

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE BACHILLERATO  
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA  
CONTROLAR EL SOBREPESO EN EL  
PRODUCTO GALLETAS FAMILIA  
NAVIDAD EN LA COMPAÑÍA DE  
GALLETAS POZUELO DCR, S.A. LA  
URUCA, SAN JOSÉ, COSTA RICA PARA  
EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2021.**

**SUSTENTANTE: MARCO TULIO OBANDO CASCANTE**


**TUTOR: MSC ROBERTO SÁNCHEZ MORALES**

**HEREDIA, JULIO 2021**

# DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Marco Tulio Obando Cascaete, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603740312 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 Bachiller Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Propuesta de mejora para controlar el sobrepeso en el producto Galletas Familia Navidad en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A La Uruca, San José, Costa Rica para el segundo semestre del 2021", 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 diez días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno.

 6-374-312.

Firma del estudiante

Cédula

# CARTA APROBACIÓN DEL TUTOR

## CARTA DEL TUTOR

San José, 09 de diciembre de 2021

**Señores**  
**Carrera Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante Marco Tulio Obando Cascante, cédula de identidad número 603740312 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "PROPUESTA DE MEJORA PARA CONTROLAR EL SOBREPESO EN EL PRODUCTO GALLETAS FAMILIA NAVIDAD EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. LA URUCA, SAN JOSÉ, COSTA RICA PARA EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2021", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato 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%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	17%
	TOTAL	100%	95%

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

Atentamente,

  
**Roberto Sánchez Morales**  
**Cédula identidad N° 900810622**

## CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR

San José, 15 de febrero de 2022

**Señores**  
**Servicios estudiantiles**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Marco Tulio Obando Cascante, cédula de identidad 6-0374-0312, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **Propuesta de mejora para controlar el sobrepeso en el producto galletas familia navidad en la compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. La Uruca, San José, Costa Rica para el segundo semestre del 2021.**, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

SEIDY YESENIA  
SALAZAR  
GUZMAN (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
SEIDY YESENIA SALAZAR  
GUZMAN (FIRMA)  
Fecha: 2022.02.15 19:40:09  
-06'00'

**Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA, MGP.**

**Cédula: 6-0354-0437**

**Carné del Colegio: IPI-24137**

## CARTA AUTORIZACIÓN DEL CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 12 de abril de 2022.

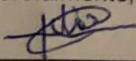
Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Marco Tulio Obando Cascante con número de identificación 603740312 autor del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORA PARA CONTROLAR EL SOBREPESO EN EL PRODUCTO GALLETAS FAMILIA NAVIDAD EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. LA URUCA, SAN JOSÉ, COSTA RICA PARA EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2021**, presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que, con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
6-374-312  
Firma y Documento de Identidad

## **DEDICATORIA**

“Dedico este trabajo a toda mi familia, mi esposa e hijo, ya que siempre han estado conmigo apoyándome en todo momento para ser una mejor persona”

Marco Tulio Obando Cascante.

## AGRADECIMIENTOS

“Agradezco a la compañía de galletas Pozuelo DCR por permitir realizar mi proyecto de graduación en sus instalaciones, a mi profesor tutor por guiarme en toda la preparación del proyecto y a Dios principalmente por hacerme llegar hasta esta etapa de mi vida”

## INDICE

INDICE .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xi
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	2
1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA .....	3
1.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA ÁREA PRODUCCIÓN.....	5
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	10
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA. ....	13
2.1.1 Proceso industrial. ....	13
2.1.2 Manufactura.....	13
2.1.3 Productividad. ....	13
2.1.4 Ingeniería industrial.....	14
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTION DEL PROYECTO.....	14
2.2.1 Uso de la metodología DMAIC. ....	14
2.2.2 Diagrama de procesos.....	18
2.2.3 Diagrama de Ishikawa. ....	18
2.2.4 Los 5 Porques.....	18
2.2.5 Diagrama de Pareto.....	19
2.2.6 Gráficos de control.....	19
2.2.7 Grafico X-S. ....	20
2.2.8 Plan de muestreo por tabla militar estándar 414. ....	21
2.2.9 Lluvia de ideas.....	22
2.2.10 Diagrama de Gantt.....	22
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO....	23
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	25
3.1.1 Enfoque de la investigación. ....	25
3.1.2 Alcance de la investigación.....	26

3.1.3 Diseño de la investigación. ....	26
3.1.4 Población, Muestra, Tamaño de muestra y método de muestreo.....	27
3.1.5 Técnicas para recolección de datos.....	28
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO O CUANTITATIVO DEL PROYECTO .....	29
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO .....	30
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO.....	36
3.5.1 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....	37
3.5.2 Plan de acción. ....	37
3.5.2 Diagrama de Gantt.....	39
<b>CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS</b> .....	40
4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	41
4.1.2 Project Charter.....	53
4.2 MEDICION Y CONTROL DEL PROCESO .....	54
4.2.1 Cursograma analítico.....	54
4.2.2 GRÁFICOS DE CONTROL.....	56
4.2.2.1 Control de pesos Galleta Familia Navidad (producto terminado).....	56
4.2.2.2 Control de peso para graneles que conforman el producto Galleta Familia Navidad. ....	60
4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS .....	72
4.3.1 Lluvia de ideas.....	72
4.3.2 Diagrama de Pareto.....	74
4.3.3 Los 5 Porques.....	76
4.3.4 Diagrama de Ishikawa. ....	77
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO Y PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN</b> .....	81
5.1 PROPUESTA: REDISEÑAR BANDEJAS PET .....	82
5.2 Situación actual de las bandejas PET .....	82
5.3 PROPUESTA DE REDISEÑO.....	84
5.4 MANUFACTURA DE BANDEJAS PET POR EL PROVEEDOR.....	86
5.5 COSTOS-BENEFICIO POR REDISEÑO DE BANDEJAS PET .....	87

5.6 PLANIFICACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA .....	88
5.6.1 Uso de herramienta A3 .....	88
5.7 PLAN DE ACCIÓN .....	90
5.7.1 Plan de acción. ....	90
5.7.2 Diagrama de Gantt.....	91
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	94
6.2 RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA .....	100
APÉNDICE .....	103

## **ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

- DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.
- FSSC: Sistema internacional de inocuidad alimentario.
- ISO: Organización Internacional de normalización.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente proyecto de investigación, se buscó propuestas para mejorar el indicador de sobrepeso para el producto Familia Navidad en la línea de producción Familia en Compañía de Galletas Pozuelo, Uruca, San José, en la cual se observa que estos datos reales sobrepasan la meta del indicador establecido por la empresa de un 2,2%.

Para ello se realizó el procedimiento de recolección de muestras y la cantidad de galletas que se empacan por cada producto terminado, comparándolo con el gráfico de control establecido por el departamento de calidad; además se realizó un muestreo del material de empaque: las bandejas PET que contienen el producto y las cajas plegadizas.

Se encontró que el sobrepeso estaba ligado directamente con la colocación de una galleta de más, por decisión del departamento de Control de Calidad.

Como resultado se obtuvo una propuesta de mejora, que fue el rediseño de las bandejas PET para cumplir con la proporción de galletas indicadas por ingeniería.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Con el pasar de los años sobrevivir como empresa es todo un desafío, esto debido a la alta competitividad sobre todo si se encuentra en un mercado donde los clientes tienen la opción de elegir servicios o productos por medio de sus marcas, costos, beneficios y sobre todo la calidad del mismo.

La empresa de galletas Pozuelo DCR es parte de una de las industrias más grandes del país con más de 100 años en el mercado y actualmente al igual que muchas compañías, la mejora continua, innovación y desarrollo de nuevos productos son una necesidad para poder mantenerse en el mercado.

La Pozuelo se encuentra certificada dentro de las normas ISO 9001 sobre gestión de calidad, ISO 14001 sobre gestión medio ambiental, ISO 45001 sobre condiciones de seguridad y salud siendo la primera empresa en Costa Rica en obtener esta certificación en el año 2019, actualmente se encuentra certificada dentro de la norma FSSC 22000 que trata sobre aseguramiento en la inocuidad de productos alimentarios. (Pozuelo,2021)

El proyecto trata sobre el producto Galletas Familia Navidad con un peso neto nominal declarado en la etiqueta de 187,6 g, manufacturado en la línea de producción 3 donde se procesa el producto a granel y línea de producción Familia, donde se empaca el producto terminado. La investigación se enfoca sobre problemas para que el producto final se mantenga dentro de los límites en el control de peso especificado, esto por exceder el indicador de sobrepeso meta de la compañía.

La línea de investigación en la que se basa el proyecto es la calidad, ya que se busca un mejor control en el indicador del sobrepeso esto por medio de análisis de datos, muestras y controles estadísticos, mejorando el producto que se entrega al cliente.

## 1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA

La empresa de Galletas Pozuelo DCR se encuentra ubicada en La Uruca, San José, Costa Rica, es una de las empresas líder en la producción de galletas para el pueblo costarricense.

Todo empezó un 5 de noviembre de 1919, cuando Felipe Pozuelo fundó la “Fábrica de Galletas y Confites Felipe Pozuelo e Hijos Ltda.”, que se localizó en un pequeño edificio en Paseo Colón, frente al Hospital San Juan de Dios. (Pozuelo, 2021)

Ante el aumento de la demanda, don Felipe decidió ampliar la infraestructura y maquinaria de la fábrica, para lo cual compró un terreno en La Uruca, lugar que desde 1962 y hasta la fecha, aloja la Planta de Producción y Oficinas Administrativas de Costa Rica. (Pozuelo, 2021)

En 1970 fueron adquiridos por la compañía estadounidense Riviana Foods, de quien formaron parte hasta el 2006. A partir de este período, todos los productos se comercializan bajo la marca “Pozuelo” y, gracias al crecimiento que se ha tenido en la región, abrió Oficinas Comercializadoras en otros países de Centroamérica:

Nicaragua en 1982, Panamá en 2002, El Salvador y Guatemala en el 2004. (Pozuelo, 2021)

Por último, fue adquirida por el Grupo Nutresa. Dicho grupo es el cuarto Grupo del Sector Alimentos más grande de América Latina, pues mantiene un portafolio con 146 marcas. En Costa Rica, Grupo Nutresa tiene dos plantas además de Pozuelo: Compañía Nacional de Chocolates y Helados Pops y desde hace 99 años, contribuyen con un bienestar de todas aquellas personas que de una u otra forma se vinculan con la industria alimentaria. Trabajando con pasión, confiabilidad e innovación para propiciar momentos de sabor y felicidad. (Pozuelo, 2021)

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., cuenta con una amplia y adecuada planta física, un moderno equipo de trabajo y un eficiente grupo humano que no solo continúa alcanzando los objetivos que motivaron su creación, sino que constituye un activo promotor del desarrollo económico de Centroamérica, produciendo bienestar para todos aquellos que de una u otra forma se benefician con la industria alimentaria. (Pozuelo, 2021)

La empresa hoy en día tiene una amplia variedad de productos, pero 7 de las galletas reconocidas en el mercado nacional y Centroamericano son: Chiky, María, Tipo, Fibra y Miel, Soda, Cremas y Familia que es la galleta en la cual se enfocará el proyecto. (Pozuelo, 2021)

## 1.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA ÁREA PRODUCCIÓN



Figura1. Organigrama área producción

#### 1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Para toda empresa, mantener y superar las utilidades meta, radica en como esta controla sus procesos internos y externos, la compañía Pozuelo no es la excepción, la mejora continua es una de sus adeptos principales.

Para la línea de producción donde se enfoca el proyecto es en el departamento Familia, donde por medio de recolección y análisis de datos por parte del área de ingeniería, se llegó a la conclusión con respecto a los productos que se manufacturan en dicho departamento, que La Galleta Familia Navidad es la que más afecta el indicador de sobrepeso meta. Se tiene un indicador de sobrepeso meta mensual de 2,20% para el año 2021, anteriormente para los años 2020 y 2019 resultaron sobrepesos reales por producción con una desviación cercana al 1,017% (ver figura 2 y figura 3), reflejado en 70 kg por encima de límite establecido de sobrepeso, esto por 11500 unidades de producto que se debe entregar al cliente, con un costo de ₡35000, para esos 70 kg sobre la meta de sobrepeso establecida y un costo por temporada navideña de aproximadamente ₡ 7 500 000 por causa de ese desvío por encima del indicador.

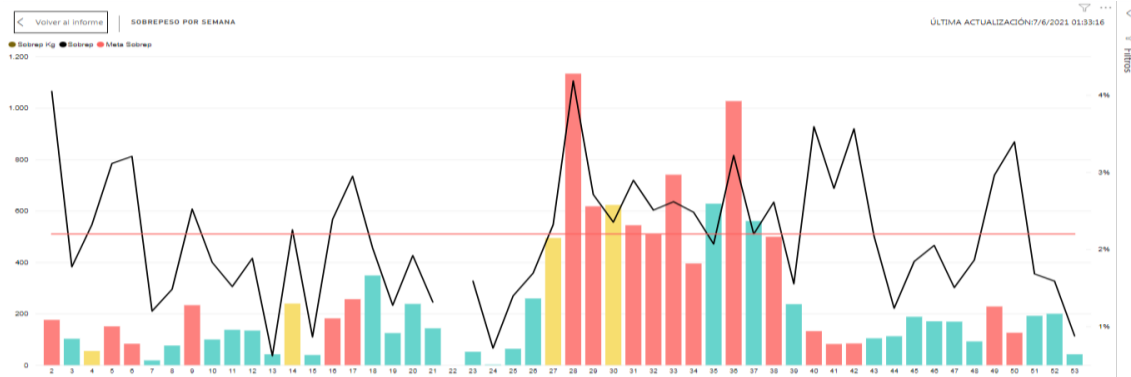


Figura 2. Gráfico sobrepesos por semana reales para departamento familia año 2019. Facilitado por área de ingeniería.

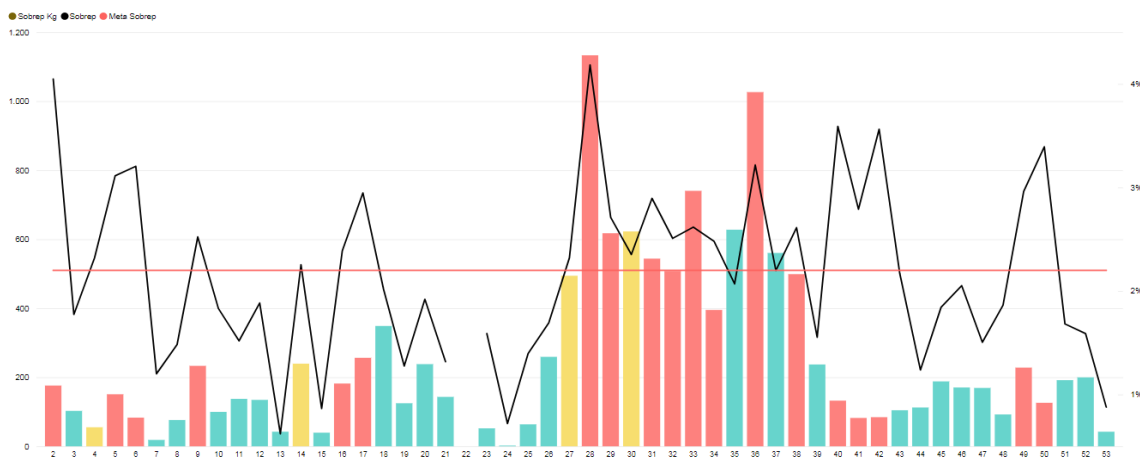


Figura 3. Gráfico sobrepesos por semana reales para departamento familia año 2020. Facilitado por área de ingeniería.

Como se puede observar en los gráficos de la figura 2 y 3 con respecto a línea roja que determina el indicador de 2,2%, se ve reflejado que para las semanas que corresponden a los meses de julio, agosto y setiembre se tiene un aumento en el sobrepeso por arriba del indicador, esto corresponde a la temporada navideña.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para los clientes el sobrepeso en el producto que adquieren con respecto a productos alimentarios se trate, esto normalmente no genera molestias en el consumidor, ya que pueden ver como un beneficio tener más, por lo que realmente están pagando. Esto se traduce en pérdidas para las empresas ya que se “regala” prácticamente producto, el cual representa costo significativo a la hora de sumar sobrepesos a todas las unidades que se producen al final.

En la fábrica Pozuelo, no se puede dar el lujo de regalar producto por sobrepeso, ya que, aunque por unidad terminada, unos pocos gramos no significan nada, al final del pedido, se puede observar que se gastó material de más para completar las unidades requeridas por el cliente, allí es donde el costo que se tiene destinado para producir “x” cantidad se ve afectado.

En Pozuelo existen productos que se fabrican por temporadas y uno de ellos es la Galleta Familia Navidad, la cual es una presentación compuesta o surtida por 6 tipos de graneles: galleta crema fresa, galleta crema naranja, galleta dedos, galleta Rondela, galleta chocolate y sorbeto, la presentación surtida tiene un peso nominal de 187 g. Para los años 2019 y 2020 durante los meses de julio, agosto y setiembre corresponde la temporada de elaboración de dicho producto de temporada navideña, la empresa corre contra el tiempo ya que son muchos pedidos para entregar, una solución que tiene la empresa es que el “head count” para el departamento tiene que aumentar, incurriendo en gastos por extras semanales de ¢765000, para cubrir las necesidades en los turnos y poder salir con el pedido del

cliente, esto aunado al a un descontrol en el sobrepeso puede afectar considerablemente la rentabilidad de la línea, en los siguientes gráficos se puede observar las fluctuaciones medias mensuales en el sobrepeso para los años 2019 y 2020, donde la temporada navideña es la que más se desvía por encima del sobrepeso meta.

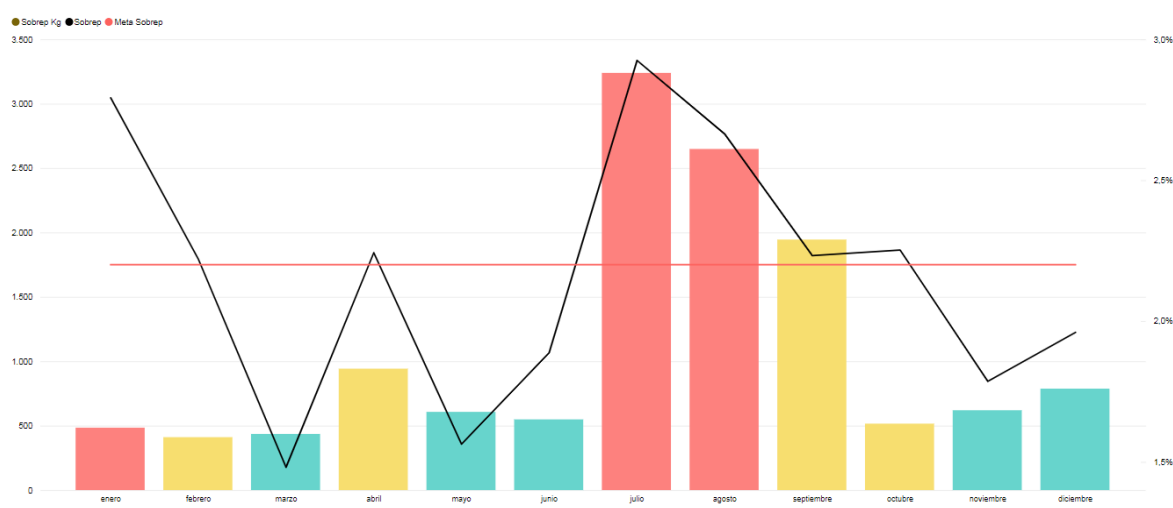


Figura 4. Gráfico Sobrepesos por temporada navideña para departamento familia año 2019. Facilitado por área de ingeniería.

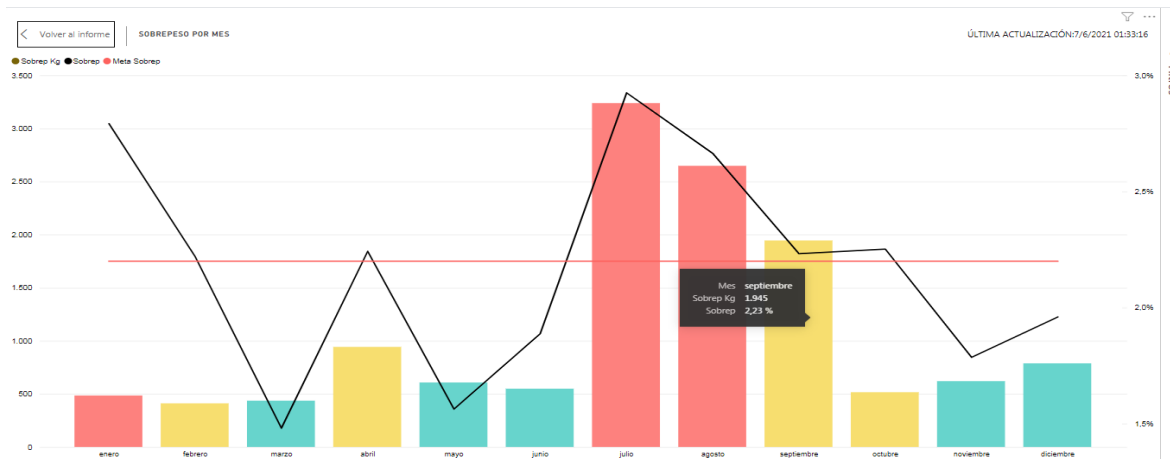


Figura 5. Gráfico Sobrepesos por temporada navideña para departamento familia año 2020. Facilitado por área de ingeniería.

## 1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### Objetivo general.

Controlar el sobrepeso en la producción de galletas Familia Navidad, fijado en un 2,20%, esto por medio de propuestas de mejora para aumentar la productividad y reducir costos.

### Objetivos específicos

1. Definir el problema del porque el aumento en el sobrepeso meta para la galleta Familia Navidad fijado en un 2,2%.
2. Realizar muestreos y recolección de datos para la temporada navideña 2021.
3. Analizar los datos que resultaron del muestreo, para encontrar la causa raíz del porque el sobrepeso por arriba del indicador de 2,2%.

4. Determinar las mejores opciones de propuestas de mejora para mantener el sobrepeso menor al 2,2%.
5. Confeccionar un plan de acción para controlar los resultados en la próxima temporada navideña 2022.

## 1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

### **Alcance**

El proyecto se realizó en la fábrica de galletas Pozuelo DCR, en las líneas de producción, Familia para el producto terminado y Línea 3 para los graneles que lo integran, así mismo cada departamento cuenta con un “head Count” de 30 personas para cada turno, donde hay un turno de 12 horas para Familia y tres turnos de 8 horas para Línea 3.

Las líneas de producción mencionadas anteriormente, trabajan con galletas con relleno, esto sería parte del enfoque en el proyecto, ya que se presenta variabilidad en el peso, esto porque las máquinas empleadas son manuales, controladas por operarios.

### **Limitaciones**

La empresa cuenta con políticas de confiabilidad, por lo tanto, algunos datos no pueden ser expuestos en esta investigación, esto por motivo que el presente proyecto será tomado en cuenta para propuestas de mejora en el año 2022.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.

En la presente sección se definirán los conocimientos y conceptos que se necesitan para continuar en el desarrollo del proyecto.

### 2.1.1 Proceso industrial.

El proceso industrial son una serie de pasos o etapas lógicas ordenadas para la obtención de un producto, servicio u objetivo en común. (Baca et al, 2014 pág. 32).

En la fábrica de galletas Pozuelo en el proceso para la obtención de galletas, las entradas son: la harina, azúcar, aceite, rellenos, e ingredientes menores esto transformados por maquinarias resulta en el producto final unidades de galletas listas, para entregar al cliente

### 2.1.2 Manufactura.

La manufactura es la aplicación de procesos físicos o químicos para alterar la forma, apariencia y propiedades de un material obteniendo un producto final de mayor valor, esto por medio de máquinas, herramientas, energía y sobre todo recurso humano. (Groover, 2014. P-2)

### 2.1.3 Productividad.

La productividad en la industria se define como el cociente que hay en un sistema o proceso sobre los resultados obtenidos entre los recursos que se emplearon, como ejemplo de resultados obtenidos podrían ser piezas que se venden, vehículos

terminados de armar, cantidad de servicios realizados y recursos empleados podrían ser la cantidad de personas que se necesitaron, tiempo de operación, horas maquina empleadas para producir x cantidad de resultados. (Gutiérrez, 2020).

Existen 2 conceptos asociados con la productividad que son la eficacia y la eficiencia, la primera se refiere a el grado en el que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados, la segunda se refiere a la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. (Gutiérrez, 2020).

En la manufacturación de la galleta Familia Navidad, anteriormente se determinó que el sobrepeso afecta la cantidad de recursos que se dispone para la fabricación de x cantidad de unidades pedidas, afectando la eficiencia, la eficacia y por ende la productividad.

#### 2.1.4 Ingeniería industrial.

Es la rama de la ingeniería que se encarga del diseño, construcción, medición, instrumentación y automatización de los distintos procesos industriales. Estudia la forma en la que se debe realizar de una mejor manera un proceso, controlando y organizando los recursos, para que el producto, ya sea bien o servicio, resulte de una manera tan efectiva como sea posible. (Rojas y Ruiz, 2011 pág. 30)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTION DEL PROYECTO

### 2.2.1 Uso de la metodología DMAIC.

La teoría Lean Six Sigma es una herramienta de mejoras que permite a las organizaciones ser eficaces y eficientes en sus procesos. El método del DMAIC es una de las herramientas ingenieriles más estructuradas y utilizadas en la resolución de problemas, con este método se analizará correctamente el problema en el que se enfoca este proyecto de investigación, sus componentes (DMAIC) son las fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar; una fase depende de la anterior para dar correcta dirección a la resolución del problema. (Herrera, 2011).

A continuación, se describe lo más importante de la estructura de las fases:

### **Definición:**

Esto es una fase crucial en el desarrollo de un proyecto Seis Sigma en cualquier ámbito. Ya que aquí se definen los alcances, requerimientos y limitaciones del proyecto. El proyecto tiene que tener un alcance específico por lo que si se trata de cubrir un gran campo amplio es más difícil de llegar a un resultado positivo. Es importante mencionar que un proyecto se pueda concluir con éxito tiene que cumplir con ciertas restricciones, por ejemplo, ser específico, medible, alcanzable, relevante y con un tiempo límite por lo que cuando se escoge el proyecto y se delimita se debe de tomar en cuenta. (Herrera, 2011).

**Medición:**

Para esta etapa después de haber definido el proyecto, con sus límites y alcances, es necesario empezar las mediciones: y recopilar información acerca de las partes claves del proceso. El sistema de medición tiene que ser validado a través de estudios de R&R linealidad, etc. Hay que aclarar que es perjudicial que después de obtener la información hagan falta varios ciertos datos que se tendrá que medir después, pero también es incorrecto recaudar más información de la necesaria ya que esto genera costos, tiempos y esfuerzos por lo que hay que planear bien antes de iniciar con esta etapa. Esta fase tiene el fin de encontrar los puntos críticos de proceso que están generando la mayor parte de costos y defectos, para así concentrarse sobre porque es ahí se obtendrán los mayores beneficios. (Herrera, 2011).

**Análisis:**

En esta fase se deja de investigar la situación actual y se encamina el proyecto a la mejora de esta, se observan y se estudian las gráficas y herramientas con las que se finalizó la medición, y se obtienen los factores que influyen en la variable de respuesta. Tomando en cuenta las herramientas utilizadas en esta fase y sus resultados, se llega a conclusiones y decisiones que propongan la mejora de la situación en la que se está, mejorando así las partes del proceso

que afectan al mismo con el fin de encontrarse con un proceso más eficiente y menos costoso. (Herrera, 2011).

### **Implementación:**

Después de haber tomado las decisiones pertinentes para la mejora del proceso se aplican cambios decididos en el proceso, verificando que sean apropiados y que cumplan con los resultados esperados. Se realiza un estudio para ver qué tanto más eficiente es el nuevo proceso respecto al anterior y que riesgos puede presentar, para poder determinar si es conveniente su implementación. De ser positivo el resultado se continúa con su aplicación y se pasa a la fase siguiente, de lo contrario, se retrocede y se toman nuevas decisiones. (Herrera, 2011).

### **Control:**

Una vez hechas las mejoras y modificaciones al proceso es imprescindible tener un control. De otra manera la situación con el tiempo empezaría a deteriorarse y las mejoras y los buenos resultados podrían decaer. Debido a esto se tienen que tomar medidas para mantener un proceso bien controlado a través del tiempo. (Herrera, 2011).

### 2.2.2 Diagrama de procesos.

Es una representación gráfica donde se pueden observar las diferentes etapas de un proceso, existen varios tipos de diagramación entre ellos se encuentran la diagramación ANSI y la diagramación ASME, su representación consta de símbolos que definen las etapas del proceso: operación, operación e inspección, inspección y medición, transporte, entrada de bienes, almacenamiento, decisión, líneas de flujo demora, conector y conector de página.

### 2.2.3 Diagrama de Ishikawa.

Es un método gráfico en el que se representa la relación entre un problema y sus posibles causas, se tienen diferentes tipos de diagramas de Ishikawa entre ellos y el más usado es por el método de las 6M, que consta de agrupar las posibles causas potenciales en 6 ramas principales: maquinaria, mano de obra, método, medio ambiente, materiales y medición. (Gutiérrez, 2020)

Este diagrama tiene por objeto describir esta situación compleja para que se pueda comprender mejor y, en consecuencia, identificar las causas responsables del defecto en el producto considerado, a fin de que se puedan aplicar las acciones correctivas necesarias.

### 2.2.4 Los 5 Porques.

Es una metodología, de análisis de que como bien lo indica su nombre consta de una serie de porques para llegar a la causa raíz de un problema.

Un ejemplo serio:

1. ¿Porque el control del equipo de sonido no funciona? (**Problema**)

R/Porque se dañaron las baterías

2. ¿Porque se dañaron las baterías?

R/Porque están gastadas.

3. ¿Por qué están gastadas?

R/ Porque ya tienen mucho uso.

#### 2.2.5 Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una representación por medio de gráfico de barras, que ayudan a identificar causas y prioridades en las variables y datos categóricos, su objetivo es encontrar los problemas vitales y las causas más importantes.

También es llamado diagrama 80-20, ya que según el principio de Pareto el 20% de las causas genera el 80% del efecto. (Gutiérrez, 2020).

#### 2.2.6 Gráficos de control.

Es una gráfica que funciona para observar la variabilidad y comportamiento de un proceso en el paso del tiempo, contiene 3 líneas paralelas que funcionan como control, la línea central es la línea del promedio y las otras dos líneas son límites inferior y superior, se espera que los datos obtenidos se encuentren dentro de estas dos líneas, para que el proceso este controlado.

### 2.2.7 Grafico X-S.

Es una herramienta que consta de dos gráficas, una para las medias( $\bar{x}$ ) que nos ayuda a controlar la exactitud del proceso y otra para la desviación estándar( $\bar{s}$ ) que nos ayuda a controlar la precisión del proceso o la variabilidad de este. En esta herramienta se utiliza los límites de proceso y los límites especificados para hacer una comparación y analizar si el proceso está controlado. Se debe de tener conocimiento sobre la tolerancia (T) y el punto óptimo (M). (Neria, 2014)

Con respecto a los límites de proceso en los gráficos para la media y para la desviación estándar se tiene que utilizar las siguientes fórmulas, además de los datos en las tablas del apéndice A:

En el caso de la gráfica de medias:

$$\text{LIMITE INFERIOR} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s}$$

$$\text{LIMITE CENTRAL} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{LIMITE SUPERIOR} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s}$$

En el caso de la gráfica de desviaciones

$$\text{LIMITE INFERIOR} = B_3\bar{s}$$

$$\text{LIMITE CENTRAL} = \bar{s}$$

$$\text{LIMITE SUPERIOR} = B_4\bar{s}$$

### 2.2.8 Plan de muestreo por tabla militar estándar 414.

Es un tipo de plan en el que se toma una muestra aleatoria en un lote y se le mide características de calidad como lo es el peso, las dimensiones, espesores, etc. De acuerdo a estas mediciones se realiza todo un cálculo de un índice estadístico y de esta manera se acepta o rechaza todo un lote. De manera general el índice toma en cuenta la información de la muestra con respecto a promedio y desviación estándar además de especificaciones de características de calidad. (Gutiérrez, 2014).

El plan de muestreo presenta niveles de calidad aceptable (NCA) con porcentajes que van desde 0,04% al 15%, presenta 3 etapas ajustada, normal y rigurosa, además de presentar 5 niveles de inspección. Contiene un tamaño de lote el cual la muestra se obtiene a partir del uso de tablas para determinar el tamaño de la misma (ver tabla apéndice B).

Calcular el promedio y la desviación estándar de las muestras es el siguiente paso, para poder encontrar la especificación superior e inferior (ES y EI) y seguidamente el ZES y ZEI, para diagnosticar la aceptación o rechazo de un lote por medio de un porcentaje defectuoso (P), ver apéndice 3 y apéndice 4.

Fórmulas para ZES y ZEI:

$$ZES = (ES - \bar{X}) / S$$

$$ZEI = (\bar{X} - EI) / S$$

### 2.2.9 Lluvia de ideas.

Lluvia de ideas o brainstormig, es una herramienta de trabajo, que se emplea de una manera grupal o en equipo, esto ya que se utilizará un determinado número de personas que generen ideas sobre algún tema, problema, actividad en específico.

### 2.2.10 Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt es una herramienta clave para poder representar visualmente las actividades o tareas que se presentan en un proceso o implementar ideas, mejoras y propuestas todo bajo una línea de tiempo, de una forma independiente para cada tarea. (Gutiérrez, 2014).

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

La empresa galletas Pozuelo es una industria, que según sea la necesidad, busca soluciones a corto, mediano y largo plazo, para este proyecto la propuesta podría resolver y mitigar el problema a corto plazo, esto dependiendo del interés por parte de la empresa, sobre las mejoras propuestas.

Con el uso de herramientas ingenieriles para resolución de problemas, filosofía Lean manufacturing, se puede impactar considerablemente en la productividad de la compañía, de hecho, en la actualidad la empresa capacita constantemente a su personal sobre como implementar y beneficiarse de estas herramientas en su respectivo lugar de trabajo.

La compañía pretende mantener el sobrepeso meta en un 2,2% anual, además con el desarrollo de nuevas tecnologías en maquinarias en conjunto con la concientización del personal sobre desperdicios y pérdidas, prontamente se lograría una reducción en el indicador del sobrepeso meta.

La metodología DMAIC, muy conocida por los ingenieros de procesos, y el uso de sus herramientas, cubre con las necesidades de la empresa en la solución de los problemas que afronta constantemente, aportando a la mejora continua, en la eliminación de desperdicios y rentabilidad del negocio.

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

#### 3.1.1 Enfoque de la investigación.

Según Hernández, 2018. Se pueden distinguir tres rutas o enfoques de investigación: cualitativa, cuantitativa y mixta, donde una no es más importante que otra, sino que al elegir la apropiada, de acuerdo a las circunstancias, se puede indagar el problema de investigación.

El enfoque o ruta por el que se dirige el proyecto es el cuantitativo, ya que, según Hernández, 2018. Se usa una recolección de datos basado en una medición numérica y análisis estadísticos, se puede comprobar o rechazar hipótesis; representa un conjunto de procesos secuenciales por fases o etapas, esto para comprobar suposiciones.

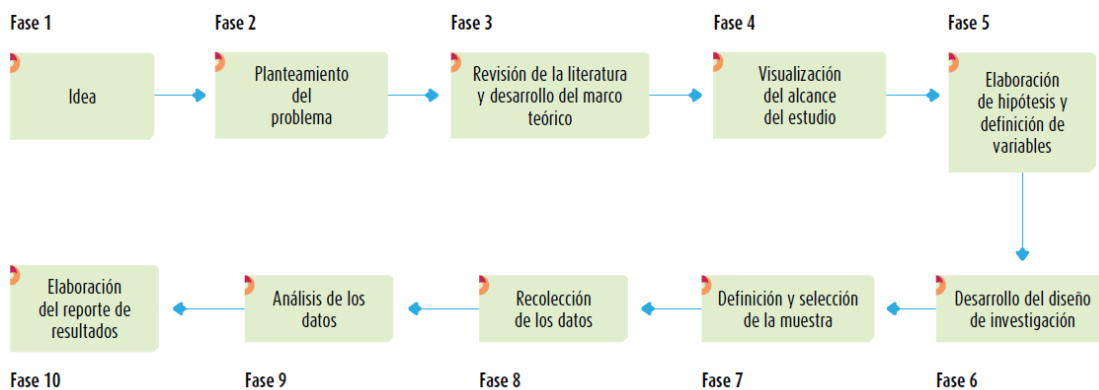


Figura 6. Proceso cuantitativo según Hernández, 2018. Fuente: infoeducativadigital.com

El proyecto propuesto cumple con las etapas, mostradas en la figura 6, posteriormente a esta sección, se definirá el alcance de la investigación, población y muestra, técnicas para recolección de datos y el diseño de investigación.

### 3.1.2 Alcance de la investigación.

Según Hernández, 2018. “visualizar que alcance tendrá nuestra investigación es importante para establecer los límites conceptuales y metodológicos, así como direccionarnos en la ruta cuantitativa”. (pág-104); existen tres alcances: exploratorio, descriptivo y correlacional o explicativo.

El alcance de este proyecto lo describe el exploratorio, donde explica Hernández que cuando existen fenómenos o problemas poco estudiados, con muchas dudas y poco abordaje, se emplea este alcance; los estudios exploratorios también se utilizan cuando se necesita obtener información en investigaciones más complejas, establecer hipótesis, sugerencias y afirmaciones.

### 3.1.3 Diseño de la investigación.

Según Hernández, 2018 pág. 150. El diseño de investigación es un plan o una estrategia para la obtención de los datos con el cual se responderá el planteamiento del problema. El propósito del diseño es responder a las preguntas que surgen en la investigación, además de aprobar o desaprobar las hipótesis. El diseño se clasifica en 2 tipos: el diseño experimental y el diseño no experimental.

En este proyecto, el tipo de diseño de investigación cualitativo que se empleará serán el diseño no experimental transeccional, según Hernández 2018 pág. 177. Este tipo de diseño recolecta datos en un momento o periodo único, con el fin de estudiar variables potenciales para ese tiempo específico.

Para el periodo o temporada navideña en la Pozuelo, se tomarán muestras sin modificar las variables, esto con el fin de recoger datos reales al problema del sobrepeso en la galleta Familia Navidad; además se recolectará información por medio de encuesta al personal operativo del porque que se da el sobrepeso, quien más que ellos para hablar sobre el problema, ya que trabajan con el producto a investigar.

#### 3.1.4 Población, Muestra, Tamaño de muestra y método de muestreo.

Según Bernal, 2016. La población es el conjunto de todos los elementos que tienen características similares y a los cuales se refiere la investigación, además se les desea hacer inferencia. Por su parte el muestreo es la parte de la población que se selecciona, de la cual se obtiene la información para la investigación. Pág. 210-211.

Cuando se habla de tamaño de muestra no es sólo recoger los datos a dedillo o la cantidad que se quiera, sino más bien, es llevar esto con criterios de estadística, por lo tanto, se debe de conocer las técnicas o métodos de muestreo. Estas técnicas dependen del tipo de investigación a realizar, existen varios tipos de métodos los

más usados son los probabilísticos y no probabilísticos, además de los de atributo y por variables. Pág. 212

En el proyecto se tomará como población todas las Galletas Familia Navidad que se manufacturen por el lapso de un turno ya establecido en el pedido, para el tamaño de la muestra se empleará el método probabilístico de muestreo aleatorio sistemático, en el que se recogerán muestras de peso en 10 galletas cada 15 minutos, por pedido de producción. Se decide esto ya que en este lapso de tiempo los recipientes que contienen relleno, están pronto a vaciarse y por ende afectaría notablemente el peso de la galleta.

### 3.1.5 Técnicas para recolección de datos.

Según Pimienta, 2018. Las técnicas de para recolección de datos que más se utilizan son:

Observación: Se recaba información, mediante el análisis y con detenimiento del objeto, fenómeno a investigar; existen diversos tipos de observación entre los cuales están: Directa, indirecta, participativa y no participativa. La observación es la técnica que más se utiliza, ya que, los datos se recolectan directamente de la fuente.

Entrevista: es una serie de preguntas que el investigador realiza de manera directa a una o varias personas con el fin de recoger información para conocer la opinión de ellos y posteriormente analizarlas.

Encuesta: es la elaboración de un cuestionario con preguntas estandarizadas que se aplican a un número de personas para conocer la opinión de estas, se pueden

clasificar en: descriptivas, analíticas, de preguntas abiertas y de preguntas cerradas.  
Pág. 60-61.

### 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO O CUANTITATIVO DEL PROYECTO

Para este proyecto se utilizará el manejo y análisis de datos por medio de herramientas ingenieriles, se utilizará los diagramas de flujo, como la principal herramienta para visualizar el comportamiento del proceso; además de herramientas para relacionar causa y efecto como los son diagrama de Ishikawa, Pareto y por ende facilitar el entendimiento de las causas y propuestas de mejora para dicho proyecto de investigación.

Este trabajo investigativo recopilará datos no solo cuantitativos, por medio de la medición de pesos en las galletas y revisión del material de empaque, sino, que además se recogerá información cualitativa por parte del personal por medio de una encuesta a los operarios que manipulan el control del peso, los cuales son una persona por turno de producción, por ende, serían 3 personas para la línea de producción 3 y 2 personas para línea de producción Familia; se realiza la encuesta ya que los operarios siempre están trabajando muy de cerca con el proceso y manipulan mucha información de lo que realmente sucede con el problema del sobrepeso en la galleta.

### 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

Muchas son las metodologías para propuestas de mejora, este proyecto de investigación se enfocará o seguirá los pasos de la metodología para mejora de proyectos DMAIC, los cuales definiremos las etapas a seguir a continuación.

#### Etapas metodología DMAIC

A) Etapa **definir**: según Gutiérrez, 2020. En esta etapa se delimita el proyecto, se debe de definir objetivos, alcance, la forma de medir, las personas que intervienen y una forma de plasmar todo esto es el Project Charter, el cual es un documento que resume todo el proyecto, desde las personas que deben integrar el proyecto, de que trata el proyecto, las métricas a seguir, los beneficios que se obtendrán y demás instrucciones que se desee plasmar.

Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)	
<b>A. Información General</b>	
Nombre del Proyecto _____	Fecha de Preparación _____
Patrocinador: _____	Fecha de Modificación: _____
Preparado por: _____	Autorizado por: _____
<b>B. Descripción del Proyecto</b>	
Descripción narrativa de los productos y servicios que deben ser suministrados por el proyecto.	
<b>C. Alineamiento del Proyecto</b>	
Objetivos de la Organización	Propósitos del Proyecto
<b>D. Objetivos del Proyecto</b>	
Objetivos del Proyecto	
Costo	
Plazo	
Calidad	
Otros	
<b>E. Alcance y Extensión del Proyecto</b>	
Principales Entregables del Proyecto.	
Project Charter	Página 1

Figura 7. Ejemplo Project Charter, recuperado de <https://es.scribd.com/document/381568909/1-Plantilla-Project-Charter-doc>

En la etapa de definir, es de importancia la realización de un diagrama de procesos, en el cual se podrá observar visualmente la secuencia de actividades en el proceso y de esta manera poder realizar mejoras (Gutiérrez, 2020).

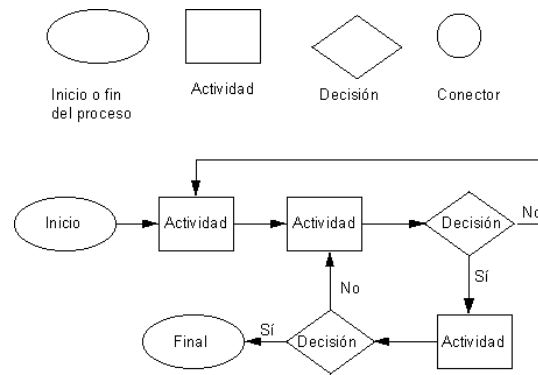


Figura 8. Ejemplo diagrama de procesos, tomado de <https://sites.google.com/site/clasedeinformaticakdqv/qu>

B) Etapa **medir**: según Humberto, 2020. El objetivo de esta etapa es la de cuantificar el problema, es la de adentrarnos un poco más en el flujo del trabajo para definirlo con mayor detalle, también se debe medir la situación actual del proyecto esto para clarificar el punto de arranque o el punto de partida.

Como herramienta se procederá a realizar un cursograma analítico, esto con el fin de poder observar el tiempo que duran las galletas desde el área de moldeo en el departamento de mezclas hasta las máquinas donde se les deposita el relleno.

Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
				○	□	◇	⇨	▽		
La información de libro es programada en máquina litográfica		4,30		●						
La temática del libro es verificada		0,60		●						
El papel es insertado en máquina litográfica		1,00		●						
Espera trabajo en máquina litográfica		22,10		●						
Verificado de las hojas del libro		0,50		●						
Transportado de papel impreso a máq generadora de hojas		0,60	8,0	●						
Colocado de papel impreso en máq articuladora y accionar		12,60		●						
Espera articulado de hojas en máquina		14,80		●						
Revisar hojas articuladas		1,30		●						
Transportado de folletos a máq litográfica		0,60	7,3	●						
Programar información de folleto en máq litográfica y accionar		1,00		●						
Espera de trabajo en máquina litográfica		16,20		●						
Verificado de folletos impresos		0,35		●						
Transportado de folletos impresos a zona del libro		0,60	7,25	●						
Colocar folletos impresos al interior del libro		0,20		●						
Transportado a zona de equipos para quemar cd		0,80	10,3	●						
Grabado de cd según temática del libro		14,10		●						
Transportado de cd a zona de libro (hojas articuladas)		0,60	7,25	●						
Colocar cd al interior del libro		0,15		●						
Almacenado de producto terminado		0,10		●						
<b>Total</b>		<b>92,50</b>	<b>40,10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		

Figura 9. Ejemplo de cursograma analítico, recuperado de <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/>

Además, se emplearán herramientas básicas estadísticas, tablas y gráficos de control, para recolectar datos y posteriormente analizarlos en la siguiente etapa, etapa analizar.

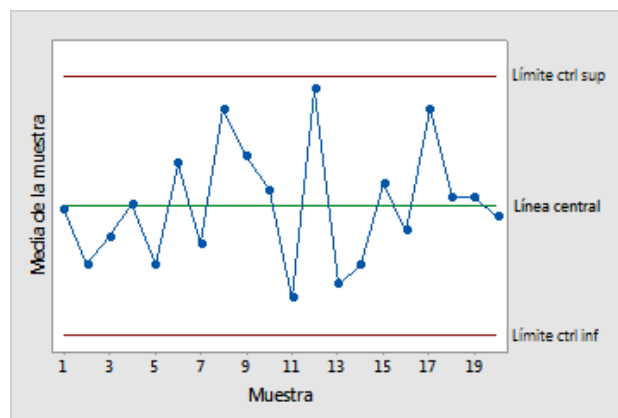


Figura 10. Ejemplo de gráfico de control, recuperado de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/understanding-control-charts/>

C) Etapa **analizar**: según Gutiérrez, 2020. En esta etapa se procede a determinar la causa raíz o causas raíces del problema, entender cómo es que suceden y respaldarlo con datos. En la busca de la causa raíz se

debe, analizar todas las posibles causas, identificarlas y encontrar las que verdaderamente impactan en el problema.

Las herramientas para análisis de causas raíces tienen variedad, están, por ejemplo: diagrama de Ishikawa, lluvia de ideas, Pareto, los cinco porqués, pruebas de hipótesis, etcétera.

Para analizar las causas raíces del sobrepeso, en las Galletas Familia Navidad, se utilizará primeramente una lluvia de ideas (ver tabla 1), esto por parte de los operarios de máquinas, supervisores y demás personal implicado directamente en el control de pesos; seguidamente se procederá a realizar un Pareto (ver figura 11), para determinar las causas que más impactan; posterior se empleará un diagrama de Ishikawa (ver figura 12), en el cual se obliga a buscar todas las diferentes causas, desde diferentes perspectivas y de esta manera no dar por obvias las causas ( Gutiérrez, 2013) pág-147

Lluvia de ideas, del porque una cocina eléctrica no enciende
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay electricidad – los cables están malos- el disco no calienta</li> <li>- La perilla no sirve – no se conectó la cocina</li> </ul>

Tabla 1. Ejemplo de lluvia de ideas. Elaboración propia

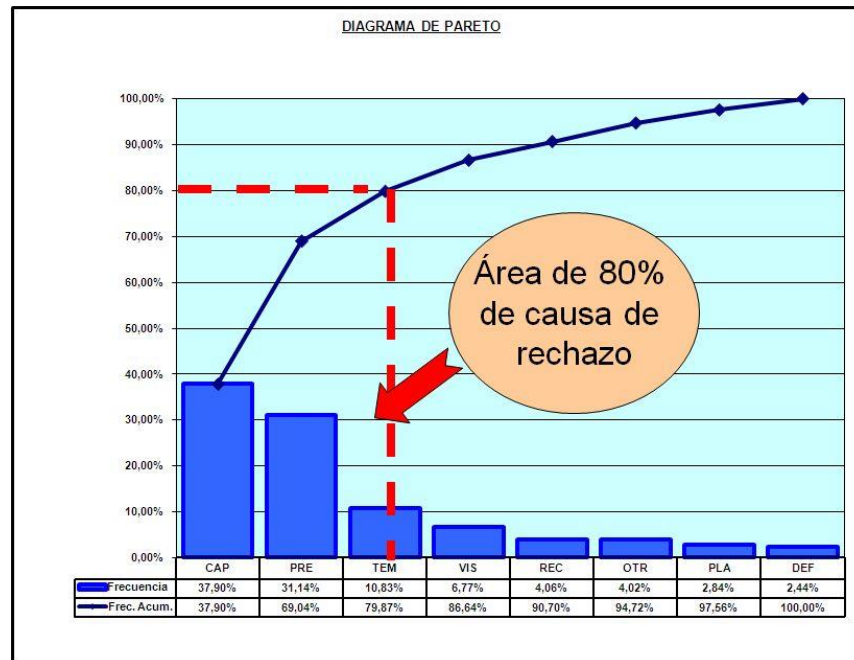


Figura 11. Ejemplo de Pareto, recuperado de <https://leanandsixsigmablog.wordpress.com/category/diagrama-de-pareto/>

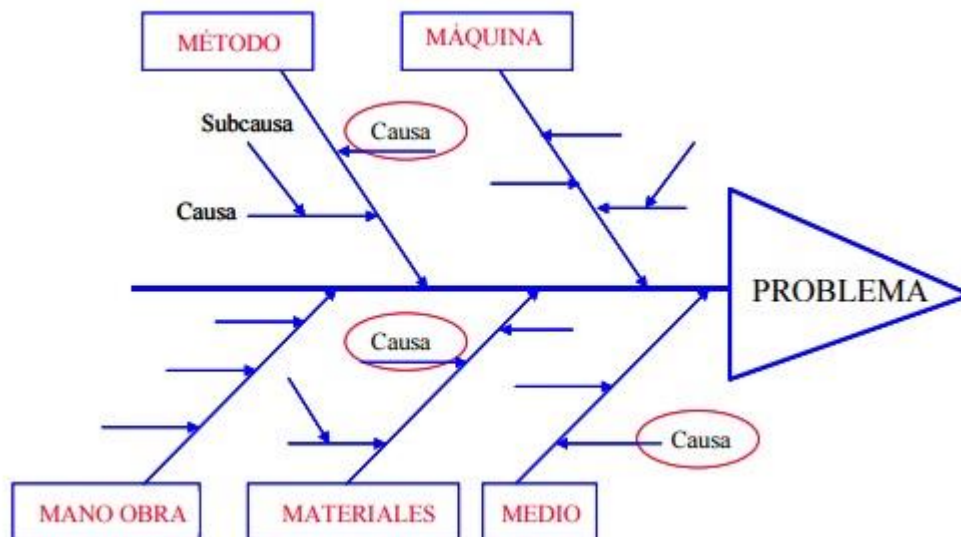


Figura 12. Ejemplo de diagrama de Ishikawa, recuperado de <https://tueconomia.net/inversiones/diagrama-de-ishikawa/>

- D) Etapa **mejorar**: en esta etapa se procede a las propuestas que ayudan ya sea a mitigar, corregir y reducir el problema o en algunos casos eliminarlo definitivamente, la clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema y no el efecto (Gutiérrez, 2020) pág-300.
- E) Etapa **controlar**: una vez que se logra alcanzar que se mejore el problema y con el fin de que no se vuelva repetir ya sea en el proceso o en otros procesos similares, se diseña un sistema en el que se mantenga las mejoras, que probablemente, si todo resulta muy bien, sean permanentes (Gutiérrez, 2020) pág-300.

### 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO

La metodología a utilizar en este apartado, será un plan de implementación que se adecue a las posibles soluciones, la herramienta que se utilizará es el A3 que corresponde a las herramientas lean manufacturing, donde se llevará a cabo las acciones que así se decida en el transcurso de este proyecto; primeramente, se realizará un plan de acción para asociarlo con el A3.

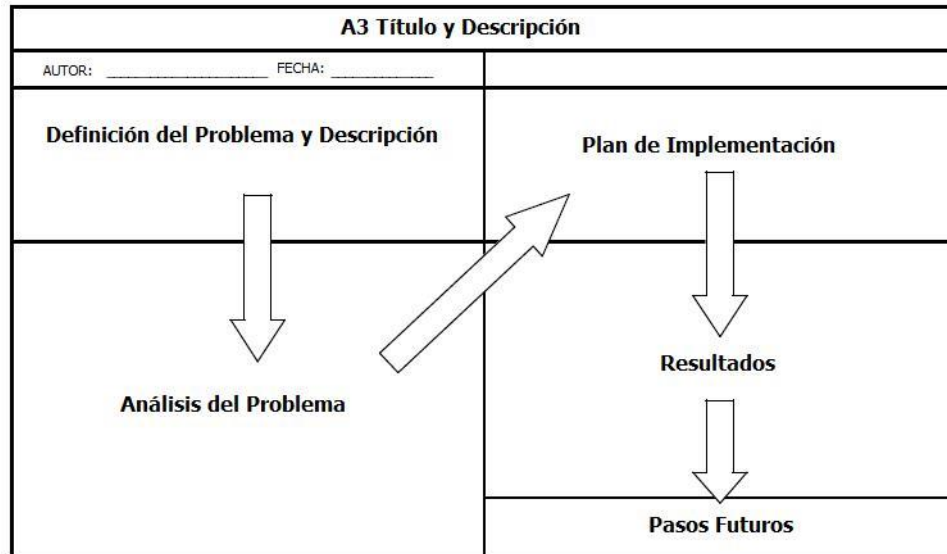


Figura 13. Ejemplo de cómo realizar un A3. Recuperado de <http://javersole.com/?p=3851>

### 3.5.1 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

#### 3.5.2 Plan de acción.

Después de las propuestas de mejora e implementaciones, dependiendo en que las soluciones sean efectivas, para lograr que estas perduren y sean permanentes, se debe de tener un control y dar seguimiento si la propuesta ya ha sido implementada y puesta en funcionamiento.

Primeramente, hay que capacitar al personal que pertenece al proceso hacia el nuevo cambio, ya que se tienen que familiarizar y adoptar las nuevas medidas en la mejora de procesos, normalmente la oposición a cambios se presenta en proyectos de mejora continua.

Para este apartado se realizará un plan de control en el que se dará seguimiento, si la propuesta ha sido implementada por parte de la Compañía de Galletas Pozuelo, la importancia de este plan es registrar como las soluciones mejoran el indicador en el sobrepeso de la Galleta Familia Navidad, con el transcurso del tiempo.

## PLAN DE ACCIÓN

Versión nº: \_\_\_\_\_ PROYECTO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ELABORAN ESTE PLAN: \_\_\_\_\_

META QUE QUIERO CONSEGUIR CON EL PROYECTO: \_\_\_\_\_

Ficha

FIJAR OBJETIVOS		PLANIFICAR LOS MEDIOS	IDENTIFICAR RECURSOS	FIJAR PLAZOS	REVISAR Y EVALUAR	
nº	¿qué voy a hacer?	¿cómo lo voy a hacer?	¿con qué cuento? ¿con quién puedo cooperar?	¿cuánto tiempo cuesta?	fecha	observaciones

Figura 14. Ejemplo de plan de acción. Recuperado de <https://reasaragon.net/empresas/project/14-plan-accion/>

### 3.5.2 Diagrama de Gantt.

Para tener una mejor visualización y orden en el plan de acción se realizó un diagrama de Gantt y de esta manera organizar las tareas en una línea de tiempo, planificando la implementación de la propuesta en una fecha límite.



Figura15. Ejemplo de diagrama de Gantt. Recuperado de <https://cuadrocomparativo.org/wp-content/uploads/2019/06/DiagramaGantt9-679x373.jpg>

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

#### 4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En esta sección se definirá el diagnóstico de la situación actual en el producto Galleta Familia Navidad, se referirá en esto a la primera etapa de la metodología DMAIC; definir.

La Galleta Familia Navidad está compuesta por 6 diferentes tipos de galletas procesados en otras líneas de producción, que se recolectan en forma de granel, por ende, el sobrepeso del producto final depende directamente de los sobrepesos en esos graneles; según el departamento de productividad las galletas que componen la presentación de Familia Navidad y su respectiva proporción son las siguientes:

<b>Graneles</b>	<b>Cantidad por bandeja</b>
Galleta Dedos	3
Galleta Crema Fresa	3
Galleta Crema Naranja	3
Sorbeto	2
Galleta Chocolate	5
Galleta Rondela Vainilla	3

Tabla 2. Graneles que componen la presentación Galletas Familia Navidad.



1



2



3



4



5



6



## 7

Figura 16. Galletas que componen la Galleta Familia Navidad: 1-granel crema fresa. 2-Granel crema Naranja. 3-Granel chocolate. 4-granel Rondela. 5-granel Dedos. 6-granel sorbeto. 7-bandeja con los graneles que componen producto final Galleta Familia Navidad. Elaboración propia.

En el transcurso del año, el departamento de Familia produce diferentes presentaciones de galletas, desde las famosas bolsas de Galletas Surtidas por kilo, Familia Surtida, Realezas y otras promociones; en la temporada navideña el departamento sufre cambios ya que necesita más personal del que se maneja para el resto del año, por lo tanto, se contrata trabajadores tercerizados por medio de una empresa tipo outsourcing llamada Speedwork S.A que provee de los empleados durante la temporada navideña. Dichos empleados externos se les capacitará por parte del personal de galletas Pozuelo sobre el procedimiento de cómo realizar el trabajo de colocar las galletas en forma de granel en las bandejas, además se les capacitará posteriormente sobre cambios en el procedimiento si ha de ser necesario.

A continuación, se mostrará el diagrama de procesos para la presentación Galleta Familia Navidad.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para Galleta Familia Navidad  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

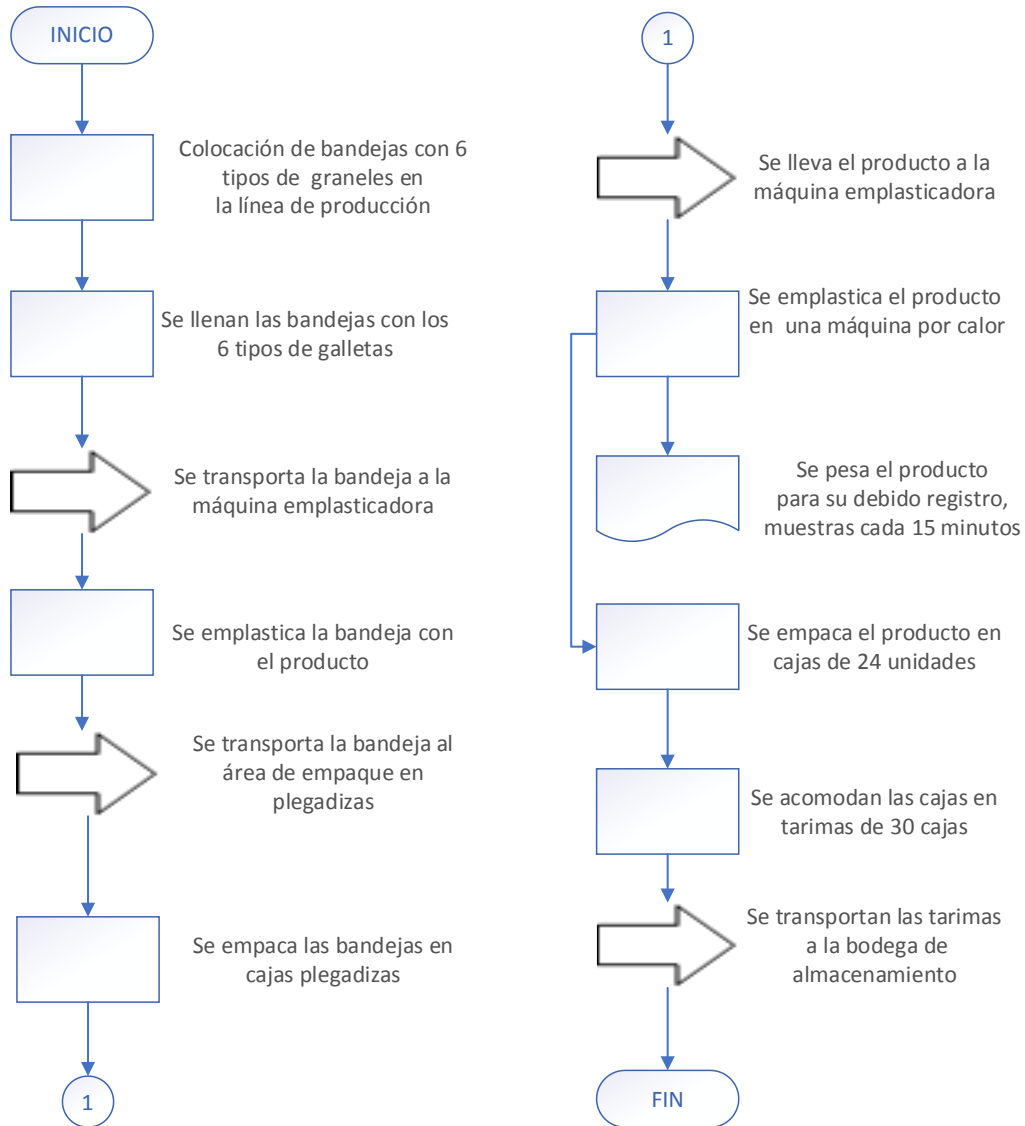


Figura 17. Diagrama de proceso Galleta Familia Navidad. Elaboración propia.

Además del diagrama anterior se mostrarán los diagramas para cada uno de los procesos de realización en graneles para las otras líneas de producción.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel galleta crema fresa  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

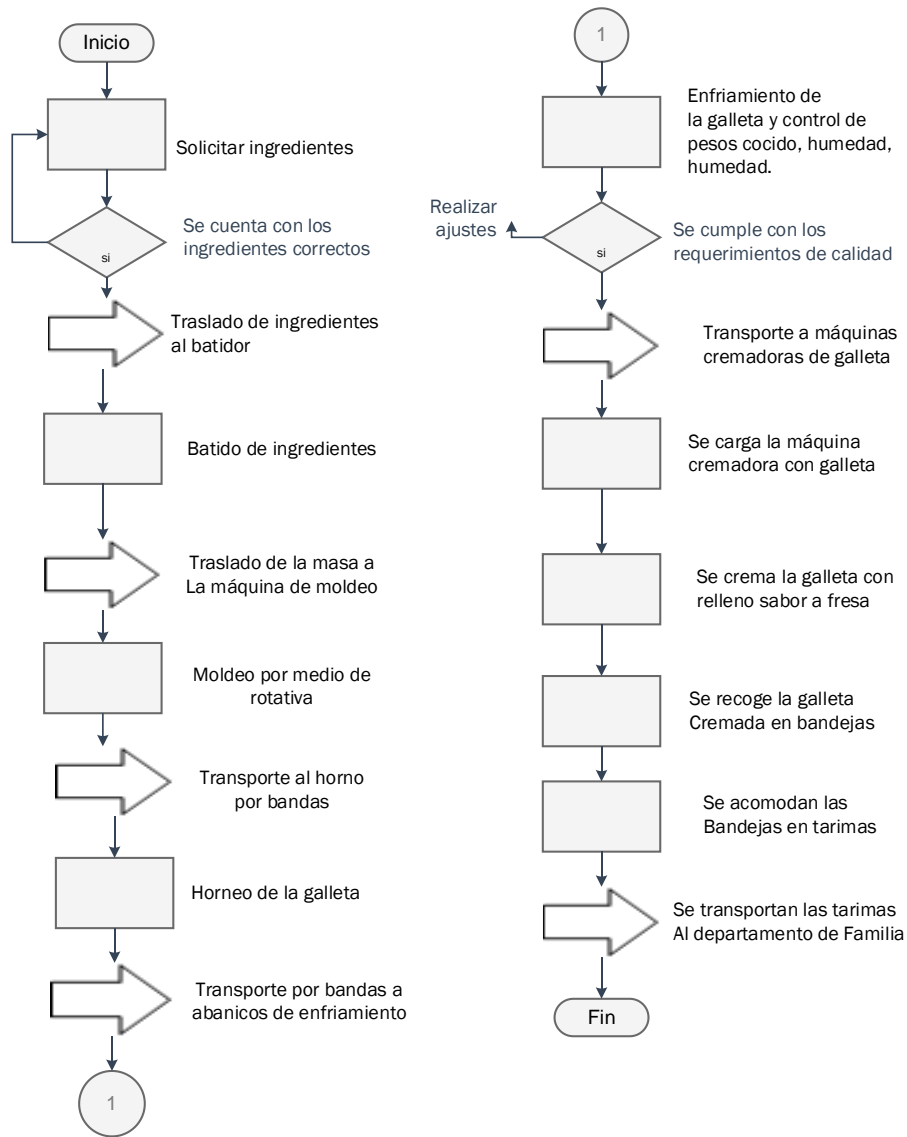


Figura 18. Diagrama de proceso Granel Crema Fresa. Elaboración propia.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel galleta crema naranja  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

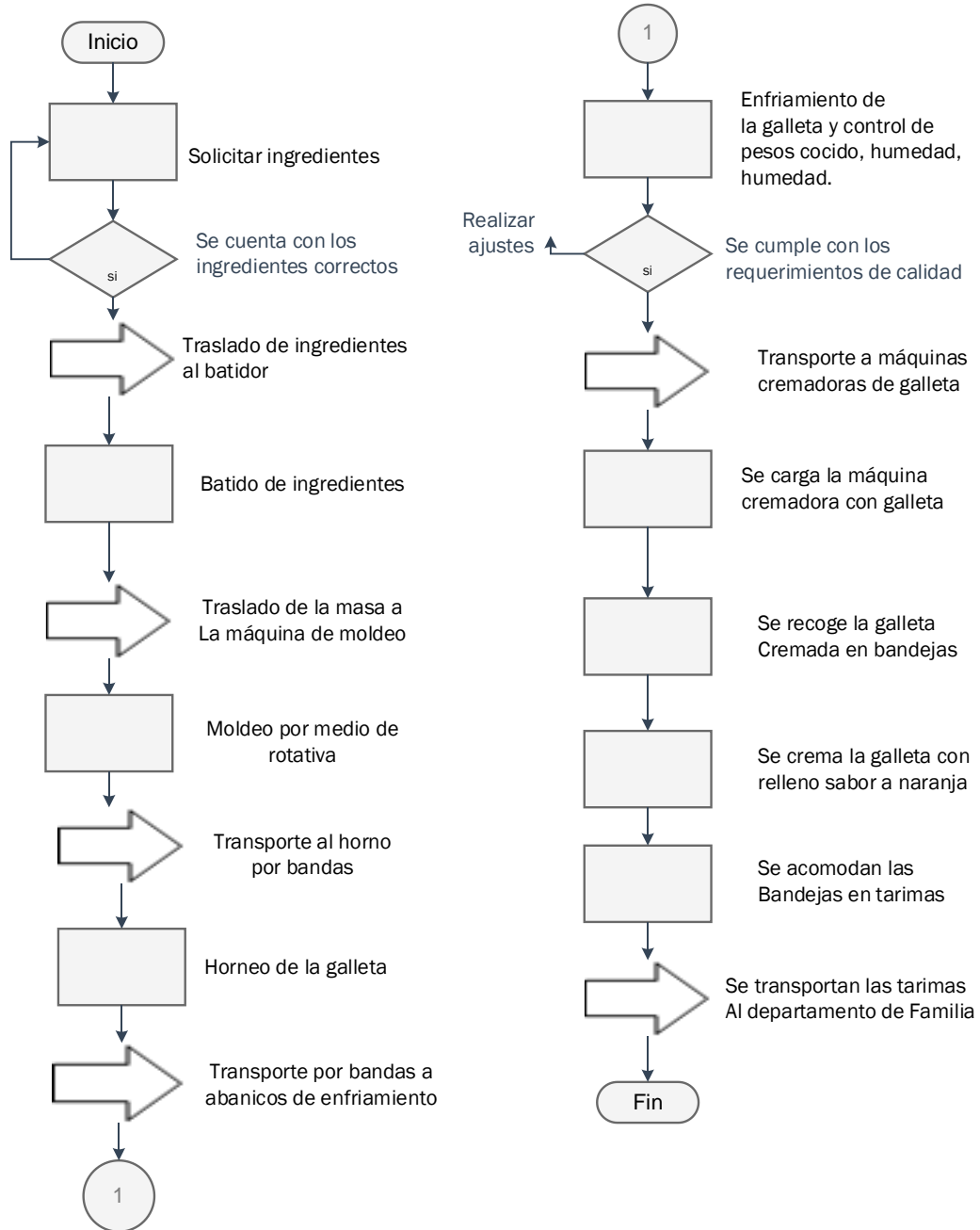


Figura 19. Diagrama de proceso Granel Crema Naranja. Elaboración propia.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel galleta chocolate  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

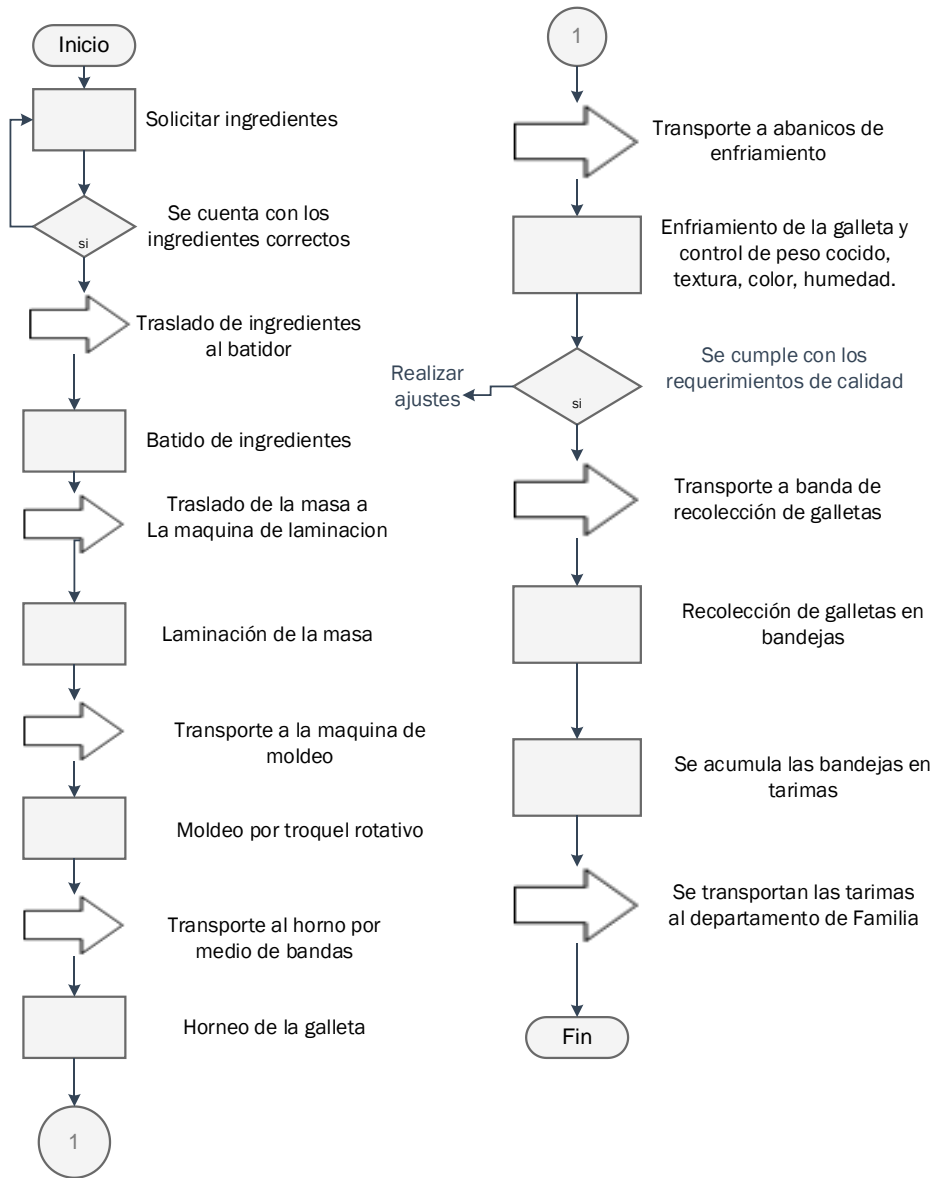


Figura 20. Diagrama de proceso Granel Galleta Chocolate. Elaboración propia.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel galleta Rondela  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

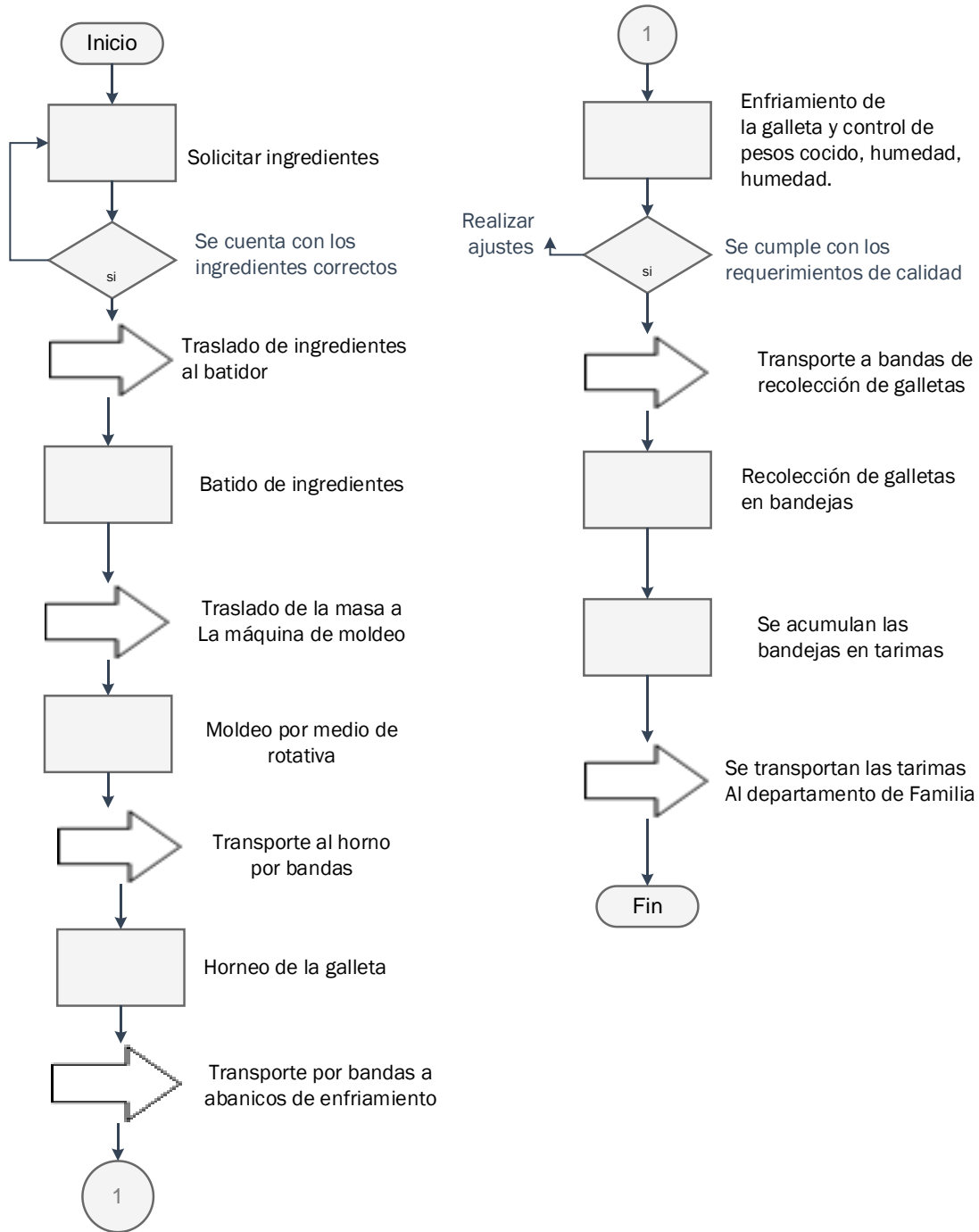


Figura 21. Diagrama de proceso Granel Galleta Rondela. Elaboración propia.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel sorbeto  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

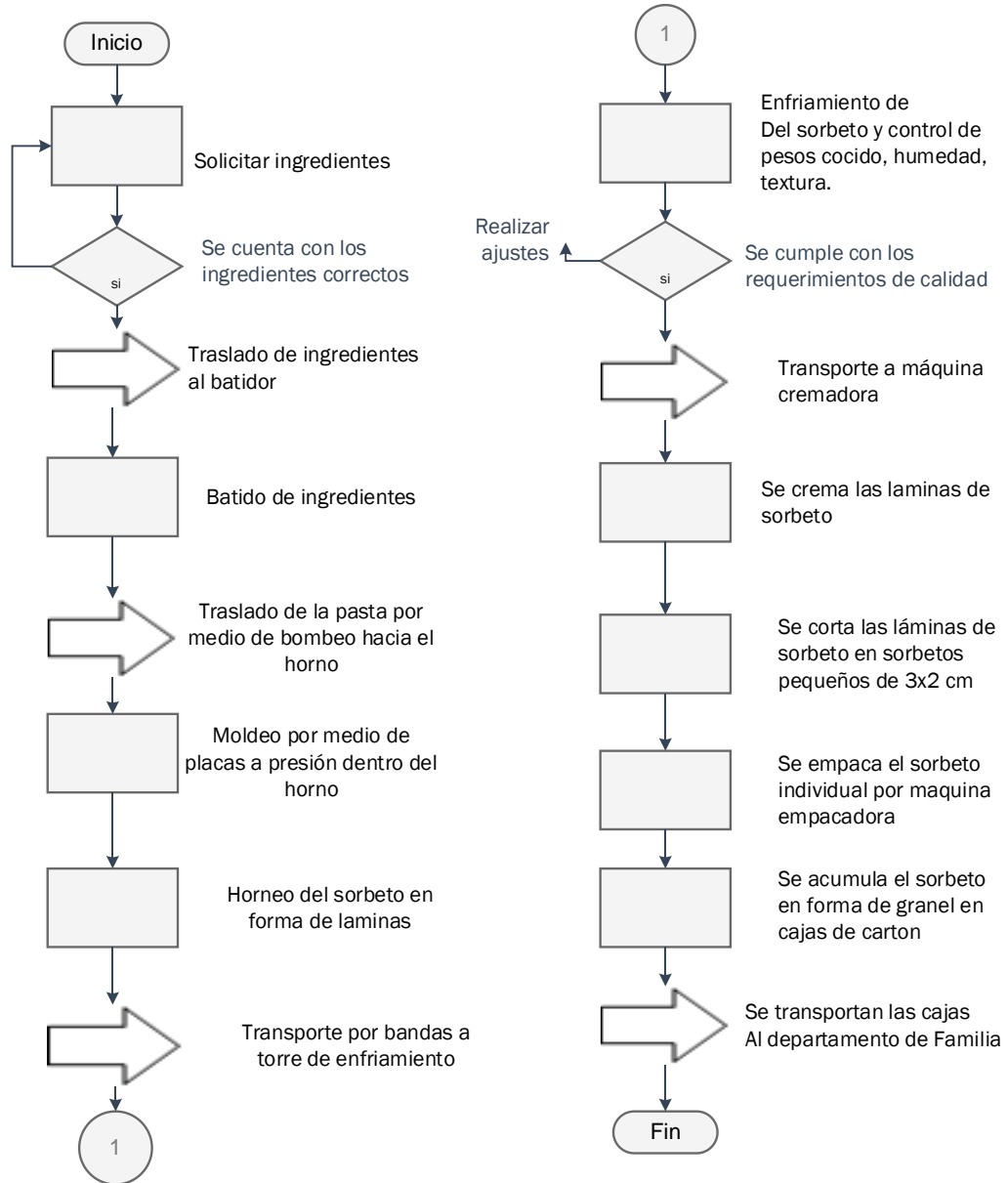


Figura 22. Diagrama de proceso Granel Sorbeto. Elaboración propia.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Diagrama de proceso para granel dedos  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ANSI

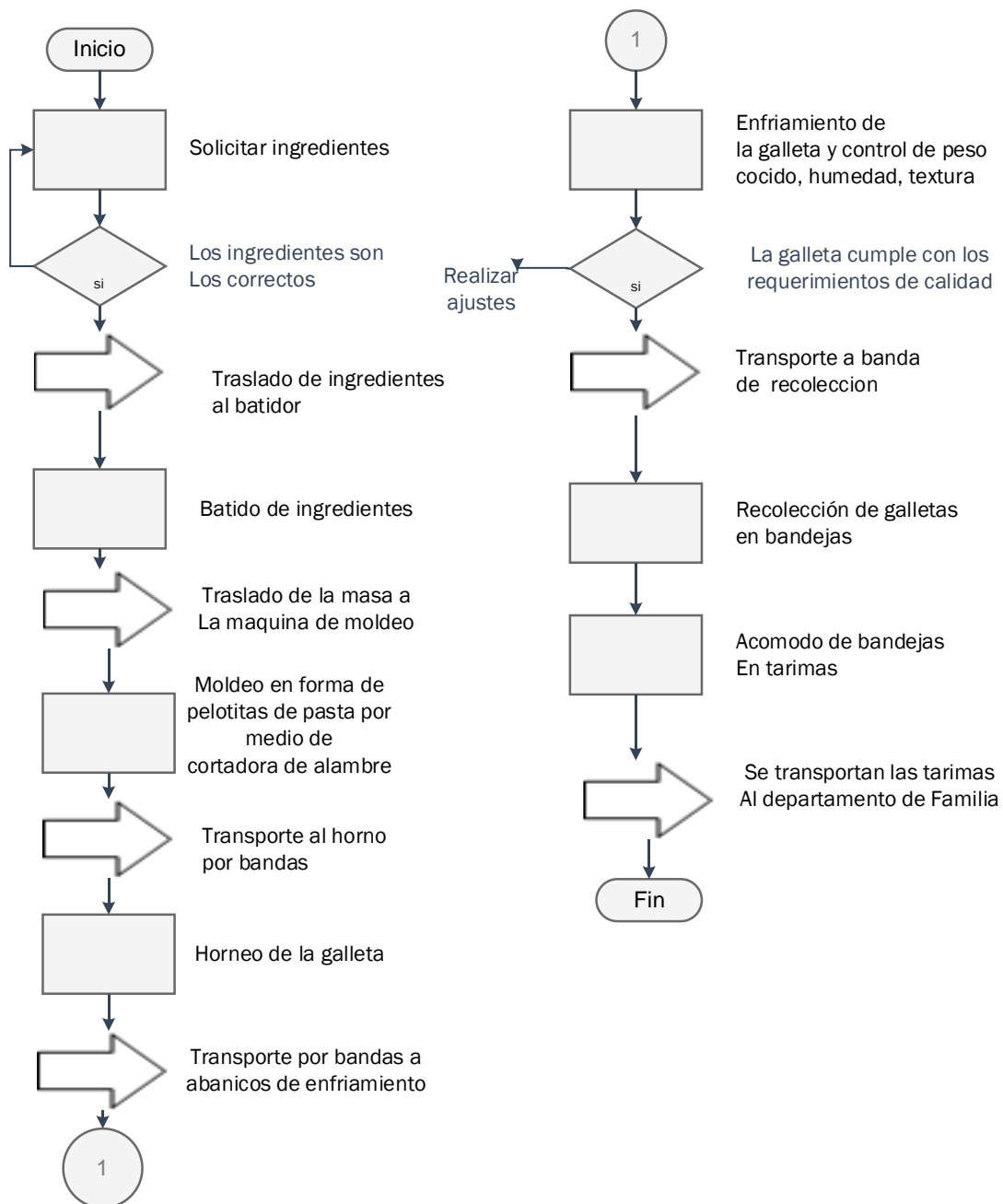


Figura 23. Diagrama de proceso Granel Dedos. Elaboración propia.

En los diagramas anteriores se guardan similitudes en la mayor parte de su proceso; la diagramación se realiza en vista a la necesidad de conocer la situación actual y poder visualizar oportunidades de mejora, una de las actividades donde ocurre mucha variabilidad en el sobrepeso es en la actividad del moldeo, ya que allí es donde se le da el peso para luego pasar a la siguiente actividad, el horneado, donde ya no hay vuelta atrás para un reproceso.

Para las temporadas navideñas 2019 y 2020, se obtuvieron sobrepesos por encima del indicador que maneja la compañía de 2,20 %, esto se mostrará a continuación en la siguiente tabla:

Mes	Kg procesados	Sobrepeso real	Meta sobrepeso	Desviación sobrepeso	Sobrepeso en Kg
Julio 2019	99238,8	2,89%	2,20%	0,69%	2868
Agosto 2019	83155,9	2,63%	2,20%	0,43%	2187
Setiembre 2019	107658,7	2,52%	2,20%	0,32%	2713

Tabla 3. sobrepesos temporada navideña 2019, fuente ingeniería Pozuelo

Mes	Kg procesados	Sobrepeso real	Meta sobrepeso	Desviación sobrepeso	Sobrepeso en Kg
Julio 2020	110924,658	2,92 %	2,20 %	0,72%	3.239
Agosto 2020	99586,4662	2,66 %	2,20 %	0,46%	2.649
Setiembre 2020	87219,7309	2,23 %	2,20 %	0,3%	1.945

Tabla 4. Sobrepesos temporada navideña 2020, fuente ingeniería Pozuelo.

Para las temporadas navideñas el volumen de producción aumenta en con respecto a los pedidos que se realizan para el resto del año en los otros productos de la línea, por ende, como se ve reflejado en la tabla 3 y 4 el impacto en el sobrepeso es mayor a medida que aumenta el volumen de producción.

## 4.1.2 Project Charter

Se realizó un Project Charter, para darle una identidad y oficializar el proyecto.

<b>PROJECT CHARTER</b>	
COMPañÍA	Compañía de Galletas Pozuelo DCR
PROYECTO	Propuesta de mejora para controlar el sobrepeso en el producto Galletas Familia Navidad
DEPARTAMENTO	Línea de producción Familia
PROCESO	Proceso fabricación de galletas
Miembros del equipo Lider del proceso  Lider del proyecto Otros miembros del equipo	Roy Quiros Delgado, Jefe de planta  Marco Obando Cascante Edwin , soporte dpto calidad Jaxcel Arroliga, asistente producción
Justificación del proyecto	El departamento de Familia presenta un sobrepeso de 3,27% para un indicador máximo de 2,20%, por ende hay que controlar el proceso de producción y analizar las causas de este desvío
Partes interesadas del proyecto	Producción, Productividad, Calidad
Meta del proyecto	Encontrar las causas del porqué el sobrepeso en el producto final y reducirlo en un
Alcance	Se realiza el proyecto en área de producción Familia, pudiendo este replicarse en otros departamentos con la utilización de la herramientas ingenieriles pertinentes
Limitaciones	En la Compañía pozuelo se trabaja 3 turnos, por ende el horario podría ser una limitación al mometo de recopilar información en tiempo real, ya que la producción de las galletas se puede realizar en cualquiera de los 3 turnos.

Tabla 5. Project Charter, elaboración propia.

## 4.2 MEDICION Y CONTROL DEL PROCESO

El siguiente contenido se referirá a la segunda etapa de la metodología DMAIC; medir. Donde la recolección de datos y los gráficos de control, cumplen un papel importante para tener un punto de partida con respecto a que tan bien está un proceso, en este caso se buscará medir la variable sobrepeso en los materiales y materias primas para elaborar la Galleta familia Navidad 187,6 g.

### 4.2.1 Cursograma analítico

El cursograma siguiente está generalizado para los graneles, ya que entre sus procesos guardan similitudes, y segmentado en una parte del proceso que comprende desde el alistado de ingredientes hasta la banda de recolección de galletas para su posterior etapa, ya sea cremado o sólo acumulado. El cursograma se realiza de esta forma para identificar los tiempos que dura cada actividad anterior a la etapa de medición y control de peso después del horneado y cuánto tiempo se dispone de aviso para realizar ajustes si la galleta viene con sobrepeso.

Fábrica de Galletas Pozuelo DCR S.A  
 Cursograma para los graneles Galleta Familia Navidad  
 Analista: Marco Obando Cascante  
 Fecha: 06/09/2021  
 Simbología utilizada: diagramación ASMED

N°	Descripción de la actividad	Tiempo (min)	Simbología				
			□	○	D	⇒	▽
1	Revisión de pedido de producción y alisto de ingredientes	6	●				
2	Llevar ingredientes al batidor	2				●	
3	Batido de ingredientes por etapas con un total de tiempo de 6 min	6		●			
4	Llevar mezcla a la máquina moldeadora	2				●	
5	Moldeo de la galleta por máquina rotativa o troqueladora y verificación de peso galleta cruda	0,5	●				
6	Galletas van al horno por banda transportadora	0,25				●	
7	Las galletas se hornean a 250 C° en promedio	6		●			
8	Galletas se transportan a zona de enfriamiento	0,5				●	
9	Se enfría la galleta por medio de abanicos y se verifica peso, humedad, espesores de galleta cocida	1	●				
10	se verifica peso, humedad, espesores de galleta cocida						
11	se transporta la galleta a zona de recolección por medio de bandas	1				●	
TOTAL		25,25	3	5		5	
Total tiempo de aviso para realizar ajustes por sobrepeso es el tiempo que hay de la actividad 5 a la actividad 9		8,25					

Tabla 6. Cursograma analítico, elaboración propia.

Como se puede observar en el cursograma de la actividad 5 y hasta la actividad 9, se evidencia un tiempo de respuesta en 8,25 minutos para dar aviso que el producto va con sobrepeso o en su contraparte va bajo de peso, ya que en actividad 5 se realiza un control de peso y es hasta la actividad 9 que se vuelve a revisar el peso para tener un control; dependiendo del pedido de producción en una línea se cambian los moldes esto trae consigo que haya que ajustar nuevamente la máquina moldeadora, especialmente porque los espesores con los que se trabaja en las galletas varían de acuerdo al tipo de producto.

## 4.2.2 GRÁFICOS DE CONTROL

### 4.2.2.1 Control de pesos Galleta Familia Navidad (producto terminado).

En el siguiente apartado se recopilarán datos con respecto a muestras de peso reales para la producción de la Galleta Familia Navidad (producto final) y observar el comportamiento cada 15 minutos, las tomas se realizaron en el turno nocturno desde las 22:30 hasta las 01:00.

Datos pesos Galletas Familia tomas de muestras, el peso neto óptimo es 187, 6 g  $\pm$  4,1 g  
Los datos estan expresados en gramos

Muestras	22:30	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45	00:00	00:15	00:30	00:45	01:00
peso	191,3	192,4	193,7	192,4	193,5	192	191,4	192,3	192,3	193,1	192,3
peso	192,1	191,7	192,8	192,5	192,3	193,2	193,2	191,3	192,8	192,7	191,4
peso	193,2	193,6	193,3	191,4	191,5	192,5	193,7	192,6	193,1	191,7	191,7
peso	190,4	192,5	192,4	191,7	192,5	193,2	191,5	193,2	192,5	192,9	193,1
peso	192,1	193,3	191,7	193,1	193,2	192,1	193,2	192,4	192,3	192,4	192,9
peso	192,5	192	193,1	192,6	191,3	193,4	191,3	192,6	192,7	191,9	192,4
peso	194,3	192,5	192,4	191,4	193,5	192,9	193,2	193,5	192,1	193,1	191,4
peso	191,5	193,5	192,4	193	192,4	192,4	191,8	192,8	193	192,7	193,2
peso	191,3	191	192,7	192,4	193,1	192,7	191,1	192,5	191,6	191,5	191,3
peso	192,3	191,5	191,6	191,4	192,4	191,5	192,8	192,5	192,1	192,5	192,1
peso	193	192,6	192,4	192,8	191,8	193,7	192,4	193,3	192,7	192	193,5

Tabla 7. Muestras tomadas para control de peso Galleta Familia navidad.  
Elaboración propia.

Para poder analizar posteriormente este cuadro de muestras, se realizará un estudio previo para determinar los límites del proceso y poder compararlos con los límites especificados; se determinará que tan bien esta el proceso con respecto a la desviación estándar y el promedio (precisión y exactitud), así que el uso del gráfico  $\bar{X}S$  es determinante.

Datos peso Galletas Familia tomas de muestras, el peso neto óptimo es 187,6 g  $\pm$  4,1 g  
Los datos estan expresados en gramos

Muestras	22:30	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00
peso	191,3	192,4	193,7	192,4	193,5	192	191,4	192,3	192,3	193,1	192,3
peso	192,1	191,7	192,8	192,5	192,3	193,2	193,2	191,3	192,8	192,7	191,4
peso	193,2	193,6	193,3	191,4	191,5	192,5	193,7	192,6	193,1	191,7	191,7
peso	190,4	192,5	192,4	191,7	192,5	193,2	191,5	193,2	192,5	192,9	193,1
peso	192,1	193,3	191,7	193,1	193,2	192,1	193,2	192,4	192,3	192,4	192,9
peso	192,5	192	193,1	192,6	191,3	193,4	191,3	192,6	192,7	191,9	192,4
peso	194,3	192,5	192,4	191,4	193,5	192,9	193,2	193,5	192,1	193,1	191,4
peso	191,5	193,5	192,4	193	192,4	192,4	191,8	192,8	193	192,7	193,2
peso	191,3	191	192,7	192,4	193,1	192,7	191,1	192,5	191,6	191,5	191,3
peso	192,3	191,5	191,6	191,4	192,4	191,5	192,8	192,5	192,1	192,5	192,1
peso	193	192,6	192,4	192,8	191,8	193,7	192,4	193,3	192,7	192	193,5
S	1,1	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,9	0,6	0,4	0,6	0,8
$\bar{X}$	192,2	192,4	192,6	192,2	192,5	192,7	192,3	192,6	192,5	192,4	192,3

Tabla 8. Cuadro para determinar  $\bar{X}$  y S de las muestras. Elaboración propia.

Para continuar se debe de encontrar el promedio de promedios ( $\bar{X}$ ) y el promedio de las desviaciones ( $\bar{S}$ ).

$$\bar{X} = 192,4$$

$$\bar{S} = 0,7$$

Siguiente se debe de encontrar los límites del proceso y los limites especificados; se utilizará un M=187,6 y un T=4,1. Se utilizan las fórmulas del apartado 2.2.7.

<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>			
Límites del proceso		Límites especificados	
Lím. SUPERIOR	<b>1,1</b>	Lím. Superior esp.	<b>2,133</b>
Lím. CENTRAL	<b>0,7</b>	Lím. Central esp.	<b>1,271</b>
Lím. INFERIOR	<b>0,3</b>	Lím. Inferior esp.	<b>0,409</b>
<b>PROMEDIO</b>			
Límites del proceso		Límites especificados	
Lím. SUPERIOR	<b>193,1</b>	Lím. Superior esp.	188,84
Lím. CENTRAL	<b>192,4</b>	Lím. Central esp.	187,60
Lím. INFERIOR	<b>191,8</b>	Lím. Inferior esp.	186,36

Tabla 9. Límites de proceso y límites especificados. Elaboración propia.

El próximo paso es visualizar por medio de un gráfico el comportamiento de los límites del proceso y límites especificados.

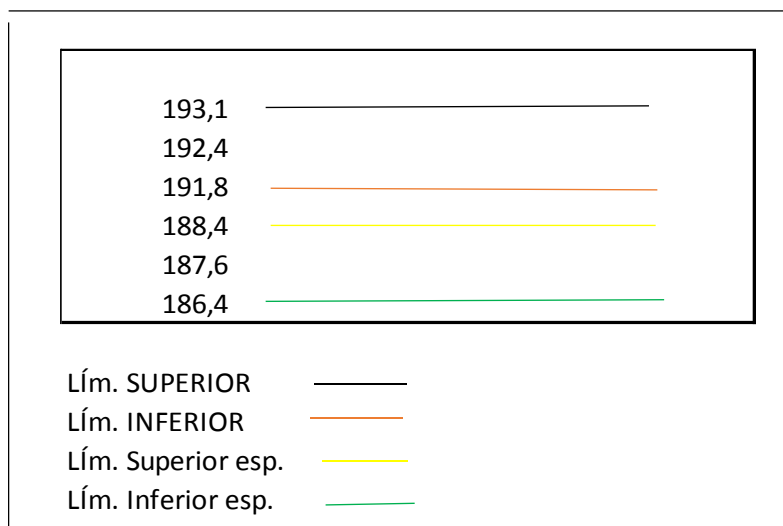


Tabla 10. Gráfico límites proceso y especificado para  $\bar{X}$ .

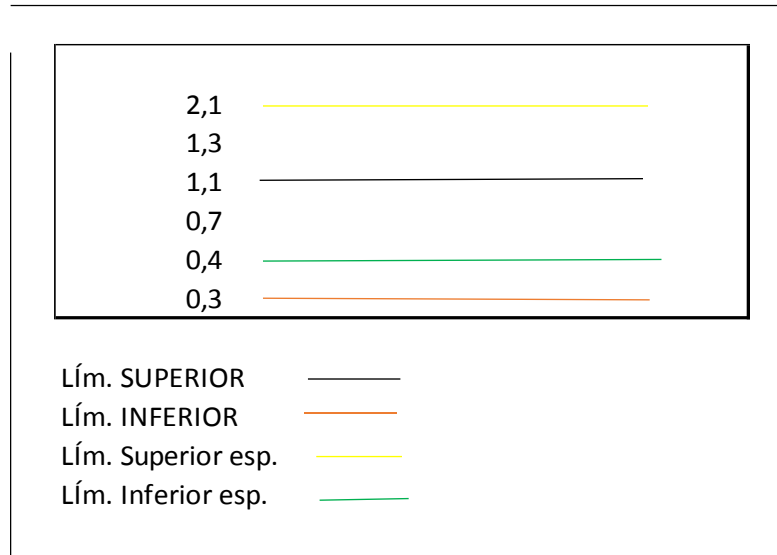


Tabla 11. Gráfico límites proceso y especificado para S.

Como se puede observar en la tabla 10 el proceso está controlado desde el punto de vista de la desviación, ya que la variabilidad en los límites del proceso está dentro de los límites de la especificación,

En la tabla 11 el proceso no está controlado desde el punto de vista de promedios, o sea en la exactitud, hay un problema, ya que, los límites del proceso con respecto a la media se encuentran por fuera de los límites de la especificación.

En resumen, se tiene que nuestro proceso está bien con respecto a la variación de los pesos, no obstante, esta muy de lejos con el peso óptimo que requiere la empresa.

En la sección 4.3 que corresponde a análisis de causas, se reunirán todas las causas probables con respecto al porque en sobrepeso de la Galleta Familia Navidad.

#### 4.2.2.2 Control de peso para graneles que conforman el producto Galleta Familia Navidad.

En el apartado anterior observamos el control del proceso con respecto al producto final Galleta Familia Navidad, pero, como se ha venido discutiendo a lo largo del proyecto que este producto está compuesto por 6 graneles de galleta, se echará un vistazo al comportamiento de los pesos para cada uno de los procesos en la obtención final de dichos graneles, para ello se trabajará con los límites especificados por la empresa para cada granel.

Muestras recolectadas para el granel Galleta crema fresa

Datos recogidos turno de noche para 4 galletas lunes 9 de agosto 2021

Para un peso óptimo de 50,4 g  $\pm$  1,6 g

Hora de muestras	23:15	23:30	23:45	00:00	00:15	00:30	00:45	01:00
peso de 4 galletas	47,9	47,6	47,9	47,8	48,1	47,3	49,3	47,4
peso de 4 galletas	48,0	47,9	48,8	46,8	48,6	46,7	47,4	47,7
peso de 4 galletas	46,7	48,1	48,4	48,3	47,8	46,4	46,8	46,8
peso de 4 galletas	47,9	46,5	47,9	47,8	48,2	47,8	47,6	48,3
peso de 4 galletas	46,7	46,8	47,0	48,3	47,9	48,5	47,9	48,7
peso de 4 galletas	47,7	47,1	47,5	47,3	47,5	49,0	48,9	46,9
peso de 4 galletas	46,8	47,8	46,9	47,3	48,3	47,9	48,5	46,6
peso de 4 galletas	47,4	47,1	47,4	47,9	48,7	47,6	47,4	47,8
peso de 4 galletas	48,5	46,9	47,9	46,7	46,8	47,9	48,2	47,3
Promedio	47,5	47,3	47,7	47,6	48,0	47,7	48,0	47,5

Promedio de promedios de las muestras=

47,7

Tabla 12. Datos de pesos granel galleta crema fresa. Elaboración propia.

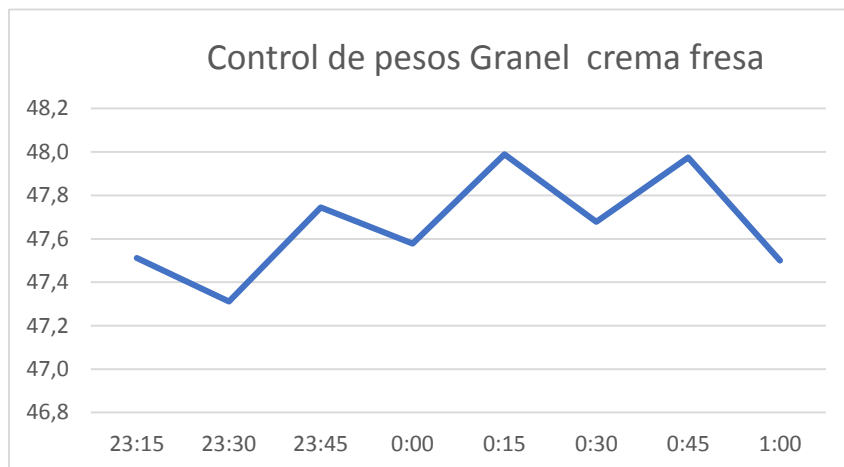


Figura 24. Gráfico comportamiento de peso en granel crema fresa.

Como se puede observar en la tabla 12, el comportamiento del peso en el granel crema fresa está por debajo del peso óptimo (50,4 g) con un promedio general, para 4 galletas, en el proceso productivo de 47,7 g.

Muestras recolectadas para el granel Galleta crema Naranja

Datos recogidos turno de noche para 4 galletas lunes 9 de agosto 2021

Para un peso óptimo de 50,4 g  $\pm$  1,6 g

Hora de muestras	03:00	03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45
peso de 4 galletas	47,9	47,6	47,5	47,8	48,1	47,3	49,3	46,8
peso de 4 galletas	47,8	47,9	46,9	46,8	48,6	48,9	47,4	47,1
peso de 4 galletas	48,4	48,8	48,2	48,3	47,9	48,5	48,3	48,0
peso de 4 galletas	47,3	47,3	49,0	48,0	47,6	47,8	47,6	48,3
peso de 4 galletas	47,8	47,9	47,5	48,3	48,1	48,5	47,9	48,7
peso de 4 galletas	47,9	47,7	47,4	49,1	47,7	47,3	48,3	46,9
peso de 4 galletas	48,9	47,9	48,4	47,9	47,8	47,8	48,5	46,6
peso de 4 galletas	47,4	48,9	46,8	47,9	48,7	47,1	47,4	47,8
peso de 4 galletas	48,5	46,9	47,9	46,7	46,8	47,9	48,2	47,3
Promedio	48,0	47,9	47,7	47,9	47,9	47,9	48,1	47,5

Promedio de promedios de las muestras= 47,9

Tabla 13. Datos de pesos granel galleta crema naranja. Elaboración propia.

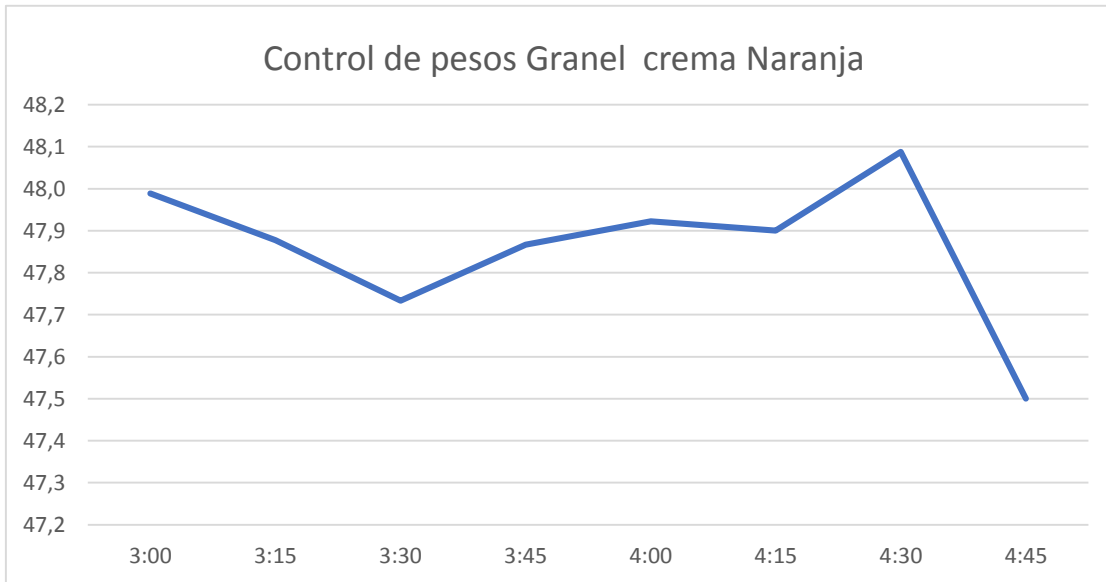


Figura 25. Gráfico comportamiento de peso en granel crema naranja.

Como se puede observar, al igual que en la galleta crema fresa, los pesos de la galleta crema naranja están por debajo del peso óptimo especificado por la empresa, pero, ¿el porqué de esta situación? Una de las medidas para minimizar el impacto del sobrepeso final de la Galleta Familia Navidad, fue de bajar el peso por debajo del óptimo, tanto en los graneles de crema naranja como los graneles de crema fresa, reduciendo la cantidad de crema depositada en la galleta, esto fueron decisiones tomadas por el departamento de ingeniería de la empresa, previamente para esta temporada.

Muestras recolectadas para el granel Dedos

Datos recogidos turno de noche para 10 galletas lunes 9 de agosto 2021

Para un peso óptimo de  $73,1 \text{ g} \pm 1,9 \text{ g}$

Hora de muestras	03:00	03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45
peso de 10 galletas	64,8	66,6	65,7	65,8	68,8	69,3	67,5	67,3
peso de 10 galletas	67,3	65,1	67,1	66,7	69,2	67,7	66,6	66,8
peso de 10 galletas	66,1	67,7	70,2	67,4	67,8	68,4	66,8	66,3
peso de 10 galletas	67,3	67,4	68,7	68,5	68,4	67,9	66,3	66,9
peso de 10 galletas	67,6	65,5	68,5	67,4	68,5	68,2	66,8	67,4
peso de 10 galletas	66,2	65,2	69,0	68,2	68,2	67,8	66,2	67,2
peso de 10 galletas	66,0	68,9	67,9	67,5	69,6	67,9	67,4	66,5
peso de 10 galletas	66,8	66,9	68,5	67,2	68,3	67,4	66,9	67,4
peso de 10 galletas	67,7	67,0	67,8	67,9	69,5	68,3	67,4	67,8
Promedio	66,6	66,7	68,2	67,4	68,7	68,1	66,9	67,1

Promedio de promedios de las muestras=

67,5

Tabla 14. Datos de pesos granel dedos. Elaboración propia.

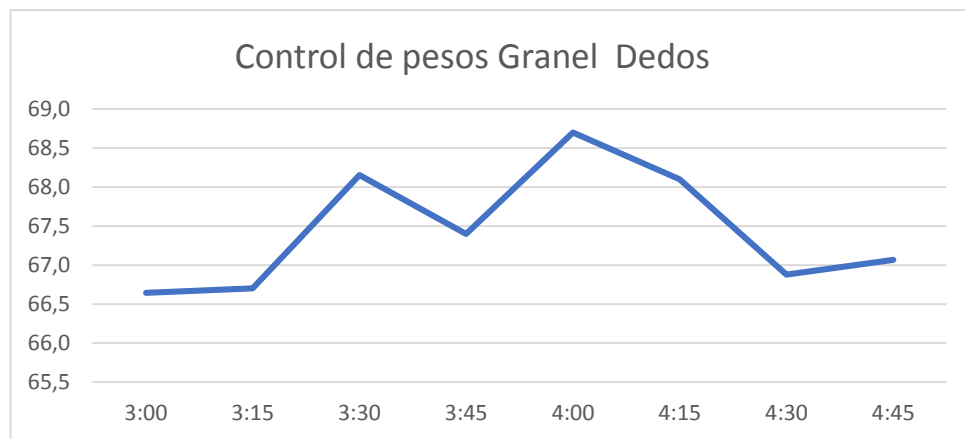


Figura 26. Gráfico comportamiento de peso en granel dedos.

En la recolección de datos de pesos para el control de granel dedos, se puede observar que se trabaja por debajo del óptimo que indica las especificaciones, esto de igual manera está dado por dirección del departamento de ingeniería, con tal fin de minimizar el impacto del sobrepeso en el producto final.

Muestras recolectadas para el granel chocolate

Datos recogidos turno de noche para 10 galletas martes 10 de agosto 2021

Para un peso óptimo de  $63 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$

Hora de muestras	03:00	03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45
peso de 10 galletas	63,1	63,6	63,0	63,4	63,2	63,7	63,5	63,5
peso de 10 galletas	62,7	63,1	63,0	63,5	63,0	64,0	63,2	62,7
peso de 10 galletas	63,4	62,7	63,2	63,2	62,8	63,6	62,6	62,7
peso de 10 galletas	62,4	63,5	62,7	62,7	63,2	63,3	62,7	63,3
peso de 10 galletas	63,0	62,7	63,7	63,5	63,5	63,5	63,2	62,6
peso de 10 galletas	63,6	63,6	63,0	63,0	63,1	63,5	63,0	62,9
peso de 10 galletas	63,5	64,0	63,3	63,5	63,0	63,0	63,0	63,4
peso de 10 galletas	64,0	63,4	62,8	63,2	62,9	63,3	63,3	63,2
peso de 10 galletas	62,5	62,7	62,9	63,1	63,3	63,4	63,1	63,0
Promedio	63,1	63,3	63,1	63,2	63,1	63,5	63,1	63,0

Promedio de promedios de las muestras=

63,2

Tabla 15. Datos de pesos granel Chocolate. Elaboración propia.

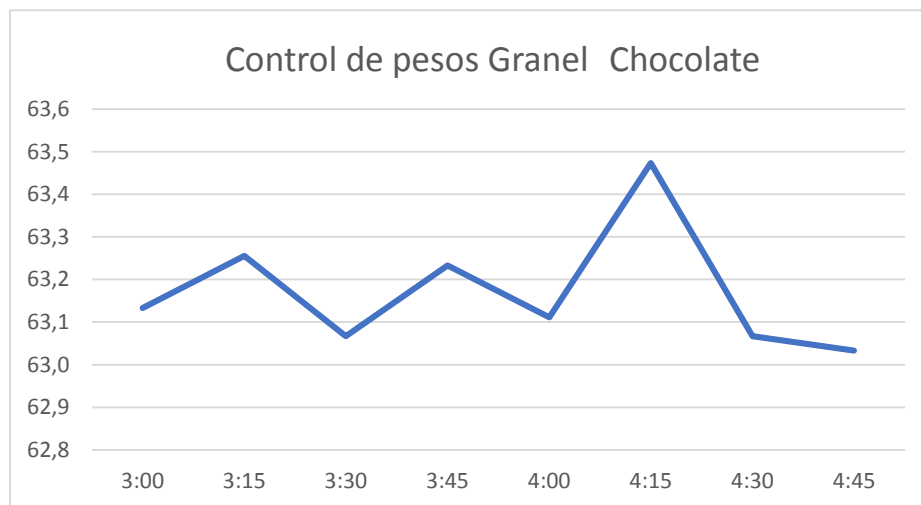


Figura 27. Gráfico comportamiento de peso en granel Chocolate.

Como se puede observar el peso óptimo para 10 galletas de granel chocolate es de 63 g, en el gráfico anterior, algunos promedios de muestras se encuentran por

arriba del óptimo, no obstante, están bajo el límite máximo de la especificación (64 g).

Muestras recolectadas para el granel Rondelas

Datos recogidos turno de noche para 10 galletas martes 10 de agosto 2021

Para un peso óptimo de  $115,8 \text{ g} \pm 2,2 \text{ g}$

Hora de muestras	23:00	23:15	23:30	23:45	00:00	00:15	00:30	00:45
peso de 10 galletas	111,0	111,5	111,4	111,3	110,6	111,3	111,3	111,2
peso de 10 galletas	109,8	111,9	111,4	110,3	111,4	111,7	110,4	111,9
peso de 10 galletas	110,0	110,7	111,3	110,6	111,8	110,3	110,8	110,3
peso de 10 galletas	110,5	110,7	110,7	110,6	110,6	109,7	110,6	111,3
peso de 10 galletas	111,4	111,7	110,9	111,4	111,3	110,5	111,6	110,6
peso de 10 galletas	111,4	110,4	111,0	111,0	110,3	110,6	111,0	110,5
peso de 10 galletas	110,7	110,3	111,0	111,3	110,8	110,6	111,4	111,4
peso de 10 galletas	110,3	110,6	111,4	110,8	110,6	110,4	110,3	110,4
peso de 10 galletas	110,7	111,0	110,6	110,8	111,1	111,4	110,7	110,8
Promedio	110,6	111,0	111,1	110,9	110,9	110,7	110,9	110,9
Promedio de promedios de las muestras=					110,9			

Tabla 16. Datos de pesos granel Rondelas. Elaboración propia.

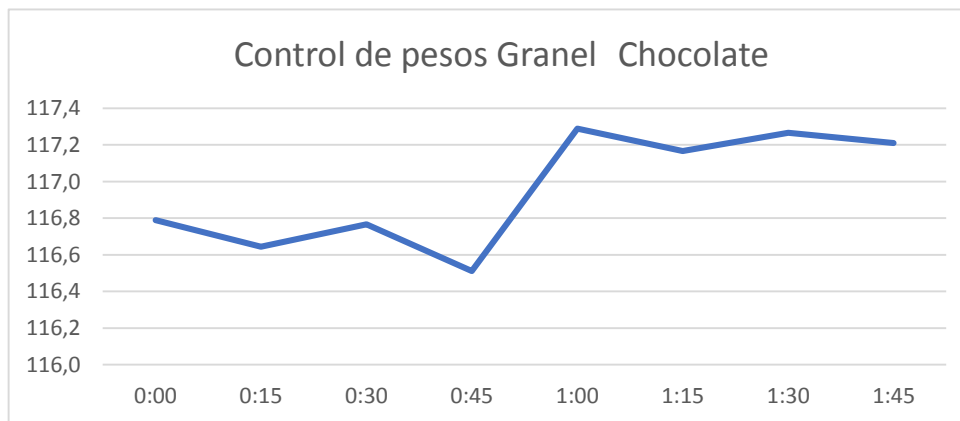


Figura 28. Gráfico comportamiento de peso en granel Chocolate.

Las muestras obtenidas en el proceso de granel Rondelas, se encuentran por debajo del peso óptimo que establecen las especificaciones (115,8 g), esto por motivo de decisión del departamento de ingeniería, como medida paulatina de bajar el sobrepeso final del producto.

Muestras recolectadas para el granel Sorbeto

Datos recogidos turno de noche para 10 galletas martes 10 de agosto 2021

Para un peso óptimo de 113 g  $\pm$  5 g

Hora de muestras	00:00	00:15	00:30	00:45	01:00	01:15	01:30	01:45
peso de 10 galletas	116,4	116,7	116,4	116,8	117,3	116,8	116,6	116,7
peso de 10 galletas	116,3	116,4	117,0	115,6	117,2	117,2	117,6	117,5
peso de 10 galletas	116,7	117,0	117,3	117,0	116,7	117,7	117,6	116,7
peso de 10 galletas	117,0	116,4	116,4	116,7	116,9	117,0	117,6	116,9
peso de 10 galletas	117,0	116,6	116,7	116,9	117,0	116,8	117,3	117,0
peso de 10 galletas	116,8	117,0	116,9	116,4	117,5	117,4	116,9	117,6
peso de 10 galletas	116,4	116,5	116,5	117,0	117,4	117,3	116,8	117,4
peso de 10 galletas	117,0	116,4	116,7	115,8	117,8	117,3	117,5	117,8
peso de 10 galletas	117,5	116,8	117,0	116,4	117,8	117,0	117,5	117,3
Promedio	116,8	116,6	116,8	116,5	117,3	117,2	117,3	117,2
Promedio de promedios de las muestras=					117,0			

Tabla 17. Datos de pesos granel Sorbeto. Elaboración propia.

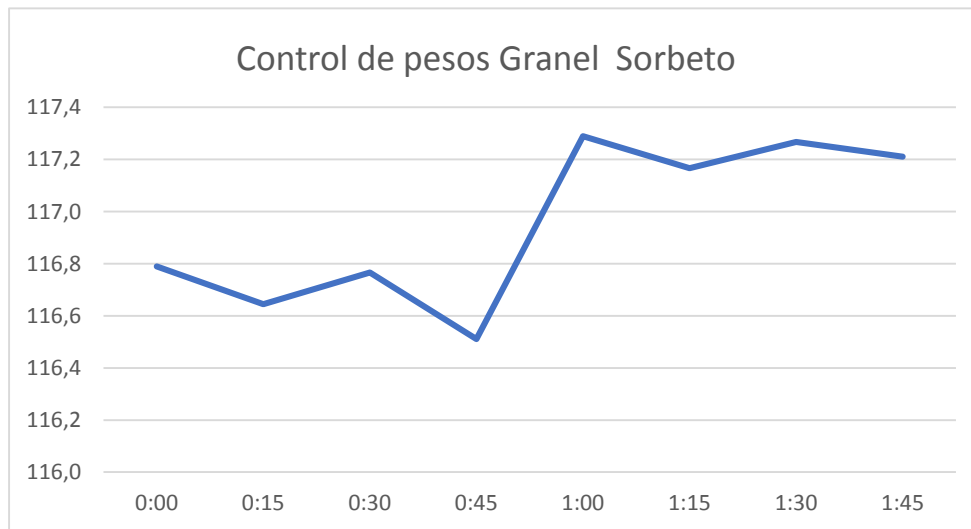


Figura 29. Gráfico comportamiento de peso en granel Sorbeto.

Como se puede observar en el gráfico anterior, aunque los promedios se encuentran por arriba del óptimo, la tolerancia de 5 g permite que este dentro de las especificaciones dada por la empresa.

#### 4.2.2.3 Muestreo de material de empaque, Cajas plegadizas y bandejas PET.

En este apartado se realizará un muestreo de control de peso en el material de empaque del producto Familia Navidad 187,6 g, esto por motivo que al momento en el que el operario pesa el producto en la balanza, para realizar el control respectivo y registrar datos, el pesaje se hace tarando (descontar) la caja plegadiza y la bandeja que contiene el producto, por ende realizar este muestreo es de suma importancia para garantizar que el peso que ofrece el proveedor este bajo control y dentro de las especificaciones y que no impacte en el sobrepeso de la galleta

Según el departamento de ingeniería de empaque, el peso óptimo en la caja plegadiza es de  $31,6 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$  y el peso óptimo en la bandeja PET es de  $17 \text{ g} \pm 2 \text{ g}$ .

El muestreo a realizar se hará por el método de muestreo militar estándar 414.



1



2

Figuro 30. Imagen de material de empaque, 1: caja plegadiza, 2: bandeja PET, fotografías tomadas con autorización de jefe planta.

Primeramente, se realizará el muestreo a las cajas plegadizas, según el departamento de materia prima y material de empaque la cantidad de cajas por lote dependerá del pedido requerido por producción, por tal motivo este muestreo adaptaremos el lote al tamaño de almacenaje por tarima que es de 14000 cajas plegadizas, además que el acceso al área de almacenaje está restringido, por ende, se hará el muestreo a la tarima que está en el área de producción.

Según el método militar estándar 414 para control de variables, en un lote de 14000 unidades y utilizando un nivel de inspección IV, inspección normal, además

que se determina un nivel de calidad aceptable (NCA) de 2,5%; se tiene que recolectar aleatoriamente una muestra de tamaño para el código N de 75 unidades.

31,2	31,6	32,0	31,9	31,9
31,8	31,8	31,8	31,8	32,0
31,3	31,5	31,6	31,5	31,6
31,5	31,5	31,8	31,5	31,2
31,7	31,3	31,1	31,8	31,7
31,9	31,3	31,8	31,3	31,4
31,8	31,6	31,3	31,2	31,4
31,2	31,8	31,7	31,6	31,6
31,6	31,4	31,5	31,7	31,7
31,9	31,4	31,6	31,6	31,5
31,3	31,8	31,8	31,6	31,5
31,9	31,7	31,4	31,6	31,7
31,9	32,0	31,5	31,8	31,5
31,8	31,4	31,6	31,5	31,7
31,7	31,6	31,4	31,6	31,7

Tabla 18. Datos muestra de pesos en gramos de cajas plegadizas.

Se tiene un promedio y desviación estándar, en las muestras recolectadas de  $X=31,6$  g y  $S=0,2$  g

Para un segundo paso del método se tiene que en una inspección normal y un NCA de 2,5% corresponde a una  $M$  de 4.87; seguidamente de este dato se procederá con calcular el  $ZES$  (para especificación superior) y el  $ZEI$  (para especificación inferior).

$$ZES = (ES - \bar{X}) / S = (32,1 - 31,6) / 0,2 = 2,3$$

$$ZEI = (\bar{X} - EI) / S = (31,6 - 31,1) / 0,2 = 2,3$$

A continuación, se estimará la proporción defectuosa del lote, esto utilizando la tabla **s**; para un  $ZEI = ZES = 2,3$  se tiene un  $PI = PS = 0,97$ .

Para este muestreo con doble especificación se tiene que  $P = PI + PS$ ,  $P = 1,94$ , así que  $M > P$ ;  $4,87 > 1,94$  **por ende el lote es aceptable.**

Para el muestreo de las bandejas PET, el procedimiento será igual, se utilizará el mismo NCA para una inspección normal, la única diferencia es que la tarima contiene 9600 unidades de bandejas, no obstante, el código de letra es el mismo **N**, para un tamaño de muestra de 75 unidades.

17,5	17,7	17,5	17,4	17,4
17,8	17,5	17,7	17,8	17,8
17,7	17,5	17,5	17,4	17,5
17,6	17,8	17,8	17,6	17,6
17,8	17,4	17,3	17,4	17,7
17,5	17,3	17,6	17,7	17,7
17,7	17,5	17,8	17,6	17,9
17,4	17,5	17,6	17,7	17,3
17,8	17,7	17,3	17,3	17,5
17,8	17,9	17,5	17,9	17,7
17,7	17,7	17,8	17,4	17,4
17,9	17,8	17,2	17,4	17,5
17,4	17,4	17,5	17,9	17,3
17,6	17,4	17,8	17,5	17,4
17,7	17,8	17,6	17,5	17,8

Tabla 19. Datos muestra de pesos en gramos de bandejas PET.

Se tiene un promedio y desviación estándar para el cuadro de muestras anterior de  $\bar{X} = 17,6$  g y una  $S=0,2$  g, además con una  $M$  de 4,87; con los datos obtenidos se procede a la realización de los cálculos para  $ZES$  y  $ZEI$ .

$$ZES = (ES - \bar{X}) / S = (19 - 17,6) / 0,2 = 7,7$$

$$ZEI = (\bar{X} - EI) / S = (17,6 - 15) / 0,2 = 14,1$$

Como se puede observar para los  $Z$  anteriores se encuentran que el porcentaje defectuoso esta cercano a cero, por ende, la suma de los  $P$  para las dos especificaciones siempre se va hacer menor que  $M$  (4,87), se procede a aceptar el lote.

### 4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS

Como corresponde a la tercera etapa en la metodología DMAIC, analizar; se va a proceder con esta sección para determinar las posibles causas, además, la causa raíz del problema con respecto al sobrepeso en la Galleta Familia Navidad.

Para ello se utilizarán herramientas ingenieriles de análisis de causas como los son lluvia de ideas, diagrama de Pareto, 5 porqués y diagrama de Ishikawa.

Para la lluvia de ideas se necesitó ayuda del personal operativo, ya que se tienen acceso al área de producción, esta recopilación de ideas no fue de mucha dificultad debido a que la consulta con el personal siempre fue fluida y significativa en todo el tiempo que se duró con la investigación.

#### 4.3.1 Lluvia de ideas

Dentro de una organización, los que más conocen sobre un problema son los que trabajan cercanos, por no decir casi que encima, a dicha problemática; que afecta indicadores claves en la empresa, para este proyecto se conversó con empleados encargados en el pesaje de la galleta, además del supervisor de producción.

<p>Fábrica de Galletas Pozuelo DCR.  Lluvia de ideas porqué el sobrepeso en la galleta Familia navidad  Analista: Marco Obando Cascante  Fecha: 09/09/2021</p>	
<b>Operario turno 1 (pesaje)</b>	
1	Más relleno de lo normal
2	Galleta más pesada desde el horno
3	La bomba no mantiene la inyección constante del relleno
<b>Operario turno 2 (pesaje)</b>	
1	Se deposita mucho relleno en la galleta
2	No mantienen el peso en la galleta cuando la hornean
3	Mas galletas de la que dice la especificación
<b>supervisor del área de producción</b>	
1	Galleta con más relleno de lo que indica el óptimo
2	Máquinas le falta mayor intervención de mantenimiento
3	Galletas con más peso en la salida del horno de lo que establece el control de peso.
4	Mas humedad en la galleta de lo que establece la especificación
<b>Supervisor de planta Pozuelo noche</b>	
1	Galletas con sobrepeso desde el horno
2	Sobrepeso en el relleno
3	Mayor humedad que la especificada
4	Más galletas por bandeja
5	Mucha humedad en la harina

Tabla 20. Lluvia de ideas sobrepeso en la Galleta Familia Navidad. Elaboración propia

#### 4.3.2 Diagrama de Pareto

En base a la lluvia de ideas que se obtuvo en el cuadro 4.3.1 se realizará un Pareto para determinar las causas posibles que impactan principalmente al sobrepeso en el producto Galleta Familia Navidad.

<b>Resumen de causas</b>	<b>cantidad</b>
Sobrepeso en el relleno	4
Sobrepeso en la galleta	4
Más humedad de la permitida	3
Más galletas por bandeja	2
Poca intervención de mantenimiento	2

Seguidamente se procederá con el cuadro de frecuencias

<b>Causas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>F. acumulada</b>	<b>% acumulado</b>
Sobrepeso en el relleno	4	4	27%
Sobrepeso en la galleta	4	8	53%
Más humedad de la permitida	3	11	73%
Más galletas por bandeja	2	13	87%
Poca intervención de mantenimiento	2	15	100%

Tabla 21. Frecuencias para análisis Pareto. Elaboración propia.

En el cuadro anterior se puede observar la distribución porcentual generada por el cuadro de frecuencias, donde las principales causas a partir del concepto 80/20 están dadas por sobrepeso en el relleno, sobrepeso en la galleta y más humedad de la permitida, no obstante, esto no quiere decir que sean las causantes raíces del sobrepeso en la galleta ya que hay que recordar que estas son causas generadas en una entrevista al personal y habrá que indagar más a fondo con otras herramientas que en las próximas secciones se utilizará.

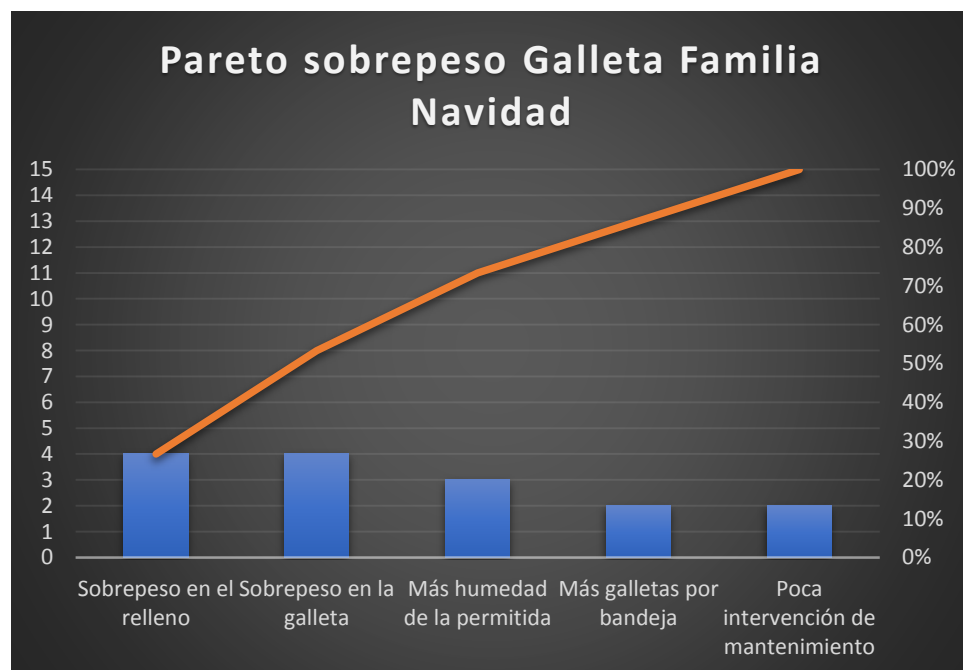


Figura 31. Diagrama de Pareto. Elaboración propia.

### 4.3.3 Los 5 Porques

En esta sección se realizará un análisis de causas por medio de la herramienta de los 5 porques, este es un análisis más profundo que la lluvia de ideas, ya que nos permite llegar a la causa raíz más rápido y con más efectividad.

Se dividirá el cuadro por medio de las 6M'S, ya que de esta manera se visualizarán las causas más fácilmente.

Compañía de Galletas Pozuelo  
Matriz de los 5 ¿por qué?  
Problema de sobrepeso en la galleta Familia Navidad  
Analista: Marco Obando Cascante

6M'S	Causas	Por que 1 ?	Porque 2?
Mano de obra	Personal no capacitado	Personal nuevo contratado por temporada navideña	es un producto que no se realiza todo el año
Maquinaria	Máquinas sin ajuste previo al arranque del proceso	Maquina de moldeo de galleta trabajando fuera de especificación	porque presenta variación en la cuchilla de corte pasta
		Dosificador de relleno trabajando fuera de las especificaciones	Aumento o disminución de presión de relleno
Materia prima	Mal diseño en el material de empaque	Al momento de rellenar con galleta las bandejas PET hay mas galletas de rondelas de lo que indica la especificación	porque si se coloca lo que indica la especificación la bandeja aparenta estar vacía
Medición	Graneles con sobrepeso de otras líneas de producción	Las balanzas entre líneas pueden presentar desviaciones en sus medidas	Los graneles no se producen en la misma línea de DPTO de Familia
Método	No se sigue el procedimiento de llenado de galletas en la bandeja de producto final	hay una rondela mas por bandeja	porque si se coloca lo que indica la especificación la bandeja aparenta estar vacía

Continúa...

Porque 3?	Porque 4?	Porque 5?	Solución propuesta
Cubre de agosto a noviembre			Capacitar al nuevo personal con tiempo de antelación para el proceso
La cuchilla se ajusta manual con tornillo	porque cambia para otros tipos de productos	No presenta indicador de posición estandarizado	Cambiar sistema de de tornillo por uno con indicador de ajuste
Cuando el depósito de relleno baja de nivel, también la presión	Maquina antigua, existe tornillo sinfín que arrastra el relleno	No hay mecanismo de inyección electrónico	Cambiar por máquina de inyección de relleno moderna
La bandeja tiene error de diseño en la parte donde van las rondelas	La profundidad es mayor a el espesor para 3 galletas	Se adquirió lotes de esas bandeja para temporada por anticipo con el proveedor de material de empaque	Rediseñar para las próximas temporadas la bandeja PET con el espesor que se indica para 3 galletas rondela
porque únicamente es para funciones de empaque de productos			Revisar y verificar las calibraciones en las balanzas.
Por mal diseño de la bandeja PET			Rediseñar para las próximas temporadas la bandeja PET con el espesor que se indica para 3 galletas rondela

Tabla 22. Los 5 porques. Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, una de las causas principales, sino la de mayor impacto, es una galleta más de Rondela, esto está dado por dirección del departamento de calidad, ya que, al momento de rellenar la bandeja con galletas la parte donde se ubican las Rondelas, la fosa o hueco tiene una mayor profundidad, si se coloca el número de tres galletas como corresponde, da una apariencia de menos producto, para mitigar este efecto, se otorgó el permiso de colocar una galleta más, esto fue en las primeras temporadas para este producto, ya hace varios años, por lo consiguiente, esto se aplicó para las temporadas posteriores sin arreglar el problema de las bandejas PET.

#### 4.3.4 Diagrama de Ishikawa.

Para finalizar este apartado, la utilización de la herramienta de análisis más recomendadas por ingenieros, el Diagrama de Ishikawa, para la resolución de problemas y obtener su análisis de causa-raíz, es fundamental en esta investigación.

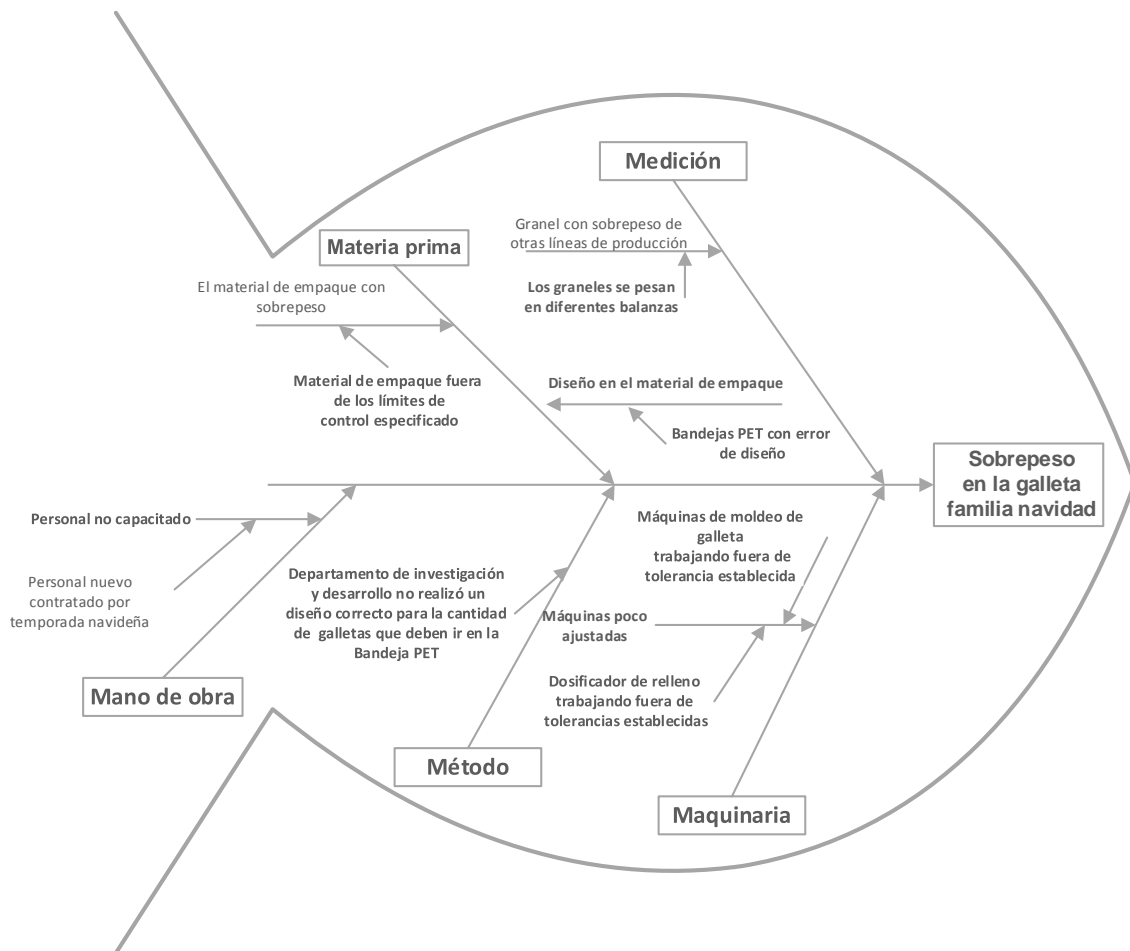


Figura 32. Diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.

Como se puede observar, el Diagrama de Ishikawa separa las causas por medio del método de las 6M'S, donde se analiza cada causa principal con respecto a causas secundarias que impactan en el problema, a continuación, se realizará un cuadro para verificar las causas probables contra la recopilación de evidencias reales.

6MS	Posibles causas	Observación real
<b>Mano de obra</b>	Personal no capacitado en el proceso.	El personal se capacita en una semana de prueba
<b>Método</b>	Departamento de investigación y desarrollo no realizó un diseño correcto para la cantidad de galletas que deben ir en la bandeja PET	Se coloca una galleta más de Rondela, ya que, si se deposita la cantidad de 3 galletas, se nota que hubiera un faltante, ya que la diferencia entre la profundidad donde se ubican las Rondelas y el espesor es de 8 mm, esto es casi el espesor de una Rondela faltante
<b>Materia prima</b>	<p>A) Material de empaque fuera de los límites especificados con respecto a su peso.</p> <p>B) Diseño en el material de empaque (Bandejas PET)</p>	<p>A) Se realizó un muestreo en el que el peso por lote es aceptado.</p> <p>B) Se realizó mediciones en el espesor para galletas de Rondelas, dando como resultado 10,00 mm por galleta con un total de 30 mm para tres galletas, además se midió la profundidad del espacio donde se ubican estas galletas en la bandeja PET, esto dio 38,00 mm, dando una diferencia de 8 mm, lo cual, según el departamento de Calidad, aparenta faltante de galleta (ver imagen 4.3.6)</p>
<b>Medición</b>	Granel con sobrepeso de otras líneas de producción.	La empresa Pozuelo tiene dentro de su departamento de Mecánica, una extensión o sección de metrología, donde a consultas, aseguraron que la calibración de las balanzas cumple o se encuentran en un control actualizado.

<b>Maquinaria</b>	Máquinas poco ajustadas.  A) Máquina de moldeo de galleta.  B) Máquina dosificadora de relleno.	A) Con respecto a la máquina de moldeo de galleta, presenta una deficiencia en el ajuste de la cuchilla de corte, donde no existe un mecanismo para asegurar a primera instancia, el correcto espesor de las galletas generando sobrepeso.  B) Para la máquina de dosificación de relleno, el control de ella es manual y depende de la presión que se genera por medio de un tornillo sinfín, teniendo que estarse ajustando por el operario constantemente en todo el proceso
-------------------	---	---

Tabla 23. Comparación de posibles causas contra situación real. Elaboración propia.



1



2

Figura 33. Imágenes toma de espesor galletas y profundidad, 1: tres galletas para medir espesor, 2: medida de la profundidad en la bandeja PET.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO Y PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN**

### 5.1 PROPUESTA: REDISEÑAR BANDEJAS PET

La propuesta de mejora es, el rediseño de las bandejas PET que contienen las galletas surtidas del producto Familia Navidad 187g, aunque si bien es cierto, se conoce que una reducción del relleno en los graneles de galleta crema naranja y crema fresa facilitan la minimización del impacto en el sobrepeso, esto no es una medida que parezca correcta a largo plazo, ya que, se incumple con respecto a temas de control de peso especificado para cada granel, lo ideal sería que cada galleta tenga que pesar lo que dice la especificación, además de que la proporción de galletas sea la que se indica.

Con el rediseño de las bandejas se logrará que el sobrepeso este por debajo del indicador de 2,2% en el producto Galleta Familia Navidad 187g.

### 5.2 Situación actual de las bandejas PET

Realizando una medición de las dimensiones para las bandejas PET actuales, se tiene que el espesor para la proporción de los graneles de la presentación Familia Navidad 187g, coinciden o aparentan coincidir visualmente con las cavidades o fosas en la bandeja, pero, para el granel de Rondelas esta se encuentra por debajo del nivel superior de la bandeja, que podría dejar a los consumidores una apariencia de faltante de galleta, más si en la presentación de la caja no dice la cantidad de galletas que se contiene.

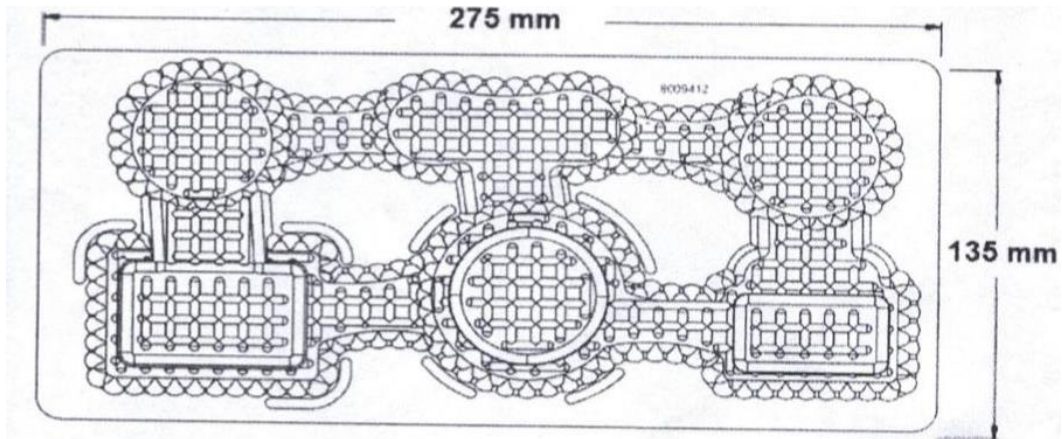


Figura 34. Imagen de bandeja PET vista por abajo. Imagen facilitada por dpto. Calidad.

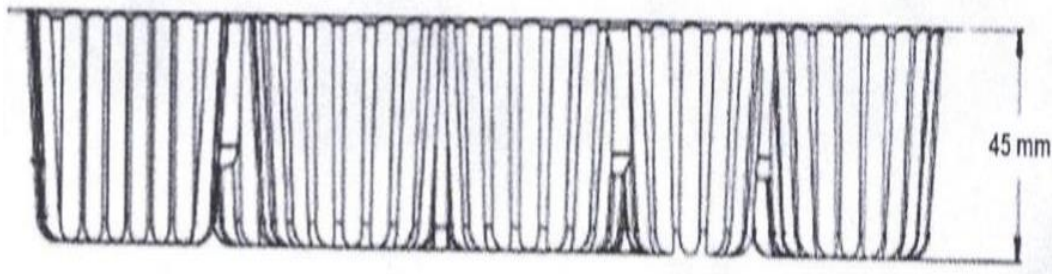


Figura 35. Imagen de bandeja PET vista lateral. Imagen facilitada por dpto. calidad.

En las imágenes de la bandeja PET no se aprecia la profundidad para cada uno de los depósitos de los graneles, sino que se visualiza la altura total de la bandeja 45 mm, de igual manera se adjuntará un cuadro para poder identificar las medidas de estas profundidades.

Tipo de granel	Profundidad del depósito que lo contiene en mm	Cantidad de galletas por porción	Espesor de la porción en mm (promedio)
Relleno Fresa	44	3	45,6
Relleno Naranja	44	3	45
Sorbeto	29	2	29,5
Galleta Chocolate	35	5	36
Galleta Dedos	28	3	28,6
Galleta Rondela	38	3	30

Tabla 24. Comparación entre espesor de galletas y profundidad bandejas PET.

Como se puede observar en el cuadro 5.3 los espesores para los graneles: crema fresa, crema naranja, galleta chocolate, galleta dedos y sorbeto; sobrepasan la longitud de la profundidad en las cavidades de la bandeja PET, por ende, se observa que la bandeja no le hace falta producto, esto no pasa para el caso de galleta Rondela, ya que el espesor para las 3 galletas es menor que la profundidad de la cavidad que lo contiene, con una diferencia de 8 mm, lo que se observa como faltante de galleta en perspectiva del consumidor.

### 5.3 PROPUESTA DE REDISEÑO.

Como se ha venido tratando en esta unidad y ya es de conocimiento la causa raíz del sobrepeso en la Galleta Familia Navidad es que la profundidad de la cavidad en la que se deposita el granel de Galleta Rondela es mayor por una diferencia de 5 mm al espesor para las 3 galletas, esto genera visualmente faltante de galleta en la bandeja. Para solucionar este problema se propone el rediseño de las bandejas

para la temporada navideña 2022, donde se modificará la cavidad que contiene las galletas Rondela pasando de una profundidad de 38 mm a 33 mm, en la imagen 5.1.2, es una evidencia del proceso de experimentación para la modificación de la bandeja actual de Rondela en el laboratorio de pruebas del proveedor.



Figura 36. Imagen pruebas en modificación de dimensiones de bandejas PET, imagen facilitada por el proveedor.

En el modelo de rediseño, la reducción de la profundidad en la cavidad que contiene las galletas Rondela, generaría que no se depositara una galleta de más para eliminar el efecto de faltante de producto.

#### 5.4 MANUFACTURA DE BANDEJAS PET POR EL PROVEEDOR

Graco Pack de Centroamérica S.A, es una empresa guatemalteca, proveedora de bandejas PET para la Galleta Familia Navidad, donde la producción de estas bandejas esta dado por el método de termoformado del plástico, el procedimiento se basa en el calentamiento de una lámina semielaborado de termoplástico, donde a la hora de calentarse se hace blanda y puede adaptarse a la forma de un molde, en este caso a la forma del molde que se fijó para la Galleta de Familia Navidad 187g.



Figura 37. Imagen máquina para termoformado del plástico. Recuperado de <https://termoformadodeplasticos.com/>

## 5.5 COSTOS-BENEFICIO POR REDISEÑO DE BANDEJAS PET

Para una empresa, cuando se diseñan propuestas para mejorar un proceso; mitigar o resolver un problema, normalmente estas se encuentran asociadas a un costo por parte de la empresa, donde con el pasar de un periodo de tiempo se espera recuperar lo invertido en las propuestas y que el proceso que se mejoró sea más confiable, eficaz y eficiente.

Con respecto al costo asociado para el rediseño de las bandejas PET, este es acaparado en su totalidad por la empresa proveedora, ya que únicamente tendrían que realizar una modificación en el molde con una pequeña inversión, algo poco significativo para la empresa Graco Pack, la Compañía de Galletas Pozuelo no tendría que asumir costos de más por esta propuesta de mejora; así que con respecto costo-beneficio, la empresa tenía pérdidas por ₡ 7.500.000 por temporada navideña (ver apartado 1.3), con la propuesta de mejora la compañía de Galletas Pozuelo obtendría el beneficio inmediatamente, ya que no se asume el costo por las modificaciones a la bandeja PET

Como se mencionó en el transcurso de esta investigación, ya se tenía en la bodega de la empresa el inventario de cajas y bandejas PET para la producción de la Galleta Familia Navidad 187g, con un costo de ₡ 42 000 000, por ende, la propuesta se tomaría en discusión por parte de la empresa para la temporada navideña 2022.

## 5.6 PLANIFICACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

### 5.6.1 Uso de herramienta A3

Como se explicó en el apartado 3.4, se utilizará un A3 para la implementación de la propuesta, por ende, se desarrollará esta herramienta que se detalla a continuación:


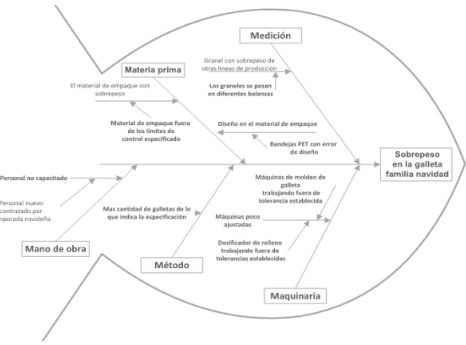

<p>Compañía de Galletas Pozuelo                  A3 propuesta de mejora sobrepeso Galleta Familia Navidad 187g                  Analista : Marco Obando Cascante</p>	
<p>1) Definición del problema                  Sobrepeso en la presentación de la Galleta Familia Navidad 187g, con una desviación de 1,017% por encima del indicador de 2,20% para el año 2019 y 2020</p> <p>objetivos:                  a) Identificar casuas del aumento en el sobrepeso                  b) Realizar Muestréos                  c) Analizar datos del Muestreo                  d) Determinar propuestas de mejora</p>	<p>3) Plan de implementación</p> <p>Como se observó en punto anterior, la causa raíz se encuentra en un diseño erróneo en las bandejas PET. Como parte del plan de implementación para la próxima temporada, será el rediseño de las bandejas PET, esto antes de adquirir el pedido para la próxima producción navideña 2022</p>
<p>2) Análisis del problema</p>   <p>Por medio de herramientas de análisis de causas se encontró un mal diseño en las bandejas PET, donde se incurría en la necesidad de colocar una galleta más, para evitar un efecto vacío o faltante.</p>	<p>4) Resultados</p> <p>Si la empresa Pozuelo implementa la propuesta de mejora, se espera que se resuelva el problema del efecto vacío y no se este colocando una galleta de más, en este caso de Rondela, por ende, se espera que el sobrepeso no supere el indicador fijado.</p> <p>5) Pasos futuros</p> <p>Se espera que la compañía, al adoptar la propuesta de mejora, lleve un control de resultados y análisis con respecto a las próximas temporadas y las temporadas anteriores al proyecto y de esta manera hacer un correcto cierre de proyecto con resultados positivos</p> 

Tabla 25. A3 para el planeamiento de la propuesta de mejora. Elaboración propia.

## 5.7 PLAN DE ACCIÓN

### 5.7.1 Plan de acción.

Para mantener un control y evaluación de la propuesta de mejora con respecto a resultados futuros, se ideó un plan de acción que contiene como meta del proyecto controlar el sobrepeso por debajo del indicador fijado por la Compañía de Galletas Pozuelo.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR Plan de acción control en sobrepeso de Galleta Familia Navidad 187g Analista: Marco Obando Cascante Fecha: 03 de noviembre de 2021				
<b>Meta que se desea conseguir con el proyecto: Controlar el sobrepeso por debajo del indicador fijado por la Compañía de Galletas Pozuelo.</b>				
Fijar objetivos	Planificar los medios	Plazo	Revisar y evaluar	
			Observación	Fecha
Realizar un rediseño en las bandejas PET, para evitar colocar una galleta más por efecto vacío en el producto Galleta Familia Navidad 187,6g	Con ayuda del proveedor de bandejas PET, modificar las dimensiones para que estas se adapten al espesor de 3 Rondelas	El plazo a considerar es antes de adquirir los materiales de empaque para la temporada navideña 2022		

Tabla 26. Plan de acción. Elaboración propia

## 5.7.2 Diagrama de Gantt.

Tareas	Fecha de inicio	Duración en días	Fecha final
Presentación de proyecto	01-nov	1	01-nov
Análisis de la propuesta	08-nov	5	12-nov
Reunión con el proveedor, Graco de Guatemala	15-nov	1	15-nov
Fabricación molde de inyección bandejas PET	04-abr	3	06-abr
Ajustes en la máquina termoformado	07-abr	3	09-abr
Pruebas inyección para bandejas PET	11-abr	1	11-abr
Mejoras y correcciones	12-abr	3	14-abr
Aprobación departamento de calidad proveedor	14-abr	1	14-abr
Fabricación de las bandejas PET por pedidos	02-may	49	19-jun
Transporte terrestre a Pozuelo Costa Rica	20-jun	2	21-jun
Aprobación departamento de calidad Pozuelo	22-jun	1	22-jun
Inicio de operación para temporada navideña 2022	01-jul	1	01-jul

Tabla 27. Fechas plan de acción

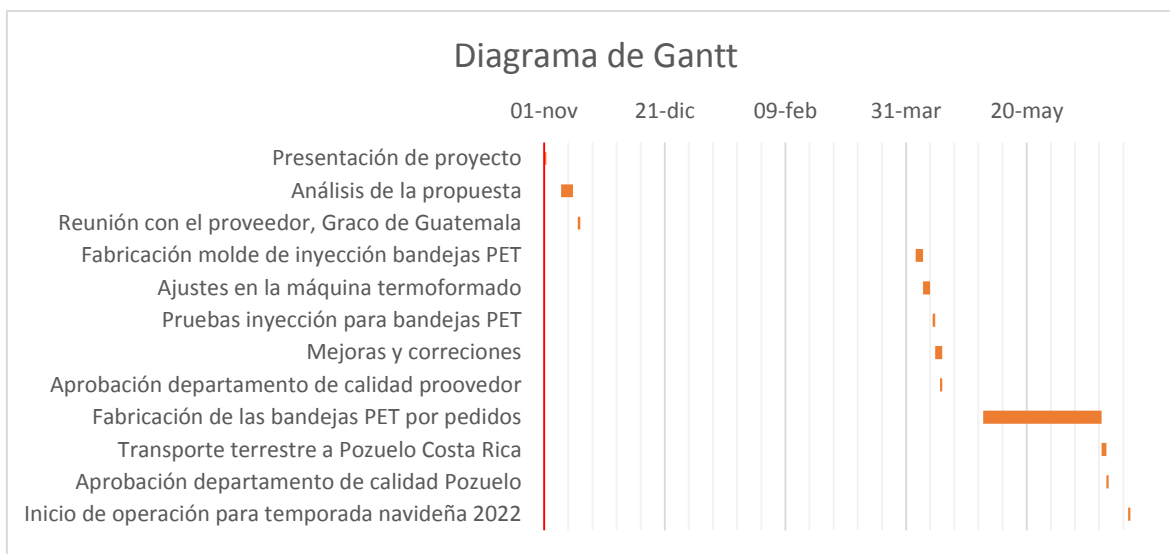


Figura 38. Diagrama de Gantt

En la figura 38, se realizó un diagrama de Gantt donde se puede observar las tareas a realizar y la duración de cada una de ellas, según el departamento de ingeniería, las modificaciones a la bandeja PET, comenzarían la primera semana de abril del 2022, donde se prevé que el primer pedido de bandejas llegue la penúltima semana de junio del 2022.

Se inicia con la presentación del proyecto al departamento de ingeniería y productividad, seguidamente el departamento analiza la propuesta de mejora, para después informar al proveedor sobre las modificaciones a las bandejas PET para la temporada navideña 2022.

El pedido de las bandejas PET Familia Navidad, es por temporada, se espera que se cumpla las fechas de la implementación por parte del proveedor, para de esta manera ver reflejada la reducción del sobrepeso en la galleta Familia Navidad 187g en la temporada navideña 2022.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

La compañía Pozuelo como uno de los líderes en el mercado de la producción de galletas, debe mantenerse al margen de los cambios y fluctuaciones que emergen de este mercado, por ende, satisfacer las necesidades del cliente y mantener una buena calidad en sus productos, hace que resulte una empresa muy competitiva a nivel nacional como internacional.

La mejora continua es un adeforo dentro de la compañía, los proyectos de mejora benefician y alimentan esta filosofía, para esta investigación la utilización de la metodología DMAIC fue de gran ayuda para lograr guiar el proyecto y realizar por medio de herramientas ingenieriles, varios análisis para poder encontrar la causa del porque el sobrepeso en la Galleta Familia Navidad 187g, además de presentar una propuesta de mejora que posiblemente solucione este problema permanentemente.

Con respecto a los objetivos específicos para esta investigación se puede concluir los siguiente:

- Se logró definir y evidenciar el problema del sobrepeso en la Galleta Familia Navidad 187g, por medio de registros históricos, de los últimos 2 años para las temporadas navideñas, donde hubo un aumento significativo en el sobrepeso con una desviación cercana al 1,01% del indicador fijado en un 2,2%.

- Se pudo realizar una recolección de muestras, dentro de un plan estadístico, tanto para los diferentes tipos de granel que conforman la presentación final de la Galleta Familia Navidad, como para el material de empaque que lo contiene y que puede influir significativamente en el sobrepeso; con estos datos se diseñaron gráficos de control para poder evidenciar el comportamiento del proceso, además del uso de la tabla militar estándar 414 para aceptación por lotes, de esta manera se tomaron decisiones posteriores sobre que herramientas de análisis serían las correctas para encontrar las causas raíces en el problema.
  
- Se realizó un correcto análisis, sobre el porqué el problema en el sobrepeso por arriba del indicador fijado en un 2,2 y así obtener la causa raíz de este, por medio de herramientas de análisis de causas como el diagrama de Ishikawa, 5 porques y Pareto, donde se logró encontrar la causa raíz principal que fue el mal diseño de las bandejas PET, donde se colocaba una galleta Rondela de más para eliminar un efecto vacío o de faltante de producto, que según el departamento de calidad, los consumidores finales podrían interpretar de esta manera.
  
- Se dictó una propuesta de mejora que podría resolver de manera permanente el problema en el sobrepeso y poder mantenerlo por debajo del indicador que es 2,2%, la cual fue el rediseño en las bandejas PET donde

se modificaría la profundidad de la cavidad en la que se depositan las galletas Rondelas, que pasaría de 38 mm en las bandejas actuales a 33 mm en la propuesta de mejora, con esto se planea eliminar el efecto de vacío que genera al haber diferencias entre profundidad de la bandeja y espesores de las galletas.

- Se propuso un plan de acción para controlar los resultados generados con respecto al cambio en las dimensiones en las bandejas PET, esto para evaluar a futuro los efectos tanto positivos como negativos sobre la propuesta de mejora y poder hacer un cierre de proyecto exitoso.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Departamento de ingeniería, sección material de empaque:

- Se recomienda un rediseño en la información que trae la caja plegadiza, ya que esta no menciona la cantidad o proporción de los graneles que debe de contener, sólo menciona el peso neto nominal en la caja, esto hace que el consumidor mal interprete o haga una inferencia sobre faltante de producto.
- Se recomienda para el departamento, realizar una revisión y actualizar la ficha técnica del producto, donde se especifique las dimensiones de profundidad en todas las secciones del termoformado, esto por las nuevas modificaciones en la bandeja PET.

Departamento de mantenimiento:

- En el apartado de medir por la metodología DMAIC (sección 4.2.1), se realizó un cursograma analítico donde se observa que el tiempo transcurrido para dar aviso de alto o bajo peso de la galleta después del horneado es de 8,25 minutos; de esta manera se tendría que ajustar un tornillo para variar el espesor de la pasta y dar el peso adecuado, este tornillo no está marcado para realizar los ajustes iniciales, sino, que hay que estarlo variando hasta encontrar la posición correcta, se recomienda cambiar el tornillo o hacer las modificaciones pertinentes para colocar un tornillo con señas para cada producto.
- Un sistema de inyección de relleno electrónico, en el que la variación no dependa del peso que haya en el depósito, ya que en el sistema actual la inyección se realiza por un tornillo sinfín que recoge el relleno y lo lleva hasta una bomba para darle una presión adecuada, pero, el sistema presenta variabilidad ya que depende del nivel de relleno en el depósito, si baja mucho se bajan los pesos del producto final.

Supervisor de producción:

- Se deberá capacitar al personal involucrado, tanto interno como externo, en el nuevo procedimiento, ya que habrá una modificación en la cantidad de Rondelas a depositar por bandeja.

Departamento de calidad:

- Se recomienda realizar un muestreo riguroso o con mayor frecuencia en el control del peso, durante la temporada navideña 2022, para asegurar que las modificaciones en la bandeja no perjudique en el peso nominal.
- El proveedor de las bandejas PET deberá dar un seguimiento ya que habrá cambios o modificaciones en el material termoformado, esto para asegurar que la corrección en las bandejas es a adecuada.



## BIBLIOGRAFÍA

- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J. Pacheco, A.,  
Rivera, A., Rivera, I. y Obregón, M. (2014). Introducción a la ingeniería  
industrial. 2ª ed. México: Grupo editorial Patria S.A.
- Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación. 4ª ed. Colombia: Pearson  
Education.
- Groover, M. (2014). Introducción a los procesos de manufactura. México: Mc Graw  
Hill.
- Gutiérrez, H. (2020). Calidad y productividad. 5ª ed. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. México: Mc  
Graw Hill.
- Herrera, R. y Fontalvo, T. (2011). Seis sigma: un enfoque práctico. 2ª ed.  
Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento.
- Pimienta, J., De la Orden, A. y Estrada, R. (2018). Metodología de la investigación.  
México: Pearson Education.
- Rojas, M. y Ruiz, C. (2011). Introducción a la ingeniería. Bogotá: Ediciones de la  
U.

## ARTICULOS DE INTERNET

Algoritmos (extraído el 07 de octubre de 2021). Que es un diagrama de flujo.

<https://sites.google.com/site/clasedeinformaticakdqv/qu>

Cosmos. (extraído el 14 de noviembre de 2021). Termoformado de plásticos.

<https://termoformadodeplasticos.com/>

Cuadro comparativo. (extraído el 15 de enero de 2022). Diagrama de Gantt.

<https://cuadrocomparativo.org/que-es-un-diagrama-de-gantt-ejemplos-como-hacer/>

Ingenio Empresa. (extraído el 07 de octubre de 2021). El cursograma herramienta del ingeniero industrial. <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/>

Javier, S. (extraído el 09 de octubre de 2021). Implementación de A3.

<http://javiersole.com/?p=3851>

Lean and six sigma blog. (2014). Diagrama de Pareto.

<https://leanandsixsigmablog.wordpress.com/category/diagrama-de-pareto/>

Neria, G. (2014). Control estadístico de la calidad. Extraído de

<http://guillermoneria-controlestadistico.weebly.com/222-grafico-x-s>

Pozuelo. (2021). Historia de Pozuelo. Extraído de

<https://pozuelo.com/nosotros/nuestra-historia/>

Scribd. (extraído 09 de octubre de 2021). Plantilla Project Charter.

<https://es.scribd.com/document/381568909/1-Plantilla-Project-Charter-doc>

Soporte Minitab. (extraído el 09 de octubre de 2021). Como entender los gráficos de control. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/understanding-control-charts/>

Tu Economía. (extraído el 09 de octubre de 2021). Diagrama de Ishikawa. <https://tueconomia.net/inversiones/diagrama-de-ishikawa/>

## APÉNDICE

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Apéndice A. Constantes para utilizar en gráfico XS, extraído de

<https://optyestadistica.wordpress.com/2008/08/27/tabla-de-constantes-para-graficos-de-control/>

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1 300	E	G	I	K	L
1 301 a 3 200	F	H	J	L	M
3 201 a 8 000	G	I	L	M	N
8 001 a 22 000	H	J	M	N	O
22 001 a 110 000	I	K	N	O	P
110 001 a 550 000	I	K	O	P	Q
550 001 y más	J	K	P	Q	Q

Apéndice B. Código de tamaño por letras para muestreo militar estándar 414

LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: NCA O AQL (INSPECCIÓN NORMAL)														
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0	
B	3	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
C	4															
D	5															
E	7															
F	10				0.349	0.422	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61	
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53	
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97	
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58	
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91	
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86	
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00	
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11	
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66	
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02	
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92	
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00		

Apéndice C. Tabla inspección normal, método M. extraído de <https://prezi.com/io8or-yc7r9f/planes-de-muestreo-por-military-standard-mlt-std-414/>

$Z_{\alpha}$ $Z_{\beta}$	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
0.1	47.24	46.67	46.44	46.26	46.16	46.10	46.08	46.06	46.06	46.05	46.04	46.04	46.03	46.03	46.02	46.02
0.3	41.63	40.00	39.37	38.87	38.60	38.44	38.37	38.33	38.31	38.29	38.28	38.27	38.25	38.24	38.22	38.22
0.35	40.20	38.33	37.62	37.06	36.75	36.57	36.49	36.45	36.43	36.41	36.40	36.38	36.36	36.35	36.33	36.33
0.45	37.26	35.00	34.16	33.49	33.23	32.92	32.84	32.79	32.76	32.74	32.73	32.72	32.68	32.67	32.66	32.65
0.50	35.75	33.33	32.44	31.74	31.37	31.15	31.06	31.01	30.98	30.96	30.95	30.93	30.90	30.89	30.87	30.87
0.55	34.20	31.67	30.74	30.01	29.64	29.41	29.32	29.27	29.24	29.22	29.21	29.19	29.16	29.15	29.13	29.13
0.60	35.61	30.00	29.05	28.32	27.94	27.72	27.63	27.58	27.55	27.53	27.52	27.50	27.47	27.46	27.45	27.44
0.70	29.27	26.67	25.74	25.03	24.67	24.46	24.38	24.33	24.31	24.29	24.28	24.26	24.24	24.23	24.21	24.21
0.75	27.50	25.00	24.11	23.44	23.10	22.90	22.83	22.79	22.76	22.75	22.73	22.72	22.70	22.69	22.68	22.67
0.80	25.64	23.33	22.51	21.88	21.57	21.40	21.33	21.29	21.27	21.26	21.25	21.23	21.22	21.21	21.20	21.20
0.85	23.67	21.67	20.93	20.37	20.10	19.94	19.89	19.86	19.84	19.82	19.82	19.80	19.79	19.78	19.78	19.77
0.90	21.55	20.00	19.38	18.90	18.67	18.54	18.50	18.47	18.46	18.45	18.44	18.43	18.42	18.42	18.41	18.41
0.95	19.25	18.33	17.86	17.48	17.29	17.20	17.17	17.15	17.14	17.13	17.13	17.12	17.12	17.11	17.11	17.11
1.00	16.67	16.62	16.36	16.10	15.97	15.91	15.89	15.88	15.88	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87
1.05	13.66	15.00	14.91	14.77	14.71	14.68	14.67	14.67	14.67	14.67	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68
1.10	9.84	13.33	13.48	13.49	13.50	13.51	13.52	13.52	13.53	13.54	13.54	13.54	13.55	13.55	13.56	13.56
1.15	0.29	11.67	12.10	12.27	12.34	12.39	12.42	12.44	12.45	12.46	12.46	12.47	12.48	12.49	12.49	12.30
1.20	0.00	10.00	10.76	11.10	11.24	11.34	11.38	11.41	11.42	11.43	11.44	11.46	11.47	11.48	11.49	11.49
1.25	0.00	8.33	9.46	9.98	10.21	10.34	10.40	10.43	10.46	10.47	10.48	10.50	10.52	10.53	10.54	10.56
1.30	0.00	6.67	8.21	8.93	9.22	9.40	9.48	9.52	9.55	9.57	9.58	9.60	9.63	9.64	9.65	9.66
1.35	0.00	5.00	7.02	7.92	8.30	8.52	8.61	8.66	8.69	8.72	8.74	8.76	8.79	8.81	8.82	8.83
1.40	0.00	3.33	5.88	6.98	7.44	7.69	7.80	7.86	7.90	7.92	7.94	7.97	8.01	8.02	8.04	8.05
1.45	0.00	1.67	4.81	6.10	6.63	6.92	7.04	7.11	7.15	7.18	7.21	7.24	7.28	7.30	7.31	7.33
1.50	0.00	0.00	3.80	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.46	6.50	6.52	6.55	6.60	6.61	6.64	6.65
1.55	0.00	0.00	2.87	4.52	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02
1.60	0.00	0.00	2.03	3.83	4.54	4.92	5.09	5.17	5.23	5.27	5.30	5.33	5.38	5.41	5.43	5.44
1.65	0.00	0.00	1.28	3.19	3.95	4.36	4.83	4.62	4.68	4.72	4.75	4.79	4.85	4.87	4.90	4.91
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	1.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.21	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52
2.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.17	1.62	1.81	1.91	1.98	2.03	2.06	2.10	2.16	2.19	2.22	2.23
2.05	0.00	0.00	0.00	0.26	0.94	1.37	1.56	1.66	1.73	1.77	1.80	1.85	1.91	1.94	1.96	1.98
2.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.74	1.16	1.34	1.44	1.50	1.54	1.58	1.62	1.68	1.71	1.73	1.75

Apéndice D. Tabla para estimar el lote de defectuosos. Extraído de <https://prezi.com/io8or-yc7r9f/planes-de-muestreo-por-military-standard-mlt-std-414/>