** Materia prima.

**Pos:** Posición en una línea.

**Std:** Estándar.

**TD:** Tanda o mezcla de Materias Prima.

**Und:** Unidad de medida.

**Var:** Variación.

## RESUMEN

Desde el mes de enero al mes de octubre 2017 Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. ha tenido una pérdida económica de ₡30.601.237 en la elaboración de las galletas Cremas Estrella Vainilla por sobreconsumo de materias primas. Por este motivo, se elaboró el presente trabajo con el objetivo de mejorar el rendimiento del consumo de materias primas por medio de un análisis del método de trabajo para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

La metodología utilizada fue DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) para identificar las principales causas del problema con ayuda de la lluvia de ideas y la observación directa. Posteriormente, se realizó un muestreo para evaluar la frecuencia de las causas y con el diagrama de Pareto y la matriz de Vester definir las principales causas a tratar.

Las causas críticas encontradas y trabajadas fueron: variaciones en las dosificaciones de materia prima, no hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada, poco control por parte del supervisor y se dan errores en tandas que se convierten en tanda no conforme o reintegro. Además, se encuentra una causa activa que es que no se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores.

Dentro de las recomendaciones están: brindar mantenimiento preventivo a los equipos y capacitación al personal en la revisión de los equipos y en verificaciones metrológicas, así como el diseño de herramientas que permitan llevar un control estadístico del proceso. Con las mejoras propuestas se requiere una inversión de ₡2, 100,000 que representa un monto inferior a los ₡3, 601,237 que es el sobrecosto mensual promedio actual.

Con la implementación de las propuestas de mejora se estima que la Compañía podría tener un ahorro anual de ₡ 36 721 484.

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La Compañía de Galletas Pozuelo es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de galletas a nivel nacional, centroamericano y de terceros mercados.

El tema de este trabajo es: mejora en el rendimiento del consumo de materias primas para el proceso de producción de la referencia Cremas Estrella Vainilla en la línea de producción # 2 para Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

La principal razón para la formulación del proyecto es aplicar los conceptos de Ingeniería Industrial al área de producción de la empresa, específicamente en la reducción de la variación en el consumo de materias primas en el momento de hacer la fórmula para producir la referencia Cremas Estrella Vainilla en la línea de producción # 2, para Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

El trabajo se ha estructurado en seis capítulos. El primer capítulo incluye la información general donde se describen los antecedentes y justificación del problema, los objetivos del proyecto y el alcance y limitaciones del mismo.

En el segundo capítulo se presentan el marco teórico, marco conceptual y antecedentes de investigación.

En el tercer capítulo se presenta el procedimiento metodológico utilizado en la realización de este proyecto.

En el cuarto capítulo se lleva a cabo la evaluación de la situación actual del problema en la Empresa.

Por último, en el capítulo cinco se describe la propuesta planteada al problema de la Empresa y en el capítulo seis las conclusiones y recomendaciones.

## **1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN**

A continuación se presenta una descripción de la empresa Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., y sus principales características.

### **Historia de Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.**

La empresa es fundada en el año 1919 por empresario español Felipe Pozuelo reconocido por ser una persona visionaria que tenía como meta crear galletas del gusto y agrado para toda la familia costarricense.

Así nace la Fábrica de Galletas y Confites Felipe Pozuelo e Hijos Ltda., cuya ubicación se encontraba frente al Hospital San Juan de Dios.

Dada la preferencia del consumidor y el crecimiento del negocio las instalaciones de la empresa se trasladaron a La Uruca, iniciando la construcción en 1961 y en 1962 se estrena la nueva planta de producción y oficinas administrativas.

La marca Riviana Pozuelo data del año 1970 cuando la empresa es vendida a Riviana Inc., una empresa norteamericana.

En la actualidad, la empresa cuenta con más de 1300 empleados, pertenece al Grupo Nutresa una sociedad especializada en inversiones en empresas de alimentos con sede en Colombia.

Desde su adquisición por el Grupo Nutresa, Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. ha realizado cambios importantes en su planta física y cuenta con un moderno equipo de trabajo y un excelente grupo humano que contribuyen con el desarrollo económico de Costa Rica, generando bienestar para aquellos que de una u otra forma se benefician con la industria alimentaria.

Actualmente la empresa tiene presencia activa en ventas de galletas en 18 países, cuenta con distribuidoras en Panamá, Nicaragua, Guatemala y El Salvador; sus productos son los preferidos por los consumidores de dichos países. Entre el amplio catálogo de productos que tiene la Compañía, se pueden citar marcas como Chiky, Sodas, Cremas, Marías etc.

### **Misión**

La misión de la empresa es: Somos la Compañía de alimentos que brinda a sus consumidores momentos de sabor y felicidad con productos de calidad, nutritivos, divertidos e innovadores. Con nuestra gente alegre, su talento y pasión, logramos crecimiento rentable, calidad de vida y desarrollo sostenible.

### **Visión**

La visión de la empresa es: Juntos lograremos duplicar nuestro negocio de alimentos para el 2020, proporcionando calidad de vida al consumidor con productos que satisfagan sus aspiraciones de bienestar, nutrición y placer.

### **Valores**

Los valores son creencias compartidas por todos los miembros de la organización y son importantes porque permiten cumplir los objetivos de la empresa y ser líderes en el accionar de la empresa, los valores de la empresa son:

- Respeto
- Confiabilidad
- Servicio
- Pasión

En la actualidad la empresa está comprometida con las normativas vigentes como las ISO, BACS, etc., las cuales fortalecen a la Compañía en la parte de calidad, inocuidad, manejo de desechos responsable, responsabilidad social, desarrollo integral de colaboradores, impulsar el crecimiento rentable y la innovación

efectiva, prevenir cualquier tipo de actividad ilícita que comprometan la seguridad de las personas, productos y procesos de la cadena de suministro, fomentar una vida saludable, etc.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> La información anterior fue tomada el día 15 de setiembre del año 2017 de la siguiente página web: <https://pozuelo.com>

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto se desarrollará en la línea de producción # 2 en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. específicamente en el proceso de producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla

Todas las empresas actualmente están procurando minimizar sus costos de producción debido a la competencia que ha desencadenado la globalización; tener variaciones en los procesos productivos representa pérdidas que las empresas buscan minimizar.

En la línea de producción # 2 se está suscitando el siguiente problema: Desde el mes de enero al mes de octubre del año 2017 las producciones de la galleta Cremas Estrella Vainilla han presentado variaciones en las tandas programadas contra las tandas producidas para la misma cantidad de producto final. Esta variabilidad en el proceso ocasiona un costo más elevado por tanda producida y, por consiguiente, pérdidas económicas para la Compañía.

Los datos suministrados por el departamento de ingeniería de proceso de la Compañía reflejan variaciones en el consumo de materias primas en los meses del año 2017 como se muestra en la Tabla 01.

Tabla 01, Variación mensual en el consumo de MP

Mes	Variación consumo MP (%)
Enero	8,28
Febrero	4,99
Marzo	3,09
Abril	5,67
Mayo	7,35
Junio	5,49
Julio	7,26
Agosto	4,93
Setiembre	4,72
Octubre	6,15

Fuente: Departamento de Ingeniería de procesos de Cía. De Galletas Pozuelo DCR, S.A. Noviembre, 2017

La Tabla No.01 muestra que para producir las tandas o pastas de galleta se ha utilizado una cantidad de materias primas diferentes a lo establecido en las fórmulas en cada mes y esto ha provocado una pérdida económica de ¢30 601 237 para la Compañía desde el mes de enero a octubre del año 2017.

De acuerdo con el criterio del personal de ingeniería de procesos, para realizar un estudio de sobreconsumo de materias primas en la fabricación de determinado producto se deben analizar varias variables como el sobrepeso, el recorte, el desperdicio de galleta o a una utilización mayor de las materias primas en la elaboración de las tandas.

En cuanto al sobrepeso se presenta cuando el peso de la unidad de venta está por encima de su peso declarado y se le atribuye principalmente al relleno que lleva el producto porque las máquinas en algunas ocasiones pueden depositar mayor o menor cantidad del relleno según la fórmula.

El desperdicio, denominado en la Empresa como recorte, se presenta cuando la galleta no cumple las especificaciones de peso, forma o color; en cuanto la galleta se detecta con estas se variaciones se destruye pues no puede llegar al proceso final de empaque y se reporta como recorte. La primera condición del peso se debe a que la galleta está cruda o pesada, por el contrario color se refiere una temperatura excesiva en el horno y la condición de forma depende de la presión que se le aplique al molde o a una mala dosificación del reintegro.

El porcentaje de recorte ha cumplido el valor meta desde el mes de enero al mes de octubre del año 2017 según se indica en la Tabla 02. Lo anterior confirma que el consumo adicional de tandas no se debe a desperdicios de pasta o galleta no conforme, sino a una utilización mayor de las materias primas en la producción de las galletas con respecto a lo establecido en la fórmula.

Tabla 02, Cumplimiento de indicadores de recorte y sobrepeso para la galleta Cremas Estrella Vainilla

	Recorte estándar Línea #2	Sobrepeso estándar Línea #2
	2,20 %	0,60%
Cumplimiento de indicador mensual		
Enero	1,2%	1,0%
Febrero	1,0%	1,6%
Marzo	1,1%	1,15%
Abril	1,3%	0,98%
Mayo	1,15%	1,08%
Junio	1,05%	0,95%
Julio	1,12%	0,88%
Agosto	1,32%	1,0%
Septiembre	1,40%	1,02%
Octubre	1,22%	0,99%

**Fuente: Departamento de Ingeniería de procesos de Cía. De Galletas Pozuelo DCR S.A. Noviembre, 2017**

La Tabla No.02 indica que la meta mensual del recorte se está cumpliendo, pero la meta mensual del sobrepeso no se ha cumplido. Sin embargo, el sobrepeso se presenta por una cantidad excesiva de relleno en la galleta y este proceso que está fuera del alcance de este proyecto por no formar parte del proceso de una tanda en el cual se está dando el problema de sobreconsumo de materias primas.

Sí es muy importante recalcar que al cumplirse la meta del recorte genera cierta incertidumbre, ya que un porcentaje de recorte elevado es sinónimo de desperdicio y variación en cualquier proceso y en este caso se está cumpliendo la meta o indicador según la Tabla No.02.

Es importante investigar el porqué se está presentando el problema de variación del consumo de materias primas en lo que se refiere a las tandas programadas contra tandas producidas de las galletas Cremas Estrella Vainilla.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La marca de galletas Cremas Estrella Vainilla es una de las que se manufacturan en mayor volumen en la línea de producción # 2. El grafico siguiente muestra las pérdidas en colones que se han presentado desde el mes de enero hasta el mes de octubre del año 2017 por la variación en el consumo de materias primas de las tandas programadas contra las tandas producidas.

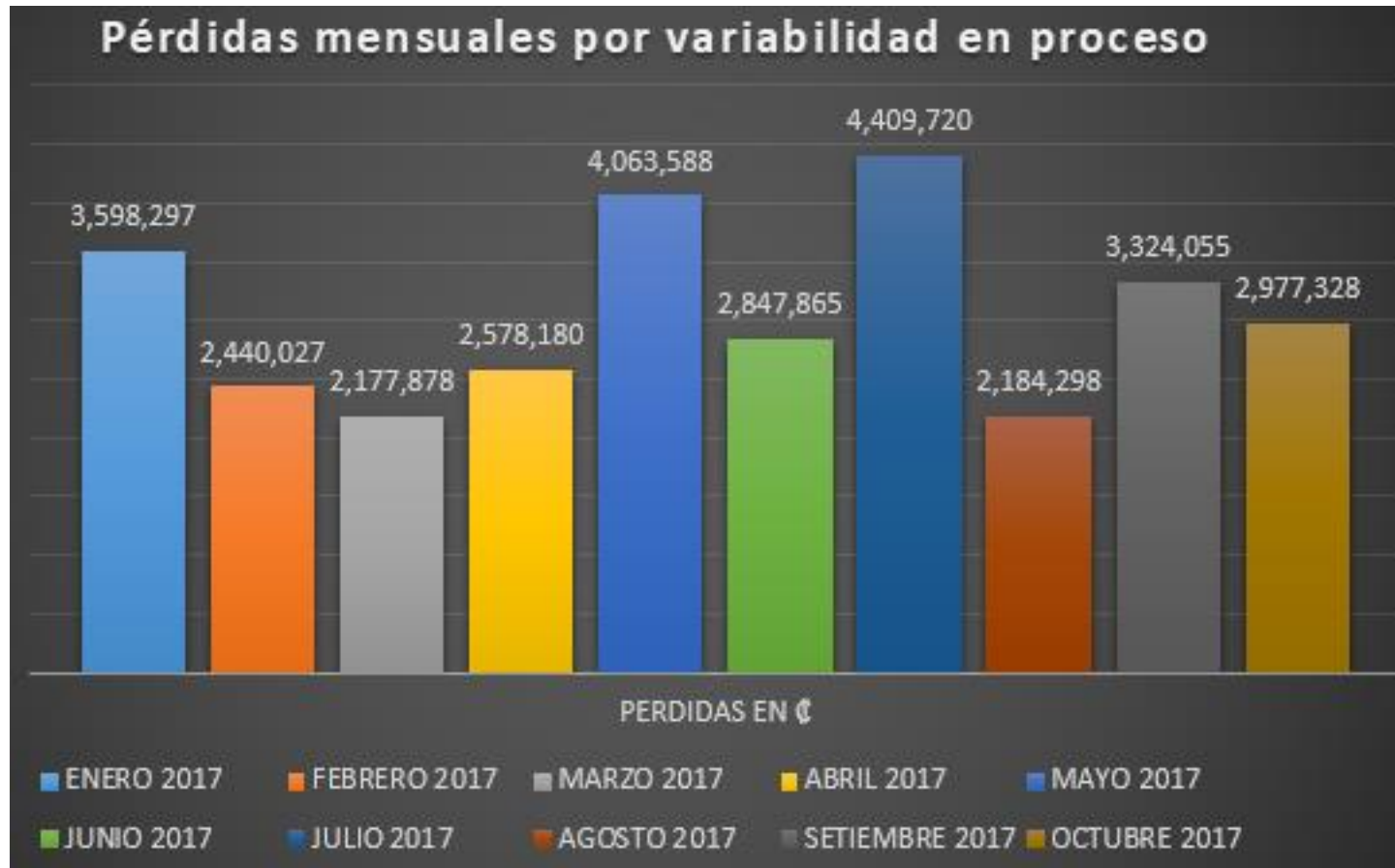


Figura No.01, Pérdidas mensuales en ¢ por variabilidad en proceso

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.01 muestra que, del mes de enero al mes de octubre del 2017, se han presentado variaciones en el consumo de materias primas de las tandas de galletas Cremas Estrella Vainilla, generando una pérdida económica acumulada de ¢30 601 237. Esto debido a que, el promedio mensual de sobreconsumo de materias primas para este periodo alcanzo un 5,79% el cual sobrepasa el indicador mensual del 2 % que maneja la compañía para este tipo de variación. No obstante, no se tiene certeza de la causa que ha generado este comportamiento.

El producto Cremas Estrella Vainilla es una de las referencias de mayor impacto en la organización dado que presenta un alto volumen de producción, y por ende, al presentarse variaciones en los consumos de materias primas su impacto económico es representativo.

Como se pudo apreciar anteriormente este producto está cumpliendo con el indicador de recorte, lo cual indica que el mismo no es un factor que esté afectando en la variación que se está presentando en el proceso. El sobrepeso, por su parte, es sinónimo de producto con una cantidad excesiva de relleno y dicho problema está fuera del alcance de este proyecto por ser un proceso diferente al de una tanda.

A pesar que los datos anteriores, no están afectando el proceso de producción de las tandas de las galletas Cremas Estrella Vainilla, la variación de materias primas se ha mantenido con valores por encima del estándar. Es decir, se consume una mayor cantidad de materias primas con respecto a lo que está estandarizado para la producción y como resultado el kilogramo (kg) por tanda va a tener un costo más elevado que afectará el margen de ganancia de dicha referencia para la empresa.

Un proceso industrial está sometido a una serie de factores de carácter aleatorio que hacen imposible fabricar dos productos exactamente iguales, dicho de otra manera, las características del producto fabricado no son uniformes y presentan una variabilidad.(Ruiz y Rojas,2006, p.5)

El poder determinar cuáles son las causas que están generando las variaciones en el proceso productivo puede generar un ahorro económico muy sustancial para la empresa. Además el estudio que va a realizarse podría tomarse como un punto de referencia importante para realizar estudios similares con otros productos de la misma línea e inclusive con productos de otras líneas también.

## **1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

A continuación se presenta el objetivo general que tiene el desarrollo de este proyecto. Posteriormente, se indican los objetivos específicos que busca cumplirse.

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar el rendimiento del consumo de materias primas en el proceso de producción del producto Cremas Estrella Vainilla, por medio de un análisis del método de trabajo para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Elaborar un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de las variaciones en el proceso de fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla.
- Definir qué tipo de herramientas son las adecuadas para realizar el estudio en la línea de producción # 2.
- Desarrollar propuestas de mejora para reducir la variabilidad en el consumo de materias primas para el proceso de producción de la Cremas Estrella Vainilla.
- Determinar mediante un análisis de costo-beneficio si la mejora propuesta es viable.

## **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES**

En los siguientes párrafos se especifican el alcance y las limitaciones que se tienen en el desarrollo de este proyecto de graduación.

### **1.6.1 Alcances**

La investigación va a realizarse en el departamento de Galleta Dulce de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., específicamente en la línea de producción # 2, donde se presenta una variación significativa en lo que se refiere a las tandas programadas contra las tandas producidas en la fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

### **1.6.2 Limitaciones**

No existen estudios ni datos previos del problema de variabilidad del consumo de materias primas para la galleta Cremas Estrella Vainilla.

Muchos de los datos a utilizar son de carácter confidencial para la Empresa, lo cual dificulta poderlos conseguir.

Está totalmente prohibido por la gerencia de producción recolectar datos en el área de pesado de ingredientes menores, ya que forman parte de la formulación del producto y dicha información es de carácter confidencial.

Las propuestas que se planteen en este proyecto, no puede modificar la fórmula actual de la galleta Cremas Estrella Vainilla ni otro elemento que afecte la preferencia del consumidor final.

Todas las propuestas sugeridas en este proyecto deben ser revisadas y aprobadas por el departamento de ingeniería de proceso.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL (RELATIVO A LA CARRERA)**

A continuación se incluyen los aspectos de la Ingeniería Industrial que se toman como base para el desarrollo de este proyecto.

Se considera que hay pocas áreas donde el impacto de la estadística se haya hecho sentir con más fuerza que en la ingeniería y en la administración industrial. En realidad, se hace difícil calcular sus aportaciones a los problemas de producción, al uso eficiente de materiales y fuerza de trabajo, la investigación básica y al desarrollo de nuevos productos.

La estadística ha venido a ser una herramienta muy utilizada por los ingenieros, los cuales la utilizan para comprender el por qué se da la variabilidad, con el fin de controlarla o eliminarla. Peña (2014) afirma “La estadística proporciona una metodología para evaluar y juzgar estas discrepancias entre la realidad y la teoría”. (p.22).

La variabilidad es un proceso normal en nuestro mundo, ya que todo lo que hacemos varía cada día, como ejemplo puede citarse que la calidad de un producto final, puede variar en cada producción. Lo importante es saber cómo controlarla para que no perjudique las finanzas de la Compañía.

En la estadística, el concepto de variabilidad es muy importante. Gómez (1996) afirma “Si los hechos no se repitieran o se repitieran sin variación, la estadística casi no tendría razón de ser”. (p. 317). Es decir, que no está mal que las cosas no se repitan exactamente igual, sino que esta variación debe medirse, para controlarla. Una forma de determinar qué tan variable es un proceso con respecto a un estándar es por medio de un análisis de desviación estándar.

## La varianza y la desviación estándar

Una de las herramientas para medir la variabilidad es la varianza la cual se hace sobre las variaciones que se dan entre promedios, dicha herramienta presenta el inconveniente que por dar datos en cuadrados sus resultados no son muy entendibles, pero al combinarla con la desviación estándar, se logran medidas de dispersión de datos claras y con una interpretación más objetiva de la variabilidad.

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada de la varianza. (Rustom, 2012, p.19)

$$\begin{array}{l} \text{Varianza:} \\ \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \\ \\ \text{Desviación estándar} \\ \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} - \mu^2} \end{array}$$

Figura No.02, Fórmulas de la varianza y la desviación estándar

**Fuente: Tomado del libro estadística descriptiva, probabilidad e inferencia (2012)**

La Figura No.02 establece la diferencia entre la varianza y la desviación estándar, la cual radica en que la desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza.

Con la finalidad de dar claridad al trabajo de estudio, es de suma importancia describir paso a paso las actividades que están relacionadas o involucradas con proceso productivo; por consiguiente, es de suma relevancia crear un diagrama del flujo del proceso donde se muestre las actividades que conforman el proceso en estudio y a la postre puede servir después para realizar varios análisis para determinar en qué punto o puntos de dicho proceso se está presentando determinado problema.

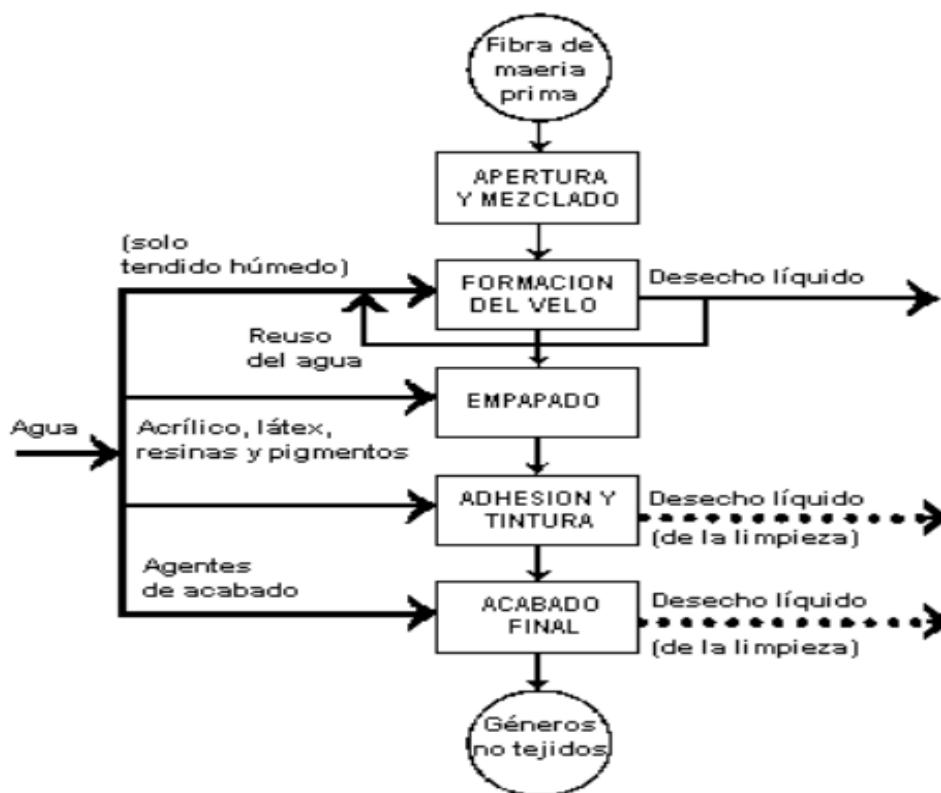


Figura No.03, Ejemplo de diagrama de flujo de proceso

**Fuente:** <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/epa/pcindtex/textcu210.html>

La Figura No.03 ilustra un diagrama de flujo de proceso y muestra un ejemplo de un proceso típico, paso a paso, de fabricación de géneros no tejidos.

El diagrama de flujo es de suma importancia, ya que da una visión general de cómo se realiza el proceso y también sirve en combinación con otras herramientas, para identificar y conocer cuáles son las áreas claves donde se puede estar presentando determinado problema.



tarda en cada paso del proceso y también es necesario pueden hacerse observaciones de estos.

Cuando se conoce de forma clara cada etapa del proceso, la siguiente fase consiste en recolectar la información necesaria para determinar cuáles son las posibles causas que pueden estar causando el problema en el proceso productivo, una herramienta muy utilizada para recolectar información es la lluvia de ideas. Winter (2000) afirma que “La lluvia de ideas es una herramienta de creatividad bastante empleada en el trabajo de grupo, y en la que el equipo genera y clarifica una lista de ideas” (p.19). La mayor cantidad información que pueda recopilarse sobre el problema abre una gran posibilidad para la solución del mismo.

<b>Título</b>
Fecha: _____
<b>Asistentes:</b>
<b>Tema a tratar:</b>
<b>Resultados de la reunión:</b>
<b>Evaluación de la reunión:</b>
<b>Acuerdos tomados:</b>

Figura No.05, Ejemplo formato para registrar una lluvia de ideas

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.05 es un ejemplo de un formato para registrar la información recopilada en la lluvia de ideas, el cual lleva un título, la fecha del día que se realizó, registro de los asistentes, el tema a tratar con el cual se va iniciar la discusión. Es vital que todos los participantes conozcan el formato y que sean conscientes que de los resultados de la reunión van a salir las posibles causas del problema así como los acuerdos tomados.

Después de la lluvia de ideas puede utilizarse también el método de observación pasiva, ya que no se descarta la posibilidad de que los operarios tengan que ver en el problema y al preguntarles directamente o en presencia del supervisor puede ser que las respuestas no sean confiables o que tomen una actitud negativa en lo que se refiere a la investigación. Montenegro (2005) afirma. “En algunas situaciones, dependiendo del riesgo que pueda tomar el observador, es preferible la observación pasiva” (p.64). La recolección de datos debe ser lo más objetiva posible para poder llegar a la causa raíz del problema.

Ya con toda la información obtenida con las herramientas anteriores se pueden identificar los puntos críticos de control, con los cuales puede determinarse el o los puntos del proceso donde se están presentando las posibles causas que están ocasionando el problema de variabilidad en el consumo de materias primas.

Paso del proceso	Riesgo que puede causar variabilidad en el proceso	Es el riesgo importante	Es un punto crítico de control

Figura No.06, Ejemplo formato para registrar puntos críticos del proceso

Fuente: Elaboración propia

Los datos suministrados por el personal del proceso se muestran en la Figura No.06 donde se registran y filtran los datos esto para determinar los puntos críticos de control y con esta información atacar áreas definidas del proceso en donde los problemas son realmente relevantes.

Los puntos críticos del proceso se transforman en causas que pueden utilizarse para la construcción de un diagrama causa y efecto en donde se pueden agrupar dichas causas por categorías como, máquinas, método, medición, medio ambiente, mano de obra y materia prima. Además, se puede obtener subcausas para obtener una visión más clara del por qué se está dando el problema o efecto. "El análisis de fallas tiene como fin primordial no solo identificar, sino esencialmente localizar las fuentes que originan esas fallas". (Acuña, 2003, p.241)

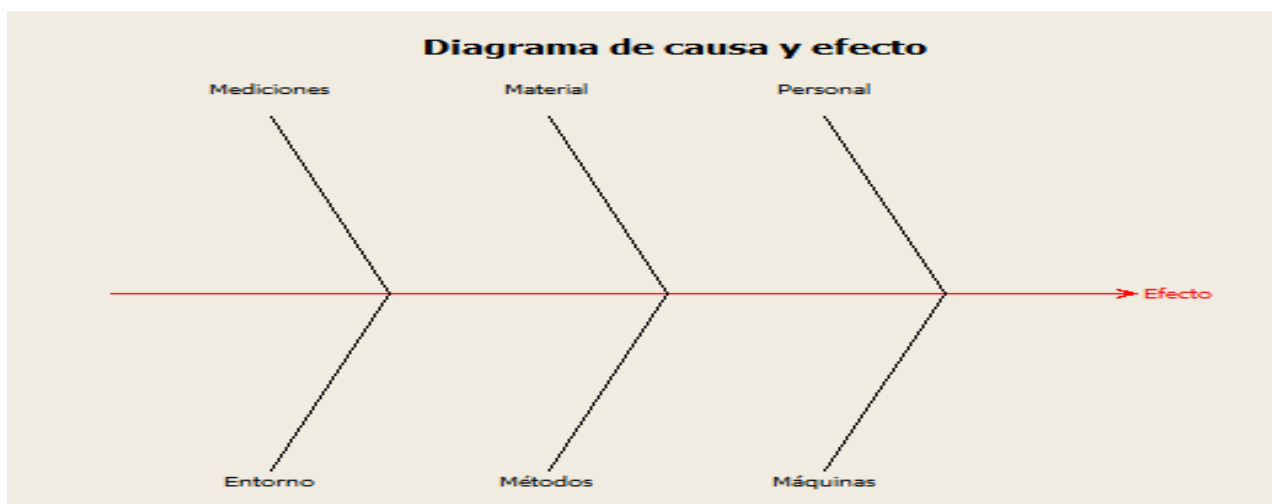


Figura No.07, Diagrama Causa y efecto

**Fuente:** Elaboración propia

La Figura No.07 representa el diagrama de Ishikawa o causa y efecto, como su nombre lo indica, pretende mostrar de una forma visual y muy simple las posibles causas de un problema y el efecto que provocan.

Después de realizar el diagrama causa y efecto debe recolectarse información por medio de un muestreo para determinar la frecuencia con la que se dan dichas

causas en el proceso productivo y con esta información construir un diagrama de Pareto. El muestreo es para una población finita, ya que deben muestrearse días determinados en los cuales se programa producción de galletas Cremas Estrella Vainilla y los mismos tienen su número de tandas definidas por turno.

$$n = \frac{Z^2 p * q N}{e^2(N - 1) + Z^2 p * q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población o universo

Z = nivel de confianza

p = probabilidad a favor

q = probabilidad en contra

e = error muestral

Figura No.08, Fórmula para determinar el tamaño de la muestra

Fuente: <http://normasapa.net/wp-content/uploads/2016/11/muestreo-4-728-2.jpg>

En la Figura No.08 se indican los componentes de la fórmula para determinar el tamaño de una muestra para una población finita, ya que se conoce los días de producción de galletas Cremas Estrella Vainilla y las tandas a producir por día. La información recolectada en el muestreo es utilizada para la construcción de un diagrama de Pareto. Para esta fórmula puede utilizarse un nivel de confianza del 95%, una probabilidad a favor del 0,5% y una probabilidad en contra de 0,5%, además el máximo error muestral permitido es del 5%.

El Dr. J. M. Juran llamó el análisis de Pareto al diagrama para clasificar los problemas de calidad en los pocos vitales y muchos triviales. El resultado fue fruto de la fórmula desarrollada por V. Pareto, un economista italiano que estudió la distribución de la desigualdad y de la teoría similar de M. C. Lorenz, pero en forma de diagrama. (Kume, 1996, p.32).

El diagrama de Pareto lo que concluye es que la mayoría de los defectos y de sus costos se deben a un número relativamente pequeño de causas.

### **Pasos para elaborar diagramas de Pareto**

Los pasos por seguir para elaborar un diagrama de Pareto son según Kume (1996):

- Paso 1: Decidir qué problema va a investigarse y cómo recoger los datos.
- Paso 2: Diseñar una tabla para conteo de datos donde se registren los valores totales para cada característica.
- Paso 3: Calcular el total de cada característica y el total general.
- Paso 4: Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de items, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
- Paso 5: Organizar los ítems por orden de cantidad y llenar la tabla de datos.
- Paso 6: Dibujar dos ejes verticales y uno horizontal. El eje izquierdo va de 0 hasta el total general y el eje derecho con una escala de 0% hasta 100%. El eje horizontal se divide en un número de intervalos igual al número de características.
- Paso 7: Construir un diagrama de barras.
- Paso 8: Dibujar la curva acumulada (curva de Pareto).
- Paso 9: Escribir en el diagrama información necesaria como el título, cifras significativas, unidades, periodo de tiempo, tema y lugar de la investigación, entre otros. (p.32).

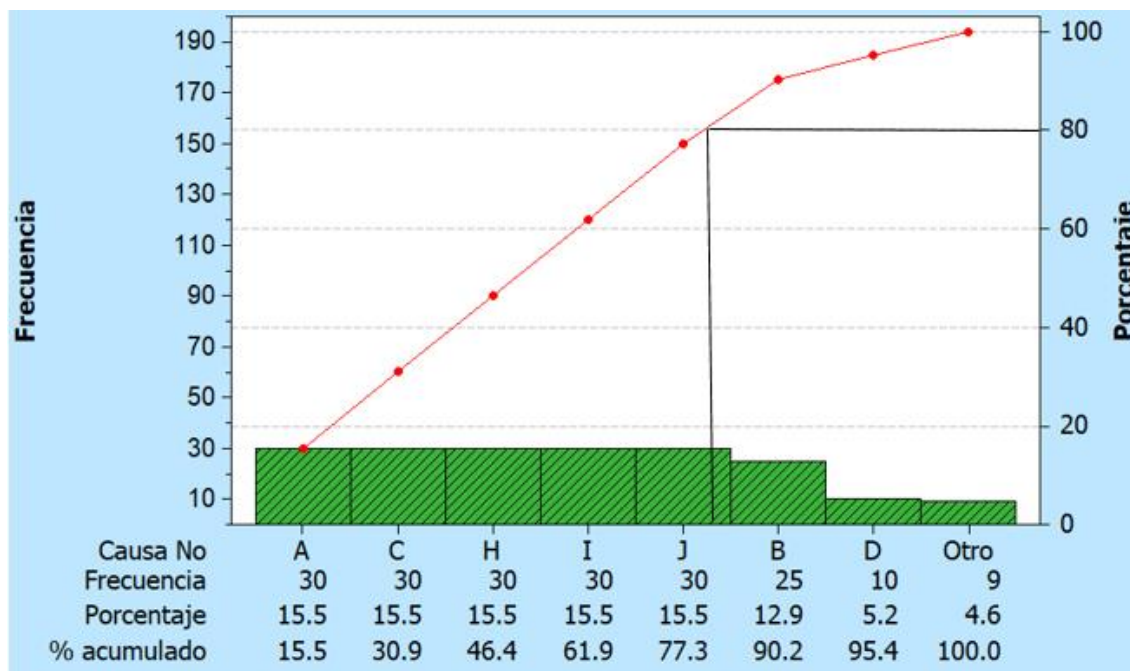


Figura No.09, Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En la Figura No.09 se muestra una representación gráfica donde se aprecia la frecuencia con la que ocurre determinada característica, se puede tener información de cuanto varía un proceso y, además, pueden tenerse una idea preliminar de que puede mejorarse. Está basado en el principio de Pareto, según el cual el 80% de los defectos están originados por un 20% de las causas. (López, 2016, p. 27)

Para complementar el Diagrama de Pareto se puede utilizar una matriz de Vester, con la cual se pueden ver de forma simple la relación que se presenta entre las causas que pueden estar provocando que se dé el problema en estudio y cuál o cuáles de ellas tiene mayor relación entre sí, lo cual nos indica donde se debe atacar el problema.



Figura No.10, Matriz Vester

**Fuente:** Tesis Doctoral, Universidad Cienfuegos, Republica de Cuba.

La Figura No.10 muestra que la información recolectada va a ser procesada en la matriz de Vester, para obtener una gráfica con cuadrantes donde se pueden observar la clasificación de todas las posibles causas y a cuáles hay que prestarles la mayor atención. Dependiendo de la relación que haya entre cada causa, serán clasificadas como indiferentes, pasivas, activas y críticas. Además para la construcción de esta matriz se usa la siguiente calificación dependiendo de su influencia y dependencia.

- 0: No hay relación.
- 1: Relación débil.
- 2: Relación media.
- 3: Relación directa.

Al tener localizadas por medio de la matriz de Vester, todas las causas críticas se podrían utilizar matriz de priorización, en la cual se dan prioridades a una serie de posibles soluciones al problema, para poder elegir una solución entre todas las opciones disponibles.

Alternativa de solución	Criterios				Valoración de alternativas
	¿Elimina o controla las causas?	¿Mejora la satisfacción de los usuarios?	¿requiere pocos recursos?	¿Es fácil de implementar?	

Figura No.11, Matriz Priorización

**Fuente:** Libro Herramientas para la mejora de la calidad, métodos para la mejora continua y la solución de problemas, de Paloma López Lemos.

La Figura No.11 indica cuáles alternativas de solución de problemas son las mejor valoradas mediante el cumplimiento de varios criterios y con esto poder hacer que sea fácil determinar cuál es la solución más factible para eliminar o minimizar el problema.

Cuando ya se obtiene la mejor solución al problema, se debe utilizar una herramienta donde pueda llevarse un control de las actividades que se deben realizar, para que dichas soluciones se vean plasmadas en un tiempo definido, los diagramas de Gantt son muy útiles para este tipo de control.

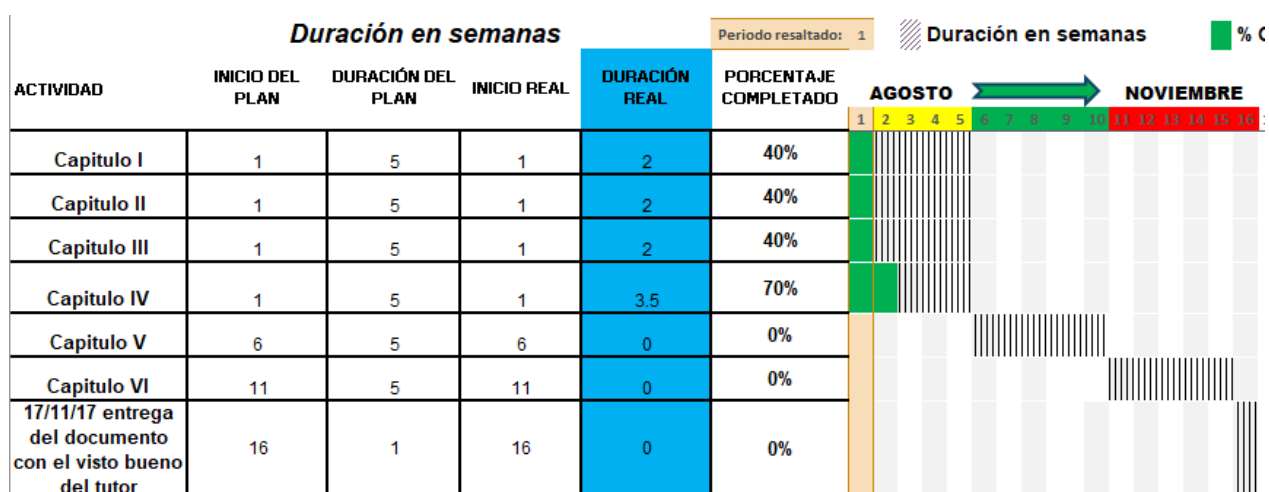


Figura No.12, Diagrama Gantt

**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura No.12 se muestra cómo en un diagrama de Gantt debe colocarse primero todas las actividades a realizar, luego debe colocarse el inicio y final de cada actividad y su duración en días o semanas, esto para llevar un control estricto del cumplimiento de estas.

Después de que las soluciones son implementadas, las mismas deben validarse con regularidad para verificar que dichas soluciones estén cumpliendo con su objetivo, para esta etapa la herramienta que puede utilizarse son las auditorías de proceso.

Tabla 03, Cuestionario de control de procesos

<b>COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A.</b>			
<b>CUESTIONARIO DE CONTROL DE PROCESO</b>			
FECHA			
LÍNEA:			
PROCESO:			
CUESTIONARIO			
PREGUNTA	SÍ	NO	N/A
RESPONSABLE:			

Fuente: Elaboración propia

La Tabla No.03 lo que busca es dar seguimiento a las soluciones a los problemas del proceso para corroborar que las mismas se mantengan en el tiempo, y así no volver a incurrir en los mismos errores, que a la postre provocan que la Compañía pierda dinero. Esta actividad está orientada en la estrategia de mejora continua, la cual tiene como objetivo de minimizar costos y ofrecer productos de la mejor calidad posible.

## 2.2 MARCO ATINENTE A LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Seis Sigma, fue desarrollada por la empresa Motorola en el año 1985. Es una metodología que pretende mejorar el desempeño y acabar con el enemigo número uno de los procesos, la variabilidad y con esto reducir los costos de la empresa mediante la mejora continua del proceso productivo. Pérez y García (2014) afirman:

Es un método basado en datos para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección; es diferente a otros enfoques, ya que también corrige los problemas antes que se presenten. Específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas. (p.90)

De la mano de Seis Sigma se encuentra la herramienta DMAIC, metodología básica fundamental del mejoramiento, se diferencia de otros programas porque:

Hace uso de un sistema de medición que provee datos que soportan el mejoramiento continuo, demuestran el avance hacia la meta y mantienen el sentido de mejoramiento. Además, pueden obtenerse beneficios como reducción de la variación, aumento de la velocidad del proceso, disminución del desperdicio etc.

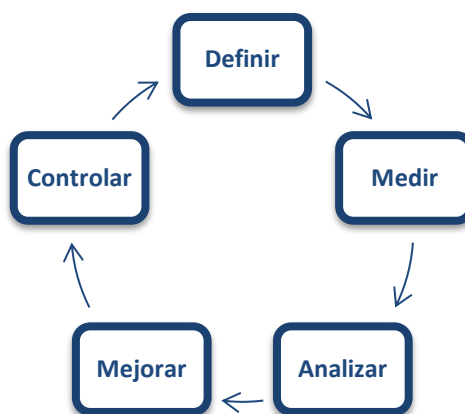


Figura No.13, Ciclo DMAIC

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.13 indica que DMAIC está conformado por 5 pasos que buscan establecer el origen de la variación para minimizarla o eliminarla y así mantener bajo control el proceso. A continuación se describen cada una de las etapas:

### **Definir**

En esta fase lo que se requiere es determinar cuál es el problema, cuáles son sus causas, qué tan grande es el problema. Además, con la información anterior se pueden definir, fácilmente, los objetivos principales, el alcance y las limitaciones de la investigación.

Para esta etapa pueden utilizarse herramientas como entrevistas con el personal de producción, trabajos en equipos, lluvia de ideas, lista de verificación, Garcés (2000) afirma: "Todo problema comprende algunos elementos o datos conocidos y otros desconocidos, llamados incógnitas. Resolver un problema es encontrar los elementos desconocidos valiéndose de la relación que tienen con los elementos conocidos" (p.23).

### **Medir**

En esta etapa, lo que se busca es la recolección de datos para poder identificar de una forma cuantitativa la causa del problema o lo que necesitamos medir, además también logra conocerse el estado actual del proceso.

Una buena medición debe ser significativa y entendible y permite un buen análisis de los datos. Por lo general se recomienda utilizar datos continuos para que la información sea más exacta y con ellos pueden obtenerse parámetros de posición como el promedio y de variación como la desviación estándar. Para calcular lo anterior primero se debe determinar el tipo de muestra que se necesita. Algunas de las herramientas que pueden utilizarse en esta fase son:

- Diagrama de flujo
- Diagrama causa y efecto

- Diagrama de Pareto
- Histograma
- 5 W / 1 H
- Diagrama de afinidad

Es muy importante resaltar que las mediciones son importantes cuando las mediciones se basan en hechos objetivos. Por lo tanto, es necesario de que el investigador y la organización tengan un buen conocimiento de los métodos estadísticos que están aplicando o van a aplicar (Herrera & Fontalvo, 2011).

### **Analizar**

La información obtenida en la etapa anterior es procesada en esta etapa para identificar cuáles son las fuentes de variación y con esto puede tenerse una idea de por se está dando el problema.

En esta etapa se determinan cuáles son las variables que pueden estar afectando en el lugar donde se hace el estudio, tales como de entrada, de proceso o de salida.

Es muy importante que para analizar los datos existan variables en el proceso que puedan medirse y que, a la vez, al ser estudiadas arrojen resultados que permitan sacar conclusiones acerca del proceso. Algunas herramientas utilizadas en esta etapa son:

- Diagrama causa y efecto
- Mapeo de procesos
- Diagrama de flujo
- Diagrama inter funcional

## **Mejorar**

En esta etapa lo que se busca es que con el trabajo previo de recolección, medición y análisis de datos ofrecer una solución eficaz al problema planteado, por medio de la identificación de los métodos que puedan ayudar a la organización a eliminar o minimizar las variables que causan los problemas en el proceso.

Al atacar los problemas en el proceso puede llevarse el mismo a un nivel de desempeño bastante aceptable, minimizando las pérdidas que pueda tener la organización.

La mejora de un proceso se da cuando se atacan las causas que me están generando un problema. La Gestión de la Calidad Total indica que el mejorar un proceso es un aspecto vital. Se ha señalado durante muchos años que el mejoramiento del proceso es un factor muy importante. (Cabrera, 2010).. Algunas herramientas utilizadas en esta etapa son:

- 5s
  - Justo a tiempo (JAT)
- Kanban
- POKA – YOKE
- Diagrama de afinidad
- Programas Piloto

## **Control**

En esta etapa lo que se pretende es mantener las mejoras realizadas en el tiempo, esto mediante controles que permitan la sostenibilidad de dichas mejoras.

Los controles se dan, en primera instancia, llevado un buen sistema de planificación, un control de la documentación y un monitoreo constante del proceso. Arnoletto (2007) afirma:

Si no hay un buen sistema de planificación no puede haber un sistema de control, cuya tarea principal no es como, a veces, se supone, castigar los errores o encontrar culpables, sino detectar y corregir lo antes posible las desviaciones respecto de los objetivos marcados, realimentando el sistema con información que lo mantenga en el rumbo previsto. (p.26). Algunas herramientas para esta etapa son:

- Estandarización
- Capacitación
- TPM
- Controles visuales

En todo proceso el punto primordial y difícil de tratar es el factor humano, por lo cual es importante abordar el tema del estudio del trabajo, en el cual puede mencionarse el estudio de métodos, que tiene como objetivo el determinar cómo se está realizando el trabajo y tratar de modificarlo para hacerlo de una forma más eficaz y sencilla con el objetivo de reducir costos. Otro tema importante en el estudio de trabajo es la medición del trabajo, la cual implica medir el tiempo que dura un operario en llevar a cabo las tareas que tiene asignadas. Los pasos básicos para realizar un estudio de trabajo son los siguientes:

- Seleccionar: Proceso por estudiar
- Registrar: Por medio de observación directa registrar todo lo que está sucediendo en el proceso.
- Examinar: Los datos que fueron registrados con espíritu crítico.
- Idear: El mejor método de hacer las cosas.
- Medir: Si el método electo es eficaz y rápido de hacer.
- Definir: El método para su identificación.
- Implantar: Para uso normal.
- Mantener: Su uso mediante controles definidos.

Por consiguiente, el estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente ligados entre sí. El primero se usa para reducir el trabajo innecesario de la tarea u operación, mientras que la segunda sirve sobre todo para investigar y reducir el tiempo improductivo y para fijar después las normas de tiempo de operación cuando se efectúe en la forma perfeccionada ideada gracias al estudio de métodos.(OIT,1980, p.34)

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO**

En esta parte del documento, busca determinarse a qué plazo pueden sentirse el impacto y los efectos de minimizar la variabilidad en el proceso de producción de la línea # 2, en el consumo de materias primas, en la referencia Cremas Estrella Vainilla en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Según se manejan las empresas, actualmente, los resultados de un ajuste de proceso deben sentirse a corto plazo, ya que mientras mayor tiempo sin resolver el problema, mayores son las pérdidas de la Compañía.

Según lo indicado por el departamento de ingeniería de proceso se pretende que la variabilidad del consumo de materias primas en el proceso de producción de la línea # 2 no sobrepase el 2%, el estar dentro de esta meta o indicador es muy importante para la Compañía.

En la empresa actualmente se han implementado herramientas como 5s, TPM y Lean manufacturing, con las cuales busca eliminarse lo innecesario, ordenar, estandarizar, dar mantenimiento preventivo mediante el uso de personal exclusivo y especializado y, además, y lo más importante, identificar los puntos donde se están generando más desperdicios para minimizarlos o eliminarlos.

La metodología DMAIC que van a utilizarse en este proyecto contiene un sinnúmero de herramientas que, a su vez, generan resultados muy alineados a las filosofía actual de la Compañía; además, todos estos elementos unificados lo que buscan es lograr trabajar bajo un sistema de mejora continua.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

Las opiniones y conclusiones sobre el tema en estudio de la variabilidad del consumo de materias primas en lo que se refiere a tandas programadas contra lo realmente producido en empresas galleteras, son muy difíciles de encontrar, pero pueden tomarse como referencia trabajos de variaciones en procesos de forma general, ya que al fin y al cabo se trata de problemas muy similares.

Según las opiniones encontradas sobre el tema de la variación en el proceso, lo primero que debe hacerse es determinar cuáles son las variables más significativas, después lo que realiza es un monitoreo para determinar cuáles de ellas son las que está afectando el proceso final.

Al haber identificado la causa del problema procede a utilizarse las herramientas necesarias para minimizar o eliminar el problema. Es muy importante verificar la funcionalidad de las herramientas utilizadas en el transcurso del tiempo, para garantizar que el problema no se vuelva a presentar; pueden hacerse revisiones periódicas en el proceso y con esto se garantiza que los indicadores utilizados por la Compañía sobre el consumo de materias primas siempre estarán dentro de los parámetros establecidos.

Otra opinión sobre el tema indica que las variaciones son parte de todos los procesos productivos, unas pueden eliminarse, pero otras solo pueden minimizarse por medio de un control continuo.

## **2.5 AUTORES CONSULTADOS: COINCIDENCIAS Y DISCREPANCIAS**

Según un trabajo consultado sobre la variación del porcentaje de gluten en la harina, la herramienta utilizada para tratar este problema fue desarrollar un manual de operación para el proceso de galletas, para modificar las condiciones en el proceso y así logra mantener las especificaciones del producto final.

El segundo trabajo consultado fue sobre la variabilidad del proceso de envasado de un producto en polvo, dicho trabajo arroja como resultado que la variabilidad puede detectarse mediante herramientas estadística. En este caso, utilizaron los gráficos de control en los cuales pudo definirse en qué puntos del proceso se estaba dando la variación y con esta información pudo reducirse significativamente la variación mediante el uso de una herramienta llamada diseño de experimentos.

El tercer trabajo consultado se refiere a la variabilidad en procesos multietapa en la fabricación de baldosas cerámicas, indica que para realizar un estudio completo, todas las variables del proceso que tengan un efecto sobre la variabilidad en cualquier etapa deben ser incluidas, aunque al final se determine que su efecto sobre el proceso no sea significativo.

Para realizar la estimación de la variabilidad en el proceso, lo primero que se hizo fue monitorear dicho proceso durante un tiempo indicado para lograr obtener la suficiente cantidad de datos o muestra significativa y poder realizar los análisis correspondientes.

La herramienta que se utilizó fue hacer una estimación de variabilidad mediante el uso de gráficos de control, en determinado tiempo y con la muestra adecuada y la información obtenida fue analizada, para verificar si el proceso es estable durante el tiempo de estudio.

Como solución al problema se propuso el uso de reingeniería, mejoras en el sistema de control del proceso, estudiar el uso de materiales menos sensibles a la variación.

Tabla 04, Estado del arte

Año	Lugar	Autor	Título	Metodología
2008	Guayaquil	Ana Karina Loor	Desarrollo de un manual de operación para un proceso de galletas crackers	Uso de un manual de operación para el proceso de galletas, para modificar condiciones de proceso y mantener especificaciones del producto.
2009	Veracruz	Elizabeth Díaz Carlos Días Luis Flores Santiago Heyser	Estudio de la variabilidad del proceso en el área de envasado de un producto en polvo	Uso de gráficos de control y diseño de experimentos
2010	Castellón	José Antonio Heredia	Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en proceso mutietapa en la fabricación de baldosas cerámicas	Uso de reingeniería, mejoras en el sistema de control del proceso, estudiar el uso de materiales menos sensibles a la variación

Fuente: Elaboración propia

La Tabla No.04 muestra que el estado del arte da como conclusión de que los métodos para el estudio de la variabilidad realizados en diferentes procesos son muy similares a los planteados en este proyecto.

Mediante el uso de la herramienta DMAIC, la cual es la base para desarrollar este proyecto de investigación, se garantiza que siguiendo cada uno de sus pasos y logra obtenerse como resultado el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA**

Este proyecto está estructurado en varios pasos para tratar de determinar cuáles son las causas del problema que se presenta con los consumos elevados de materia prima en la línea de producción # 2 en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR ,S.A., los cuales están dando como resultado una pérdida económica.

Para realizar la investigación primero se utilizarán herramientas de la metodología DMAIC para conocer y analizar el proceso, como por ejemplo los diagrama de flujo de proceso y los cursogramas analíticos, dichas herramientas proporcionan una visión más amplia del proceso en estudio.

Es de suma importancia el acercamiento con el personal operativo ya que al fin y al cabo son ellos los que están directamente relacionados con el proceso y conocen todos los problemas que ahí se presentan, el lograr reunirse con ellos y el aplicar herramientas como la lluvia de ideas, es la base para determinar cuáles son las posibles causas que pueden estar provocando la variación en el consumo de materias primas en la producción de la pasta de la galleta. Además, si le sumamos algún método de observación para poder recolectar otro tipo de información que el personal por algún motivo no pueda o quiera suministrar, se lograría definir las principales causas del problema en estudio.

La metodología mencionada anteriormente es muy utilizada para el proceso inicial de definir posibles causas y los efectos que estas producen, también son grandes instrumentos para generar y producir conocimientos que pueden ser la clave para resolver los problemas planteados. “ La investigación es muy útil para distintos fines: crear nuevos sistemas y productos; resolver problemas económicos y sociales; ubicar mercados, diseñar soluciones y hasta evaluar si hemos hecho algo correctamente o no”. (Sampieri, 2010, p. 27). Cuando la investigación se realiza de la mejor manera y con el equipo idóneo se da un sello de garantía de los resultados finales.

## **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO**

Cuando se han logrado encontrar las posibles causas al problema, se puede usar dicha información para construir un diagrama causa y efecto el cual viene a organizar y clasificar dichas causas, dando más claridad sobre la relación que presenta entre ellas y los efectos que pueden generar, que para este estudio el efecto sería la variabilidad en el consumo de materias primas en la producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

Se debe realizar un muestreo representativo para determinar la frecuencia con la que se dan cada una de las causas en el proceso productivo, para hacer dicho muestreo se debe conocer los días en que se va a producir la galleta Cremas Vainilla Estrella, los turnos de producción y las tandas por turno. El muestreo sería para una población finita ya que son días determinados y la cantidad de tandas programadas por turno son siempre 22.

Con la información obtenida en el muestreo se puede construir un diagrama de Pareto, complementado con una matriz de Vester, los cuales van ayudar a encontrar las principales posibles causas que están generando el problema de variabilidad en el consumo de materias primas.

La metodología DMAIC es el complemento ideal para las metodologías de mejora continua y de Lean manufacturing, que actualmente están siendo utilizadas en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., con las cuales se ha logrado disminuir los desperdicios en el proceso, minimizar los costos y crear estrategias para educar al personal para que tomen conciencia de que el mantener los cambios depende mucho de ellos y del empeño que le pongan por hacer bien las cosas, siempre con el respaldo de la Compañía.

En la Compañía existe un mecanismo que fomenta el desarrollo de este tipo de proyectos, en el cual el proyecto es evaluado por un grupo interdisciplinario conformado por personas de diferentes áreas. Dependiendo de la ganancia que la mejora le genere a la empresa, es catalogado como de bajo impacto o alto impacto y según la categoría alcanzada, es muy probable que genere una recompensa económica para el proponente de dicho proyecto.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Para implementar este proyecto la metodología a usar es por medio de un diagrama de Gantt, donde debe estar todas las actividades que conforman el proyecto y las fechas en el cuales dichas actividades deben ser realizadas, hasta lograr cumplir con los objetivos propuestos.

Muy importante recalcar que el cumplimiento de cada actividad depende del interés que tenga la empresa en solucionar la problemática planteada en este proyecto.

### 3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

En esta fase del proyecto, se pretende verificar si los cambios que se van a realizar en el proceso están alcanzando los resultados esperados y si los mismos perduran en el transcurso del tiempo. Para lograr esto se le debe dar es un muy buen seguimiento, esto se puede realizar por medio de herramientas estadísticas y personal calificado que se encarguen de realizar los procedimientos o análisis respectivos.

Las gráficas de control y métricas visuales son dos muy buenos ejemplos de herramientas de respaldo metodológico las cuales podrían ser utilizadas por personal calificado de la línea de producción # 2 de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., para dar el seguimiento necesario y así demostrar que los resultados obtenidos están dando los frutos esperados, generando un beneficio económico a la empresa.

Las gráficas de control van a indicar el comportamiento del proceso, dicha herramientas da resultados muy visuales y fáciles de interpretar, además si el proceso está fuera de control da la alarma para realizar los ajustes correspondientes y solucionar el problema de una manera rápida y eficaz.

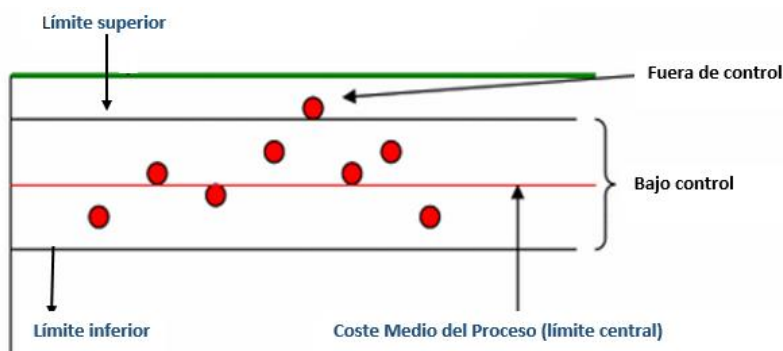


Figura No.14, Gráficas de control

Fuente: Libro, control y reducción de costos mediante el control estadístico de procesos

La Figura No.14 muestra un ejemplo de gráfica de control y cada uno de sus componentes, como el límite superior, límite central, límite inferior y cómo los datos recolectados van cayendo dentro o fuera de los mismos, dependiendo de la variabilidad que tenga el proceso.

En el caso de las métricas visuales, el uso de una pizarra, colocada en un lugar estratégico en la línea de producción, proporciona datos actualizados sobre el comportamiento del proceso, cumplimiento de indicadores, demoras, desperdicios, etc.



Figura No.15, Métrica visual

Fuente: <https://prezi.com/tpnv2zha9d97/metricas-de-proceso-y-de-proyecto/>

En la Figura No.15 se muestra cómo una pizarra sencilla puede proporcionar información en tiempo real del proceso, que puede servir tanto para controlarlo como mejorarlo. También mediante el uso de colores tipo semáforo se puede dar información más visible y fácil de entender y se logra apreciar cómo se está comportando el proceso.

Después de implementar las propuestas de mejora, la compañía es la responsable de asignar las personas encargadas para que realicen las tareas específicas que garanticen que proceso se mantenga bajo control en el transcurso del tiempo y no se volver a reincidir en variaciones en el consumo de materias primas como las que actualmente existen.

## **CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## **4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En este capítulo se va a realizar una revisión profunda de la situación actual del proceso de fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla. El uso de herramientas para observar, medir y analizar el proceso es de suma importancia para proporcionar posibles soluciones al problema de variación en el consumo de materias primas que se está presentando y con esto lograr el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

### **4.1.1 Mapeo del Proceso: Diagrama de flujo general**

Mediante el uso de un diagrama de flujo general se puede mostrar cada etapa que componen el proceso productivo en estudio y, si a esto le sumamos el uso de otras herramientas, se podría determinar en qué puntos específicos del proceso se está suscitando anomalía que podrían ser la causa de la variación de materias primas que se está presentando en el proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla.

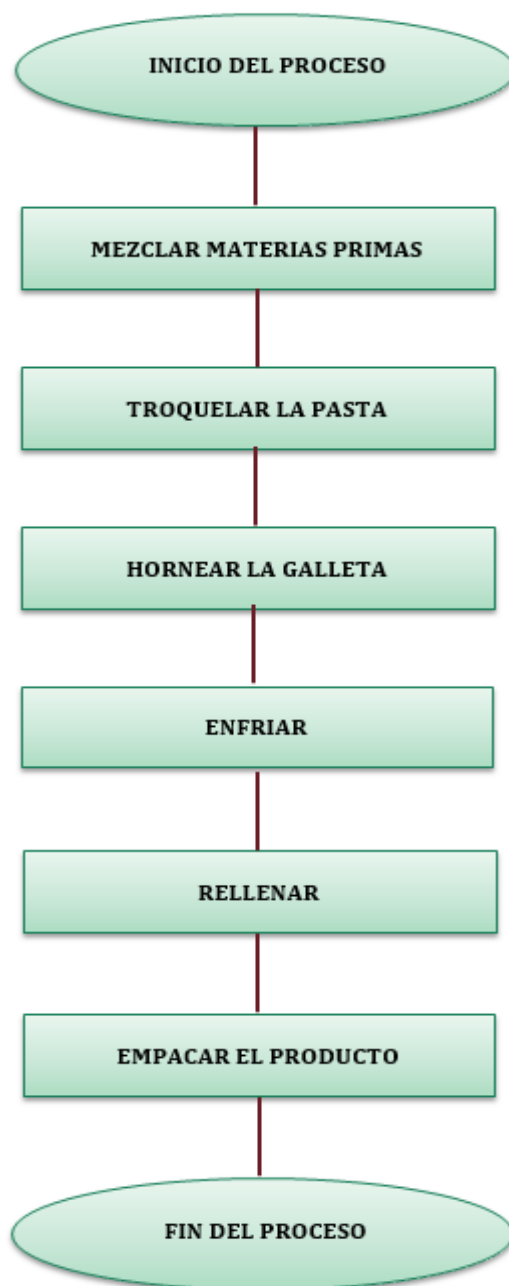


Figura No.16, Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de las Galletas Cremas Estrella Vainilla.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura No.16 muestra que el proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella empieza con la mezcla de materias primas para formar la pasta o tanda, después la pasta es moldeada y troquelada por medio de rodillos y con un molde montado en una máquina llamada rotativa se le da forma a galletas en estado crudo.

La pasta cortada continua el recorrido hasta un horno el cual cocina las galletas; al salir del horno las galletas cocidas pasan por abanicos para ser enfriadas y, posteriormente, pasan a un área de rellenar donde se les coloca el relleno y así se forma el sandwich de galletas de manera automáticamente para que finalmente se realice el proceso de empaclado.

Para comprender con mayor detalle el proceso se construyó diagrama analítico de proceso donde se detalla el paso a paso del mismo.

Cursograma analítico de proceso							
Fecha: 24/08/17							
Proceso: Fabricación de Galletas Cremas Estrella Vainilla							
Inicio: Recepción de materias primas							
Final: Almacenamiento							
Autor: Jorge Zúñiga Cubero							
Descripción	Tiempo	Símbolos					Observaciones
	Minutos	●	➔	◐	◑	▲	
Recepción de materia prima	6						
Verificación del certificado de calidad	5						
Almacenamiento	5						
Transporte al área de mezcla	7						
Pesado de ingredientes menores	5						No hay verificación
Transporte a mezcladora	3						
Mezclado de materias primas	8						No hay verificación
Transporte al área de troquelado	2						
Troquelado	2						
Verificación del peso crudo	3						
Transporte al área de horneado	0,10						
Horneado	6						
Transporte al área de enfriado	0,10						
Enfriado	2						
Verificación del peso cocido	3						
Transporte al área de relleno	3						
Relleno	0,20						
Verificación del peso del relleno	3						
Transporte al área de empaque	1						
Empaque	1						
Verificación del peso del producto terminado	3						
Transporte al área de almacenamiento	5						
Almacenamiento	5						
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	

Figura N0.17, Cursograma analítico del proceso

Fuente: Elaboración propia

En la Figura No.17 se muestra el cursograma analítico del proceso donde se incluyen las etapas del proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla. En dicha herramienta se puede observar la transformación que sufre la materia

prima desde su recepción hasta que se convierte en producto terminado, finalizando su proceso en planta al ser almacenado.

Cuando se programa la producción de las galletas Cremas Estrella Vainilla se considera que cada turno de trabajo consta de 12 horas en las cuales se producen 22 tandas aproximadamente. Esto significa que se producen 1,83 tandas por hora, lo que representa un aproximado de 33 minutos por tanda.

Para comprobar dicho tiempo en el cursograma basta con sumar los minutos desde el proceso de pesado de ingredientes menores hasta el proceso de empaque, sin tomar en cuenta los tiempos de verificaciones, ya que las mismas se hacen fuera de este proceso.

## **4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.**

Los datos de la Tabla 05 muestran en forma numérica cuál es el estado actual del proceso; además, dan una visión muy clara del problema que se está presentando.

Como se puede apreciar en la Tabla 05 la variación promedio mensual en el consumo de tandas producidas contra las programadas al mes de octubre del año 2017 está en un 5,79%. Es decir, para la producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla de enero a octubre del 2017 se utilizó un adicional de 5,79 kg de tanda o pasta por cada 100 kg de tanda producida con relación a la cantidad estándar.

Este es un dato preocupante debido a la pérdida económica que esto representa para la Compañía.

Tabla 05, Variación en consumo de materias primas en la fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla

	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Total
<b>Ctd Producir (kg)</b>	116,968	131,559	189,640	122,263	148,778	139,547	163,534	119,223	189,556	130,223	<b>1,451,290</b>
<b>Ctd Reportada (kg)</b>	126,650	138,125	195,500	129,200	159,712	147,210	175,400	125,100	198,500	138,234	<b>1,533,631</b>
<b>Variación (kg)</b>	9,682	6,566	5,860	6,937	10,934	7,663	11,866	5,877	8,944	8,011	<b>82,341</b>
<b>%Variación cantidad</b>	8.28%	4.99%	3.09%	5.67%	7.35%	5.49%	7.26%	4.93%	4.72%	6.15%	<b>Promedio mensual = 5,79%</b>
<b>Costo Ctd producir (€)</b>	43,469,91	48,892,75	70,477,74	45,437,71	55,291,78	51,861,26	60,775,94	44,307,87	70,446,48	48,395,95	<b>539,357,39</b>
<b>Costo Ctd Reportada (€)</b>	47,068,21	51,332,77	72,655,62	48,015,89	59,355,37	54,709,12	65,185,66	46,492,16	73,770,54	51,373,28	<b>569,958,62</b>
<b>Costo de la Variación (€)</b>	3,598,3	2,440,03	2,177,88	2,578,18	4,063,59	2,847,86	4,409,72	2,184,3	3,324,05	2,977,33	<b>30,601,24</b>

Fuente: Departamento de ingeniería de procesos

La Tabla No.5 detalla las pérdidas en las que ha incurrido la Compañía hasta el mes de octubre del año 2017 por la variabilidad que se presenta entre las tandas programadas y las producidas. Para el mes de enero la pérdida fue de ₡3,598,297, para el mes de febrero ₡2,440,027, en el mes de marzo fue de ₡2,177,878, en el mes de abril de ₡2,578,180, para el mes de mayo de ₡4,063,588, para el mes de junio de ₡2,847,865, en el mes de julio de ₡4,409,720, en el mes de agosto de ₡2,184,298, para el mes de setiembre de ₡3,324,055 y en el mes de octubre de ₡2,977,328 lo cual representa una pérdida total en este periodo de tiempo de ₡30,601,237. El promedio mensual de sobreconsumo de materias primas para este periodo de tiempo fue de un 5,79%.

Para lograr definir cuáles son las posibles causas que pueden estar provocando la variabilidad en el consumo de materias primas, se realizó una lluvia de ideas con un equipo de personas incluyendo al supervisor de la línea de proceso # 2 y los operarios de cada actividad del proceso. El tema a tratar es la variabilidad en el consumo de materias primas que hay en el proceso de fabricación de las galletas Cremas Estrella Vainilla (los kilogramos de tandas programadas versus los kilogramos de tandas producidos al final del mes).

Con la lluvia de ideas se puede recabar la información necesaria para lograr construir un diagrama causa y efecto o Ishikawa; además, se utilizó el método de observación pasiva, ya que no se descarta la posibilidad de que los operarios tengan que ver en el problema y al preguntarles directamente o en presencia del supervisor, puede darse que sus respuestas no sean confiables o que tomen una actitud negativa en lo que se refiere a la investigación. En el Anexo No. 01 se presenta la información obtenida de la lluvia de ideas.

#### **4.2.1 Procesamiento de la información**

A continuación se muestra de forma general, la información que se obtuvo mediante la sesión de ideación que se realizó con varias personas involucradas en el proceso de producción de las Galletas Cremas Estrella Vainilla.

Tabla 06, Lluvia de ideas realizada con personal de la línea de proceso # 2

<b>Informe reunión con el equipo de proceso de la línea # 2 de Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A.</b>
<b>Fecha:11/08/17</b>
<p><b>Asistentes:</b>          Coordinador de Proceso: Ronald Cubillo          Operario área de mezcla: José Luis Badilla          Operario del área de moldeado y troquelado: Cristian Bermúdez          Operaria del área de horneado y enfriamiento: Milena Velázquez          Operaria del área de relleno: Margarita Rojas          Operaria del área de empaque: Marjorie Masis</p>
<p><b>Tema a tratar:</b>          Determinar por qué se da tanta variabilidad en el consumo de materias primas al comparar las tandas programadas contra lo que realmente se produce.</p>
<p><b>Resultados de la reunión:</b>          Se concientizó a los operarios del problema que se presenta en su línea de trabajo, ya que lo desconocían.          Se mencionan varias causas que podrían estar relacionadas con el tema tratado.</p>
<p><b>Evaluación de la reunión:</b>          Se considera positiva, ya que de los datos anteriores se obtiene la información para confeccionar un diagrama causa y efecto, ver Anexo No 1.</p>
<p><b>Acuerdos tomados:</b>          El coordinador del área acordó hacer una reunión similar una vez al mes.          Los operarios se comprometieron a ser más cuidadosos en su trabajo</p>

**Fuente: Elaboración propia**

La Tabla No.06 ayuda a apreciar cómo la reunión de ideación con el personal del proceso de la línea # 2 generó resultados muy satisfactorios para lograr entender cuáles pueden ser las posibles causas que están afectando la variabilidad del consumo de materias primas en la fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla pues hay diferencias entre las tandas programadas contra las tandas producidas.

#### **4.1.1.1 Diagrama causa y efecto**

Es muy importante recalcar que al tener participación de personas de diferentes procesos, la información recopilada es muy confiable y sirve para dirigir el estudio a causas específicas, logrando así un ahorro de tiempo al atacar los puntos realmente importantes. A continuación se muestra el Diagrama causa y efecto del problema que se está presentando en el proceso de fabricación de las galletas Cremas Estrella Vainilla.

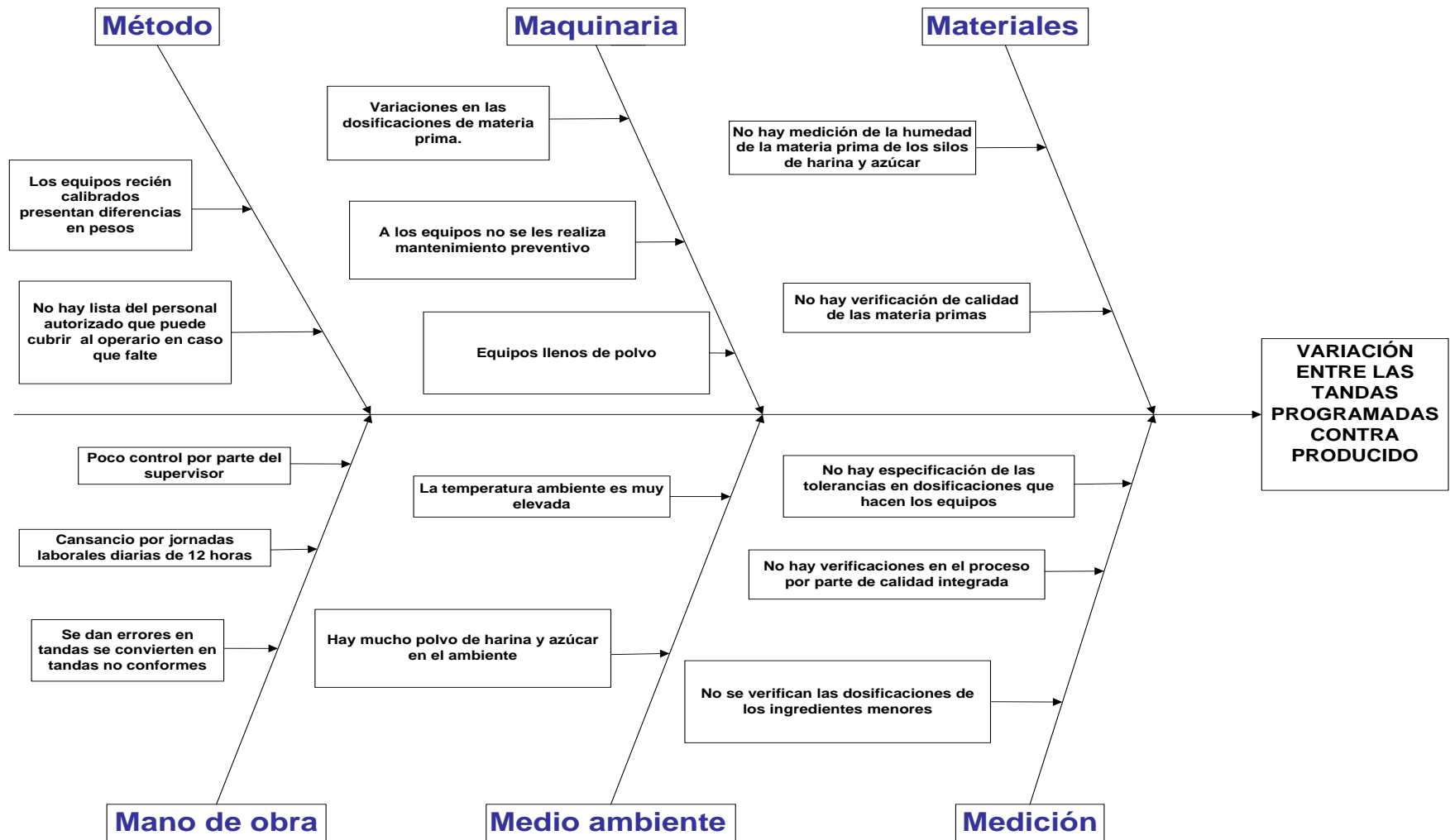


Figura No.18, Diagrama causa y efecto, proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla.

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.18 muestra todas las posibles causas que fueron encontradas mediante el método de lluvia de ideas que se realizó con el supervisor y a los operarios del proceso de la galleta Cremas Estrella Vainilla. Dicho análisis permitió contar con un criterio técnico sobre las posibles causas que originaban el problema planteado en este proyecto.

A continuación se muestra una breve explicación de cada una de las causas que están citadas en el diagrama causa y efecto esto para dar mayor claridad sobre cada una de ellas.

### **Método**

- Los equipos recién calibrados presentan diferencias en pesos:

Según indican los operarios en varias ocasiones después de una calibración de una tolva se han presentado variaciones en la dosificación de materias primas, lo que refleja que el método utilizado para la calibración no fue realizado correctamente.

- No hay una lista del personal autorizado que puede cubrir al operario en caso de que falte:

Cuando falta un operario lo que se hace es recargarle el trabajo al compañero que esté con menos trabajo; esto puede provocar errores en la dosificaciones por fatiga o por hacer varias tareas a la vez.

### **Maquinaria**

- Variaciones en las dosificaciones de materia prima:

Se presentan de manera frecuente variaciones entre la cantidad que dosifica el equipo con los parámetros que tiene establecido el mismo. Específicamente se presentan estas variaciones en los ingredientes mayores como harina y azúcar.



Figura No.19, Pantalla digital de las tolvas dosificadoras de harina y azúcar

Fuente: Departamento de ingeniería y proceso, Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

La Figura No.19 muestra una imagen de la pantalla digital que está conectada a las maquinas mezcladoras. La pantalla digital tiene preestablecidos los parámetros de las cantidades en kilogramos de los ingredientes mayores que debe llevar cada producto que se va producir. Dichas dosificaciones se pueden hacer por medio de una tolva en el caso de la harina y azúcar y por medio de un flujómetro en el caso del aceite y del agua.



Figura No.20, Pantalla digital indicando una sobredosificación de harina.

**Fuente:** Elaboración propia

La Figura No.20 muestra claramente el problema que se está presentando de variaciones en la dosificaciones de materia prima, en este caso específico se puede notar que el parámetro establecido es de 300,0 kg y lo que dosificó el equipo fue 302 kg, 2 kilos más de lo establecido.

Cuando el operador programa y dosifica la carga de los ingredientes mayores, en la pantalla digital queda registrado la cantidad a dosificar como la cantidad dosificada, lo que hace muy fácil determinar la variación entre el valor estándar y la cantidad real dosificada; generalmente el equipo dosifica más cantidad de lo establecido en los casos específicos de la harina y el azúcar.

- A los equipos no se les realiza mantenimiento preventivo:

Actualmente hay todo un equipo nuevo de mecánicos que se encargan de lo que llaman mantenimiento autónomo o preventivo, el problema es que el mismo consiste básicamente en limpieza, engrase y cambio de piezas dañadas de otros equipos como bandas, laminadoras, hornos, máquinas empacadoras etc.

- Los equipos llenos de polvo:

Las fugas de harina en las tuberías que están conectadas a las tolvas son muy frecuentes, molestas. La acumulación de dicha harina en grandes cantidades puede ocasionar que los equipos fallen.



Figura No.21, Imagen área de mezclar con fuga de harina

**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura No.21 se muestra la situación en el área de mezcla cuando se presenta una fuga en harina. Como se observa la harina es tan fina que satura el ambiente y todos los equipos y tuberías se cubren de ella. Aunque se realiza una limpieza posterior al evento siempre pueden quedar partículas en las tuberías y en espacios de difícil acceso.

## **Materiales**

- No hay medición de la humedad de la materia prima que está en los silos de harina y azúcar:

La humedad de la harina se controla muy poco y dicho control no se registra. Un nivel alto de humedad puede provocar obstrucciones en las tuberías de las tolvas, ocasionado atrasos por limpieza de equipo y un mayor peso de la harina.

- No hay verificación de calidad de las materias primas:

En el proceso de mezclado se dan muy pocas verificaciones por parte del departamento de calidad integrada; generalmente solamente se realizan como respuesta a algún problema y no se lleva registro de las mismas.

### **Mano de obra**

- Poco control por parte del supervisor:

El supervisor del área casi nunca está en el proceso pues la mayoría del tiempo se encuentra en su oficina, en reuniones o en el área de empaque.



Figura No.22, Imagen del área de mezclar con su personal

*Fuente: Elaboración propia*

En varias visitas que se realizaron al área de mezclar no se encontró a los supervisores de la línea como se muestra en la Figura No.22 solamente se encontró el personal operario de los procesos de mezclar y hornear. Los supervisores pasan la mayor parte del tiempo en el área de empaque o en reuniones por lo que las visitas a estas áreas son muy escasas. Además se logró determinar que dichas personas no llevan ningún tipo de control de las variaciones que se dan en su proceso, estos datos son procesados y suministrados únicamente por el departamento de ingeniería de proceso mensualmente.

- Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas:

Debido a las necesidades de producción, desde hace varios meses se está trabajando con 2 turnos de 12 horas en planta; sin embargo, luego de un tiempo este tipo de horarios puede causar errores en las dosificaciones por cansancio de los operarios.

- Se dan errores en tandas que se convierten en tandas no conformes:

Los errores de los operarios dan como resultado una tanda no conforme, esto se refiere a una tanda ya dañada por que le falta o le sobra algún ingrediente y por lo estricto que es el tema de la formulación del producto, no es permitido usar una tanda que puede dar como resultado un producto final con un sabor diferente al que está acostumbrado el consumidor. Dicha tanda no es necesario que pase por un proceso de cuarentena y es reintegrada de una forma no estandarizada en otras tandas, dicha práctica no recomendada por que dependiendo de la cantidad de reintegro podría dañar una tanda buena.

## Medio ambiente

- La temperatura ambiente es muy elevada:

Al contar la Compañía con 5 hornos industriales juntos en un área muy reducida aunada con la temperatura ambiente hace que la sensación térmica en el área de mezcla sea bastante elevada. Lo anterior puede provocar fatiga en los operarios y, a su vez, se puede traducir en posibles errores humanos en la dosificación de ingredientes.



Figura No.23, Vista general área de mezclar

**Fuente:** Elaboración propia

La Figura No.23 es testigo de la cantidad de equipo generador de calor y que es causante de la sensación térmica que molesta al personal. Aunque la Empresa ha instalado luces tipo led, la sensación térmica sigue siendo un tema de trabajo para el departamento de salud ocupacional.

- Hay mucho polvo de harina y azúcar en el ambiente:

Las partículas de polvo de harina y azúcar en el aire pueden ocasionar alergias, dolores de cabeza y malestar en la vista que puede afectar el buen desempeño de los operarios.



Figura No.24, Imagen de tuberías con polvo de harina y azúcar

Fuente: Elaboración propia

En la Figura No.24 se observa el sistema de tuberías del área de mezclar con polvo de harina y azúcar. La acumulación del polvo fino de la harina además de que puede provocar daños al equipo también puede causar enfermedades en las personas por la exposición diaria durante largos periodos.

### **Medición**

- No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos:

El equipo dosifica los parámetros que le fueron configurados, no hay registros de las tolerancias que debe tener el equipo, por lo cual no se puede demostrar el buen funcionamiento del mismo.

- No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada:

El personal de calidad integrada se hace presente en el proceso esporádicamente y solamente cuando se dan problemas que puedan causar atrasos en la producción o rechazos de producto.

- No se verifican las dosificaciones de los ingredientes menores:

Los ingredientes menores son pesados en un área previa y llegan en bolsas al área de mezclado. El peso de dichas bolsas no se verifica así como el contenido de las mismas, lo cual puede llevar hasta la pérdida de la tanda y ocasionar que la misma se convierta en no conforme o reintegro o se deseche.



Figura No.25, Ingredientes menores

**Fuente:** Elaboración propia

Según se observa en la Figura No.25 cada bolsa tiene una etiqueta con el nombre del ingrediente, lote y peso de cada ingrediente menor. Además, como se puede notar, son entregados al operario del proceso de mezclado de manera desordenada.

Todas las causas resultantes del diagrama causa y efecto fueron filtradas y analizadas con el personal del departamento de ingeniería de proceso con el fin de seleccionar aquellas que realmente se puedan analizar y puedan aportar valor al

proyecto. Las causas que fueron descartadas se debieron a que son difíciles de comprobar o porque se repiten dentro de la estructura del diagrama causa y efecto.

#### **4.1.1.2 Puntos críticos de control**

Todas las causas se ubicaron según el proceso de fabricación donde se presenta con el fin de identificar los puntos de críticos de control en donde se enfocaría el proyecto.

Tabla 07, Puntos críticos de control en la línea de proceso # 2

Etapas del proceso	Causas de la variabilidad en el proceso	Es el riesgo importante	Es un punto crítico de control
<b>Mezclar materias primas</b>	Variaciones en las dosificaciones de materia prima	SI	SI
	No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada	SI	
	No hay medición de la humedad de la materia prima de los silos de harina y azúcar	SI	
	No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos	SI	
	No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores	SI	
	Poco control por parte del supervisor	SI	
	La temperatura ambiente es muy elevada	SI	
	Equipos llenos de polvo	SI	
	Se dan errores en tandas se convierten en tandas no conforme	SI	
	Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas	SI	
<b>Troquelar la pasta</b>	Peso de la galleta cruda	Proceso controlado por calidad integrada	No
<b>Hornear la galleta</b>	Humedad de la galleta	Proceso controlado por calidad integrada	No
<b>Enfriar</b>	No hay riesgo en este punto	No hay riesgo	No
<b>Rellenar</b>	Peso del relleno de la galleta	Proceso diferente al de una pasta	No
<b>Empacar el producto</b>	No hay riesgo en este punto	Proceso controlado por calidad integrada	No

Fuente: Elaboración propia y con ayuda del departamento de ingeniería de proceso.

Los datos recopilados en la Tabla No.07 fueron suministrados por cada uno de los operarios y los supervisores de la línea del proceso y filtrados por el departamento de ingeniería de proceso para que la información sea más objetiva.

La Tabla No.07 demuestra que el proceso de mezclar es un punto crítico de proceso ya que en esa área se concentran la mayor parte de posibles causas de la variabilidad en el consumo de materias primas del proceso de fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

#### 4.1.1.3 Diagrama del flujo general del proceso mezclar

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso mezclar, que como se obtuvo de la evaluación de puntos críticos, es el proceso donde se enfocará el desarrollo de este proyecto.



Figura No.26, Diagrama de flujo general del proceso de mezclar

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la Figura No.26 el proceso de mezclar inicia con el pesado de los ingredientes menores (bicarbonato, sal, lecitina etc.), estos ingredientes se trasladan a la máquina mezcladora donde se dosifican junto con los ingredientes mayores (harina, azúcar, aceite y agua). Una vez pesados todos los ingredientes se inicia la operación de la máquina mezcladora; transcurrido el tiempo correspondiente finaliza el proceso de mezclar y la tanda o pasta está lista para ser trasladada al siguiente proceso que es moldear y troquelar.

Para evaluar las 10 causas identificadas en la Tabla 07 del proceso de mezclar se crea una lista de chequeo y se realiza un muestreo durante 4 días de producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla para determinar la frecuencia de cada causa. En los Anexos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se muestran las tablas para el muestreo y los datos obtenidos cada día.

Para definir el muestreo se consideró que cada día se producen 44 tandas de galletas lo que representa una población total de 176 tandas para los cuatro días. Por tanto, al ser una población finita el cálculo de la muestra se hará de la siguiente manera:

$$n = (N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q) / (e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población = 176 tandas

$Z^2$  = Nivel de confianza del 95 % al cuadrado ( $1,96^2$ )

p = Probabilidad a favor = 0,5

q = Probabilidad a en contra = (1-0,5)

$e^2$  = Error muestral al cuadrado =  $0,05^2$

$$n = (176 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5) / (0,05^2 \cdot (176-1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5) = 121$$

Con base en el cálculo anterior se procede a recolectar la información con una muestra de 121 tandas. Dicho procedimiento de muestreo se distribuye de la siguiente manera: 3 días con una cantidad de 30 muestras o tandas y 1 día con una cantidad de 31 muestras a intervalos de 30 minutos aproximadamente por muestra. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 08.

Tabla 08, Frecuencia de cada causa en el proceso de mezclar

Causa	Descripción	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
A	Variaciones en las dosificaciones de materia prima	23	23	19%	19%
C	No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada	20	43	17%	36%
H	Se dan errores en tandas se convierten en reintegros	20	63	17%	52%
B	Poco control por parte del supervisor	20	83	17%	69%
J	No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores	16	99	13%	82%
I	No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos	11	110	9%	91%
D	La temperatura ambiente es muy elevada, hay poca ventilación y mucho polvo de harina y azúcar	5	115	4%	95%
G	Equipos llenos de polvo	3	118	2%	98%
F	No hay medición de la humedad de la materia prima de los silos de harina y azúcar	2	120	2%	99%
E	Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas	1	121	1%	100%
<b>Total</b>		<b>121</b>			<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla No.08 evidencia la frecuencia con la que se presentó cada causa durante los 4 días de muestreo en la producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla. Con este método se puede determinar la relevancia que tiene cada causa en el proceso e identificar las más importantes que lo están afectando.

#### 4.1.1.4 Diagrama de Pareto

Como complemento de lo anterior se utilizaron los datos recopilados en la Tabla 08 para crear el diagrama de Pareto.

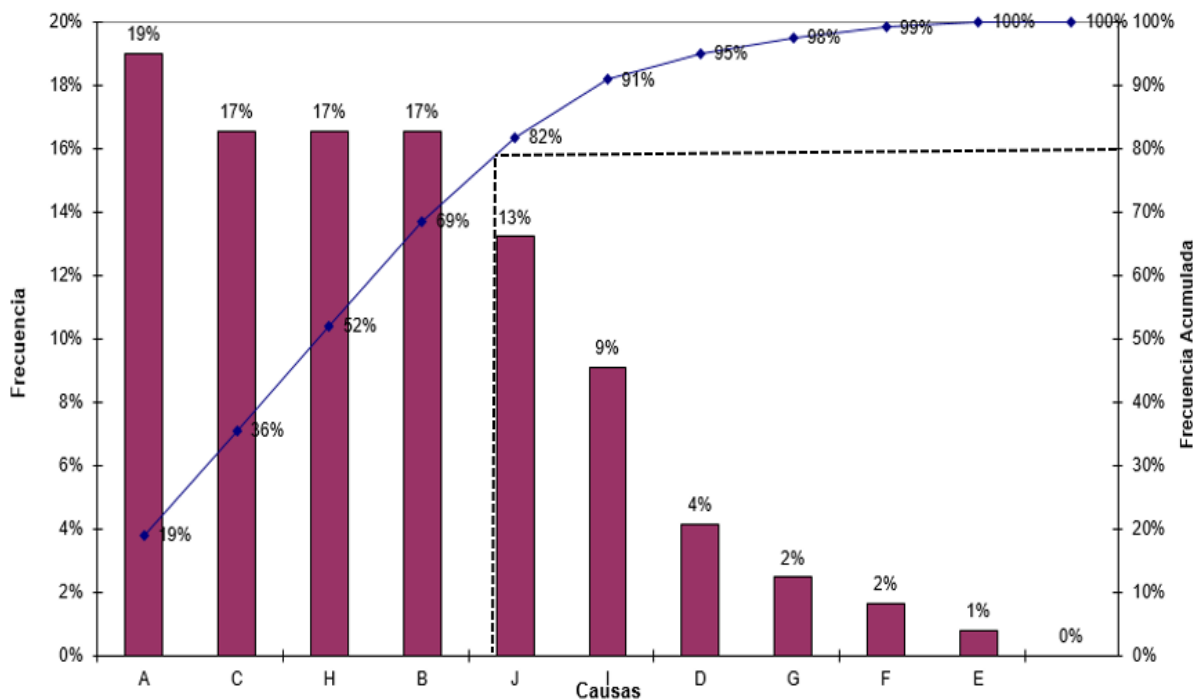


Figura No.27, Diagrama de Pareto para las causas de la variación del consumo materia prima utilizada en la producción de la Galleta Cremas Estrella Vainilla

**Fuente: Elaboración propia**

La Figura No.27 representa la gráfica de Pareto que es una forma de visualizar de manera fácil las principales causas que pueden estar ocasionado un determinado problema, en este caso sería la variabilidad en el consumo de materias primas en la producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

Según lo indica la teoría, el objetivo del diagrama de Pareto es identificar el 20% de las causas que provocan el 80% del problema y, al trabajar dichas causas, minimizar o eliminar el problema. La información de la gráfica indica que las causas que hay que trabajar son:

- Variaciones en las dosificaciones de materia prima.
- No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada.
- Se dan errores en tandas que se convierten en tandas no conformes.
- Poco control por parte del supervisor.

#### **4.1.1.5 Matriz de Vester**

El siguiente paso a seguir es determinar cuál es la relación que hay entre las causas, lo cual se puede realizar mediante una herramienta llamada matriz de Vester, dicha herramienta logra clasificar de una manera más visible y ordenada, cada una de las causas que están provocado el problema, además se puede determinar si hay causas ligadas a otras que hay que tomar en cuenta para la investigación.

Tabla 09, Relación entre causas de la variación de consumo de materia prima.

Causa	Causas	A	C	H	I	J	B	D	G	F	E	Influencia
A	Variaciones en las dosificaciones de materia prima	3	3	0	3	3	3	0	1	3	3	19
C	No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada	3	3	3	1	3	1	1	2	3	0	17
F	No hay medición de la humedad de la materia prima de los silos de harina y azúcar	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	4
I	No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos	3	1	0	3	0	1	0	0	0	0	5
J	No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores	3	3	0	0	3	2	0	0	0	1	9
B	Poco control por parte del supervisor	3	1	0	1	2	3	2	2	3	1	15
D	La temperatura ambiente es muy elevada	0	1	0	0	0	2	3	0	0	1	4
G	Equipos llenos de polvo	1	2	0	0	0	2	0	3	0	0	5
H	Se dan errores en tandas se convierten en tandas no conforme	3	3	0	0	0	3	0	0	3	2	11
E	Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas	3	0	0	0	1	1	1	0	2	3	8
<b>Dependencia</b>		20	17	3	5	9	15	4	5	11	8	86

Fuente: Elaboración propia

La Tabla No.09 muestra la relación que hay entre las posibles causas que puede estar ocasionando el problema en estudio. La misma fue creada mediante preguntas realizadas a los operarios del proceso mezclado y se utilizó la siguiente calificación para relacionar influencia y dependencia que hay entre cada causa. Ver Anexo No 8.

- 0: No hay relación.
- 1: Relación débil.
- 2: Relación media.
- 3: Relación directa.

Con la información recabada se logra construir la siguiente gráfica.

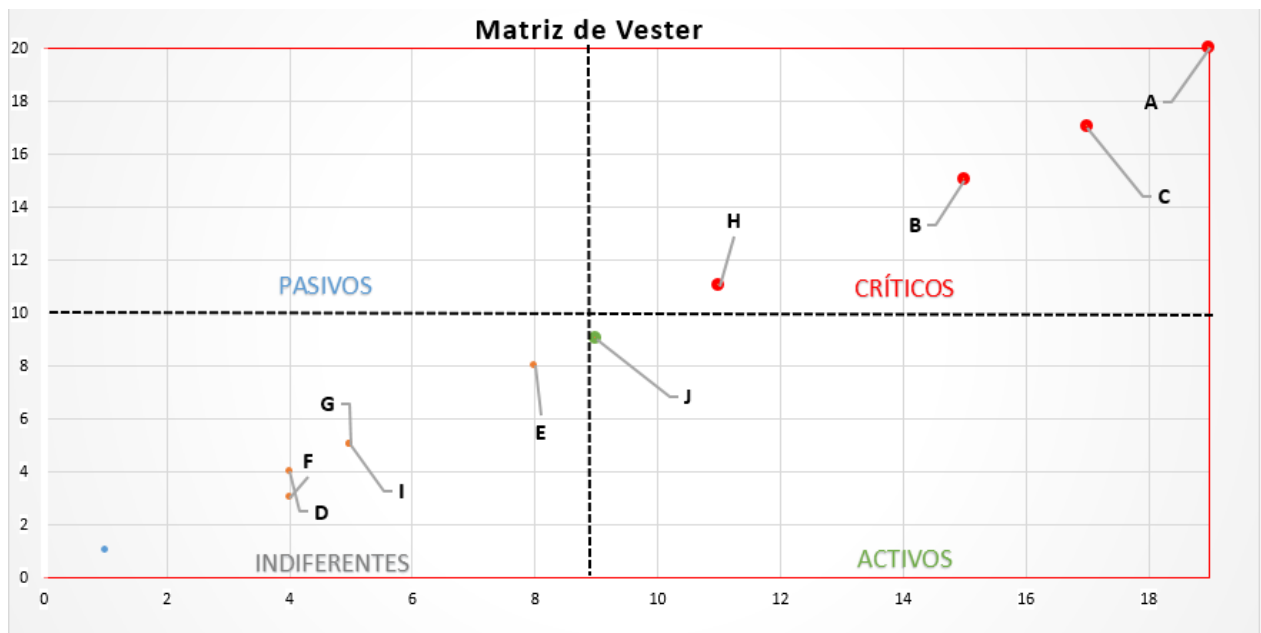


Figura No.28, Clasificación de las causas de la variación del consumo MP en el proceso de producción de la Galleta Cremas Estrella Vainilla

Fuente: Elaboración propia

Con la gráfica de Vester, Figura No.28, se pueden clasificar las causas obtenidas en el diagrama de Pareto y con esto definir la criticidad de cada causa para determinar

cuál o cuáles se deben trabajar para lograr minimizar o eliminar el problema de variabilidad que se presenta en el proceso.

Según la matriz de Vester, las principales causas para solucionar el problema de variación del consumo materias primas en el proceso de producción de la galleta Cremas Estrella Vainilla en orden descendente con respecto a la influencia y la dependencia con otras causas son las siguientes:

### **Críticas**

- Variaciones en las dosificaciones de materia prima.
- No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada.
- Poco control por parte del supervisor.
- Se dan errores en tandas que se convierten en tandas no conformes.

### **Activas**

- No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores.

Con los resultados anteriores se logra definir cuáles son las causas principales que se deben atacar para logra eliminar o minimizar el problema de variabilidad del consumo de materias primas en lo que se refiere a las tandas programadas contra las producidas. De esta forma se pretende dar solución a cada una de ellas en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

Después de los análisis realizados en el capítulo anterior, se tiene un amplio panorama sobre la situación actual del proceso y se logra identificar las causas que hay que solventar para minimizar o eliminar el problema. La información obtenida sirve para generar varias propuestas de mejora que van a contribuir en el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto y con esto lograr disminuir o eliminar la variabilidad en el consumo de materias primas en el proceso de fabricación de galletas Cremas Estrella Vainilla.

A continuación se detalla las propuestas de mejora para cada una de las causas principales que se obtuvieron en el análisis del capítulo anterior.

### **Maquinaria**

En la parte de maquinaria del diagrama causa y efecto se encontró la siguiente causa:

⇒ Causa No. 1: Variaciones en las dosificaciones de materia prima:

Según lo que indica la investigación esta es la principal causa del problema con un 19% de frecuencia en el diagrama de Pareto y está en la parte superior del área crítica de la matriz de Vester. Por lo tanto, a esta causa hay que darle prioridad en la búsqueda de soluciones y el planteamiento de mejoras es:

- Revisión mensual del estado del equipo para verificar que las tolvas y flujómetros estén trabajando correctamente.

La revisión consiste en verificar que los equipos no tengan ninguna inclinación u obstrucción que dificulte el deslizamiento o movimiento de la materia prima por las paredes de las tolvas y tuberías. El acumulado de materias primas puedan ocasionar errores de medición y por tanto, de dosificación.

Además, hay que revisar que el equipo no tenga ninguna fuente de vibración cercana que esté afectando la medición. Para la revisión mensual del equipo se diseña un formato presentado en la Figura No.29.

<b>HOJA DE DIAGNOSTICOS DE EQUIPOS</b>	
FECHA DEL MANTENIMIENTO: _____	
NOMBRE DEL EQUIPO: _____	FRECUCENCIA DE LA REVISIÓN
UBICACIÓN _____	<input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Otro: _____
TIPO DE MANTENIMIENTO:	
Preventivo <input type="checkbox"/>	ESTADO DEL EQUIPO
Correctivo <input type="checkbox"/>	
Predictivo <input type="checkbox"/>	
MANTENIMIENTO:	
Interno <input type="checkbox"/>	APTO <input style="width: 50px;" type="text"/>
Externo <input type="checkbox"/>	NO APTO <input style="width: 50px;" type="text"/>
OBSERVACIONES:	
Nombre del inspector: _____	
Firma del responsable: _____	

Figura No.29, Hoja de diagnósticos de equipos

**Fuente: Elaboración propia**

La Figura No.29 muestra el formato para registrar la revisión de cada equipo. Con este formulario queda la evidencia del estado real de las tolvas y tuberías así como el tipo de mantenimiento que se le debe realizar. Al finalizar la revisión, la persona encargada del diagnóstico puede indicar sus observaciones y debe colocar su nombre y firma como responsable.

Como se indicó anteriormente la frecuencia de revisión recomendada es mensual pero dependiendo el estado del equipo se puede ampliar o reducir el periodo de cada revisión.

- Coordinar una capacitación técnica sobre el equipo al personal.

Se recomienda que las empresas distribuidoras de los equipos realicen una capacitación técnica a las personas que van a realizar las revisiones mensuales. La capacitación debe incluir temas como: diseño del equipo, componentes, procedimientos de limpieza y mantenimiento general entre otros.

Por su parte, la Compañía debe definir el personal que se capacitará y que será el único autorizado para realizar las revisiones mensuales. Se recomienda que sea un mínimo de dos personas y que pertenezcan al nuevo grupo de mecánicos contratados por la Compañía, los cuales son los encargados del mantenimiento autónomo o preventivo de diversos equipos.

- Mantener inventario de repuestos críticos.

Debido a que las celdas de carga es el componente que presenta mayores problemas en el funcionamiento de las tolvas, se recomienda mantener en el almacén de repuestos tres unidades como mínimo de este repuesto. Así, cuando se presente un fallo en las mismas, el personal capacitado puede realizar la reparación evitando atrasos en la producción, ya que el cambio de una celda de carga lo hace actualmente un proveedor externo y dicho proceso no se hace de forma inmediata.

- Realizar verificaciones metrológicas a los equipos.

Actualmente los equipos son calibrados dos veces al año por un proveedor externo, específicamente en los meses de junio y diciembre. Sin embargo, se han

presentado situaciones en que el equipo ha fallado fuera del rango de calibración. Por tanto, se recomienda que el encargado del departamento de metrología de la Empresa capacite al personal a cargo de las revisiones de los equipos para que realicen las respectivas verificaciones metrológicas aprovechando que la Compañía cuenta con todos los medios y equipos necesarios para realizar las mismas.

Una vez realizada la verificación el equipo debe identificarse con una etiqueta que muestre si el equipo se encuentra apto o no apto para su utilización. El formato diseñado para la etiqueta se muestra a continuación:

ETIQUETA DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA	
Fecha de revisión:	_____
Nombre del equipo:	_____
Ubicación:	_____
Resultado de la revisión:	Próxima revisión: _____
<input type="checkbox"/> Apto	
<input type="checkbox"/> No apto	
Responsable:	_____

Figura No.30, Etiqueta de verificación metrológica

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.30 es un diseño de la etiqueta que se debe utilizar para la identificación de los equipos a los cuales se les realizó la verificación metrológica.

Al equipo se le realizan diferentes pruebas como linealidad y repetitividad con pesas patrones calibradas M1. Al terminar las pruebas se determina si el equipo es apto o no apto para su uso y se coloca la etiqueta de la Figura No. 30 en un área visible del mismo, en el caso de que el equipo resulte no apto se le debe avisar al

encargado del departamento de metrología para que programe lo más pronto posible la calibración del equipo.

- Modificar el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima”:

El formulario ISO F898 se utiliza para registrar que las tandas se fabricaron con la totalidad de los ingredientes según la fórmula del producto; en el Anexo 09 se presenta el formato que se utiliza actualmente.

En el documento actual, en las celdas de la cantidad utilizada y # de tanda se les coloca un check por cada materia prima y cada tanda pesada; la recomendación es sustituir el check por el dato correspondiente al peso de los ingredientes.

Para poder realizar esta operación se debe utilizar una balanza digital calibrada para los ingredientes menores y en el caso de los ingredientes mayores (harina, aceites, azúcar y agua) colocar el peso que indica la pantalla digital que está en la máquina mezcladora. El pesado de los ingredientes menores se recomienda para cinco ingredientes por tanda y seleccionados de manera aleatoria.

De esta forma se recolectan los datos necesarios para calcular promedios, desviaciones estándar u otros datos estadísticos que a futuro permitan visualizar el estado del proceso y con esto realizar las acciones correctivas necesarias en el caso que el proceso este fuera de control.

Además, se le está incluyendo al formato una fila para que un inspector de calidad registre por lo menos cuatro verificaciones por turno pues actualmente sólo las realiza el operario de línea y no hay revisión por parte del departamento de calidad. El inspector de calidad debe visitar la línea cada tres horas debido a que además de esta función es el encargado de revisar y liberar todas las materias primas y materiales de empaque que ingresen al almacén en su turno.

El supervisor debe visitar el proceso de mezclado y verificar el correcto uso de las materias primas por lo menos cuatro veces en su turno, esto debido a que tiene otras funciones a su cargo. Las visitas se realizarán de manera aleatoria y deben quedar registradas en el formulario ISO F898.

Al final del documento tanto el operario que hizo las anotaciones como el inspector de calidad y supervisor deben poner su firma como responsables del documento.

A continuación se presenta el formulario de Producción/control de gasto de materia prima con las modificaciones realizadas.



La Figura No.31 muestra el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima” con un ejemplo de cómo debe ser llenada las columnas con el dato del peso de cada materia prima dosificada por tanda. También se agregó una línea para que un inspector de calidad registre por lo menos 4 verificaciones del proceso por turno y los supervisores deben hacer por lo menos 4 revisiones por turno y colocar los resultados en las casillas diseñadas para este fin.

Al final del documento se incluye los espacios para que firmen las tres personas responsables: el operario de línea, el inspector de calidad y el supervisor de turno.

- Digitalizar el procesamiento de datos de carga de las materias primas en el proceso de mezcla.

Al ser la Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. una empresa de clase mundial, debería contar con un sistema digital de manejo de datos donde el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima” mencionado anteriormente se llene directamente en un dispositivo electrónico tipo Tablet. Esto permitirá realizar las gráficas de control del comportamiento del proceso utilizando los datos de dicho formulario.

Para confeccionar las gráficas de control se debe tomar como límite central la cantidad estándar establecida para cada materia prima o ingrediente y como límite inferior y superior las tolerancias del proceso de medición que tengan los equipos.

A continuación se muestran las tolerancias de los equipos de medición que son utilizados en la línea de proceso # 2 donde se fabrica la galleta Cremas Estrella Vainilla.

Tabla 10, Tolerancias de proceso basada en los equipos de medición

Descripción	Capacidad máxima del equipo	Tolerancia de proceso de medición $\pm$
Balanza digital	15000 g	0,06 g
Tolva	1500 kg	0,3 kg
Flujómetro	N/A	0,5%

Fuente: Departamento de metrología de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR

La Tabla No.10 muestra las tolerancias del proceso de medición las cuales son calculadas según el departamento de metrología de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. de la siguiente manera: se toma el valor de la división de escala del equipo de medición y se multiplica por 3.

A partir de estos datos se pueden confeccionar las gráficas de control para cada materia prima. Un ejemplo de un gráfico de control de harina se muestra en la Figura No.27 donde el límite central es la cantidad estándar de 200 kg, el límite inferior sería 199,7 kg y el superior sería 200,3 kg. Los datos se obtienen usando la tolerancia de proceso de medición del equipo que para una tolva sería de  $\pm 0,3$ kg. Cabe aclarar que los datos mostrados son a manera de ejemplo ya que no se puede colocar el valor real de la formulación por la política de confiabilidad de la Empresa.

Si los datos de medición real de la harina son superiores o iguales a 200,3 kg o inferiores o iguales a 199,7 kg en cada tanda o pasta, entonces significa que el proceso está fallando en lo que se refiere a medición del equipo y por lo tanto, se debe seguir un plan de mejora a cargo del departamento de metrología de la Compañía.

Los gráficos de control se deben realizar diariamente y ser analizados por el supervisor del área para evaluar qué acciones se deben tomar si hay datos fuera de los límites de control.

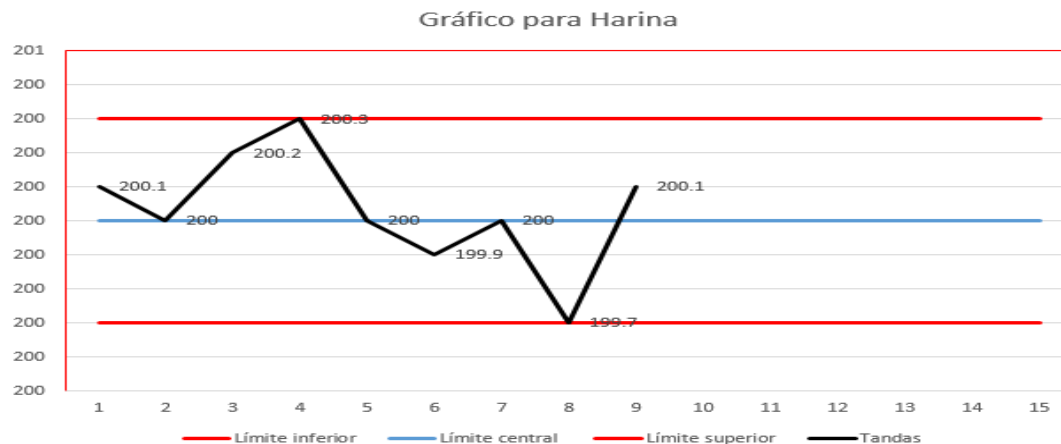


Figura No.32, Gráfico de control para pesado de harina

**Fuente: Elaboración propia**

La Figura No.32 muestra un ejemplo de cómo por medio de un gráfico de control se le puede dar seguimiento al funcionamiento del equipo; es decir, si está dentro o fuera de sus tolerancias de medición. Además se puede determinar la cantidad de materia prima que se está agregando con variación a lo establecido; puede ser tanto una cantidad mayor como menor.

### Medición

En la parte de medición del diagrama causa y efecto se encontró la siguiente causa:  
 ⇒ Causa No. 2: No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada.

Esta causa alcanzó un 17% de frecuencia en el diagrama de Pareto y está dentro del área crítica de la matriz de Vester. Actualmente no existe evidencia de revisiones del personal de calidad al proceso de mezclado. Por tanto, se presenta la siguiente propuesta de mejora.

- Incluir en el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima” un espacio para que un inspector de calidad realice verificaciones y compruebe que se cumplan las cantidades requeridas según la fórmula de la tanda de galleta Cremas Estrella Vainilla (ver Figura No.27).

- Incluirse dentro del recorrido diario que realiza el inspector de calidad en su turno laboral una visita al proceso de mezclar y se recomienda que la realice por lo menos cada tres horas o 4 veces por turno, ya que por la carga de trabajo que tienen es imposible hacerlo con menor frecuencia.

### **Mano de obra**

En la parte de mano de obra del diagrama causa y efecto se encontraron las causas 3 y 4:

⇒ Causa No. 3: Poco control por parte del supervisor

Esta causa alcanzó un 17% de frecuencia en el diagrama de Pareto y está dentro del área crítica de la matriz de Vester. Esta causa se da porque el supervisor no tiene conocimiento total de las variaciones que se presentan de materias primas para la elaboración de las tandas por lo que se realizan las siguientes propuestas de mejora:

- Incluir en el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima” un espacio para que el supervisor realice verificaciones aleatorias y compruebe que se cumplan las cantidades requeridas según la fórmula de la tanda de galleta Cremas Estrella Vainilla (ver Figura No.31).
- Realizar un análisis mensual de las variaciones en los consumos de materia prima:

Actualmente el departamento de Ingeniería de Proceso lleva el valor de las variaciones de materia prima; sin embargo, no se realizan acciones para evaluar el origen de dichas variaciones ni se realizan planes para minimizar o eliminar las mismas.

La recomendación es que el supervisor revise mes a mes el archivo de variaciones y, junto con su equipo de trabajo, determinen y ejecuten las acciones necesarias para ir eliminando las variaciones. El supervisor debe estar consciente que él es el responsable que se utilicen los recursos de acuerdo con los valores estándar y por tanto, debe informar a la Gerencia las variaciones que se encuentren fuera de control.

En una reunión mensual del área de Operaciones donde asiste el director, los gerentes del área y supervisores se deben revisar los indicadores de consumo de cada línea de producción y mes a mes revisar el avance de los planes de mejora.

- Reportar las diferencias de inventario físico contra el teórico que se dan mes a mes y sus respectivas causas y planes de acción para mitigar dichas diferencias.

La recomendación es que no solamente se realice el ajuste del inventario teórico con el físico en el sistema sino que se evidencie las variaciones y sus causas. Estas variaciones deben reportarse tanto al departamento de Ingeniería de Procesos como a los departamentos de Planeamiento e Investigación y Desarrollo.

Para llevar un control eficaz de las variaciones, tanto del consumo de materias primas como de los ajustes en inventarios, el supervisor debe llevar indicadores como el ejemplo que se muestra a continuación.

Tablero Indicadores	Mes/Año: _____		
	Meta	Real	Variación
% Sobrepeso	0,6 %		
% Recorte	2,20 %		
% Variación en consumo materias primas	2%		
Inventario físico / Inventario teórico	2%		

Figura No.33, Tablero de indicadores

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.33 es un ejemplo de un tablero de indicadores cuyo control debe llevar el supervisor de la línea de proceso # 2. Los resultados mensuales deben ser mostrados al gerente de producción como a los departamentos de Ingeniería de Procesos, Planeamiento e Investigación y Desarrollo para que tomen las medidas necesarias en caso de que las variaciones les perjudique en su proceso.

Los indicadores reales fueron suministrados por el departamento de ingeniería de procesos a excepción del de inventario físico/Inventario teórico. La recomendación definida en conjunto con el departamento de ingeniería es comenzar con un 2 % como meta y disminuirlo en el tiempo.

Para llevar un mejor control de los indicadores se recomienda que el supervisor lleve los datos de los mismos de una manera gráfica tal como se muestra en el ejemplo de la Figura No.34.

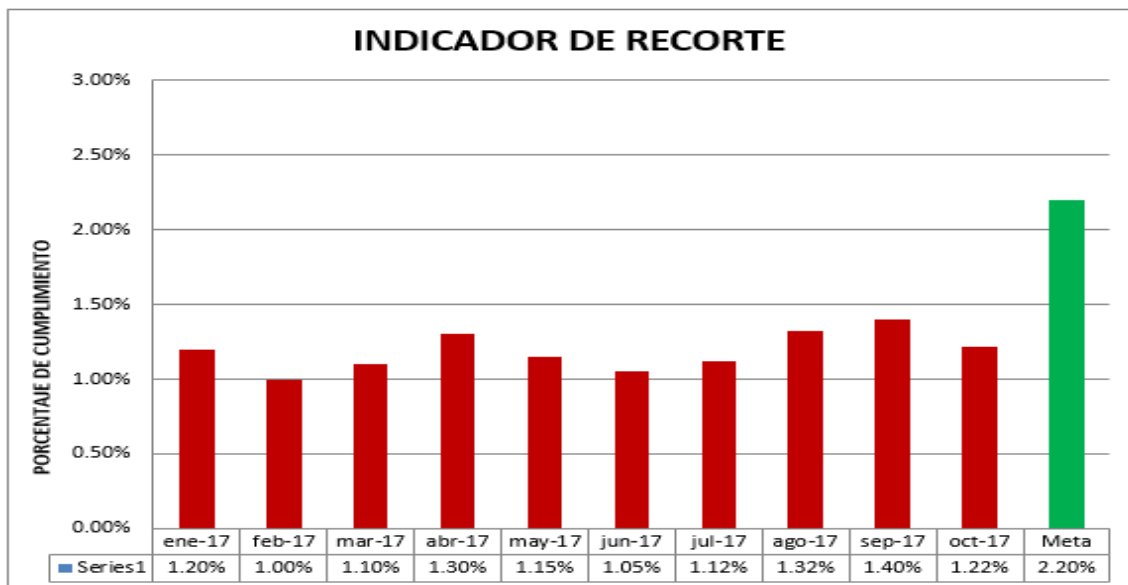


Figura No.34 Gráfico de indicador de recorte

**Fuente: Departamento de ingeniería de proceso**

La Figura No.34 muestra de una manera gráfica los datos del porcentaje del cumplimiento del indicador de recorte del mes de enero al mes de octubre. Se

recomienda que los supervisores lleven los datos del tablero de indicadores de esta manera para así tener mayor claridad de los datos y tomar las acciones necesarias cuando no se esté cumpliendo algún indicador tal como se muestra la Figura No.35.

Las recomendaciones para mejorar el resultado de cada indicador mostrado en el tablero anterior se indican en la Figura No.35.

Plan para mejorar indicadores	
<b>% Sobre-peso</b>	Para mejorar el indicador de sobrepeso se debe bajar la cantidad de relleno que lleva la galleta, ya que este es su principal causa.
<b>% Recorte</b>	Primero se debe identificar el problema: 1- Para galleta cruda o quemada se debe bajar o subir temperaturas al horno 2 -Para Galleta deforme se debe subir o bajar presión al molde o cambiar la pasta
<b>% Variación en consumo materias primas</b>	Utilizar todas las recomendaciones que están en este proyecto de graduación
<b>Inventario físico / Inventario teórico</b>	Realizar un inventario cíclico una vez por semana de los ingredientes mayores como harina, azúcar y aceite para llevar un mejor control de los mismos

Figura No. 35, Plan para mejorar de indicadores

**Fuente: Elaboración propia**

Según se indica en la Figura No.35, cada indicador que debe llevar el supervisor de la línea tiene asociado un plan de mejora. Cada actividad debe ser evaluada como un proyecto con su medición y solución respectiva.

Los departamentos de Ingeniería de Procesos junto con el de Investigación y Desarrollo deben evaluar si la variación en los consumos de materia prima amerita un cambio en las fórmulas de los productos y, si es así, realizar los cambios correspondientes y avisar al departamento de Planeamiento para que considere dichos cambios en el proceso de abastecimiento. Una forma de hacerlo es por medio de un comunicado oficial como se muestra en la Figura No.36.

Formato para la modificación de la Lista de Materiales en SAP							
Código SAP material cabecera: _____		Alternativa _____					
Txt Material Cabecera: _____							
Cantidad base: _____		Unidad: _____		Nuevo valor _____			
Justificación: _____							
Líder el proyecto _____							
Jefe de I&D _____							
Fecha de entrega _____							
Fecha requerida según cronograma _____							
			Actual		Nuevo valor		
Código SAP Componente	Txt Componente	Unidad	Cantidad	% rechazo	Cantidad	% rechazo	Instrucción

Figura No.36, Formato para la modificación de materiales

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.36 muestra el formato utilizado para comunicar cualquier cambio que se haga en la lista de materiales ya establecidos en la fórmula de la galleta. El encargado de Investigación y desarrollo debe indicar el código del producto al que debe realizarse el cambio así como cada ingrediente con su valor actual y el valor al que se va a cambiar.

Planeamiento, por su parte, informará al departamento de Negociación para que evalúe los consumos adicionales con los proveedores y definan nuevos precios y cantidades. Esto se realiza por medio del envío de estimaciones de consumos mes a mes para los siguientes 6 meses utilizando el formato de la Figura No.37.

Estimaciones mensuales materias primas						
Materia Prima: _____						
Código: _____						
Ud. de medida: _____						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Cantidad						

Figura No.37, Reporte de estimaciones de materias primas

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.37 es un ejemplo de cómo debe informar el departamento de Planeamiento al de Negociación sobre las proyecciones de consumos de materias primas. Se incluye el nombre de la materia prima, el código de la misma con su unidad de medida y las cantidades estimadas para los futuros seis meses.

⇒ Causa No. 4: Se dan errores en tandas que se convierten en tandas no conformes:

Esta causa alcanzó un 17% de frecuencia en el diagrama de Pareto y está dentro del área crítica de la matriz de Vester.

Cuando una tanda no cumple con las especificaciones definidas ya sea por falta o exceso de una materia prima entonces se reintegra durante la preparación de las siguientes tandas. La cantidad de pasta no conforme que se reintegra a las pastas buenas queda a criterio del operario y se da en una proporción de 5 a 20 kg de reintegro por tanda. La propuesta de mejora es:

- Estandarizar la cantidad de pasta no conforme que se pueda integrar a las pastas

Se definió, junto con el encargado de Investigación y desarrollo que la proporción adecuada que se puede integrar de pasta no conforme en cada nueva tanda es de 5 a 7 kg.

⇒ Causa No. 5: No se verifican las dosificaciones de los ingredientes menores

Esta causa alcanzó un 13% de frecuencia en el diagrama de Pareto y está dentro del área activa de la matriz de Vester. El proceso de pesaje y el de mezclado se realizan de manera independiente para los ingredientes menores. Un error en el pesaje de los ingredientes o en la omisión de alguno de ellos va a ocasionar un error en la tanda de producción. La propuesta de mejora es:

- Colocar una balanza digital en el área de mezclado para que el operario pese aleatoriamente cinco ingredientes menores por tanda para comprobar que la cantidad pesada corresponde a la cantidad indicada en la bolsa que contiene cada ingrediente menor.

Este proceso se debe hacer aleatoriamente por disponibilidad de tiempo del operario.

### **Análisis costo de las propuestas de mejora**

Una vez presentadas las propuestas de mejora se procede con el análisis costo beneficio.

Tabla 11, Costo de las propuestas

<b>Mejoras a realizar</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Costo aproximado ¢</b>
Diagnóstico del equipo	Capacitar 2 personas por parte del proveedor, para dar mantenimiento a equipos	1,000,000
Compra de celdas de carga	Manejar un inventario de 3 celdas de carga en el almacén de repuesto	450,000
Compra de balanza digital	Comprar balanza analítica con resolución de 0,02g, peso máximo 15kg	350,000
Compra de Tablet	Comprar Tablet para registrar los datos de pesos y llevar gráficos de control de materia prima	300,000
<b>Costo total de propuestas</b>		<b>2,100,000</b>

**Fuente: Departamento de metrología Compañía de galletas Pozuelo DCR S.A.**

La Tabla No.11 muestra la inversión que debe realizar la Compañía en la implementación de las propuestas de mejora planteadas para disminuir o eliminar las causas que están ocasionando la variabilidad en el proceso de producción de las galletas Cremas Estrella Vainilla en lo que se refiere al consumo de materias primas. La inversión total de la implementación es de ¢ 2,100,000.

Por otra parte, los montos devengados actualmente por los sobreconsumos de materias primas se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12, Análisis del beneficio de las propuestas de mejora

Descripción	Costo (₡)
Pérdida por la variación materias primas de enero a octubre 2017	30,601,237
Costo de la variación materias primas promedio por mes	3,060,124
Inversión aproximada para la implementación de las mejoras	2,100,000

Fuente: Elaboración propia

Los datos mostrados en la Tabla No.12 corresponden al dinero que la Empresa ha perdido desde el mes de enero hasta el mes de octubre del año 2017 debido al consumo adicional de materias primas utilizadas en la fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

Se puede observar que la pérdida mensual en promedio es de ₡ 3, 060,124 y que la inversión que tiene que realizar la Compañía para implementar las propuestas de mejora es de ₡2, 100,000 aproximadamente. Por tanto, se concluye que con una inversión muy poca la compañía puede tener una muy buena ganancia.

Al cabo de un año, el ahorro obtenido por la Compañía al implementar las propuestas de mejora podría superar los 36 millones de colones.

Es importante indicar que el análisis y recomendaciones presentadas en este proyecto se pueden replicar a otros procesos u otras líneas de productos para mejorarlos y eliminar los despilfarros de recursos y dinero. De esta forma el ahorro anual sería aún mayor.

Para lograr mantener las mejoras que se realicen en el proceso es necesario el uso de herramientas como cuestionarios de control de proceso y métricas visuales las cuales fueron citadas en los capítulos anteriores.

Es de suma importancia el compromiso de la Empresa y del personal relacionado con el proceso de fabricación de las galletas Cremas Estrella Vainilla para que dichas mejoras sean efectivas y duraderas en el tiempo.

A continuación se muestra un diagrama de Gantt donde se define los tiempos en los cuales se debería realizar cada una de las actividades necesarias para que las mejoras propuestas se puedan implementar. Dichos tiempos se establecen según la disponibilidad de los encargados en realizar dichas actividades.

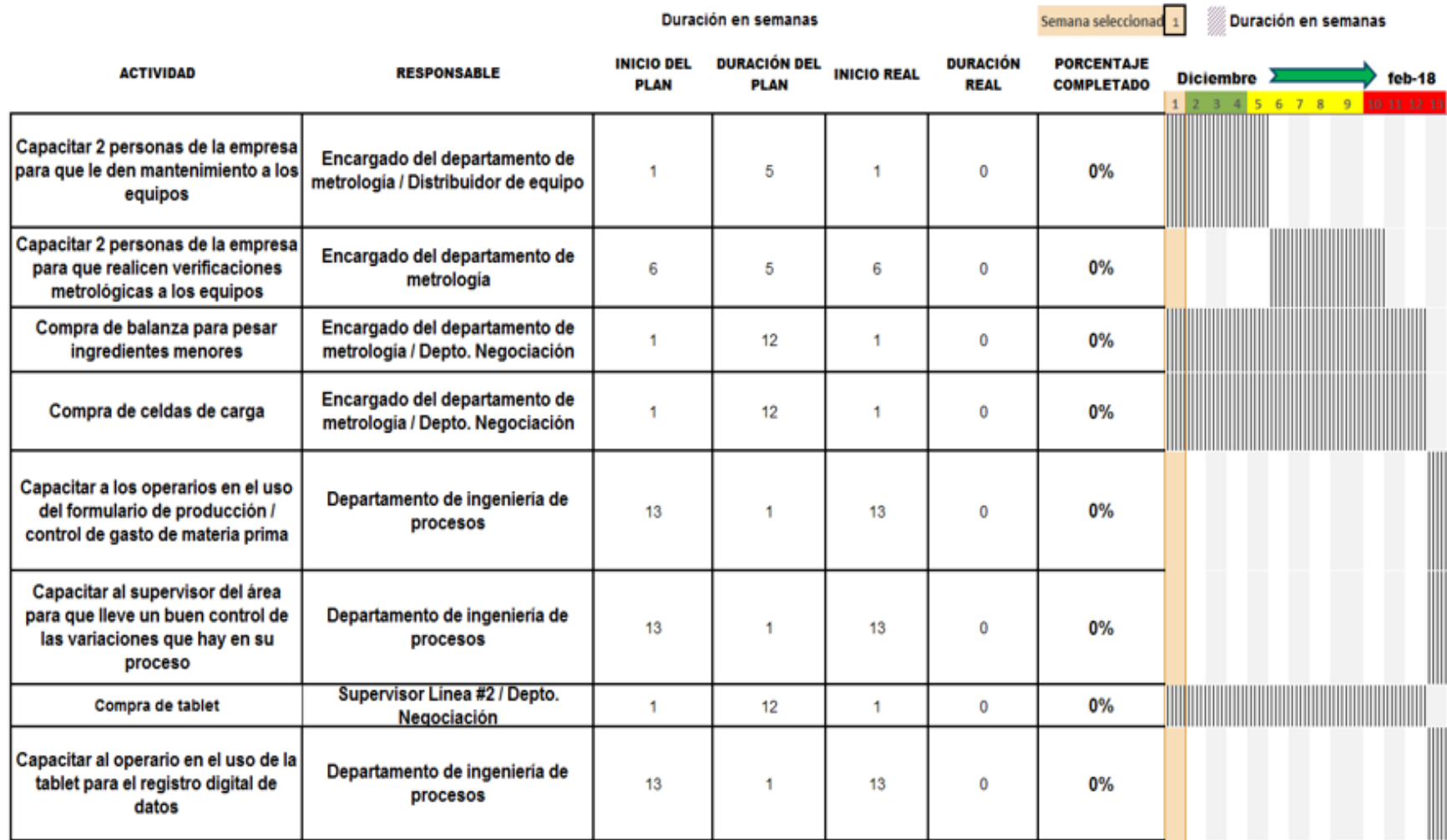


Figura No.38, Diagrama de Gantt de las propuestas de mejora

Fuente: Elaboración propia

La Figura No.38 muestra el diagrama de Gantt donde se establece todas las actividades que se deben realizar para poder lograr minimizar o eliminar el problema de variabilidad en el consumo de materias primas en el proceso de producción de galletas Cremas Estrella Vainilla y también se establece el tiempo que se debe tardar en implementar cada una de ellas.

El cumplimiento de las tareas depende de cada responsable y del interés que tenga la Empresa por dar solución al problema pero se establece que en un tiempo de 3 meses se pueden implementar las propuestas.

**CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Al realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de las galletas Cremas Estrella Vainilla se pudo determinar que la empresa ha tenido una pérdida económica de ₡30, 601,237 de enero a octubre del año 2017. Esto genera una alerta pues de seguir la tendencia actual en las variaciones de materia prima entre las tandas programadas y producidas, al finalizar el año 2017 la Compañía podría tener una pérdida aproximada de ₡36,721,484 sólo por esta causa.

Mediante el uso de varias herramientas de la Ingeniería Industrial como diagramas de proceso, diagramas analíticos, lluvia de ideas, diagramas causa y efecto, Pareto, Matriz de Vester, entre otros, se logra determinar las principales causas que están provocando que se dé el problema de variación en el consumo de materia primas de las tandas de galletas Cremas Estrella Vainilla en la línea de producción # 2.

Las causas identificadas y a las cuales hay que trabajar para solucionar el problema son las siguientes:

### Críticas

- Variaciones en las dosificaciones de materia prima.
- No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada.
- Poco control por parte del supervisor.
- Se dan errores en tandas que se convierten en tanda no conforme.

### Activas

- No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores.

Con las mejoras propuestas en el capítulo V se pretende eliminar o minimizar las causas anteriormente mencionadas y se define que se requiere una inversión de ₡2,100,000 que representa un monto menor a los ₡2,698,596, que es el gasto

promedio mensual en que incurre la Empresa por causa de las variaciones en el consumo de materias primas en la fabricación de la galleta Cremas Estrella Vainilla.

La implementación de las propuestas se puede desarrollar en tres meses si la Compañía asigna el presupuesto necesario para el cumplimiento de cada actividad planteada en el planificador de actividades (diagrama de Gantt).

Como quedó demostrado en este proyecto, el dar un buen mantenimiento preventivo a los equipos de dosificación y pesado, daría como resultado un buen funcionamiento de los mismos y por consiguiente una disminución sustancial en las variaciones de la dosificaciones de las materias primas.

Muy importante recalcar que el eliminar o minimizar el problema presentado en este proyecto depende del interés que tenga la Compañía. Así también si se da la implementación de las mejoras propuestas en este proyecto la Compañía es la responsable de asegurarse que las mismas perduren en el tiempo.

## RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento al planificador de actividades, para que cada una de las mismas se cumpla en los tiempos establecidos, y de no ser así garantizar que la actividad que presente algún atraso sea finalizada en el menor tiempo posible para no comprometer el cumplimiento de las demás actividades.
- Al estar implementadas las propuestas de mejora se recomienda el uso de un cuestionario de control de procesos por lo menos cada 6 meses. Este cuestionario debe ser aplicado a los operarios de proceso con el objetivo de dar seguimiento a cada propuesta de mejora y determinar su evolución y funcionalidad en el tiempo.
- Muy importante es el uso de las pizarras colocadas en puntos estratégicos del proceso en donde se puedan llevar datos importantes del comportamiento del mismo, cumplimiento de indicadores, demoras, desperdicios, entre otros. El objetivo es que los operarios puedan ver dicha información en tiempo real y puedan tomar las decisiones pertinentes en el caso del que el proceso esté fuera de los estándares establecidos.
- Garantizar la buena comunicación entre el supervisor y los operarios, lo cual garantiza una retroalimentación en ambos sentidos siendo éste el paso más importante para conocer los problemas en proceso, sus posibles causas y soluciones.
- Es recomendable como quedó establecido en este proyecto que se le dé mantenimiento preventivo una vez al mes a los equipos de dosificación de ingredientes mayores para garantizar su buen funcionamiento.

- Las dosificaciones que hacen los operarios deben ser verificadas por parte de un inspector de calidad y del supervisor, ya que esta práctica es muy importantes para minimizar los errores que se puedan dar.
- El implementar el uso de Tablet o algún dispositivo electrónico que permita llevar digitalmente el formulario ISO F 898 “Producción /control de gasto de materia prima”, es de suma importancia porque permite llevar información en tiempo real y hacer análisis estadísticos con los datos recopilados, lo cual sería una herramienta ideal para detectar de forma rápida los problemas que se puedan estar presentando en el proceso.
- La Compañía debe proporcionar los recursos necesarios para garantizar que las mejoras propuestas puedan ser implementadas y que se mantengan en el tiempo.
- Los resultados obtenidos de este proyecto pueden replicarse en otras líneas de producción o en otros productos generando mayores beneficios para la Compañía.
- Implementar un plan de 5s en el área de mezclar materias primas ya que se pudo observar que falta un poco de orden y limpieza.
- Se requiere diseñar un método para la verificación, pesado y orden de los ingredientes menores, antes de que sean suministrados en bolsas a los operarios de las maquinas mezcladoras.

## BIBLIOGRAFÍA

Acuña, J, (2003). *Ingeniería de confiabilidad*.1ª ed. Cartago: Ed. Tecnología de Costa Rica.

Arnoletto, E. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva*. Edición electrónica gratuita. Disponible en:[www.eumed.net/libros/2007b/299/](http://www.eumed.net/libros/2007b/299/)

Balzarini, M. y Di Rienzo, J. Tablada, M.; (2011). *Introducción a la bioestadística*.1ª ed. Córdoba: Brujas.

Cabrera, H. (2010). *Aplicación de un procedimiento de mejora a procesos ordenados secuencialmente a partir de métodos multicriterios*, Edición electrónica gratuita. Disponible en: [www.eumed.net/libros/2010a/650/](http://www.eumed.net/libros/2010a/650/)

Cañedo, M. (2004). *Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Cienfuegos, República de Cuba.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. (2017). *Nosotros*. San José: Costa Rica. Disponible en: <https://pozuelo.com>

Díaz, E., Díaz, C., Flores, L., Heyser, S. “Estudio de la variabilidad de proceso en el área de envasado de un producto en polvo” *Información tecnológica*. 2009. 20(6):105-113.

Días, L. (2005). *Análisis y planiamiento*.1ª ed. San José: Ed. Universidad Estatal a Distancia.

Garces, H. (2003). *Investigación científica*.1ª ed. Quito: Ed. Abya - Yala.

Gómez, M. (1996). *Elementos de estadística descriptiva*. 2ª ed. San José: Ed. EUNED.

Heredia, J. (2010). *Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en proceso muti-etapa en la fabricación de baldosas cerámicas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Jaume. Castellón, España.

Hernández Sampieri R. y Fernández Collado, C. Baptista Lucio, M.; (2010) *Metodología de la investigación*. 5ª ed. México D.F: Ed. McGraw- Hill.

Herrera, R. Fontalvo, T. (2011). *Seis sigma Métodos estadísticos y sus aplicaciones*, Edición electrónica gratuita. Disponible en: [http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros\\_internet/55821.pdf](http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf)

Kume, H. (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. España: Editorial Norma S.A.

León, M. (2009) *Control y reducción de costos mediante el control estadístico de procesos*. Madrid: Ed. El Cid Editor.

Loor, A. (2008). *Desarrollo de un manual de operación para un proceso de galletas crackers*. (Tesis inédita de grado). Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil, Ecuador.

López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. 1ª ed. Madrid: Ed. Fundación Confemetal.

Montenegro, I. (2005). *Aprendizaje y desarrollo de competencias*. 1ª ed. Colombia: Ed. Cooperativa Editorial Magisterio.

Niebel, B. (1990). *Métodos, tiempos y movimientos*. 8ª ed. México: Ed. Alfaomega.  
Oficina Internacional del trabajo. (1980). *Introducción al estudio del trabajo*. 3ª ed. Ginebra: Suiza.

Peña, D. (2014). *Fundamentos de estadística*. Madrid: Alianza Editorial.

Pérez, E; García, M. "Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal". *Tecnología en Marcha*.2014. 27(3):88-106.

Quiroga, V. "Manual de estadística descriptiva". *Instituto Interamericano de ciencias agrícolas*.1977.147:30.

Ruiz, A. y Rojas F. (2006). *Control estadístico de proceso*. Apuntes de Clase.

Ruiz, J. (2016).*Estudio de identificación de despilfarros*, Edición electrónica gratuita. Disponible en: <http://www.prevencontrol.com/project/identificacion-de-despilfarros/>

Rustom, A. (2012).*Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia, una visión conceptual y aplicada*. Chile: Ed Universidad de Chile.

Santos, J. (2012). *¿Quieres analizar un problema? Aplica el método 5W y 1 H*, Edición electrónica gratuita. Disponible en: <http://ciclog.blogspot.mx/2012/01/quieres-analizar-un-problema-aplica-el.html>

Winter, R. (2000) *Manual de trabajo en equipo*. Madrid: Ed. Ediciones Díaz de Santos, S.A.

## GLOSARIO

**BACS:** Norma de gestión en control y seguridad comercial.

**Calibración:** Es cuando se le hacen varias pruebas a un equipo de medición con pesas patrones calibradas para verificar su correcto funcionamiento, para esta prueba se necesita emitir un certificado de calibración.

**Celda de carga:** Es una estructura en forma de S la cual está diseñada para soportar cargas de compresión, flexión y tensión.

**Check:** Línea que indica el visto bueno.

**Compañía:** Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A.

**Copas:** Son varias cavidades a lo largo y ancho del molde, donde viene la forma de la galleta.

**Dosificar:** Programar una tolva para que suministre cierta cantidad de materia prima.

**Empresa:** Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A.

**Formulación:** Todas las materias primas que componen un producto, esta información es confidencial.

**Ingredientes mayores:** Se refiere a harina, azúcar, agua y aceite.

**Ingredientes menores:** Son los que van en cantidades menores en la tanda, como bicarbonato, sal, lecitina etc.

**Inventario cíclico:** Se da cuando realizará inventarios físicos a ingredientes mayores de mayor movimiento una vez por semana.

**ISO:** Norma sobre calidad y gestión de la misma.

**Linealidad:** Es hacer mediciones con el equipo en forma lineal, ejemplo peso mínimo, peso intermedio o peso máximo.

**Metrología:** Es la ciencia de las mediciones.

**Molde:** Rodillo grande y pesado de metal sólido, el cual da la forma de la galleta mediante una serie de copas.

**Moldear:** Darle forma a la pasta mediante varios rodillos, colocados a diferentes alturas, van en reducción para lograr el grosor de pasta deseado.

**Pasta o Tanda:** Se obtiene por medio de un proceso de mezclado de varias materias primas.

**Recorte o desecho:** Galleta no conforme (Cruda, quemada o fuera de especificación).

**Referencia:** Es una forma de nombrar un producto en la Compañía.

**Tanda no conforme o reintegro:** Tanda inocua a la cual le sobra o falta algún ingrediente, la cual se va agregando por partes a otras tandas conformes.

**Relleno:** Mezcla de azúcar, grasa y esencia o saborizantes el cual va en el centro de dos galletas.

**Repetitividad:** Capacidad del equipo de medición de proporcionar indicaciones próximas entre sí.

**Sandwich de galletas:** Es la unión de dos galletas con un relleno de sabor en el centro.

**Sobrepeso:** Se da cuando el peso de la unidad de venta está por encima del peso declarado del producto.

**Tolva:** Equipo de acero inoxidable en forma de un embudo gigante y cerrado, el cual tiene en su interior celdas de carga, las cuales ayudan a dosificar ciertas materias primas.

**Troquelado:** Se realiza por medio de un molde con cavidades o copas que tienen la forma de las galletas.

**Verificaciones:** Es cuando se le hacen varias pruebas a un equipo de medición con pesas patrones calibradas para verificar su correcto funcionamiento, para esta prueba no se necesita emitir ningún certificado.

## ANEXOS

## Anexo No.1 Registro de lluvia de ideas

Informe de reunión con el equipo de proceso de la línea # 2 de Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A.	
Fecha: 11/08/17	
Asistentes:	
Ronald Cuhillo → coordinador e supervisor José Luis Badilla → Operario de máquina Christian Bermudez → operario de resqueado y moldeado Melina Velazquez → operario de horno y enfriado Marcela Rojas → Operario de relleno Marcela Meiri → Operario de empaque	
Tema a tratar:	
Determinar la consistencia en el consumo de materia prima a lo que se refiere a la proporción entre los productos	
Resultados de la reunión:	
Explicar sobre el problema, ya que no se notan de que se trata, luego los compañeros mencionaron los problemas: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) variaciones en los equipos</li> <li>2) Equipo calibrado con discrepancia en peso</li> <li>3) No hay movimientos preventivos</li> <li>4) Hay mucha polvo en el ambiente</li> <li>5) El supervisor con no está en el proceso</li> <li>6) proveedor muy comido de 12 horas</li> <li>7) Calidad inconsistente no revisa el proceso, ni lo controla punto</li> <li>8) Humedad en la harina y azúcar y nadie hace nada</li> <li>9) No se controla por selección de la materia prima.</li> <li>10) Cuando falta un operario, lo reemplazan pero no calificado</li> <li>11) No se revisa la cantidad y el contenido de los bultos de ingredientes menores</li> <li>12) Hay muchos problemas por error de la operación.</li> </ol>	
Evaluación de la reunión:	
Muy productiva, hay que tener más atención por la consistencia y disponibilidad de los recursos y el personal	
Acuerdos tomados:	
Ronald Cuhillo, supervisor del área acordó hacer una reunión similar cada mes. La operación indica que van a tener más cuidado en el trabajo	

## Anexo No.2 Listado de causas

Causas	
<b>A</b>	Variaciones en las dosificaciones de materia prima
<b>B</b>	Poco control por parte del supervisor
<b>C</b>	No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada
<b>D</b>	La temperatura ambiente es muy elevada,
<b>E</b>	Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas
<b>F</b>	No hay medición de la humedad de la materia prima de los silos de harina y azúcar
<b>G</b>	Equipos llenos de polvo
<b>H</b>	Se dan errores en tandas se convierten en reintegros
<b>I</b>	No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos
<b>J</b>	No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores
	Total

Anexo No.3 Muestreo día 19/09/17

②

Fecha: 19/09/17

Frecuencia por tanda

Causas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A	/							/						/				/					/							/	
B						/					/					/			/							/					
C			/					/			/								/					/			/				
D																/		/													
E																															
F																/															
G											/																				
H						/								/					/							/			/		
I								/													/										
J		/								/							/							/							

Anexo No.4 Muestreo día 20/09/17

Fecha: 20/09/17

Frecuencia por tanda

Causas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A	/	/								/							/						/						/		
B				/				/						/					/												
C			/					/													/										
D								/									/														
E																															
F																	/														
G													/																		
H				/						/						/							/						/		
I								/	/												/										
J	/									/											/						/				



Anexo No.6 Muestreo día 22/09/17

4

Fecha: 22/09/17

Frecuencia por tanda

Causas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A				/				/												/				/							/
B			/						/						/				/					/					/		
C			/				/							/				/					/					/			
D																															
E																							/								
F																															
G												/																			
H			/									/								/					/						
I	/							/																				/			
J			/							/											/							/			

## Anexo No.7 Conteo de frecuencia de cada causa

	Causas	Frecuencia
A	Variaciones en las dosificaciones de materia prima	23
B	Poco control por parte del supervisor	20
C	No hay verificaciones en el proceso por parte de calidad integrada	20
D	La temperatura ambiente es muy elevada	5
E	Cansancio por jornadas laborales diarias de 12 horas	1
F	No hay medición de la humedad de la materia prima de los silos de harina y azúcar	2
G	Equipos llenos de polvo	3
H	Se dan errores en tandas se convierten en reintegros	20
I	No hay especificación de las tolerancias en dosificaciones que hacen los equipos	11
J	No se verifica las dosificaciones de los ingredientes menores	16
	Total	121

## Anexo No.8 Datos para construir matriz de Vester

Causa	A	C	H	I	J	B	D	G	F	E	Influencia
A	■	///	0	///	///	///	0	1	///	///	19
C	///	■	///	1	///	1	1	11	///	0	17
H	1	///	■	0	0	0	0	0	0	0	4
I	///	1	0	■	0	1	0	0	0	0	5
J	///	///	0	0	■	11	0	0	0	1	9
B	///	1	0	1	11	■	11	11	///	1	15
D	0	1	0	0	0	11	■	0	0	1	4
G	1	11	0	0	0	11	0	■	0	0	5
F	///	///	0	0	0	///	0	0	■	4	11
E	///	0	0	0	1	1	1	0	11	■	8
Dependencia	20	17	3	5	9	15	4	5	11	8	■

