UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN-MANAGUA

"2023: Seguiremos Avanzando en Victorias Educativas"

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO

FAREM-CARAZO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLOGÍA Y SALUD

Mejora de procesos productivos bajo la metodología DMAIC en la industria San Francisco S.A, ubicada en el kilómetro 35 ½, carretera panamericana sur, durante Agosto y noviembre del año 2023.

Proyecto de graduación Para optar al título de

Ingeniero Industrial

Autores:	No de carnet
Br: Cano Guevara Juan Francisco	19906170
Br: García Quintero Jhon Alexander	19906070
Br: Lara Morales Saudiel de Jesús	19906169

Tutor: Mtro. Juan José Villavicencio Navarro.

Jinotepe-Diciembre 2023

¡A la libertad por la Universidad!

Carta aval del Docente (tutor)

VALORACION DEL DOCENTE
FACULTAD REGIONAL

MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO

Jinotepe, 14 de diciembre de 2023

Mtro. Oscar Ramón Fletes Calderón.
Director Dpto. de Ciencia Tecnologíay
Salud FAREM-CARAZO

Su
despacho
Estimado
Maestro:
Reciba los más cordiales saludos y deseos de nuestros éxitos en el desarrollo de sus

funciones. Sirva lo presente para informarle que los bachilleres:

Carnet:	Nombre y Apellidos
19906170	Juan Francisco Cano Guevara
19906070	Jhon Alexander García Quintero
18906169	Saudiel de Jesús Lara Morales

Que han cursado bajo mi tutoría el proyecto de Graduación de la carrera de Ingeniería Industrial, en la FAREM Carazo, durante el segundo semestre del año académico 2023, que lleva por tema: Mejora de procesos productivos bajo la metodología DMAIC en la Industria San Francisco S.A, ubicada en el kilómetro 35 ½, carretera panamericana sur , durante Agosto y noviembre del año 2023.

Estando preparados para realizar defensa del mismo, ante Tribunal Examinador, a como lo establece la Normativa para las modalidades de Graduación como formas de culminación de estudios de la UNAN-Managua.

Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme de usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente:

MSc. Juan José Villavicencio Navarro.
Tutor

I. Dedicatoria.

Dedicamos este trabajo en primera instancia a Dios nuestro padre celestial, a nuestros padres/tutores y a nuestros(as) docentes, quienes han sido el faro en este largo proceso, les dedicamos este proyecto de graduación. A su presencia incondicional, apoyo constante y sacrificio incansable, han sido la base de este logro. A nuestros amigos, quienes han compartido risas y desafíos a lo largo de esta travesía, les agradecemos por enriquecer nuestras vidas con su amistad. A nuestros profesores, mentores y guías, cuyos conocimientos y consejos han moldeado nuestras mentes y carácter, les estamos profundamente agradecidos. También queremos reconocer a todos aquellos que de una forma u otra formaron parte de este viaje, porque cada interacción, cada lección, y cada obstáculo han contribuido a nuestro crecimiento en todos los sentidos y aspectos. Este proyecto es el resultado de nuestro esfuerzo y dedicación compartidos, y representa el comienzo de un nuevo capítulo en nuestras vidas. ¡Gracias a todos por ser parte de este emocionante viaje de graduación!"

II. Agradecimientos.

"Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a nuestras familias por su apoyo inquebrantable a lo largo de este viaje. Sus palabras de aliento, su voluntad de apoyo y amor incondicional fueron rayos de esperanzas cuando el camino de puso oscuro."

"Agradecemos a nuestros profesores y asesores por su orientación experta y sabios consejos. Su dedicación a la enseñanza ha sido fundamental para nuestro crecimiento profesional y gracias a ellos estamos preparados para esta nueva etapa.

"A nuestros amigos y compañeros de clase merecen un agradecimiento, en especial al grupo “MAJO S.A”. Sus debates, ideas y colaboración hicieron que este proyecto fuera enriquecedor y divertido, además de ser un alivio cuando la carga se volvió pesada."

"No podemos olvidar mencionar a las fuentes y bibliotecarios que facilitaron todo acceso a la información necesaria. Sus recursos fueron invaluables."

"Por último, pero no menos importante, agradecemos a nosotros mismos por la determinación y esfuerzo que invertimos, no solo en este proyecto, si no en este largo proceso. Esta experiencia nos ha hecho crecer de maneras que nunca imaginamos."

III. Resumen Ejecutivo

Este proyecto tiene como objetivo principal mejorar el proceso de elaboración de alimento estrujado para caninos en Industrias San Francisco S.A. Se enfoca especialmente en la problemática de contaminación que afecta aproximadamente al 5% de la producción promedio. Para abordar esta cuestión, se implementa la metodología Lean Manufacturing, utilizando el enfoque DMAIC, que consta de las siguientes fases:

1. Definir: En esta etapa, se identifica claramente el problema, que es la presencia de contaminantes en el alimento durante su elaboración. Se establecen objetivos precisos y se consideran aspectos esenciales para la ejecución del proyecto.

2. Medir: La fase de Medir se concentra en cuantificar el tamaño e impacto del problema en las operaciones de la empresa. Se recopilan datos detallados que servirán como base para tomar decisiones informadas.

3. Analizar: Durante esta etapa, se busca identificar la causa raíz de la contaminación. Se utilizan herramientas específicas de análisis de datos para comprender en profundidad los factores que contribuyen al problema.

4. Mejorar: En la fase de Mejorar, se implementan acciones correctivas basadas en los hallazgos de la etapa de Analizar. Se introducen mejoras específicas en el proceso de producción con el objetivo de reducir significativamente el riesgo de contaminación.

5. Controlar: Finalmente, en la etapa de Controlar, se establecen mecanismos para monitorear y mantener las mejoras implementadas. Se asegura que los resultados perduren a lo largo del tiempo, evitando la recurrencia del problema inicial.

Es crucial destacar que cada fase se apoya en herramientas y enfoques propios de la ingeniería industrial, garantizando un abordaje técnico y meticuloso para resolver la problemática identificada en el proceso de producción de alimento estrujado para caninos.

Contenido

I.Dedicatoria. ii

II.Agradecimientos.....ii

III.Resumen Ejecutivo 3

Contenido 0

A.Desarrollo del Proyecto 1

1.Generalidades del proyecto 2

a)Contexto del proyecto.....2

b)Objetivos generales y específicos.....3

c) Justificación.....4

d) Visión de la empresa 5

e) Misión de la empresa 5

f) Valores características comerciales y operacionales de la empresa 5

g) Articulación entre planes, programas y proyectos 7

h) Ciclo de vida del proyecto. 8

i) Resultados esperados.....8

B. Metodología de desarrollo 10

2.Descripción de la metodología utilizada (DMAIC) 10

a) Definir.....12

▪Project chárter 17

•SIPOC 18

▪Diagrama de recorrido 19

b.Medir ……...21

▪Análisis del sistema de Medición.....32
▪Mapa de proceso.....25
▪Línea base ……..27
▪Cartas de control 28
▪Cartas de control en Minitab 29
▪Carta Individual 30
▪Carta P Normalizada 32
▪Carta P con Límites Fijos 34
▪Carta Con Limites Variables.....37
c. Analizar 41
▪Diagrama Ishikawa 41
▪"5 por que".....44
▪AMFE 45
▪Regresión.....50
d.Mejorar 52
▪Rediseño de Partes Clave en Maquinaria de Producción.....52
▪POES 55
e. Controlar 56
2. Factibilidad del Proyecto 59
a) Factibilidad técnica.....59
b) Factibilidad económica.....60
▪Presupuesto.....61
3.Resultados y Conclusiones 63
▪Logros alcanzados. 63
▪Lecciones aprendidas. 65

▪**Conclusiones generales. 67**

4.Recomendaciones.....68

▪**Posibles líneas de investigación relacionadas.....70**

Bibliografía 72

Anexos 73

POES
……..76

A. Desarrollo del Proyecto

En la actualidad, la industria dedicada a la elaboración de alimentos estrujados para caninos ha experimentado un notorio crecimiento, un fenómeno atribuible a diversos factores que van desde la creciente demanda de productos de alta calidad hasta la necesidad de satisfacer las exigencias nutricionales de nuestras mascotas, todo ello en consonancia con las distintas capacidades económicas de quienes optan por estos productos. En este contexto, resulta imperativo que las empresas involucradas en la producción de alimentos para caninos no solo se adapten a este auge, sino que también busquen de manera constante la mejora de sus procesos de fabricación, procurando mantenerse competitivas en un mercado donde los estándares de calidad son cada vez más exigentes. Este proyecto se embarca en la empresa Industrias San Francisco S.A., destacada por su compromiso con la producción y comercialización de alimentos estrujados para caninos, para abordar una problemática específica que afecta la pureza y calidad de sus productos. La iniciativa se enmarca en el concepto de mejora continua, una filosofía respaldada por la metodología Lean Manufacturing, específicamente la aplicación de DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

La esencia de este proyecto va más allá de la mera eficiencia operativa y rentabilidad. Se trata de garantizar la seguridad y calidad de los alimentos que llegan a convertirse en la dieta cotidiana de nuestros queridos compañeros peludos. En un mercado donde la competencia es intensa, la excelencia en la elaboración de estos productos es esencial no solo para el éxito empresarial, sino también para el bienestar y la salud de las mascotas que confían en estos alimentos.

A lo largo de este trabajo, nos sumergiremos en un análisis detallado, explorando cada fase de la metodología DMAIC. Desde la definición precisa del problema hasta la implementación de mejoras concretas en el proceso de producción, este proyecto se enfoca en la identificación de áreas clave para la optimización, con el objetivo final de elevar los estándares de calidad y seguridad en la elaboración de alimentos estrujados para caninos. En última instancia, este es un testimonio de nuestro compromiso con la mejora continua, la excelencia y, sobre todo, el cuidado de aquellos que llenan nuestras vidas de alegría y lealtad: nuestras adorables mascotas.

1. Generalidades del proyecto

a) Contexto del proyecto.

La dinámica del mercado de alimentos para mascotas ha experimentado un notable crecimiento en respuesta a la creciente demanda de productos que no solo satisfacen las necesidades nutricionales de las mascotas, sino que también cumplen con estándares de calidad cada vez más rigurosos. Este contexto competitivo impone a las empresas del sector la necesidad de mantener altos niveles de calidad y adherirse a estrictas normativas que garanticen la inocuidad de los alimentos producidos. En este escenario, surge la iniciativa de llevar a cabo un proyecto de mejora continua, enmarcado en la metodología DMAIC del Lean Manufacturing, en la empresa Industrias San Francisco S.A. Este proyecto tiene como objetivo primordial la reducción del 5% promedio de alimento expuesto a contaminación durante el proceso de fabricación de alimentos estrujados para caninos. La contaminación en este contexto no solo amenaza la calidad del producto, sino que también representa un riesgo para la salud de las mascotas, generando una necesidad urgente de abordar y solucionar este problema. No obstante, es crucial reconocer las limitaciones que impactan el desarrollo eficiente del proyecto. La ausencia de un trabajo estándar y la falta de datos históricos del proceso constituyen obstáculos significativos que requieren una atención especial. La carencia de un trabajo estándar impide la uniformidad y consistencia en la ejecución de las tareas, mientras que la falta de datos históricos limita la capacidad de realizar un análisis retrospectivo para identificar patrones y tendencias relevantes. Además, el cumplimiento de las normativas y leyes establecidas para el sector de alimentos para mascotas se presenta como un aspecto crítico. La no conformidad con estas regulaciones no solo conlleva graves amonestaciones, sino que en el peor de los casos podría resultar en el cierre de la empresa. La seguridad y calidad de los alimentos son elementos no negociables en este entorno, donde la confianza del consumidor y el cumplimiento normativo son pilares fundamentales.

b) Objetivos generales y específicos.

Objetivo general

1. Realizar un proyecto de mejora de procesos productivos en la empresa San Francisco S.A bajo la metodología de lean, a través de la herramienta DMAIC, durante de agosto a noviembre del año 2023.

Objetivos específicos.

1. Utilizar las herramientas de la etapa "DEFINIR" del DMAIC para la delimitación del problema en estudio.
2. Ejecutar la fase "MEDIR" del DMAIC, mediante la recolección de datos del proceso.
3. Ejecutar la fase "ANALIZAR" del DMAIC para la identificación de la causa raíz del problema.
4. Establecer un sistema de mejoramiento del proceso productivo.
5. Aplicar un sistema de control y monitoreo en el proceso productivo.

2. Justificación

En el actual escenario que enfrenta Industrias San Francisco S.A., la empresa se encuentra ante desafíos sustanciales que demandan respuestas innovadoras y eficaces. En este contexto, se ha identificado de manera crítica la necesidad de reducir el porcentaje de alimento canino expuesto a contaminación, una iniciativa que conlleva una serie de beneficios estratégicos y operativos fundamentales:

Seguridad Alimentaria: La reducción de alimento canino expuesto a contaminación se erige como una medida esencial para garantizar la seguridad alimentaria. La prevención de la presencia de agentes patógenos o sustancias nocivas en el alimento resulta imperativa, no solo para resguardar la salud de las mascotas, sino también para fortalecer la confianza del consumidor en la calidad y seguridad de los productos ofrecidos por la empresa.

Cumplimiento de Normativas: La mejora continua en el proceso de elaboración no solo eleva los estándares internos de calidad, sino que también asegura el cumplimiento riguroso de las normativas y requisitos establecidos por las autoridades sanitarias. Esta conformidad no solo es esencial para evitar sanciones regulatorias, sino que también fortalece la reputación de la empresa como un actor comprometido con la integridad y la legalidad en sus operaciones.

Eficiencia Operativa: La optimización del proceso de fabricación no solo se traduce en una reducción del 5% promedio de alimento expuesto a contaminación, sino que tambiénconlleva mejoras sustanciales en la eficiencia operativa. La disminución de costos y desperdicios contribuye a una gestión más eficaz de los recursos, impactando positivamente en la rentabilidad y sostenibilidad financiera de la empresa.

Competitividad: Mantener altos estándares de calidad posiciona a Industrias San Francisco S.A. en una posición más competitiva en un mercado donde la excelencia y la calidad son diferenciadores clave. La mejora continua no solo responde a las expectativas del consumidor, sino que también coloca a la empresa como líder en un sector donde la calidad es un elemento esencial para la fidelización de clientes y la conquista de nuevos mercados.

Responsabilidad Social-Empresarial: Adoptar buenas prácticas de manufactura como parte de este proyecto no solo contribuye a la permanencia en el mercado, sino que también refuerza la responsabilidad social-empresarial de la compañía. La implementación de medidas que garanticen la seguridad y calidad de los productos demuestra un compromiso palpable con el bienestar de las mascotas y la satisfacción de los consumidores finales.

3. Visión de la empresa

Consolidarnos en el mercado nacional de alimentos balanceados y materias primas como una opción viable, con verdadera nutrición animal; generando confianza y sobre todo satisfacción a nuestros clientes (pequeños y medianos productores) respetando los estándares y normas de control en nuestros procesos y "*productos"*.

4. Misión de la empresa

Proveer a nuestros clientes alimentos balanceados y materias primas de calidad a través de una comercialización y abastecimiento permanente que genera bienestar económico y financiero a todos nuestros clientes; trabajando con responsabilidad y lealtad, con valores y principios; porque nuestro compromiso es servir a nuestros "*clientes"*.

5. Valores características comerciales y operacionales de la empresa

1. Compromiso, a través de su política ambiental enfocada al cumplimiento de la legislación ambiental y social nacional.
2. Responsabilidad con el medio ambiente a través del uso sostenible de los recursos naturales.
3. Respeto a los colaboradores mediante la garantía de un entorno de trabajo que no ponga en riesgo la integridad física.
4. Creatividad, a través de la creación de sistemas, programas y técnicas de prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
5. Ética profesional, a través de la aplicación de los principios éticos del sector en el cual se desarrolla.
6. Solidaridad, a través del acompañamiento a los colaboradores en caso de accidentes u otros problemas.

7. Gratitud, a través de los incentivos otorgados por cumplimiento de metas.
8. Empatía, a través de la capacitación y seguimiento de los nuevos colaboradores.
9.

Características comerciales

San Francisco S.A, una empresa manufacturera dedicada a la elaboración de alimento estrujado para caninos, esta presenta una serie de características comerciales y operacionales que la distinguen en el mercado.

Variedad de Productos: San Francisco S.A ofrece una amplia gama de alimentos para animales, adaptados a diferentes edades, tamaños y necesidades nutricionales. Esto permite atraer a un público diverso de dueños de mascotas.

Calidad Garantizada: la empresa se enorgullece de ofrecer productos de alta calidad, utilizando ingredientes seleccionados y procesos de fabricación que cumplen con estándares rigurosos de seguridad alimentaria.

Marcado Enfoque en la Salud Canina: la empresa se posiciona como una aliada en el bienestar de las mascotas, promoviendo la salud, la vitalidad y la longevidad de los perros a través de sus alimentos.

Estrategias de Marketing Efectivas: la empresa utiliza estrategias de marketing sólidas, que incluyen campañas publicitarias, presencia en redes sociales y colaboraciones con veterinarios y expertos en salud animal.

Características Operacionales.

Control de Calidad: la empresa aplica un control de calidad para asegurar las características físicas de las croquetas.

Compromiso Ambiental: la empresa demuestra responsabilidad ambiental al reducir residuos y minimizar su huella ecológica en la fabricación de productos.

6. Articulación entre planes, programas y proyectos

No existe evidencia clara de un plan o programa de articulación para este sector industrial, pero existe un plan nacional de producción, consumo y comercio que publica el MIFIC en el cual detalla algunos aspectos relevantes para aquellos productos de consumo animal, cabe destacar que este plan nacional está orientado al tipo de negocio familiar pequeño y mediano, se puede optar por el seguimiento de dicho plan que enfatiza lo siguiente:

1. Disposición de suministros y alimentos adecuados para satisfacer las necesidades del hato animal.
2. Promover la alimentación con recursos locales con el fin de disminuir los costos de producción.
3. Adopción de tecnologías para la elaboración de alimentos balanceados y la conservación del forraje.

Seguidamente podemos encontrar en dicho plan en la página 109 del documento "Plan Nacional de producción, consumo y comercio" el apartado servicio de apoyo a la producción que enfatiza:

1. Fomentar la calidad e inocuidad de la producción de alimentos de consumo animal.
2. Aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM).
3. Promover la implementación de tecnologías y prácticas de conservación y elaboración de alimentos balanceados.
4. Fortalecer el sistema de vigilancia de alimentos para animales.

Aunque este plan nacional no está orientado a grandes empresas de capital privado, se puede seguir algunos de los acápites descritos con el fin de producir productos de alta calidad e inocuos.

Otro aspecto relevante a tomar en cuenta es el plan de articulación interno en "Industria San Francisco S.A", en lo cual el único registro que se encontró está relacionado con auditoras internas y en ocasiones externas, aunque no se puede dar veracidad de las mismas. Más allá de eso no existe un plan estratégico que fomente el crecimiento de la empresa o la mejora de la calidad de los productos que ofertan.

7. Ciclo de vida del proyecto.

Según Ben Aston, 2023, el ciclo de vida de un proyecto describe las fases de un proyecto desde el establecimiento de lo que se debe hacer hasta su cierre.

El ciclo de vida del proyecto en Industrias San Francisco S.A., centrado en la mejora continua del proceso de elaboración de alimentos caninos, sigue una serie de fases claves que reflejan la metodología DMAIC del Lean Manufacturing. Estas fases son cruciales para el desarrollo, implementación y sostenibilidad de las mejoras propuestas. A continuación, se detallan las etapas del ciclo de vida del proyecto:

8. Resultados esperados

Proyecto de Mejora Continua en Industrias San Francisco S.A. La implementación del proyecto de mejora continua en Industrias San Francisco S.A. busca alcanzar una serie de resultados estratégicos y operativos que fortalezcan la posición de la empresa en el competitivo mercado de alimentos para caninos. A través de la metodología DMAIC del Lean Manufacturing y la articulación con planes nacionales y programas específicos, se persiguen los siguientes objetivos:

- Reducción Sustancial de Contaminación:
    a) Resultado Esperado: Lograr una disminución significativa, específicamente el 5% promedio, de alimento canino expuesto a contaminación durante el proceso de fabricación.
    b) Impacto: Mejorar la seguridad alimentaria y garantizar productos de alta calidad para las mascotas, fortaleciendo la confianza del consumidor.
- Eficiencia Operativa y Reducción de Costos
    a) Resultado Esperado: Implementar mejoras operativas que reduzcan costos y desperdicios en el proceso de producción, en línea con la promoción de la alimentación con recursos locales.
    b) Impacto: Aumentar la eficiencia operativa, mejorar la rentabilidad y mantener precios competitivos en el mercado.
- Cumplimiento de Normativas y Buenas Prácticas de Manufactura:
    a) Resultado Esperado: Asegurar el cumplimiento riguroso de normativas y leyes

establecidas para el sector de alimentos para mascotas, incluyendo la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

b) Impacto: Evitar amonestaciones legales, fortalecer la reputación de la empresa y reforzar la responsabilidad social-empresarial.

- Adopción de Tecnologías Innovadoras:
  a) Resultado Esperado: Incorporar tecnologías avanzadas para la elaboración de alimentos balanceados y la conservación del forraje.
  b) Impacto: Mejorar la calidad del producto final, optimizar procesos de producción y mantenerse a la vanguardia en términos tecnológicos.
- Articulación con Planes Nacionales y Programas Específicos:
  a) Resultado Esperado: Integrar elementos clave de planes nacionales, como el "Plan Nacional de producción, consumo y comercio", para fortalecer la gestión interna y mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos para animales.
  b) Impacto: Alinear estratégicamente la operación de la empresa con las directrices nacionales, aprovechando buenas prácticas y enfoques eficaces.
- Desarrollo de un Plan Interno Estratégico:
  a) Resultado Esperado: Establecer un plan estratégico interno que fomente el crecimiento de la empresa y la mejora continua de la calidad de los productos.
  b) Impacto: Potenciar la dirección a largo plazo de la empresa, promover la innovación y garantizar la sostenibilidad en un mercado dinámico.

La consecución de estos resultados no solo contribuirá a la excelencia en la elaboración de alimentos para caninos, sino que también fortalecerá la posición competitiva de Industrias San Francisco S.A. en un mercado que demanda calidad, innovación y compromiso con la seguridad alimentaria.

B. Metodología de desarrollo

2. Descripción de la metodología utilizada (DMAIC)

(González, 2020) Expresa que la fase más importante de cualquier proyecto Lean Six Sigma, la definición establece cuál es la situación actual y marca claramente los objetivos que se quieren conseguir.

Definir.

Para que la definición sea útil y pragmática, se deben establecer unas métricas que sirvan para cuantificar el estado actual de los procesos. Estas métricas son necesarias para hacer un seguimiento de la evolución de la mejora del proceso y el grado de avance hacia los objetivos. Esos objetivos deben estar asociados con un valor para cada una de las métricas, de tal forma que el equipo de trabajo disponga de una referencia con la que comparar el estado de los procesos en todo momento.

Una vez que se tienen claros la situación actual, el problema que genera dicha situación y los objetivos que se quieren conseguir, se debe definir el proyecto como tal. La definición del proyecto incluye, entre otros, alcance, cronograma, presupuesto, equipo de trabajo y stakeholders.

Medición:

La fase de medición permite conocer de forma más detallada los procesos incluidos en el alcance del proyecto. La medición nos proporciona información sobre el rendimiento del proceso, sus entradas y salidas y las expectativas del cliente.

Aquí queremos refinar la comprensión del proceso y determinar la estabilidad y capacidad. La capacidad se refiere al grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas. La estabilidad de un proceso es la consistencia respecto a una dimensión clave o la variación de esa dimensión.

Uno de los entregables más importantes que se genera en esta fase es el value stream map, que representa el flujo que sigue la cadena de valor desde que el cliente hace un pedido hasta que se le entrega el producto o servicio final.

Análisis:

La fase de análisis permite investigar las relaciones entre el rendimiento del proceso y las entradas gracias a los datos recolectados en la fase de medición. Aquí es donde se establecen las hipótesis de mejora y se crea el plan de mejora basados en la lista de factores con sus respectivos impactos.

Esta es la fase más intensa en cuanto a cálculos estadísticos y la que permite identificar y confirmar las correlaciones entre las variables que se consideran en las distintas hipótesis.

Mejora:

La mejora verifica el trabajo realizado en la fase de análisis a través de las propuestas de acción y la realización de estas propuestas. Se diseña, se prueba y se implementa la solución propuesta.

Con la solución implementada se hace un nuevo análisis de stakeholders, un business case y una evaluación de riesgos, así como un cálculo de la nueva capacidad y sigma de los procesos del proyecto.

En esta fase se actualiza el value stream map para que refleje el estado futuro del proceso y sus elementos relacionados.

Control:

Esta fase es clave para el mantenimiento del trabajo realizado en todas las fases anteriores. Se encarga de establecer controles lo más automatizados posible para que la mejora del proceso perdure en el tiempo. El sistema de control también debe tener en cuenta un plan de mitigación y una estructura de reporting específica para gestionar los riesgos y reaccionar de forma eficiente ante un incidente en un proceso

a) Definir

La definición del problema es muy importante ya que, si no hay una definición bien clara, el proyecto podría salirse de control, es por ello que se realizó un sondeo de los datos de la industria para poder tener claro las etapas del proceso y el posible problema a atacar. En Industrias San Francisco S.A utilizan las siguientes materias primas para la elaboración de Perrazo.

Costos de producción – Tabla brindada por Gerencia

Precios en Córdobas	Materias primas	Para un quintal de Perrazo
C$ 2,008.84	Bicarbonato de sodio	C$ -
C$ 475.00	Melaza	C$ -
C$ 35.00	Calcio pallaste	C$ -
C$ 7,735.90	DL Methionina	C$ -
C$ 9,905.00	Premix ponedora	C$ -
C$ 8,650.90	Fungicap	C$ 17.30
C$ 7,994.58	Celmanax	C$ -
C$ 320.00	Sal	C$ -
C$ 2,013.00	Grasa de pollo	C$ -
C$ 1,207.80	Harina de carne y hueso	C$ 392.54
C$ 720.35	Maíz amarillo a granel	C$ 234.83
C$ 933.30	Harina de maní	C$ -
C$ 1,034.78	Soya 48%	C$ 58.98
C$ 475.80	Harina de yuca	C$ 130.85
C$ 366.00	Harina de coco	C$ -
	Costo de materias primas	**C$ 895.03**
	Costos indirectos	**C$ 15.84**
	Mano de obra directa	C$ 3.04
	Material de empaque	C$ 32.40
	Costo total de producción	**C$ 946.31**
	Margen sugerido 7%	C$ 66.24
	Operaciones	C$ 113.71
	Precio sugerido	**C$ 1,126.26**
	Precio anterior	C$ 908.55
	Precio de venta actual	**C$ 1,055.78**

Los datos de venta de "Industrias San Francisco S.A. son muy relevantes porque demuestran que hay una reducción, lo cual ocasiona pérdida de clientes e ingresos que en algún momento esto puede llegar a convertirse en un problema significativo de no rentabilidad.

Industria San Francisco S.A.				
Tipo de concentrado	jul-22	jul-23	ago-22	ago-23
Mascotas				
Alimento para perro (Natural)/50 lbs	0.00	0.00	2.00	0.00
Alimento para perro (Perrazo de 1 lb)	66.50	76.00	47.50	236.50
Perrazo a color 50 lb	1,535.50	735.50	1,448.50	885.00
Alimento Blue Ribbon 50 lb (Distribuidores)	692.50	433.00	493.00	503.00
Alimento Blue Ribbon 50 lb (Wall Mart - S.F.)	0.00	0.00	0.00	0.00
Alimento para perro - Perrazo 66 lb	0.00	273.90	384.50	304.92
Sub total	2,294.50	1,518.40	2,375.50	1,929.42

Historial de producción – Datos brindado por Gerencia

Lapso de tiempo	Variación	Porcentaje de reducción	Promedio
De jul-22 a jul-23	-776.10	33.82%	1,906.45
De ago-22 a ago-24	-446.08	18.78%	2,152.46

Historial de producción – Creación propia

Leyes y normas establecidas para la inocuidad de alimentos para animales.

1. Ley N.º 274. Ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias toxicas,peligrosas y otras similares
2. RTCA 65.05.52:11. Productos utilizados en la alimentación animal y establecimientos. Requisitos de registro sanitario y control
3. RTCA 65.05.63:11. Productos utilizados en alimentación animal. Buenas prácticas de manufactura:

- **Informe.**

Los respectivos Comités de Reglamentación Técnica de los países centroamericanos o sus sucesores, son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de Reglamentos Técnicos.

Están conformados por representantes de los sectores Académico, Consumidor, Empresa Privada Y Gobierno. Este documento fue aprobado como Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 65.05.63:11, Productos Utilizados en Alimentación Animal. Buenas Prácticas de Manufactura. Por el Subgrupo de Insumos Agropecuarios y Subgrupo de Medidas de Normalización. La oficialización de este reglamento técnico, conlleva la aprobación por el Consejo de ministros de Integración Económica (COMIECO).**Miembros participantes del subgrupo.**

Por Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Por El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Por Nicaragua: Ministerio Agropecuario yForestal. Por Honduras: secretaria de Agricultura y Ganadería. Por Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Objeto.

Establecer las disposiciones generales sobre buenas prácticas de manufactura e higiene de los productos utilizados en alimentación animal, con el fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad.

Ámbito de aplicación.

Estas disposiciones serán aplicadas a la industria de alimentos para animales, en los procesos de comercialización, recepción y manejo de materias primas y otros ingredientes; elaboración (molienda, agregado, mezclado, pale tizado, estrujado, blanqueo o flushing, empaque) y las etapas de manejo, almacenamiento, etiquetado y distribución de productos terminados.

Y más enunciados de esta ley que la puede encontrar aquí: http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/d1cb68056a707f0506257bac00676511

En resumen, inicialmente se identificó el norte del problema de mayor impacto. Resulta que, en el proceso productivo se presentan una serie de circunstancias que resulta en croquetas y pienso en polvo expuesta a contaminación, lo cual puede llegar a repercutir en el futuro

financiero de la organización, ya que, con las normas y regulaciones para la industria de alimentos para animales, esta clase de eventos pueden ocasionar, sanciones y en el peor de los casos el cierre de la empresa.

En el Gemba, se observó que la proporción de alimento para canino expuesto a agentes contaminantes es de un 5.70% en el cual genera vistas negativas para el proceso, siendo una empresa de esta índole.

	Alimento para canino
Producción al mes (días)	14.00

Quintales procesados							
	Año			Mes		Dia	
	Producción general	Expuesto a contaminación	Proporción	Producción general	Expuesto a contaminación	Producción general	Expuesto a contaminación
Alimento para canino	24,353.46	1,350.56	5.55%	2,029.46	112.55	144.96	8.04

Tabla de datos de producción – Creación propia

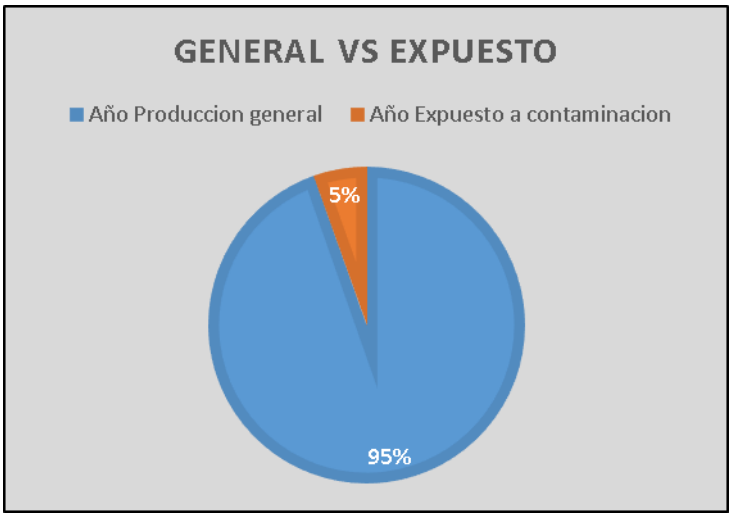


Gráfico de material General y Expuesto - Creación Propia

Se puede observar que la cantidad de alimento para canino expuesta a contaminación es muy significativa, a como se muestra en la imagen las pérdidas que se generan al tener este tipo de alimentos expuestos son, anualmente, de C$ 1, 313, 242.62 en términos monetarios.

Costo de producción quintal	C$	946.31
Precio de venta	C$	1,126.26

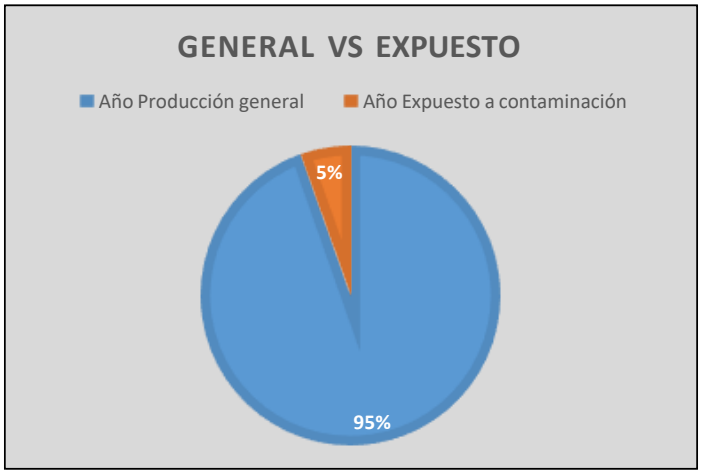
Costos de producción

	Año		Mes		Dia	
	Producción general	Expuesto a contaminación	Producción general	Expuesto a contaminación	Producción general	Expuesto a contaminación
Alimento para canino	C$ 23,045,922.73	C$ 1,278,052.21	C$ 1,920,493.56	C$ 106,504.35	C$ 137,178.11	C$ 7,607.45

Costos de producción – Creación Propia

HISTORIA DEL PROBLEMA

Producción anual de alimento estrujado para canino



Gráfica del comportamiento del problema

- **Project chárter**

CHARTER

Nombre del proyecto	**Reducción de quintales de pienso en polvo sobre producidos**				
Fecha de inicio de ejecución	12-ago-23	**Fecha fin estimada**	29-nov-23	**EBITDA**	$177,763.28
Planteamiento del problema	De enero a julio del 2023, el área de producción presenta exposición a agentes externos contaminantes del 5.70% de los quintales procesados del alimento extrusado para caninos, volviendo vulnerable a pérdidas a la empresa, mismas que ascienden hasta los C$ 887,301.63 para estos meses, que de no tomar acciones al final del año tendría un impacto anual de C$ 1,521,088.50.				
Síntomas detallados	Exposición a agentes externos contaminantes, el encargado de gestión de calidad (Concentrados San Francisco S.A) expresa la presencia excesiva de alimento para caninos extrusado que se encuentra expuesto a agentes externos que podrían afectar la integridad e inocuidad del producto ("Alimento para canino"), llegando a tener una media de 8.04 quintales (804 lb) de producto en condiciones que lo vuelve vulnerable a ser contaminado por día de producción y en los días posteriores a estos.				
Descripción del objetivo	Reducir el porcentaje de alimento para canino expuesto a agentes externos contaminantes del 5.55% al 0.6% en la producción mensual, disminuyendo el impacto por posibles desechos de materia prima, lo cual permitiría un ahorro de C$ 177,763,28.				
Clientes principales	Veterinarias, agro servicios, pulperías, distribuidoras, abarrotería				
Alcance	Dentro: Proceso productivo del alimento extrusado paracaninos.		Fuera:		
Equipo de trabajo	**Recurso**	**Cargo**	**Nombres y apellidos**	**% Tiempo semana**	
	Patrocinador	Encargado de planta	Cristhian Hernández	-	
	Líder	Tutores	Juan Villavicencio	-	
	Dueño del proceso	Encargado de planta	Cristhian Hernández	-	
	Equipo de trabajo	Practicantes	Juan Cano, Jhon García, Saudiel Lara	-	
Beneficios del proyecto					
Tangibles	Ahorros económicos (C$ 177, 763.28) al evitar posibles pérdidas de materia prima.				
Intangibles	Aumento en la competitividad de la organización, aumento relativo en la calidad del producto terminado, disminución de riesgos laborales y aumento en la satisfacción y comodidad interna de los colaboradores.				

Puntos de atención / riesgos del proyecto	**Factores Críticos de Éxito / Supuestos claves**
1. Método de medición y/o análisis inadecuados o insuficientes 2. Desinterés por parte de los dueños del proceso 3. Inaccesibilidad a información vital 4. Planteamiento poco tractivo para los dueños del proceso 5. Alargamiento incontrolado del proyecto	1. Ley N. ª 291. Ley básica de la salud animal y sanidad vegetal 2. Reglamento a la ley N.º 291 3. Ley N. ª 274. Ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias toxicas, peligrosas y otras similares 4. RTCA 65.05.52:11. Productos utilizados en la alimentación animal y establecimientos. Requisitos de registro sanitario y control 5. RTCA 65.05.63:11. Productos utilizados en alimentación animal. Buenas prácticas de manufactura

Firmas		
Patrocinador	Firma:	Fecha:
Líder	Firma:	Fecha:
Dueño del proceso	Firma:	Fecha:

Entregable 1

- **SIPOC**

S	*I*	*Q*	*P*	*O*	*Q*	*C*
Provee dor	Entr ada		Proce so	Sal ida		Cliente
Área de mezcla	Mezcla base para alimento canino	Presentación de 100 lb Humedad del 12%	Refinado de la harina	Mezcla base refinada para alimento canino.	-	Extrusado
Refinado de la harina	Mezcla base refinada para alimento canino.	-	Extrusado de la harina	Croquetas crudas cilíndricas de alimento para canino.	-	Horno 1
Extrusado de la harina	Croquetas crudas cilíndricas dealimento para canino.	-	Primera etapa de horneado delas croquetas	Croquetas cilíndricas de alimento paracanino semi horneadas (calientes)	-	Horno 2
Primera etapa de horneado de lascroquetas	Croquetas cilíndricas de alimento paracanino semi horneadas (calientes)	-	Segunda etapa de horneado delas croquetas	Croquetas cilíndricas de alimento paracanino horneadas (calientes)	Forma cilíndricade las croquetas (empíricamente)	Condimentador
Segunda etapa de horneado de las croquetas	Croquetas cilíndricas de alimento para canino horneadas (calientes)	Forma cilíndrica de las croquetas (empíricamente)	Condimentado de las croquetas	Croquetas cilíndricas para caninos condimentadas (calientes)	-	Área de enfriado
Condimentado de las croquetas	Croquetas cilíndricas para caninos condimentadas (calientes)	-	Enfriado de las croquetas	Croquetas con temperatura regulada.	Temperatura de 29ºC	Área de empacado
Enfriado de las croquetas	Croquetas con temperatura regulada.	Temperatura de 29ºC	Empacado de las croquetas en sacos	Sacos de alimento extrusado para caninos "Perrazo"		Bodega de producto terminado

SIPOC - Creación Propia

Visualización del flujo (VSM)

Según Team Asana, 20 de octubre 2022, el VSM (value stream map), es una forma de analizar el proceso actual del proceso productivo y desarrollar un estado futuro más eficiente. Dicho diagrama no se ajusta a todo tipo de procesos y solo se debe usar en ciertos escenarios donde se busque:

1. Mejorar un proceso de trabajo de extremo a extremo.
2. Identificar inventarios acumulados en el proceso.
3. Encontrar oportunidades para la optimización de procesos.
4. Aprender las complejidades inherentes de un proceso.
5. Para mostrar de forma visual el estado actual de los procesos.

Con lo antes mencionado podemos argumentar que no se puede realizar un VSM para el proceso de elaboración de alimento estrujado para canino ya que no existen tiempos de producción estipulados dado que la producción es por lote, no hay estándar de trabajo, la problemática no está directamente ligada al proceso si no a las maquinas utilizadas, el alimento expuesto a contaminación no se puede tomar como un inventario, hasta que exista un estándar de trabajo se puede mejorar el proceso y por ultimo por el enfoque del proyecto.

- ## Diagrama de recorrido

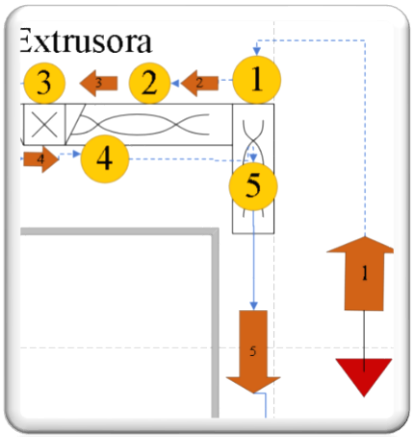
El diagrama de recorrido es una herramienta gráfica que se utiliza en la gestión de procesos y la mejora de la eficiencia en diversas áreas de una organización. Su importancia radica en que permite visualizar y analizar cómo las personas, materiales o información se desplazan dentro de un espacio físico o un flujo de trabajo.

Simbología del diagrama de recorrido - Creación Propia

Flujo actual en la elaboración del alimento para perros:

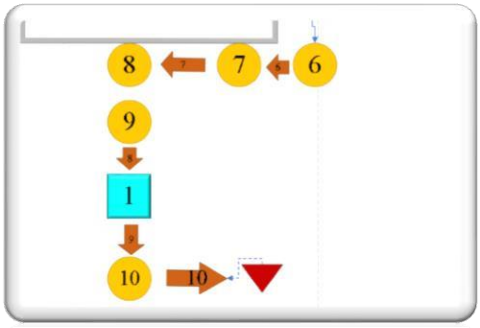
1. **Recepción de Materias Primas:** Inicia con la recepción de las materias primas necesarias para la elaboración de la comida para perros, como carne, granos, y otros ingredientes.

2. **Tamizado de los Ingredientes:** Los ingredientes se someten a un proceso de tamizado para garantizar la calidad y eliminar impurezas.
3. **Preparación y Molienda:** Después del tamizado, los ingredientes se preparan y muelen en la forma adecuada para crear la base de la comida.



Proceso productivo Parte 1 - Creación Propia

4. **Extrusado y Horneado**: La mezcla preparada se somete al proceso de extrusión y horneado para darle la forma y textura adecuadas.
5. **Condimentación:** Se agregan los condimentos y nutrientes necesarios para enriquecer la comida y hacerla más atractiva para los perros.
6. **Enfriamiento:** La comida pasa por un proceso de enfriamiento para evitar cualquier riesgo de contaminación y garantizar su conservación.



Proceso Productivo Parte 2 - Creación Propia

7. **Empacado y Pesaje**: Se empacan las porciones de comida en sacos y se verifica el peso de cada paquete para asegurar la consistencia y la precisión
8. **Costura y Preparación para Almacenamiento:** Se cierran los sacos de comida con costura y se preparan para el almacenamiento temporal.
9. **Almacenamiento Temporal:** Los sacos de comida esperan temporalmente antes de ser transportados al área de productos terminados.
10. **Transporte al área de Productos Terminados:** Finalmente, los sacos de comida se transportan al área de productos terminados, donde se almacenan hasta su distribución.

b. Medir

Se llevaron a cabo visitas a la empresa San Francisco con el objetivo de realizar un muestreo en las diversas áreas del proceso. Durante estas visitas, se tomaron muestras para evaluar la cantidad de alimentos expuestos y susceptibles a la contaminación. Este proceso de evaluación se llevó a cabo mediante visitas a la empresa y la colaboración activa del personal de producción. El enfoque principal fue registrar la cantidad de alimentos que estaban expuestos o en riesgo de contaminación, utilizando tanto la observación directa como la participación del personal para obtener una evaluación completa de la situación.

Etapa	13/09/2023	17/09/2023	22/09/2023	25/09/2023	29/09/2023	03/10/2023	06/10/2023	09/10/2023	12/10/2023	16/10/2023	03/11/2023	04/11/2023	05/11/2023	06/11/2023
Depósito del Extrusor	20.30	12.00	15.92	18.23	8.54	9.54	14.71	15.77	12.23	14.76	11.05	19.46	12.56	7.53
Suelo horno 1	183.30	208.55	178.10	152.19	229.18	180.37	199.59	175.35	236.54	196.07	205.35	169.44	247.28	195.95
Suelo horno 2	301.22	402.00	387.59	399.64	438.70	402.58	440.39	358.74	394.93	371.12	336.69	344.37	390.00	410.58
Depósito de horno 2	51.85	23.55	50.23	24.07	40.49	34.74	38.51	43.18	36.76	41.71	36.32	36.00	40.77	19.45
Depósito de la Condimentadora	74.05	62.15	76.46	50.29	68.12	61.69	63.16	55.07	60.75	72.82	59.97	48.30	60.96	57.68
Depósito del enfriador	60.60	70.45	56.22	75.30	53.20	66.11	77.31	55.52	68.54	58.89	16.00	9.59	21.92	18.00
Suelo Área de Empacado	66.45	68.05	67.98	66.20	69.07	66.90	65.86	65.86	69.33	69.33	65.79	65.45	68.67	67.32

Tabla de Muestreo -Creación Propia

- **Análisis del sistema de Medición.**

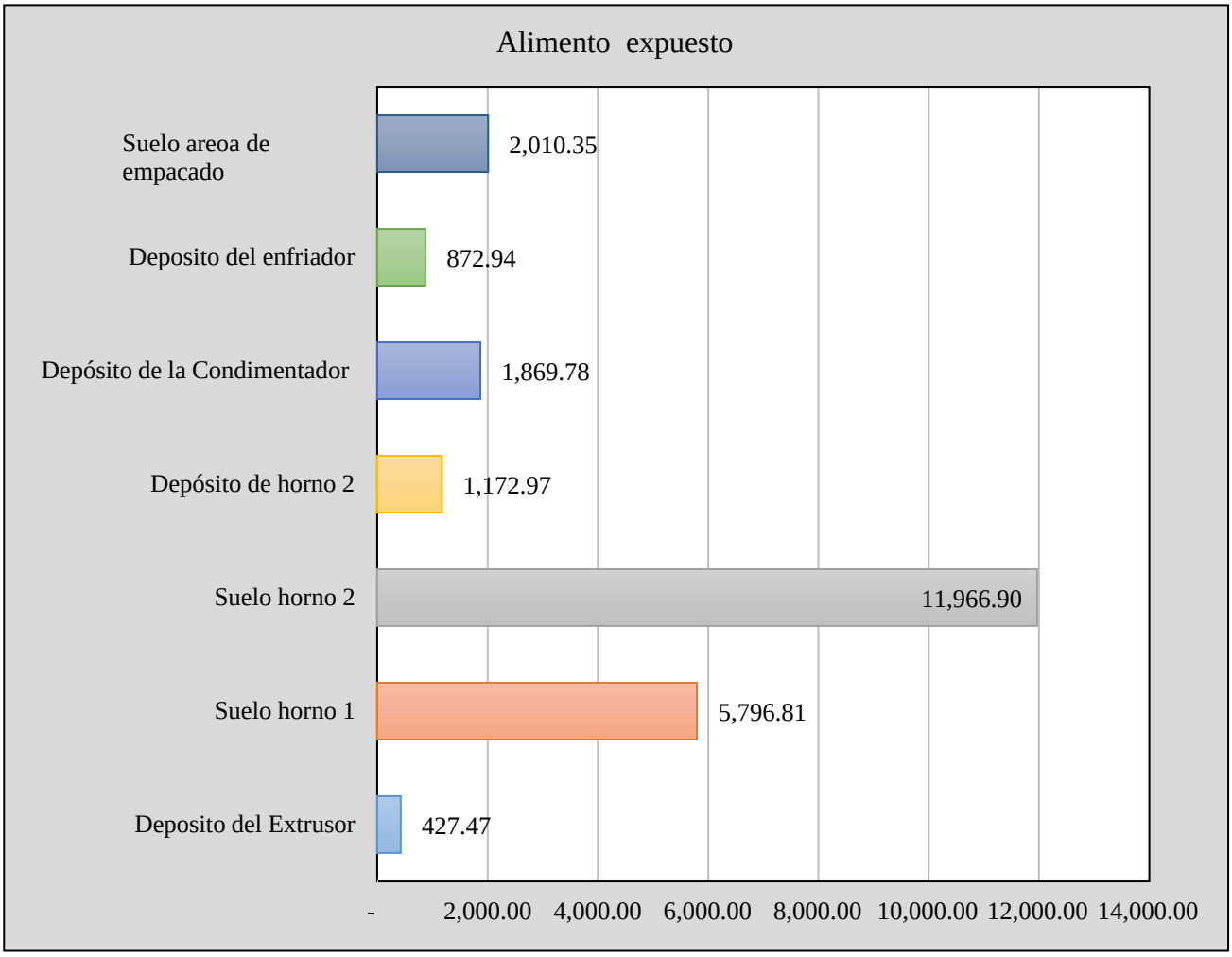


Gráfico de barras, del alimento expuesto recolectado - Creación Propia

- ## Capacidad del Proceso.

Según el libro “OEE for operators” de Robert C. Hansen, el OEE (overall Equipment Effectiveness) es una manera de monitorear y mejorar la eficiencia de los procesos de manufactura; atreves del cálculo de tres métricas: Disponibilidad, Desempeño y calidad. En este caso se utilizó el métrico de calidad para conocer la calidad de salida del proceso de elaboración de alimento estrujado para canino en la empresa San Francisco S.A.

El OEE para el métrico se obtiene a través de la división de las partes buenas entre el total de las mismas. El métrico de calidad por definición es el porcentaje de partes buenas del total de partes.

- ## Análisis del sistema de medición MSA.

Según TCM noticias un MSA o sistema de medición es una herramienta fundamental para realizar una buena recopilación de datos para aquellas empresas que buscan confiabilidad en sus mediciones, ya que permite conocer la calidad de las mediciones. Todo esto cabe cuando la empresa ya posee un estándar de trabajo y por ende busca un nivel de calidad de establecido. Dada las condiciones del proyecto se puede argumentar que no se establece el uso del MSA, también se puede agregar el hecho de que el proyecto tiene un enfoque en lean y no en Six sigma que es donde encajaría el uso del MSA, y por el tipo de producción no se podría aplicar fórmulas para conocer el tamaño de muestra a evaluar. Aunque se realizaron mediciones estas no tenían ninguna complejidad ya que lo que se buscaba conocer era la cantidad de alimento expuesta a contaminación lo cual solo se podía validar mediante limpieza y recolección del alimento para canino encontrado en áreas poco aisladas.

Objetivos del estudio: conocer la cantidad promedio en libras de alimento expuesto a contaminación.

Recolección y pesaje de las croquetas y el pienso a través de limpieza de las máquinas y sus complementos.

- **Estructura de trabajo.**

Las limpiezas se hacían una vez terminado el lote de producción.

Estaba involucrados entre a 4-6 personas, entre ellos personal de producción y los encargados del proyecto.

Se recolectaba todas las croquetas y se pesaban para luego registrar lo encontrado.

Se realizaba limpiezas solo en las partes de las maquinas donde el encargado podía acceder.

Se estableció un estándar de trabajo para llevar a cabo la limpieza.

Se utilizaron graficas de control para verificar si los datos seguían algún tipo de tendencia.

- **Descripción.**

Se llevaron a cabo visitas a la empresa San Francisco con el objetivo de realizar un muestreo en las diversas áreas del proceso una vez identificada la problemática de alimento expuesto a contaminación. Durante estas visitas, se tomaron muestras para evaluar la cantidad de alimentos expuestos y susceptibles a contaminación, cuyas muestras se obtuvieron a través de la realización de limpieza en las partes involucradas en el proceso de producción. Este proceso de recolección de datos se llevó a cabo mediante un registro en el cual de anotaba la cantidad de alimento encontrado, el are donde se encontró, nombre del encargado, etc.

Y la colaboración activa del personal de producción. El enfoque principal fue registrar la cantidad de alimento que estaba expuestos o en riesgo de contaminación, a través de la recolección y el pesaje del mismo.

Una vez se obtuvieron los datos necesarios se procedió a utilizar algunos diagramas para identificar el comportamiento de los datos. El primero que se utilizo fue el diagrama de Pareto.

- **Resultados.**

Los resultados de la investigación se han visualizado a través de gráficos, destacando uno de ellos como el diagrama de Pareto. Este diagrama se utiliza para representar gráficamente la distribución de un conjunto de datos, enfocándose en identificar y priorizar los problemas o factores más significativos. En este caso, el diagrama de Pareto ha revelado que el área del proceso con mayor exposición de alimentos es el horno 2. Esto significa que, según los datos recopilados, el horno 2 es la fuente principal de riesgo de contaminación o exposición de

alimentos, lo cual sugiere que se deben tomar medidas específicas para abordar esta área crítica del proceso.

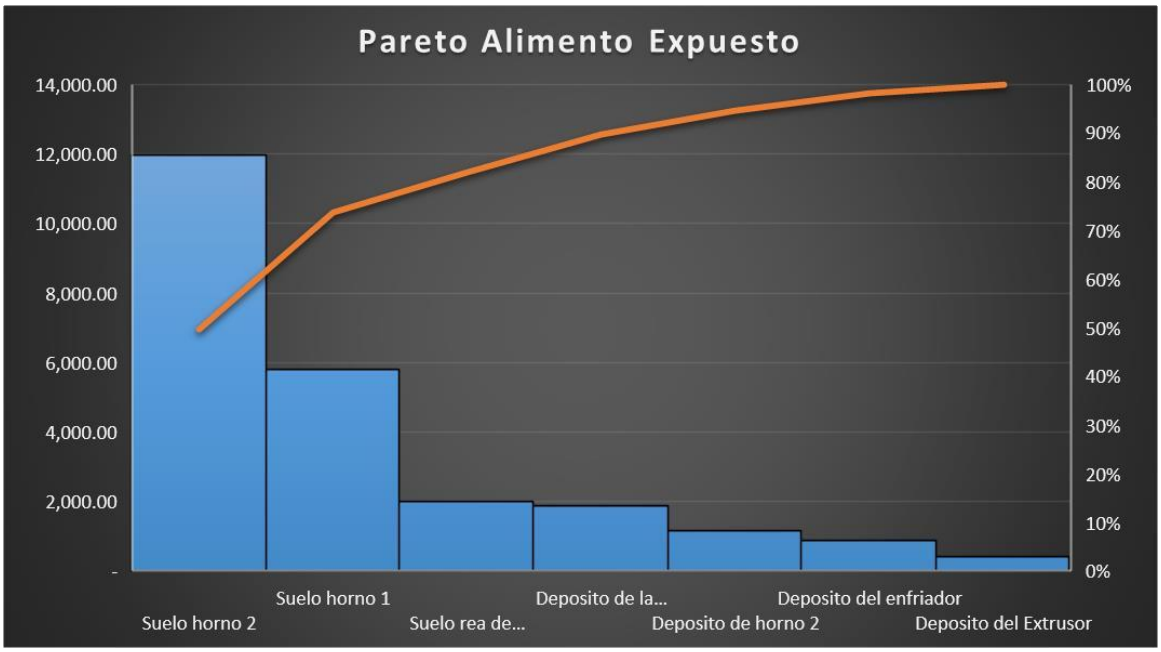
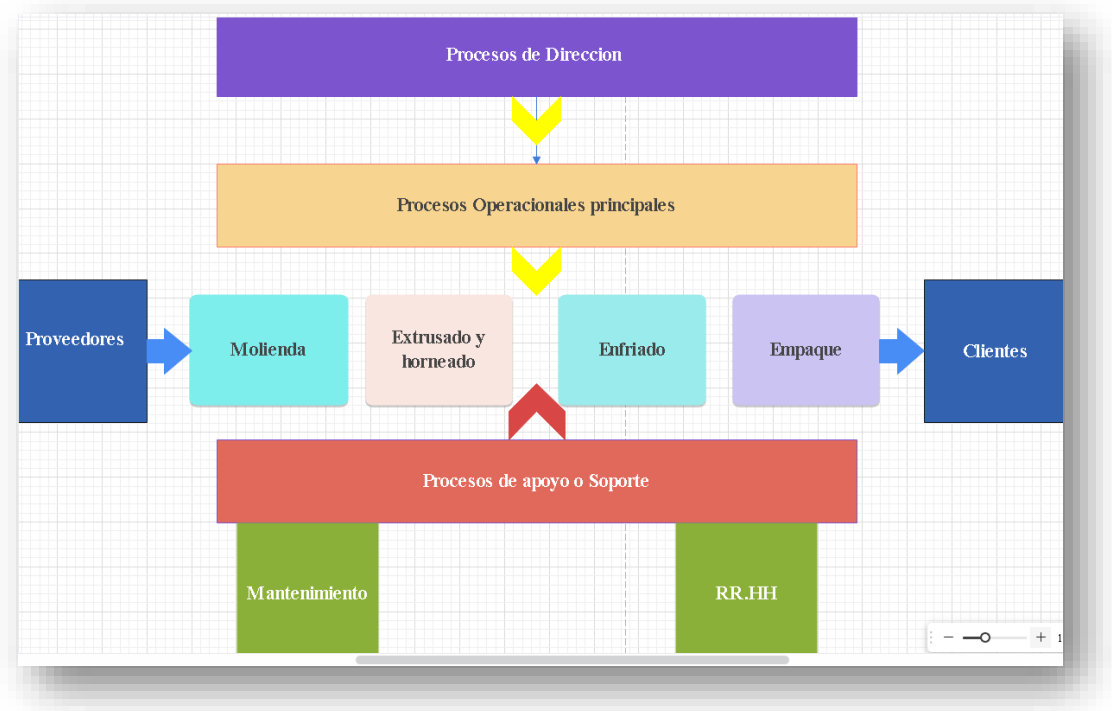


Diagrama de Pareto del alimento Expuesto – Creación Propia

- **Mapa de proceso.**

Según (J.Leal.G, 2020)**,** un mapa de proceso, proporciona una visión clara y comprensible de cómo se desarrolla un proceso desde su inicio hasta su conclusión. Esto ayuda a todos los miembros del equipo a entender su contribución y su papel en el conjunto del proceso.

La cadena de producción comienza con la recepción de materias primas, donde se inicia la transformación mediante el transporte a la zaranda y el tamizado de la harina. Este material es transportado al molino, donde se lleva a cabo la crucial etapa de molienda. Este proceso marca el punto de partida para la creación de alimentos balanceados de alta calidad.



Mapa de proceso de Industrias San Francisco – Creación Propia

La siguiente fase involucra el estrujado y horneado, donde las croquetas toman forma y son sometidas a rigurosos estándares de horneado. Desde aquí, las croquetas son transportadas a diversas áreas, incluyendo el condimentado y el enfriado, asegurando que cada producto cumpla con nuestros exigentes estándares de calidad y nutrición.

La etapa de empaque es la culminación de este proceso, donde se mezclan y empacan las croquetas con atención meticulosa al peso y la presentación. La báscula y la costura garantizan que cada saco cumpla con las especificaciones de calidad, listo para ser transportado al polín y luego distribuido al mercado.

Plan de muestreo

Dada las características del proceso de producción y la problemática encontrada, no se puede aplicar un plan de muestreo. Por ejemplo, si se quisiera saber cuántos días se necesita hacer limpieza para conocer con mayor precisión el tamaño del problema probablemente la formula arroja datos que no se ajustan al proceso y serán datos ambiguos o atípicos que no permitirían la conclusión del proyecto o este se extendería demasiado.

- **Línea base**

La toma de decisiones efectiva en la gestión de proyectos a menudo requiere adaptabilidad y flexibilidad para responder a cambios inesperados o nuevas perspectivas que surgen durante el proceso. En el caso específico de este proyecto basado en la metodología DMAIC.

En sintonía con la filosofía de mejora continua del DMAIC, la aplicación progresiva de cada etapa ha sido fundamental para la eficacia y el éxito del proyecto. Inicialmente, la etapa "Definir" permitió establecer objetivos claros y delimitar el alcance del problema identificado en el proceso productivo de la empresa San Francisco. La elaboración del Project Charter, SIPOC y el diagrama de flujo proporcionaron una visión holística, sentando las bases para las fases subsiguientes.

La etapa "Medir" desempeñó un papel esencial al cuantificar la magnitud del problema mediante visitas a la empresa y la realización de muestreos exhaustivos. La implementación de herramientas como cartas de control contribuyó a una evaluación precisa, evidenciando la necesidad de intervenciones correctivas.

La fase "Analizar" profundizó en las causas raíces del problema mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, los "Cinco Por Qué" y el análisis de modo de falla y efecto (AMFE). Este análisis riguroso permitió una comprensión detallada de los factores contribuyentes, allanando el camino para estrategias de mejora efectivas.

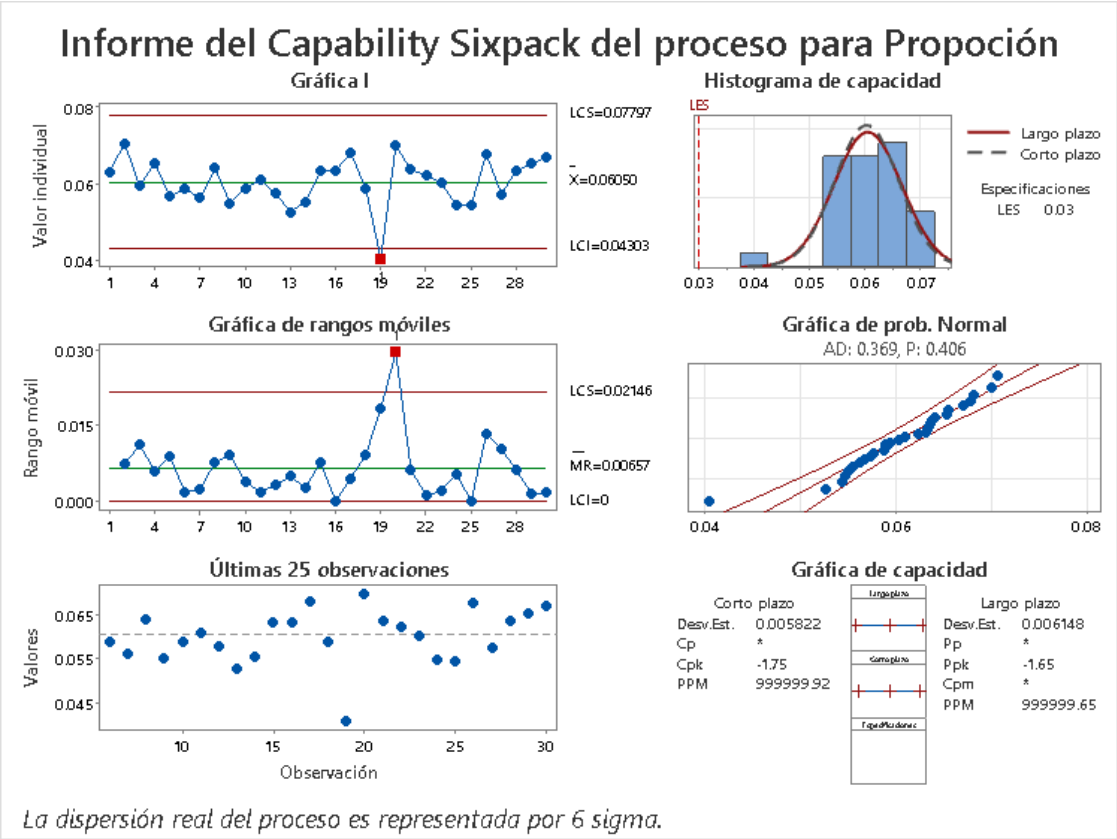
La etapa "Mejorar" se enfocó en propuestas concretas para abordar las causas identificadas. El rediseño de maquinaria fue una solución clave para mitigar los problemas de exposición y contaminación de alimentos, con el objetivo de optimizar la eficiencia del proceso.

La fase final, "Controlar", se centró en la implementación de controles efectivos para mantener las mejoras y prevenir la recurrencia de problemas. La elaboración de Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) y manuales de usuario garantiza una ejecución consistente y higiénica del proceso productivo.

Esta metodología dinámica ha permitido una gestión proactiva, identificando y abordando desafíos en tiempo real, lo que culminó en una línea base ajustada que refleja de manera precisa el estado actual del proceso y las mejoras implementadas. La aplicación secuencial del DMAIC ha resultado ser una guía efectiva, asegurando una transformación continua y sostenible en la empresa San Francisco.

- ## Cartas de control

Durante la revisión de los datos recopilados en un período de dos meses, se llevó a cabo un análisis exhaustivo utilizando la Carta P Normalizada. El objetivo principal fue identificar posibles tendencias, patrones o puntos fuera de control en el proceso. La atención se centró especialmente en el índice Cps, un indicador crucial de la capacidad del proceso. La obtención de un valor negativo, en este caso, -2.079, señala que el proceso se encuentra fuera de control. Este hallazgo sugiere la necesidad de implementar mejoras para asegurar la conformidad con los estándares establecidos, resaltando la importancia de abordar cualquier variabilidad significativa que pueda afectar la calidad del producto o servicio.



- **Cartas de control en Minitab**

Gráfica de Capacidad a Corto Plazo:

Nuestra gráfica a corto plazo revela una desviación estándar de 0.005822. Este dato cuantifica la variabilidad inherente al proceso en un periodo breve. Sin embargo, al observar el Cpk (-1.75), entendemos que existe un desajuste significativo entre la variabilidad del proceso y los límites de especificación, indicando un potencial riesgo de defectos. Además, el PPM (partes por millón) de 999999.92 subraya la importancia de mitigar esta variabilidad para alcanzar estándares más elevados de calidad.

Gráfica de Capacidad a Largo Plazo:

La perspectiva a largo plazo revela una desviación estándar de 0.006148, sugiriendo una variabilidad más descontrolada en el tiempo. No obstante, el Ppk (-1.65) destaca la necesidad de atención continua, indicando que, a pesar de pequeños cambios, los límites de especificación aún representan un desafío. El PPM de 999999.65 enfatiza que incluso pequeñas desviaciones pueden tener un impacto sustancial en la calidad del producto a lo largo del tiempo.

Índice S:

En paralelo, el índice S, con un 23.33%, nos revela una variabilidad considerable en nuestras observaciones. Este indicador de estabilidad señala la necesidad de una atención especial a la consistencia del proceso.

Capacidad del Proceso de -1.655:

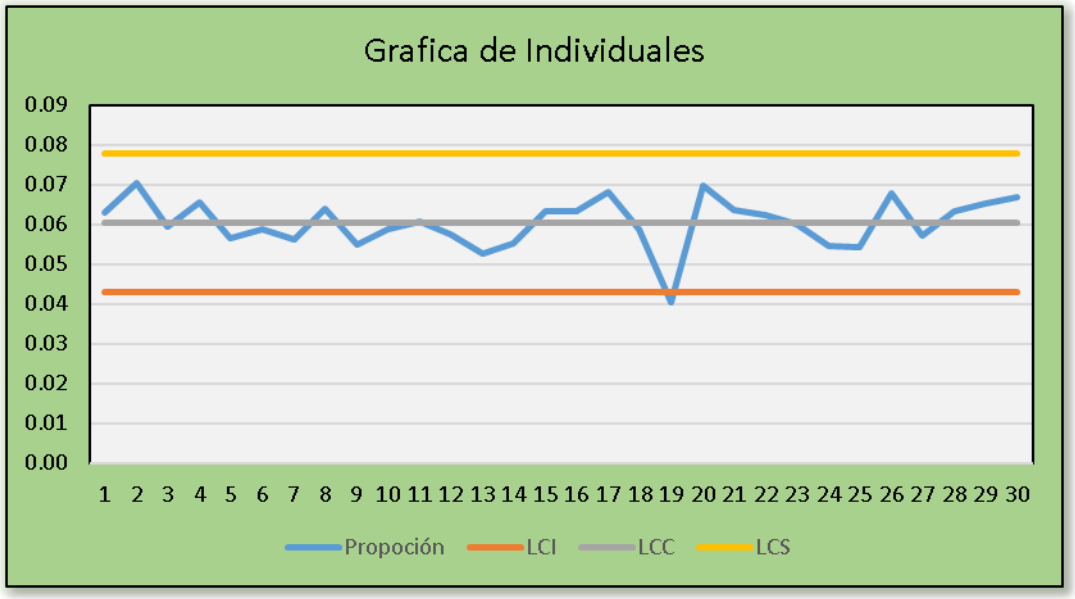
Una capacidad del proceso de -1.655 indica dificultades para mantenerse dentro de los límites de especificación. Este valor negativo sugiere la necesidad de investigar y mejorar el proceso para lograr una producción más consistente y conforme a los estándares requeridos.

Conclusiones y Acciones Futuras:

Estas métricas no solo son números; son la brújula que guía nuestras acciones. En la fase de Medir, hemos identificado áreas críticas para la mejora. El camino hacia la eficiencia operativa y la calidad superior implica una atención meticulosa a la variabilidad, la implementación de ajustes precisos y la adaptabilidad continua.

A medida que avanzamos, recordemos que la capacidad del proceso no es solo una cifra, es un reflejo de nuestro compromiso con la excelencia. La etapa de Medir nos ha proporcionado un punto de partida sólido, y ahora, con estos datos en mano, forjaremos el camino hacia una producción más consistente, eficiente y de calidad superior.

- **Carta Individual**



Graficó de Carta Individual – creación propia

Una "carta individual" y una "carta P" son términos que a menudo se asocian con el control estadístico de procesos. Estas cartas son herramientas utilizadas para monitorear y controlar la variabilidad de un proceso a lo largo del tiempo.

Carta Individual: En una carta individual, se grafican los valores individuales de una característica de calidad a lo largo del tiempo. Cada punto en la carta representa una única observación. El objetivo es observar cualquier patrón o tendencia inusual en los datos que

puedan indicar problemas en el proceso.

Carta P: En una carta P, se controla la proporción de unidades defectuosas en una muestra. Este tipo de carta es útil cuando se trata de atributos o características que se pueden clasificar como "defectuosas" o "no defectuosas". La carta P compara la proporción de unidades defectuosas en cada muestra con límites de control.

Si tienes los mismos datos, pero los representas en una carta individual y en una carta P, y observas que en la carta P hay 7 puntos fuera de los límites mientras que en la carta individual todos los puntos están dentro de los límites, hay algunas posibles explicaciones:

1. Sensibilidad a la Variabilidad.
   - La carta P podría ser más sensible a la variabilidad en la proporción de defectuosos que la carta individual. Podría estar identificando variaciones en la proporción que no son evidentes en la representación individual.

2. Diferencias en la Interpretación:
   - La carta individual se enfoca en valores individuales y puede no resaltar patrones en la proporción de defectuosos. La carta P, al centrarse en proporciones, podría ser más efectiva para detectar problemas en términos de calidad.

3. Tamaño de la Muestra:
   - La carta P a menudo se utiliza con tamaños de muestra fijos. Si hay fluctuaciones significativas en el tamaño de la muestra a lo largo del tiempo, esto podría afectar la interpretación de la carta P.

4. Definición de "Fuera de Límites":
   - La definición de "fuera de límites" puede variar entre las cartas individuales y las cartas P. Es posible que los límites de control estén configurados de manera diferente para cada tipo de carta.

En general, la elección entre una carta individual y una carta P depende de la naturaleza de la característica que estás monitoreando y los objetivos específicos del control de calidad en tu proceso. Es importante entender las diferencias entre estos métodos y seleccionar el enfoque que mejor se adapte a tus necesidades y al tipo de datos que estás recolectando.

- ## Carta P Normalizada

Durante la revisión de los datos recopilados en un período de dos meses, se llevó a cabo un análisis exhaustivo utilizando la Carta P Normalizada. El objetivo principal fue identificar posibles tendencias, patrones o puntos fuera de control en el proceso. La atención se centró especialmente en el índice Cps, un indicador crucial de la capacidad del proceso. La obtención de un valor negativo, en este caso, -1.655, señala que el proceso se encuentra fuera de control. Este hallazgo sugiere la necesidad de implementar mejoras para asegurar la conformidad con los estándares establecidos, resaltando la importancia de abordar cualquier variabilidad significativa que pueda afectar la calidad del producto o servicio.

Promedio (n)	13,400.00 24,117.21	6.05
P-	0.05999	
Min	12,000.00	
Max	16,000.00	

Variación	
Min	10%
Max	-19%

Expuesto tolerado (%)	3
DesvEstan	0.615
Cps	- 1.655

No es adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias

Índice S	
Puntos anormales	7
Observación	30

S (%)	23.333333

Inestable

Valores obtenidos de la Carta P Normalizada - Creación Propia

Observación	Fecha	Harina procesada	Materia expuesta	Proporción	% P expuesto	P Normalizada	LCI	LCC	LCS
1	12/09/2023	12,000.00	758	0.063	6.315	1.455	-3.00	0.00	3.00
2	19/09/2023	12,000.00	847	0.071	7.056	4.876	-3.00	0.00	3.0000
3	23/09/2023	14,000.00	832	0.059	5.946	-0.264	-3.00	0.00	3.0000
4	27/09/2023	12,000.00	786	0.065	6.549	2.537	-3.00	0.00	3.0000
5	30/09/2023	16,000.00	907	0.057	5.671	-1.751	-3.00	0.00	3.0000
6	02/10/2023	14,000.00	822	0.059	5.871	-0.640	-3.00	0.00	3.0000
7	05/10/2023	16,000.00	900	0.056	5.622	-2.010	-3.00	0.00	3.0000
8	07/10/2023	12,000.00	769	0.064	6.412	1.905	-3.00	0.00	3.0000
9	11/10/2023	16,000.00	879	0.055	5.494	-2.690	-3.00	0.00	3.0000
10	14/10/2023	14,000.00	825	0.059	5.891	-0.542	-3.00	0.00	3.0000
11	16/10/2023	12,000.00	731	0.061	6.093	0.433	-3.00	0.00	3.0000
12	03/11/2023	12,000.00	693	0.058	5.772	-1.050	-3.00	0.00	3.0000
13	03/11/2023	16,000.00	842	0.053	5.263	-3.919	-3.00	0.00	3.0000
14	04/11/2023	14,000.00	777	0.055	5.547	-2.256	-3.00	0.00	3.0000
15	05/11/2023	12,000.00	760	0.063	6.331	1.530	-3.00	0.00	3.0000
16	06/11/2023	12,000.00	761	0.063	6.344	1.592	-3.00	0.00	3.0000
17	07/11/2023	12,000.00	818	0.068	6.813	3.753	-3.00	0.00	3.0000
18	08/11/2023	14,000.00	824	0.059	5.886	-0.564	-3.00	0.00	3.0000
19	09/11/2023	16,000.00	650	0.041	4.061	-10.326	-3.00	0.00	3.0000
20	10/11/2023	12,000.00	839	0.070	6.996	4.596	-3.00	0.00	3.0000
21	11/11/2023	12,000.00	765	0.064	6.374	1.727	-3.00	0.00	3.0000
22	12/11/2023	12,000.00	748	0.062	6.236	1.091	-3.00	0.00	3.0000
23	13/11/2023	14,000.00	844	0.060	6.028	0.141	-3.00	0.00	3.0000
24	14/11/2023	14,000.00	766	0.055	5.471	-2.633	-3.00	0.00	3.0000
25	15/11/2023	14,000.00	763	0.054	5.450	-2.738	-3.00	0.00	3.0000
26	16/11/2023	12,000.00	814	0.068	6.780	3.601	-3.00	0.00	3.0000
27	17/11/2023	16,000.00	918	0.057	5.737	-1.398	-3.00	0.00	3.0000
28	18/11/2023	12,000.00	763	0.064	6.354	1.638	-3.00	0.00	3.0000
29	19/11/2023	14,000.00	913	0.065	6.524	2.615	-3.00	0.00	3.0000
30	20/11/2023	12,000.00	805	0.067	6.706	3.261	-3.00	0.00	3.0000

Tabla de Valore obtenidos, Carta P – Creación Propia

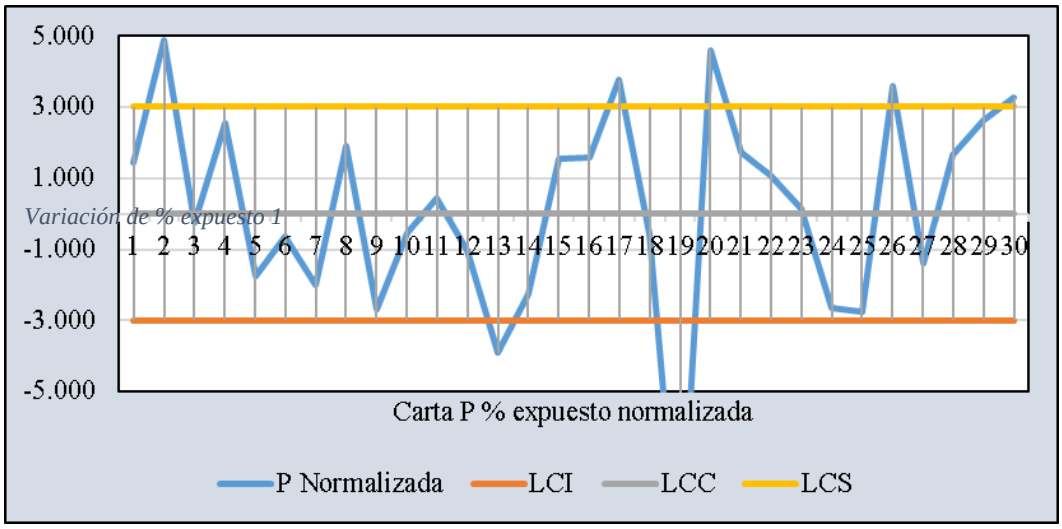


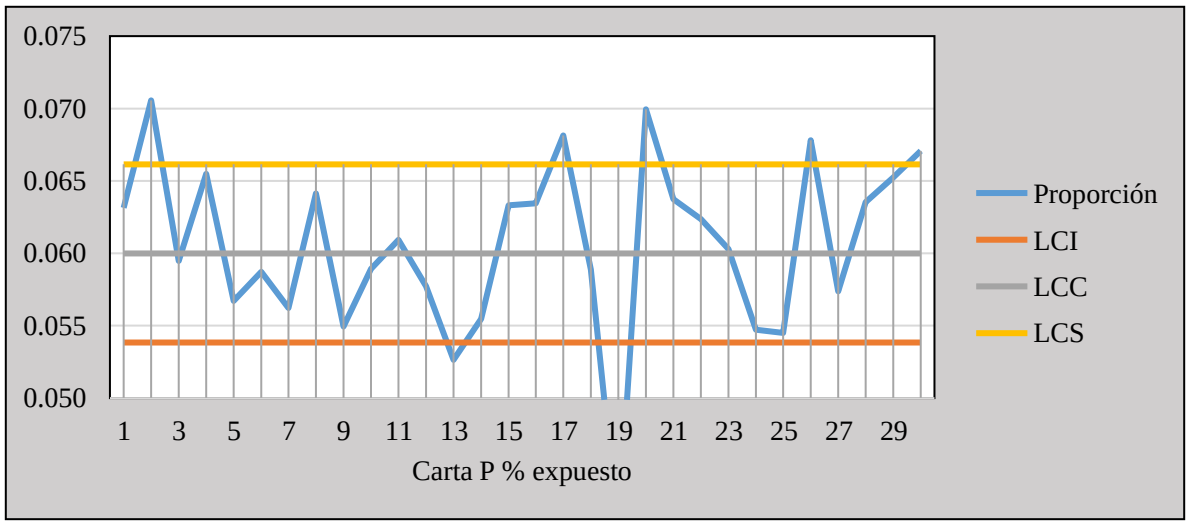
Gráfico de Carta P Normalizada – Creación Propia

- **Carta P con Límites Fijos**

En una Carta P con límites fijos, se emplea la metodología de control estadístico para evaluar la variabilidad en un proceso en términos de la proporción de unidades defectuosas o no conformes. A diferencia de otras cartas de control, en este caso, los límites son predefinidos y no varían según los datos recopilados. En el análisis de una Carta P, se calcula el índice Cps, que proporciona información sobre la capacidad del proceso para mantenerse dentro de estos límites fijos. El valor obtenido de Cps negativo de -1.655, indica que el proceso se encuentra fuera de control y puede requerir mejoras. Este valor sugiere que la variabilidad del proceso está afectando la conformidad con los estándares establecidos, señalando la necesidad de intervenciones correctivas para optimizar la calidad del producto.

Promedio (n-)	13,400.00	24,117.21		6.05	
P-	0.0600				
Min	12,000.00				
Max	16,000.00				
Variacion			Expuesto tolerado (%)	3	**No es adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias**
Min	10%		DesvEstan	0.615	
Max	-19%		Cps	- 1.655	
Indice S					
Puntos anormales	7				
Observaciones	30				
S (%)	23.333333	Inestable			

Valores obtenidos de la Carta P con limites fijos – Creación Propia



Grafica de Carta P con Limites fijos – Creación Propia

Observación	Fecha	Harina procesada	Materia expuesta	Proporción	% P expuesto	LCI	LCC	LCS
1	12/09/2023	12,000.00	758	0.063	6.315	0.0538	0.0600	0.0661
2	19/09/2023	12,000.00	847	0.071	7.056	0.0538	0.0600	0.0661
3	23/09/2023	14,000.00	832	0.059	5.946	0.0538	0.0600	0.0661
4	27/09/2023	12,000.00	786	0.065	6.549	0.0538	0.0600	0.0661
5	30/09/2023	16,000.00	907	0.057	5.671	0.0538	0.0600	0.0661
6	02/10/2023	14,000.00	822	0.059	5.871	0.0538	0.0600	0.0661
7	05/10/2023	16,000.00	900	0.056	5.622	0.0538	0.0600	0.0661
8	07/10/2023	12,000.00	769	0.064	6.412	0.0538	0.0600	0.0661
9	11/10/2023	16,000.00	879	0.055	5.494	0.0538	0.0600	0.0661
10	14/10/2023	14,000.00	825	0.059	5.891	0.0538	0.0600	0.0661
11	16/10/2023	12,000.00	731	0.061	6.093	0.0538	0.0600	0.0661
12	03/11/2023	12,000.00	693	0.058	5.772	0.0538	0.0600	0.0661
13	03/11/2023	16,000.00	842	0.053	5.263	0.0538	0.0600	0.0661
14	04/11/2023	14,000.00	777	0.055	5.547	0.0538	0.0600	0.0661
15	05/11/2023	12,000.00	760	0.063	6.331	0.0538	0.0600	0.0661
16	06/11/2023	12,000.00	761	0.063	6.344	0.0538	0.0600	0.0661
17	07/11/2023	12,000.00	818	0.068	6.813	0.0538	0.0600	0.0661
18	08/11/2023	14,000.00	824	0.059	5.886	0.0538	0.0600	0.0661
19	09/11/2023	16,000.00	650	0.041	4.061	0.0538	0.0600	0.0661
20	10/11/2023	12,000.00	839	0.070	6.996	0.0538	0.0600	0.0661
21	11/11/2023	12,000.00	765	0.064	6.374	0.0538	0.0600	0.0661
22	12/11/2023	12,000.00	748	0.062	6.236	0.0538	0.0600	0.0661
23	13/11/2023	14,000.00	844	0.060	6.028	0.0538	0.0600	0.0661
24	14/11/2023	14,000.00	766	0.055	5.471	0.0538	0.0600	0.0661
25	15/11/2023	14,000.00	763	0.054	5.450	0.0538	0.0600	0.0661
26	16/11/2023	12,000.00	814	0.068	6.780	0.0538	0.0600	0.0661
27	17/11/2023	16,000.00	918	0.057	5.737	0.0538	0.0600	0.0661
28	18/11/2023	12,000.00	763	0.064	6.354	0.0538	0.0600	0.0661
29	19/11/2023	14,000.00	913	0.065	6.524	0.0538	0.0600	0.0661
30	20/11/2023	12,000.00	805	0.067	6.706	0.0538	0.0600	0.0661

Tabla de valores obtenidos Carta P con Limites Fijos – Creación Propia

▪ Carta Con Limites Variables

A diferencia de las cartas con límites fijos, en este enfoque, los límites se ajustan según la variabilidad observada en los datos recopilados. Esto permite una adaptación más dinámica a las condiciones reales del proceso. Un valor de Cps negativo, como el registrado de - 1.655, indica que el proceso se encuentra fuera de control. Este resultado sugiere que la variabilidad inherente al proceso está afectando la capacidad de cumplir con los estándares establecidos. Es importante señalar que, en comparación con los límites fijos, los límites variables permiten una mayor sensibilidad a las fluctuaciones reales del proceso, lo que facilita la detección temprana de posibles problemas y la aplicación de correcciones necesarias para mejorar la calidad del producto.

Promedio (n-)	13,400.00	24,117.21		6.05	
P-	0.05999				
Min	12,000.00				
Max	16,000.00				
Variación			Expuesto tolerado (%)	3	**No es adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias**
Min	10%		DesvEstan	0.615	
Max	-19%		Cps	- 1.655	
Índice S					
Puntos anormales	7				
Observaciones	30				
S (%)	23.3333333	Inestable			

Valores obtenidos de la Carta P con Limites Variables – Creación Propia

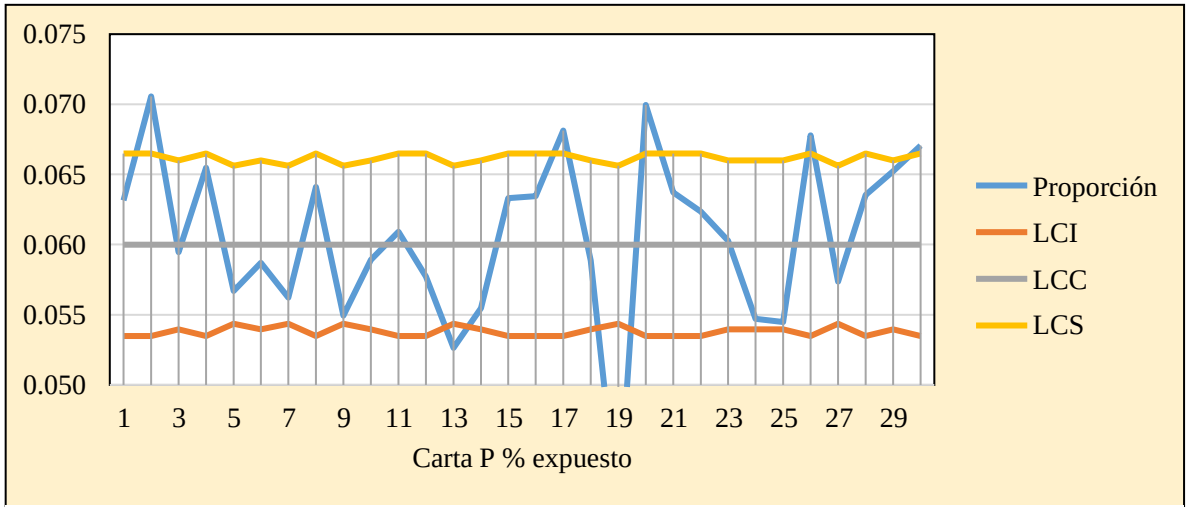


Gráfico de Carta P con Limites Variables – Creación Propia

Observación	Fecha	Harina procesada	Materia expuesta	Proporción	% P expuesto	LCI	LCC	LCS
1	12/09/2023	12,000.00	757.77	0.063	6.315	0.0535	0.0600	0.0665
2	19/09/2023	12,000.00	846.75	0.071	7.056	0.0535	0.0600	0.0665
3	23/09/2023	14,000.00	832.49	0.059	5.946	0.0540	0.0600	0.0660
4	27/09/2023	12,000.00	785.90	0.065	6.549	0.0535	0.0600	0.0665
5	30/09/2023	16,000.00	907.30	0.057	5.671	0.0544	0.0600	0.0656
6	02/10/2023	14,000.00	821.92	0.059	5.871	0.0540	0.0600	0.0660
7	05/10/2023	16,000.00	899.52	0.056	5.622	0.0544	0.0600	0.0656
8	07/10/2023	12,000.00	769.48	0.064	6.412	0.0535	0.0600	0.0665
9	11/10/2023	16,000.00	879.09	0.055	5.494	0.0544	0.0600	0.0656
10	14/10/2023	14,000.00	824.68	0.059	5.891	0.0540	0.0600	0.0660
11	16/10/2023	12,000.00	731.18	0.061	6.093	0.0535	0.0600	0.0665
12	03/11/2023	12,000.00	692.61	0.058	5.772	0.0535	0.0600	0.0665
13	03/11/2023	16,000.00	842.16	0.053	5.263	0.0544	0.0600	0.0656
14	04/11/2023	14,000.00	776.52	0.055	5.547	0.0540	0.0600	0.0660
15	05/11/2023	12,000.00	759.73	0.063	6.331	0.0535	0.0600	0.0665
16	06/11/2023	12,000.00	761.33	0.063	6.344	0.0535	0.0600	0.0665
17	07/11/2023	12,000.00	817.56	0.068	6.813	0.0535	0.0600	0.0665
18	08/11/2023	14,000.00	824.07	0.059	5.886	0.0540	0.0600	0.0660
19	09/11/2023	16,000.00	649.70	0.041	4.061	0.0544	0.0600	0.0656
20	10/11/2023	12,000.00	839.47	0.070	6.996	0.0535	0.0600	0.0665
21	11/11/2023	12,000.00	764.83	0.064	6.374	0.0535	0.0600	0.0665
22	12/11/2023	12,000.00	748.29	0.062	6.236	0.0535	0.0600	0.0665
23	13/11/2023	14,000.00	843.88	0.060	6.028	0.0540	0.0600	0.0660
24	14/11/2023	14,000.00	765.91	0.055	5.471	0.0540	0.0600	0.0660
25	15/11/2023	14,000.00	762.96	0.054	5.450	0.0540	0.0600	0.0660
26	16/11/2023	12,000.00	813.58	0.068	6.780	0.0535	0.0600	0.0665
27	17/11/2023	16,000.00	917.89	0.057	5.737	0.0544	0.0600	0.0656
28	18/11/2023	12,000.00	762.53	0.064	6.354	0.0535	0.0600	0.0665
29	19/11/2023	14,000.00	913.38	0.065	6.524	0.0540	0.0600	0.0660
30	20/11/2023	12,000.00	804.74	0.067	6.706	0.0535	0.0600	0.0665

Tabla de valores obtenidos Carta P con Limites Variables – Creación Propia

Métricas seis sigmas

La metodología Lean Manufacturing y Seis Sigma son enfoques complementarios que a menudo se integran para abordar problemas complejos en la producción y procesos empresariales. Sin embargo, hay situaciones en las que la aplicación de métricas Seis Sigma puede ser desafiante o menos efectiva, especialmente cuando una empresa carece de datos históricos. Aquí hay algunas razones clave por las que podría ser difícil utilizar métricas Seis Sigma en un proyecto con enfoque Lean, y sin datos históricos:

1. Falta de Datos para Análisis Estadístico:

Las métricas Seis Sigma a menudo requieren un análisis estadístico detallado para evaluar la variabilidad del proceso y la capacidad de producción. Sin datos históricos, es difícil realizar este análisis y determinar la variación inherente al proceso.

2. Enfoque en la Eliminación de Desperdicios:

Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios y la mejora continua del flujo de valor. A veces, el énfasis en métricas Seis Sigma, que se orienta más hacia la reducción de variabilidad y la estandarización, puede no alinearse completamente con los objetivos Lean.

3. Requiere un Volumen Suficientemente Grande de Datos:

Las métricas Seis Sigma son más efectivas cuando hay un volumen sustancial de datos para realizar análisis estadísticos significativos. En entornos donde no hay datos históricos o la producción es limitada, la aplicación de estas métricas puede ser limitada en su efectividad.

4. Enfoque en la Mejora Rápida y Sostenible:

Lean tiende a enfocarse en mejoras rápidas y sostenibles, mientras que Seis Sigma a veces implica proyectos más prolongados y análisis estadísticos más detallados. En un entorno sin datos históricos, la velocidad y agilidad de Lean pueden ser más apropiadas.

5. Falta de Benchmarking Inicial:

Seis Sigma a menudo utiliza benchmarks y datos históricos para evaluar la mejora y el rendimiento del proceso. Sin datos iniciales, la referencia para evaluar el impacto de las mejoras puede ser limitada.

6. Prioridad en la Reducción de Costos y Desperdicios:

En proyectos Lean, la prioridad es a menudo la reducción de costos y la eliminación de desperdicios para mejorar la eficiencia. Seis Sigma, aunque puede contribuir a estos objetivos, tiene un enfoque más amplio en la mejora de la calidad.

A pesar de estas consideraciones, no se trata de que no sea posible utilizar métricas Seis Sigma en un proyecto Lean sin datos históricos, sino más bien de adaptar y seleccionar las herramientas y métricas de manera apropiada para el contexto específico de la empresa y el proyecto. Puede ser beneficioso comenzar con un enfoque Lean para abordar rápidamente los problemas visibles y luego, a medida que se acumulan datos históricos, incorporar análisis más detallados basados en Seis Sigma. La flexibilidad en la aplicación de estas metodologías es clave para el éxito en situaciones variables.

En el libro (Lean Thinking, 2023), habla más sobre el tema.

c. Analizar

- **Diagrama Ishikawa**

(indeed Orientación profesional, 2022), Dice que, El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, es una herramienta de análisis empresarial que se utiliza para identificar, administrar y controlar errores que se generan dentro de las organizaciones 1. Esta metodología es crucial para el análisis de conflictos empresariales y permite investigar en profundidad los posibles agentes involucrados

El propósito general de esta metodología es llevar a la empresa a detectar un conflicto y trabajar en función de este, para mejorar la operatividad, comunicación y eficiencia, ya sea de un individuo, grupo o departamento en específico. Además, la implementación de este diagrama también puede funcionar para mejorar ciertos aspectos de la organización, algunos de los cuales son:

- Llevar a la empresa a tomar mejores decisiones.
- Ampliar la visión de las problemáticas, permitiendo observar las causas principales y secundarias.
- Motivar al personal y contribuir al desarrollo de un ambiente laboral positivo.
- Analizar y medir la productividad y desempeño de diversas áreas de la empresa.
- Estudiar el mercado para llevar a cabo inversiones inteligentes.
- Aprovechar al máximo las áreas de oportunidad.
- Determinar e identificar los sectores de la empresa que requieren de refuerzo y mayor capacitación.
- Identificar posibles soluciones, aprovechando al máximo los recursos con los que cuenta la organización

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que ayuda a exponer de una forma sencilla, lascausas de un problema en un área específica de la organización y a su vez, ayuda a identificarlos errores y las áreas de mejora. De esta forma, es más sencillo determinar las mejores estrategias para optimizar los procesos de la organización.

Respecto a la implementación de los métodos Lean en el diagrama de Ishikawa, cabe mencionar que el método Lean se basa en la identificación y eliminación continua de desperdicios, mientras que el diagrama de Ishikawa identifica las causas raíces del desperdicio. Cuando se utiliza junto con otros métodos lean, los equipos pueden mejorar losprocesos y resolver problemas de manera más eficiente, y también es útil al crear modelos de negocios para aumentar el número de clientes.

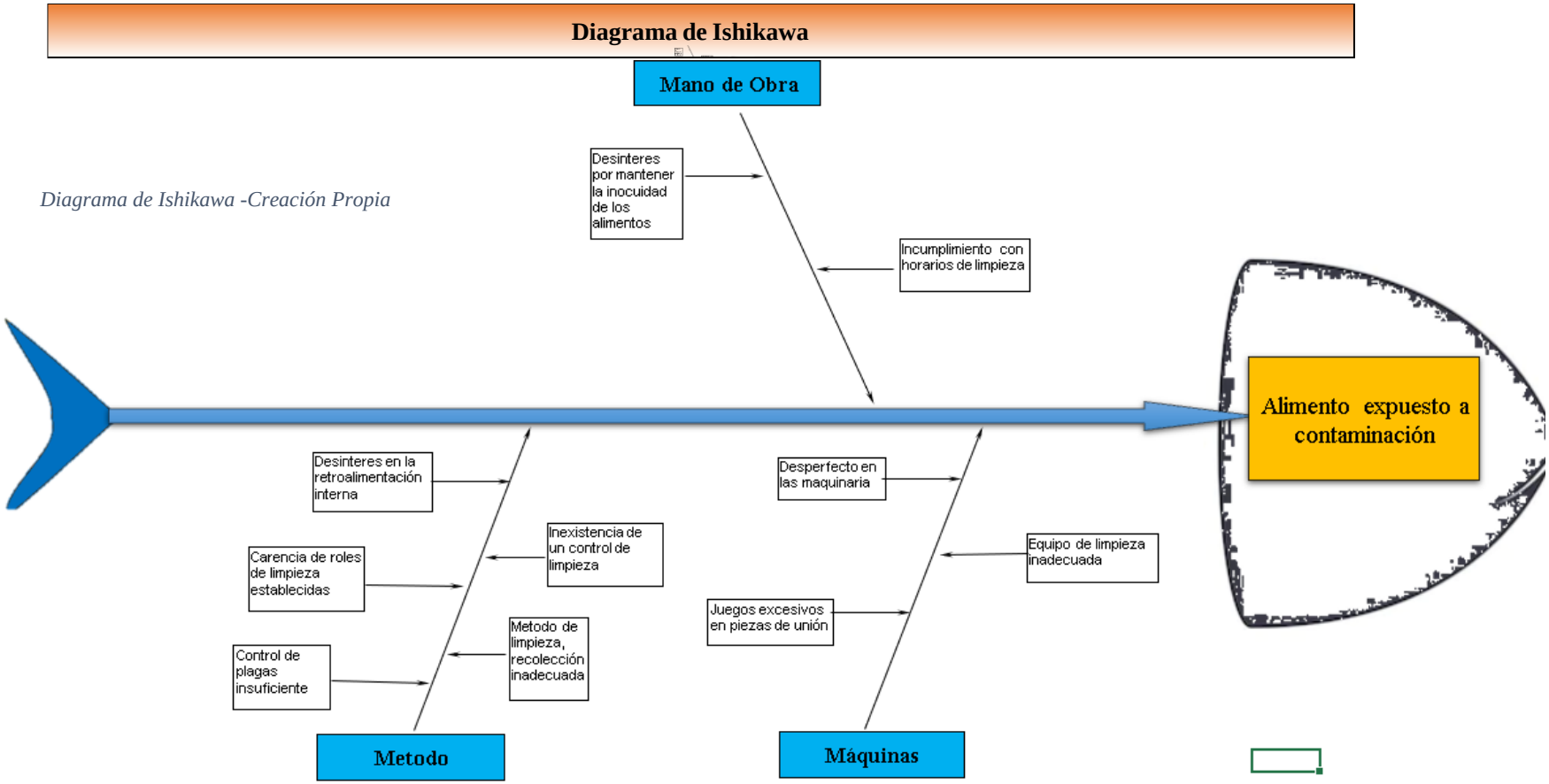


Diagrama de Ishikawa -Creación Propia

En el diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa tiene tres categorías que por lanaturaleza del proyecto son fundamentales y estas son:

Método:

1. Desinterés en la retroalimentación
2. Carencia de roles de limpieza establecidas
3. Control de plagas insuficiente
4. Inexistencia de control de limpieza
5. Método de limpieza y recolección

inadecuadaMáquinas:

1. Desperfectos en las maquinarias
2. Juegos excesivos de piezas de unión
3. Equipo de limpieza

inadecuadaMano de Obra

1. Desinterés por mantener la inocuidad de los alimentos
2. Incumplimiento con horarios de limpieza

Una vez encontrado las causas principales del efecto o problema siendo este, el alimento expuesto a agentes contaminantes externos, teniendo un porcentaje del 5.70 de los quintalesprocesados del alimento extrusado para caninos, se realiza una serie de preguntas para poderllegar al punto principal del problema o como se le conoce bien, a la causa raíz, haciendo usodel “¿por qué?”.

- **“5 por que”**

Problemática: alimento expuesto a contaminación

- ¿Por qué se encuentra alimento expuesto a contaminación durante el proceso deproducción?

Porque hay alimento que toca el suelo del área de producción

- ¿Por qué hay alimento que toca el suelo del área de producción?

Por qué el alimento se desvía del camino preestablecido

- ¿Por qué hay alimento que se desvía del camino preestablecido?

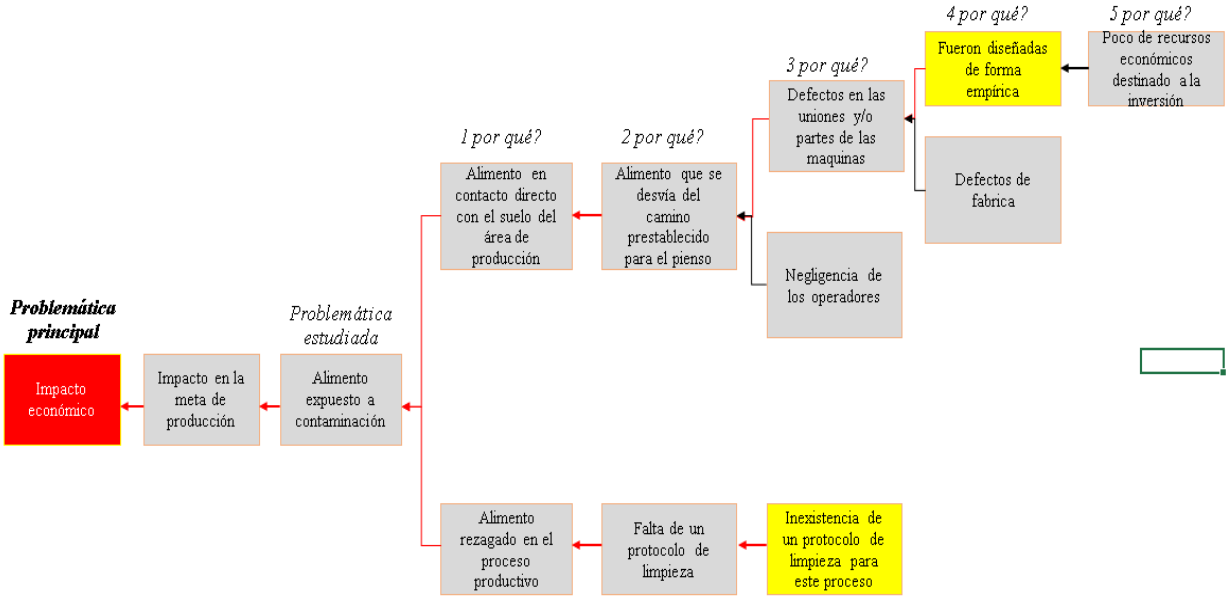
Porque la maquinaria presenta malas uniones entre sí.

- ¿Porque la maquinaria presenta malas uniones entre sí?

Porque las uniones entre maquinarias fueron diseñadas de forma empírica.

- ¿Por qué las uniones maquinarias fueron diseñadas de forma empírica?

Por falta de fondos para una obtención directa de las máquinas que se utilizan para laproducción del alimento canino y falta de compromiso por las partes interesadas.



5 “Por qué”

- **AMFE**

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una herramienta sistemática utilizada en lagestión de calidad para identificar, evaluar y priorizar los posibles fallos en un proceso o producto. Se enfoca en anticipar y prevenir problemas potenciales, centrándose en analizar los modos de fallo, sus causas y los efectos que podrían tener sobre el sistema en cuestión. Este análisis permite tomar decisiones informadas sobre cómo mitigar los riesgos y mejorarla fiabilidad del proceso o producto.

En el contexto específico de la empresa San Francisco, se lleva a cabo un AMFE para evaluarlas fallas presentes en las áreas del proceso productivo que afectan la exposición del alimento para caninos. Esto implica identificar los modos de fallo actuales en la maquinaria utilizada,así como cualquier rediseño o complemento añadido a estas máquinas que pueda haberse implementado. El objetivo es comprender a fondo cómo funcionan estas máquinas, qué fallas pueden experimentar y cuáles son los efectos resultantes, especialmente en términos de la exposición no deseada del alimento para perros.

Para visualizar y priorizar estas fallas, se utiliza el diagrama de Pareto, que destaca los problemas más significativos en orden descendente. En este caso, se enfoca específicamente en el Pareto relacionado con la exposición del alimento. Cada fallo identificado en el AMFE se explora en detalle, analizando su impacto y proponiendo soluciones, ya sea a través de rediseños, complementos o mejoras en la maquinaria. Este enfoque proactivo busca no solo abordar los problemas actuales, sino también prevenir futuras complicaciones y garantizar lacalidad del alimento para caninos en toda la cadena de producción.

A. **Extrusora**: La extrusora, fundamental en el proceso de producción de alimentos paracaninos, opera mediante un método conocido como extrusión. Este proceso combinacompresión y cocción para transformar una mezcla de ingredientes crudos en la formadeseada del alimento, en este caso, croquetas. Al final del proceso de extrusión, la masa cruda es impulsada a través de una boquilla o matriz por la presión generada por un tornillo. La boquilla da forma a las croquetas, y su longitud se corta según lasespecificaciones.

Fotografía de la extrusora

Los problemas se presentan después de la extrusión, cuando las croquetas caen en el depósito correspondiente. Aquí, debido a un diseño inadecuado y al deterioro de la integridad del depósito, se observa la caída y contaminación de cierta cantidad de alimento al entrar encontacto con el suelo.

Para abordar esta situación, se propone una solución que implícala instalación de una bandeja diseñada específicamente para cerrar de manera eficiente,

Fotografía de limpieza de extrusora para muestreo

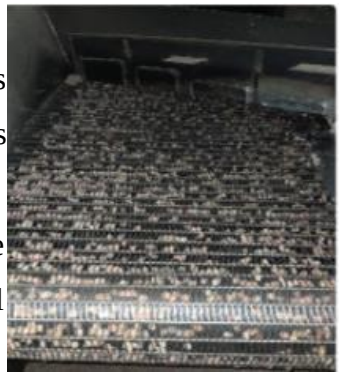
evitando así la pérdida y contaminación del alimento. Este rediseño busca optimizar la eficacia del proceso y garantizar la integridad del producto final.

B. **Hornos:** La fase posterior al proceso de extrusión en la producción de alimentos para caninos involucra el uso de hornos, con dos funciones clave:

1. Secado: Después de la extrusión, los alimentos pueden retener cierto contenido de humedad. El secado en el horno se emplea para reducir la humedad residual en los alimentos.
2. Cocina adicional: Se requiere una cocción adicional para mejorar la textura o el sabor, y el horno se utiliza para cocinar las croquetas a la perfección.

Sin embargo, se identifican imperfecciones en el proceso:

Banda transportadora: La banda transportadora utilizada en ambos hornos muestra desgastedebido al uso, manifestado por eslabones abiertos. Esta situación provoca que las croquetas queden atrapadas, afectando el transporte adecuado. Cuando la banda gira, las croquetas atrapadas caen en el horno 2 y en el horno 1.



Interior de Horno 2

Limpieza de Horno 1

El personal ha ideado una solución temporalmediante una bandeja colocada debajo de la banda del horno 1 para recoger el alimento que se desprende, aunqueesta medida resulta temporal y requiere intervención constante.

1. Unión de horno 1 a horno 2: El complemento diseñado para conectar ambos hornos presenta deficiencias en su acoplamiento, lo que provoca derrames y desbordes, especialmente con flujos de alimentos más altos. Además, obstaculiza la dispersión efectiva de croquetas sobre la banda del horno 2. El personal ha implementado soluciones temporales adicionales, como una bandeja y una lámina para recoger el alimento que se desborda.

Unión de Horno 1 a 2

Unión de Horno 1 a 2 (2)

2. Salida del horno 2: Similar al problema en la unión entre los hornos, la salida del horno 2 presenta una mala conexión con la banda transportadora, resultando en la caída de cierta cantidad de alimento por un costado. A pesar de la colocación de un saco para recoger las croquetas, la solución no es eficiente, ya que el alimento aún entra en contacto con el suelo.

Salida del Horno 2

Puertas del Horno 2

3. Puertas del horno 2: Estas puertas, diseñadas para facilitar la limpieza del interior del horno 2, presentan una abertura que permiteque el alimento acumulado dentro del horno escape y entre en contacto con el suelo, contaminándose. Este problema se agrava debido al desperfecto en la banda transportadora.

C. Las bandejas instaladas tienen la función de proporcionar acceso a los depósitos ubicados debajo de las bandastransportadoras. Sin embargo, se presenta un inconveniente significativo en el método actual de recolección del alimento acumulado. En la práctica, al retirar estas bandejas, se genera una situación problemática: el alimento acumulado cae y se contamina al entrar en contacto directocon el suelo.

Para abordar eficazmente esteproblema, se sugiere considerar alternativas de diseño o mejoras en el método de recolección. Implementar una solución que evite la contaminacióndel alimento durante la recolección es crucial para mantener los estándares de higiene y asegurar la calidad del producto final. Esto podría implicar el diseño de bandejas con mecanismos de cierre o sistemas que permitan un manejo más controlado del alimento acumulado, minimizando la posibilidad de contaminación durante el proceso de recolección.

Bandeja del enfriador

La implementación de soluciones más permanentes y la consideración de mejoras en el diseño de estas áreas críticas son esenciales para abordar eficazmente estas deficiencias y garantizar un proceso productivo más eficiente y seguro.

- **Regresión**

La aplicación de un análisis de regresión puede ser desafiante en proyectos sin datos históricos y con un enfoque Lean. Aquí hay algunas razones clave que explican por qué puede no ser la opción más adecuada en este contexto:

1. Falta de Datos Históricos:

El análisis de regresión se basa en datos históricos para identificar patrones y relaciones entre variables. En ausencia de datos históricos, no se tendría la información necesaria para realizar un análisis de regresión significativo.

2. Enfoque en Mejora Continua Rápida:

La filosofía Lean se centra en la mejora continua y rápida. La implementación de cambios y ajustes se realiza de manera ágil para abordar problemas inmediatos. El análisis de regresión puede requerir un período más prolongado y datos más estables para ser efectivo.

3. Variables Múltiples y Complejidad del Proceso:

En proyectos Lean, especialmente en entornos de producción y fabricación, los procesos pueden ser complejos y afectados por múltiples variables. La complejidad puede hacer que un análisis de regresión sea menos práctico sin datos históricos y un entendimiento detallado de la variabilidad del proceso.

4. Falta de Estandarización Inicial:

En un entorno Lean, a menudo se implementan mejoras antes de que se establezcan estándares formales. La falta de estandarización inicial puede hacer que la identificación y medición de variables relevantes para un análisis de regresión sea un desafío.

5. Enfoque en el Valor para el Cliente:

Lean pone un fuerte énfasis en identificar y proporcionar valor para el cliente. Las mejoras se centran en eliminar desperdicios y optimizar el flujo de valor. El análisis de regresión, centrado en relaciones estadísticas, puede desviar la atención de este enfoque clave de Lean.

6. Naturaleza Dinámica de los Proyectos Lean:

Los proyectos Lean a menudo se adaptan rápidamente a medida que se implementan mejoras y se recopilan datos en tiempo real. La naturaleza dinámica de los proyectos Lean puede hacer que un análisis de regresión, que a menudo se basa en condiciones más estables, sea menos aplicable.

7. Limitaciones en la Confiabilidad de las Predicciones:

En ausencia de datos históricos, las predicciones basadas en un análisis de regresión podrían carecer de fiabilidad. Las condiciones del proceso pueden cambiar rápidamente en un entorno Lean, lo que limita la capacidad de hacer predicciones precisas basadas en modelos pasados.

Aunque el análisis de regresión puede ser una herramienta valiosa en contextos específicos, en proyectos Lean sin datos históricos, otras herramientas y enfoques más alineados con la filosofía Lean, como mapas de flujo de valor, análisis de Pareto, y experimentos rápidos, podrían ser más apropiados para comprender y mejorar el proceso de manera ágil y orientada al valor.

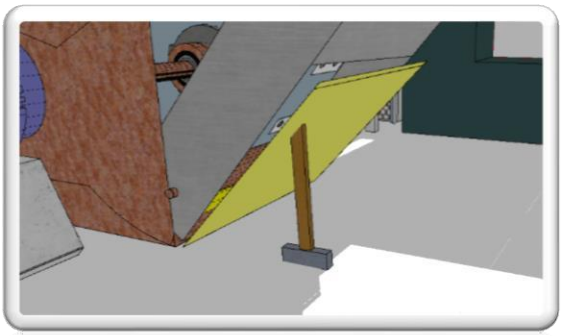
En (Introducción a la Ingeniería Industrial, 12/5/16), se menciona más sobre el tema de la regresión.

d. Mejorar

- **Rediseño de Partes Clave en Maquinaria de Producción**

A. Extrusora

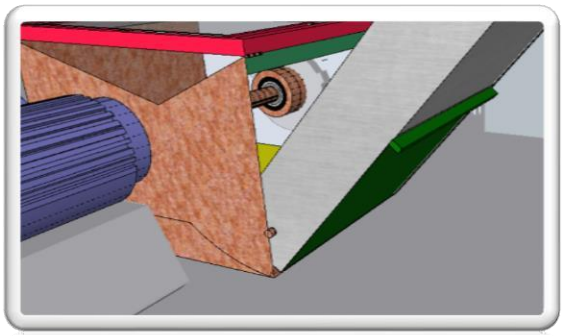
La problemática que afecta a la extrusora se centra en el deterioro del depósito de alimentos, generando un contacto directo con el suelo y, consecuentemente, exponiendo el producto. La solución propuesta consiste en realizar una modificación en el diseño mediante la instalación de una bandeja que cierre de manera eficiente. Esta medida tiene como objetivo prevenir la caída y contaminación del alimento, al tiempo que facilita el acceso a esta área para realizar labores de limpieza de manera más efectiva. Implementar esta corrección no solo aborda la vulnerabilidad actual del proceso, sino que también establece una salvaguarda efectiva para mantener la calidad e higiene del producto.



Modelado en 3D – Creación Propia

Recipiente de la extrusora

(Antes)



Modelado en 3D – Creación Propia

Recipiente de la extrusora

(Después))

B. Hornos: Los principales problemas de los hornos, son las bandas transportadoras que están en el interior de estas y la unión del horno 1 al horno 2.

1. **Solución:** Respecto a las bandas transportadoras, están dos opciones, la primera, adquirir e instalar nuevas o semi nuevas bandas trasportadoras, o la segunda la aplicación de un mantenimiento correctivo, a las bandas que consista en reducir el espacio entre eslabones y con esto disminuir la cantidad de croquetas, que se introducen entre este espacio y luego caen al interior del horno.

2. **Solución:** El inconveniente actual radica en un diseño defectuoso que obstaculiza un acoplamiento adecuado, resultando en la caída de una cantidad considerable de alimento al suelo.

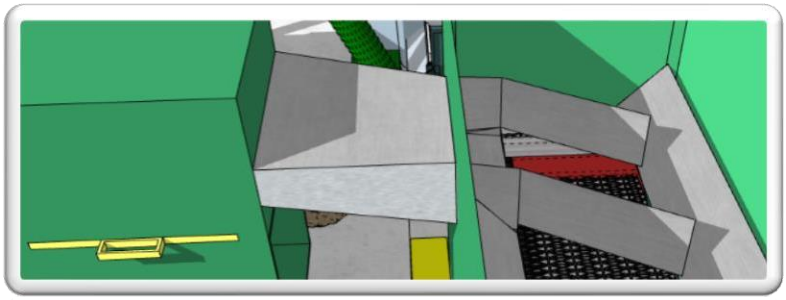
   Adicionalmente, se observa fricción interna con la banda transportadora. La solución propuesta consiste en llevar a cabo una meticulosa medición entre los hornos y utilizar láminas de acero para fabricar un complemento robusto. Este complemento garantizará una unión eficiente entre los hornos y promoverá una distribución óptima de las croquetas en la banda del horno 2. Este enfoque tiene el potencial de reducir de manera significativa tanto la exposición del alimento como la cantidad de desbordamiento en dicha banda.

   Además, se recomienda realizar un mantenimiento correctivo en las puertas del horno y en la salida del horno 2. Esta medida preventiva contribuirá a evitar fugas de alimento y garantizará un funcionamiento más eficiente y seguro del sistema. Implementar estas mejoras no solo optimizará el proceso de producción, minimizando pérdidas de alimento y reduciendo la exposición, sino que también fortalecerá la integridad del equipo y su desempeño a largo plazo.

Modelado en 3D – Creación Propia

Unión entre los hornos

(Estado actual)



Modelado en 3D – Creación Propia

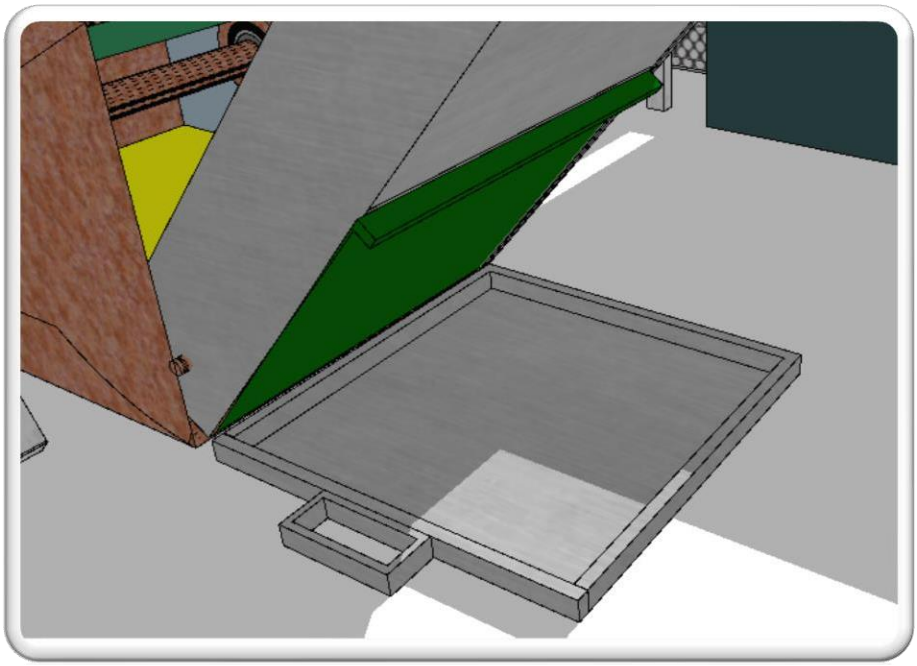
Unión entre los hornos

(Mejora)

Propuesta de mejora para el método de limpieza.

Bandejas de limpieza

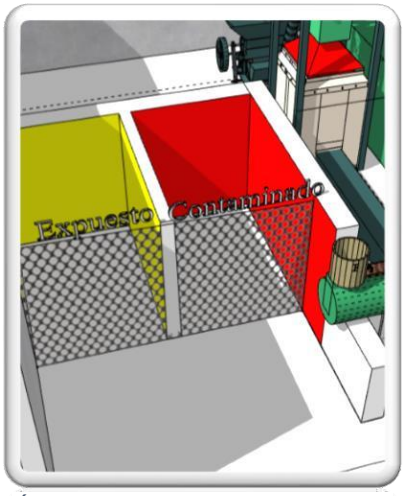
Estas bandejas ayudaran, mantener la inocuidad del alimento, al permitir recolectar el alimento colocándolas por debajo de los depósitos, asegurando que no entre en contacto con el suelo o con algún agente externo contaminante.



Bandeja de limpieza, Modelado 3D – Creación Propia

- **Áreas de clasificación de alimento recolectado.**

Como recomendación para la empresa, se sugiere la creación de un área dedicada al almacenamiento de alimentos recolectados, con un enfoque específico en su clasificación según su grado de exposición a agentes externos. La implementación de esta área especializada brindaría beneficios significativos al proceso operativo. En primer lugar, facilitaría una gestión más eficiente de los alimentos, permitiendo una rápida identificación y clasificación de aquellos expuestos o contaminados. Esto, a su vez, contribuiría a optimizar los tiempos de respuesta ante posibles problemas, mejorando la capacidad de la empresa para tomar medidas correctivas de manera oportuna.



Áreas de clasificación de alimentos, Modelado 3D -Creación Propia

Además, la creación de esta área de almacenamiento y clasificación podría fortalecer la trazabilidad del producto, proporcionando un seguimiento más preciso de cada lote. Esto no solo es esencial para garantizar la calidad del alimento para perros, sino que también facilita la identificación de posibles mejoras en los procesos de producción.

Adicionalmente, la medida sugerida ayudaría a cumplir con estándares de seguridad alimentaria al establecer un protocolo claro para la gestión de alimentos expuestos o contaminados. Este enfoque proactivo puede ser percibido positivamente por los consumidores y otras partes interesadas, contribuyendo así a la reputación de la empresa en términos de responsabilidad y compromiso con la calidad.

- **POES** (Vinculo para acceder al documento)

e. Controlar

La etapa de "Controlar" en el contexto de la industria de alimentos para caninos, específicamente en el proyecto de mejora continua de Industrias San Francisco S.A., adquiere una importancia crucial en el marco de la metodología Lean Manufacturing y la ausencia de datos históricos. En este sector altamente competitivo, donde la calidad, la seguridad alimentaria y la eficiencia operativa son imperativos, la fase de Controlar se convierte en el bastión que garantiza la sostenibilidad y consistencia de las mejoras implementadas.

Desde una perspectiva de ingeniería industrial, el Control en Lean no solo implica asegurar que las soluciones implementadas sean efectivas, sino también establecer mecanismos de vigilancia continuos para mantener y mejorar constantemente los estándares alcanzados. En este proyecto, caracterizado por la rápida implementación de mejoras en un entorno Lean, la fase de Controlar se convierte en la piedra angular para asegurar que los cambios introducidos no solo resuelvan problemas inmediatos, sino que también se mantengan a lo largo del tiempo.

La ausencia de datos históricos y la dinámica inherente a los proyectos Lean resaltan aún más la necesidad de un control riguroso, aunque desafiantes de aplicar en este contexto, pueden encontrar su lugar en la fase de Controlar, proporcionando una base estadística para evaluar la estabilidad y capacidad del proceso a medida que evoluciona. La aplicación de un Value Stream Mapping (VSM) y otras herramientas específicas de Lean, junto con la retroalimentación en tiempo real, contribuye a la creación de un sistema de control ágil y adaptativo.

Desde una perspectiva práctica, la etapa de Controlar en este proyecto implica la implementación de indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicos para monitorear la calidad, la eficiencia y la seguridad alimentaria. Estos KPIs, respaldados por tecnologías de monitoreo avanzadas, permiten la detección temprana

de desviaciones, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones correctivas de manera oportuna.

Aquí se presentan algunos ejemplos de KPIs pertinentes para este proyecto:

1. Tasa de Reducción de Contaminación:
   1.1. Definición: Porcentaje de reducción de alimento canino expuesto a contaminación.
   1.2. Importancia: Indica el éxito en la eliminación de la problemática identificada, reflejando mejoras en la seguridad alimentaria y calidad del producto.

2. Eficiencia Operativa del Proceso:
   2.1. Definición: Relación entre la producción real y la producción teóricamente posible.
   2.2. Importancia: Mide la eficiencia en la utilización de recursos y la capacidad para eliminar desperdicios.

3. Índice de Cumplimiento Normativo:
   3.1. Definición: Porcentaje de cumplimiento con las normativas y leyes del sector.
   3.2. Importancia: Garantiza que la empresa cumple con las regulaciones del mercado de alimentos para mascotas, reduciendo riesgos legales.

4. Tiempo de Ciclo del Proceso:
   4.1 Definición: Tiempo necesario para completar una iteración del proceso de producción.
   4.2 Importancia: Indica la eficiencia en la ejecución del proceso y ayuda a identificar posibles cuellos de botella.

5. Índice de Inocuidad Alimentaria:
   5.1 Definición: Número de incidencias relacionadas con la seguridad alimentaria.
   5.2 Importancia: Evalúa la efectividad de las medidas implementadas para garantizar la inocuidad de los alimentos.

6. Rendimiento del Proceso:
    6.1 Definición: Proporción de productos aceptables en comparación con la producción total.
    6.2 Importancia: Mide la calidad del producto final, reflejando la eficacia en la eliminación de defectos.

7. Costo por Unidad de Producción:
    7.1 Definición: Costo total dividido por la cantidad de alimentos producidos.
    7.2 Importancia: Evalúa la eficiencia económica de la producción, vinculando la reducción de costos a la eficiencia operativa.

8. Frecuencia de Auditorías y Evaluación de Procesos:
    8.1 Definición: Número de auditorías y revisiones del proceso realizadas.
    8.2 Importancia: Mide la frecuencia y calidad de la supervisión, esencial para mantener los estándares de calidad.

La implementación de un sistema robusto de control no solo asegura la estabilidad operativa, sino que también proporciona datos valiosos para futuras mejoras. La retroalimentación continua, combinada con la capacidad de adaptación rápida inherente a los proyectos Lean, posiciona a Industrias San Francisco S.A. no solo como un productor de alimentos para caninos eficiente y seguro, sino también como un líder en la aplicación ágil de prácticas de ingeniería industrial en la industria de alimentos para mascotas.

- **POES Controlar** (Vinculo para acceder al documento)

2. Factibilidad del Proyecto

- **Análisis de factibilidad:**

Según (Quiroa, 2020) Un estudio de factibilidad es el que hace una empresa para determinar la posibilidad de poder desarrollar un negocio o un proyecto que espera implementar.

Un análisis de factibilidad representa una evaluación exhaustiva que realiza una empresa con el objetivo de determinar la viabilidad de desarrollar un nuevo negocio o proyecto. Este tipo de estudio proporciona a la empresa una comprensión profunda sobre si el futuro emprendimiento resultará favorable o desfavorable. Además, ofrece valiosa información para la formulación de estrategias que potencien las posibilidades de éxito del negocio.

En resumen, el estudio de factibilidad sirve como una herramienta esencial para determinar la factibilidad de un proyecto, identificar las condiciones ideales para su ejecución y desarrollar estrategias eficaces para superar cualquier desafío que pueda surgir en el proceso.

a) Factibilidad técnica.

Pregunta clave: ¿Es posible implementar las mejoras técnicas propuestas para optimizar el proceso de producción y reducir la exposición del alimento a la contaminación?

1. Compatibilidad Tecnológica: Las mejoras propuestas, como el rediseño de maquinaria y la implementación de nuevas tecnologías, deben integrarse de manera efectiva con la infraestructura existente en la empresa.
2. Capacidades del Personal: Se debe evaluar si el personal actual tiene las habilidades necesarias para adoptar las nuevas tecnologías y procesos propuestos.
3. Recursos Técnicos Disponibles: Es fundamental asegurarse de que existan los recursos técnicos necesarios, como software especializado y maquinaria avanzada, para llevar a cabo las mejoras.
4. Impacto en la Producción: Se debe analizar cómo afectarán las mejoras a la eficiencia y capacidad de producción, garantizando que el proceso sea más suave y consistente.

Dado que las mejoras propuestas son congruentes con la infraestructura existente, el personal está capacitado para adoptar las nuevas tecnologías, y los recursos técnicos necesarios están disponibles, la factibilidad técnica es positiva.

b) Factibilidad económica.

¿La inversión requerida para implementar las mejoras se traducirá en beneficios económicos a largo plazo?

1. Costos de Implementación: Se deben calcular los costos asociados con el rediseño de maquinaria, la adopción de nuevas tecnologías y la capacitación del personal.
2. Retorno de la Inversión (ROI): Es esencial evaluar en cuánto tiempo se recuperará la inversión inicial a través de mejoras en la eficiencia operativa y la calidad del producto.
3. Flujo de Efectivo: Se debe analizar cómo las mejoras propuestas afectarán el flujo de efectivo de la empresa a corto y largo plazo.
4. Análisis de Costo-Beneficio: Se debe comparar detalladamente los costos previstos con los beneficios anticipados, considerando aspectos financieros y mejoras en la reputación de la empresa.

Conclusión.

Dado que la inversión está justificada por la mejora en la eficiencia, la calidad del producto y el potencial aumento de la satisfacción del cliente, la factibilidad económica es positiva.

Con base en el análisis de factibilidad, se concluye que las mejoras propuestas son técnicamente viables y, a pesar de la inversión inicial, la empresa puede esperar beneficios económicos significativos a medida que implementa las mejoras. Este proyecto tiene el potencial de mejorar tanto la eficiencia operativa como la posición competitiva de la empresa en el mercado.

- **Presupuesto.**

A continuación, se presenta un presupuesto detallado para las mejoras en el diseño productivo previamente mencionadas. Este presupuesto se ha elaborado considerando cotizaciones de los materiales necesarios y los costos asociados con la mano de obra. Para llevar el moldeado de las láminas de acero inoxidable y su posterior conformado, se contempla la contratación de personal altamente capacitado especializado en el método de dobleces y unión del metal mediante remaches.

La elección de utilizar remaches en lugar de soldadura se fundamenta en la necesidad de garantizar la máxima higiene del alimento. La soldadura, al generar juntas permanentes, podría presentar desafíos en términos de limpieza, ya que las costuras soldadas pueden acumular residuos y ser más propensas a la contaminación. En cambio, el método de dobleces y remaches permite la creación de superficies más lisas y fácilmente accesibles, facilitando la limpieza y reduciendo los riesgos asociados con la contaminación del alimento.

Es relevante señalar que, para la creación del área dedicada al almacenamiento de alimentos recolectados, la empresa puede aprovechar el personal de mantenimiento ya existente. Este enfoque no solo optimiza los recursos internos, sino que también aprovecha la experiencia y conocimientos específicos del personal de mantenimiento en la configuración de nuevas instalaciones.

En conjunto, este presupuesto refleja una planificación minuciosa que busca no solo mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto, sino también asegurar estándares elevados de higiene y seguridad alimentaria en todo el proceso productivo.

Presupuesto de rediseños y propuestas							
Área	Concepto	Material	Cantidad en unidades de venta	Costo U	Costo Total	Mano de obra	Total
Hornos	Rediseño de conexión entre horno 1 y 2	Lamina de acero inoxidable	4.00	$ 600.00	$ 2,400.00	$ 1,000.00	$ 3,450.00
	Reducción de tamaño de salida del horno 1	Caja de remaches	1.00	$ 50.00	$ 50.00		
Extrusora	Restauración de deposito	Lamina de acero inoxidable	2.00	$ 600.00	$ 1,200.00	$ 1,500.00	$ 2,750.00
	creación de bandeja de deposito	Caja de remaches	1.00	$ 50.00	$ 50.00		
Bandeja para recolección	Bandejas para colocar y recolectar el alimento encontrado en los depósitos	Lamina de acero inoxidable	2.00	$ 600.00	$ 1,200.00	$ 500.00	$ 1,750.00
		Caja de remaches	1.00	$ 50.00	$ 50.00		
Áreas de clasificación de alimento recolectado.	Bandeja para colocar y recolectar el alimento encontrado en los depósitos	MALLA EXPANDIDA 4 X 8 PIES CH-18 LADESA:1": ROMBOPLANO	3.00	$ 1,200.00	$ 3,600.00		$ 3,600.00
		LAMINA GYPSUM ULTRALIGHT SHEETROC	2.00	$ 409.00	$ 818.00		$ 818.00
						Inversión total	$12,368.00

Tabla de Presupuesto- Creación Propia

3. Resultados y Conclusiones

- **Logros alcanzados.**

La implementación de este programa resultará en una reducción significativa de alimentos contaminados, del cual forma parte Industrias San Francisco S.A. programas de mejora continua. Esto generará una serie de resultados clave que mejorarán la eficiencia operativa, la calidad del producto y la competitividad en el mercado de alimentos para perros. Los logros incluirán:

- Mejoras significativas en seguridad alimentaria:

Reducir los alimentos contaminados mejorará enormemente la seguridad alimentaria. Reducir los riesgos asociados con patógenos o sustancias nocivas aumentará la confianza de los consumidores y garantizará productos seguros y saludables para las mascotas.

- Cumplimiento estricto de reglas y estándares:

La reducción de los piensos contaminados fomentará el cumplimiento estricto de las normativas y leyes en la industria de alimentos para mascotas. Esta actuación no sólo evita posibles sanciones legales, sino que convierte a la empresa en un miembro comprometido con la calidad y la responsabilidad del producto.

- Eficiencia operativa y reducción de costes:

Optimizar los procesos para reducir la contaminación significa una mayor eficiencia operativa. Eliminar el desperdicio y mejorar el uso de los recursos no solo reduce los costos operativos, sino que también mejora la rentabilidad a largo plazo.

- Mejora continua y adaptabilidad:

La implementación exitosa de medidas de reducción de la contaminación reflejará la capacidad de la empresa para adaptarse y mejorar continuamente. Un enfoque Lean proporcionará agilidad y flexibilidad, permitiendo una adaptación rápida y eficaz en respuesta a los cambios en el entorno operativo.

- Fortalecer la posición competitiva:

Al ofrecer alimentos para perros con un menor nivel de contaminación, Industrias San Francisco S.A. en la cabeza. Como líder de calidad en el mercado. Este logro aumentará la competitividad de la empresa al satisfacer las crecientes expectativas de los consumidores de productos para mascotas seguros y de alta calidad.

- Fortalecer la reputación de la marca:

Las mejoras en la calidad y seguridad de los alimentos ayudarán a fortalecer la reputación de la marca. La imagen positiva y confiable creada por productos de alta calidad beneficiará las relaciones con los clientes y brindará oportunidades de expansión del mercado.

- Según prácticas y regulaciones nacionales:

La reducción de la contaminación se realizará de acuerdo con las prácticas y regulaciones nacionales en la producción de alimentos. Este logro fortalecerá la posición de la empresa como una empresa de cumplimiento comprometida con altos estándares.

- Promover la responsabilidad social corporativa:

El énfasis en la seguridad alimentaria y la calidad del producto refleja un compromiso activo con la responsabilidad social corporativa. San Francisco Industries se destacará como una empresa que prioriza la salud y el bienestar de las mascotas y crea conexiones más profundas con los consumidores.

Estos resultados no sólo están relacionados con la reducción de la contaminación, sino que también reflejan un enfoque integral de Industrias San Francisco S.A. transformaciones de la acción y del pensamiento. Mercado de comida para perros.

- **Lecciones aprendidas.**

Estas lecciones aprendidas ofrecen una guía valiosa para la empresa en futuros proyectos de mejora continua y refuerzan la importancia de una mentalidad proactiva, flexibilidad en las metodologías y un enfoque centrado en el cliente.

Industrias San Francisco S.A. La implementación de este proyecto de mejora continua proporciona una experiencia valiosa que puede guiar iniciativas futuras y contribuir al crecimiento continuo de la empresa. Algunas de las lecciones notables incluyen:

a) Determinar con precisión la importancia del problema:

Es importante definir y señalar claramente el problema original. Las lecciones aprendidas de este proyecto demostraron que se requiere un análisis exhaustivo para comprender completamente la naturaleza y el impacto del problema antes de aplicar una solución.

b) Relevancia de la recopilación de datos históricos:

La falta de datos históricos resultó ser un desafío. Se destacó como una lección importante la importancia de mantener registros detallados para futuras referencias y análisis. La recopilación sistemática de datos es esencial para evaluar el impacto de las mejoras a lo largo del tiempo.

c) Flexibilidad en la aplicación del método:

La flexibilidad en la aplicación de métodos como la combinación de Lean Manufacturing y Six Sigma es fundamental. La adaptabilidad le permite resolver problemas específicos de manera más efectiva y ajustar su estrategia en función de las necesidades cambiantes de su proyecto.

d) Cumplimiento Proactivo:

Está claro lo importante que es mantener un enfoque proactivo para cumplir con las regulaciones y leyes de la industria. La anticipación y el cumplimiento constante de las normas regulatorias pueden reducir los riesgos legales y mejorar la reputación de una empresa.

e) Funciones básicas de control continuo:

La fase de control del enfoque lea resultó crucial. El establecimiento de un sistema permanente de control y seguimiento asegura la sostenibilidad de las mejoras implementadas, garantizando que los estándares alcanzados se mantengan en el tiempo.

f) Valor de las opiniones de los clientes:

Los comentarios de los clientes son invaluables. La percepción del cliente sobre la calidad y seguridad del producto debe ser el factor determinante en el proceso de mejora continua. Los deseos y expectativas de los clientes deben controlarse activamente y tenerse en cuenta.

g) Se deben establecer estándares iniciales:

La falta de estándares iniciales resultó ser un desafío. Establecer puntos de referencia claros desde el principio facilita la evaluación del impacto de las mejoras y el seguimiento.

h) Deber de mejora constante:

Un compromiso constante con la mejora continua es fundamental. Implementar prácticas y procesos que promuevan la adaptabilidad y la mejora continua es clave para el éxito a largo plazo en un entorno competitivo.

i) Consideración de factores externos:

Por supuesto, hay factores externos a considerar, como cambios en las cadenas de suministro o regulaciones gubernamentales. La capacidad de anticipar y adaptarse a los cambiosexternos es esencial para la resiliencia del proyecto.

j) comunicación transparente y eficaz:

La comunicación transparente y efectiva en el grupo del proyecto es esencial. Garantizar que todos los miembros del equipo estén alineados con los objetivos y tengan una comprensión clara de sus responsabilidades contribuye al éxito general.

Estas lecciones proporcionan una valiosa orientación para los futuros proyectos de mejora continua de la empresa y enfatizan la importancia de una mentalidad proactiva, flexibilidad de enfoque y un enfoque centrado en el cliente.

- **Conclusiones generales.**

El presente proyecto se desarrolló en Industrias San Francisco S.A, siguiendo la metodología DMAIC para resolver el problema de la baja productividad en el proceso de fabricación de Croquetas para canino. En la etapa "DEFINIR", se elaboró el Project chárter o carta de proyecto, donde se especificaron los objetivos, el alcance, el equipo de trabajo y los recursos del proyecto.

En la etapa "MEDIR", se diseñó y aplicó un sistema de medición para recolectar datos del proceso actual, los cuales se utilizaron para calcular el índice de capacidad del proceso (Cp) y el nivel sigma.

En la etapa "ANALIZAR", se identificó la causa raíz del problema mediante el análisis de los datos, el uso de la herramienta de los 5 por qué y el diagrama de Ishikawa, lo que permitió determinar los factores que afectaban la productividad y la calidad del proceso.

En la etapa "MEJORAR", se propusieron e implementaron soluciones basadas en las mejores prácticas de la ingeniería industrial, tales como el diseño de experimentos (DOE), el análisis de modos y efectos de falla (AMEF), el control estadístico de procesos (CEP) y el sistema de producción justo a tiempo (JIT).

Estas soluciones contribuyeron a optimizar las operaciones, reducir el desperdicio, mejorar la calidad y disminuir el impacto económico del problema. En la etapa "CONTROLAR", se estableció un sistema de control y monitoreo del proceso mejorado, mediante el uso de procedimientos operativos estándar (POE), indicadores de desempeño (KPI) y un plan de auditoría de calidad, con el fin de asegurar la eficacia continua de las mejoras y la prevención de posibles desviaciones. Con lo anterior, se logró cumplir con los objetivos planteados al inicio del proyecto, lo que se evidenció en el incremento del índice de capacidad del proceso (Cp) y el nivel sigma, así como en la obtención de una nota final excelente para la culminación del proyecto y la carrera de ingeniería industrial.

4. Recomendaciones

2.2.2 Recomendaciones para mejoras continúa.

Para evitar problemas similares en el futuro y fortalecer la posición de la empresa como líder en calidad, prestigio, eficiencia, eficacia e higiene, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

I. Implementar un Sistema de Gestión de Calidad:

Establecer un sistema de gestión de calidad basado en normativas reconocidas internacionalmente, como la norma ISO 9001. Esto ayudará a la empresa a estandarizar sus procesos, asegurar la calidad del producto y satisfacer las expectativas de los clientes.

II. Realizar Análisis de Riesgos y Mejora Continua:

Realizar análisis periódicos de riesgos como el AMFE para identificar posibles problemas en el diseño de maquinaria y procesos. La mejora continua debe ser parte integral de la cultura empresarial, fomentando la identificación y solución proactiva de problemas.

III. Invertir en Investigación y Desarrollo:

Destinar recursos a la investigación y desarrollo para estar a la vanguardia en tecnologías de producción y diseño. Mantenerse actualizado con las últimas innovaciones ayudará a evitar problemas de diseño y mejorar la eficiencia operativa.

IV. Capacitación del Personal:

Brindar capacitación continua al personal en aspectos técnicos y de seguridad alimentaria. Un equipo capacitado es fundamental para asegurar la correcta operación de la maquinaria y la implementación de buenas prácticas.

V. Establecer Protocolos de Mantenimiento Preventivo:

Implementar protocolos de mantenimiento preventivo para todas las máquinas y equipos. Esto ayudará a evitar deterioros no planificados que puedan afectar la calidad del producto y la eficiencia de la producción.

VI. Desarrollar Procesos Estandarizados:

Establecer procesos operativos estandarizados para cada etapa de la producción. Esto incluye procedimientos claros desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final. La estandarización facilitará la consistencia y mejora en la calidad.

VII. Enfocarse en el Valor para el Cliente:

Centrarse en entender las necesidades y expectativas del cliente. Esto implica recopilar retroalimentación regular, ajustar productos según las preferencias del mercado y demostrar un compromiso continuo con la satisfacción del cliente.

VIII. Promover una Cultura de Calidad e Higiene:

Fomentar una cultura organizacional que priorice la calidad, la higiene y la eficiencia en todos los niveles. Esto se logra a través de la comunicación efectiva, la capacitación y el establecimiento de estándares elevados.

Auditorías Internas y Externas:

Realizar auditorías internas y externas periódicas para evaluar el cumplimiento de normativas y estándares de calidad. Esto proporcionará una evaluación objetiva de los procesos y áreas que requieran mejora.

IX. Mejorar la Comunicación Interna:

Establecer canales de comunicación efectivos entre los diferentes departamentos. Una comunicación clara y fluida contribuye a la identificación temprana de problemas y a la implementación de soluciones eficientes.

Al seguir estas recomendaciones, la empresa no solo evitará problemas recurrentes en el diseño y la producción, sino que también fortalecerá su posición en el mercado, construyendo una reputación sólida basada en la calidad, eficiencia y compromiso con la satisfacción del cliente.

- **Posibles líneas de investigación relacionadas.**

En la búsqueda constante de la excelencia operativa y la mejora continua, la empresa se enfrenta al desafío de gestionarse de forma eficiente, optimizar su línea de producción y considerar mejoras o cambios en la maquinaria existente. Para abordar estos desafíos, se proponen varias líneas de investigación estratégicas que buscan no solo superar los obstáculos presentes sino también anticiparse a futuras demandas del mercado y normativas.

1. Automatización de Procesos para la Línea de Producción:

Investigar la viabilidad y aplicaciones de la automatización en procesos clave de la línea de producción. Explorar soluciones tecnológicas que permitan ajustes dinámicos en función de la demanda, optimizando la eficiencia operativa.

2. Desarrollo de Materiales Higiénicos.

Explorar nuevos materiales y recubrimientos diseñados específicamente para entornos de producción. Investigar tecnologías que faciliten la limpieza y mantengan altos estándares de higiene en maquinaria y equipos.

3. Implementación de Principios 5S en Procesos de Producción Afectados por Sobreproducción:

Desarrollar estrategias basadas en los principios de las 5S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke) para optimizar la organización y eficiencia en la línea de producción. Investigar cómo la aplicación de las 5S puede mitigar los impactos negativos como la sobreproducción.

4. Tecnologías de Trazabilidad para Gestionar:

- Explorar tecnologías avanzadas de trazabilidad, como el uso de códigos de barras, RFID o blockchain, para mejorar la gestión de la cadena de suministro Investigar soluciones que ofrezcan una visibilidad completa y faciliten la toma de decisiones.

5. Desarrollo de Prácticas de Producción Ecológicamente Sostenibles

Investigar prácticas y tecnologías que promuevan la sostenibilidad en la producción de alimentos para caninos. Explorar enfoques para reducir el desperdicio, optimizar el consumo de recursos y adoptar prácticas respetuosas con el medio ambiente.

6. Formación Continua del Personal y Cambios en la Línea de Producción:

Investigar en métodos de formación efectivos que aseguren que el personal esté equipado para enfrentar los desafíos específicos asociados con el proceso y las mejoras en maquinaria. Estas líneas de investigación específicas están diseñadas para abordar las necesidades y desafíos particulares relacionados con la línea de producción y la mejora o cambio de maquinaria, al tiempo que se integran principios sólidos de gestión como las 5S. Cada línea ofrece un enfoque para la innovación y la optimización en contextos específicos de la empresa.

c. Material Complementario

Bibliografía

asana. (20 de 10 de 22). https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping

González, M. N.-G. (30 de abril de 2020). *Izertis*. https://www.izertis.com/es/-/blog/lean-six-sigma-una-metodologia-aplicada-a-procesos-reales

indeed Orientacion profesional. (21 de diciembre de 2022). https://www.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/diagrama-ishikawa-importancia

Introduccion a la Ingenieria Industrial. (12/5/16). Adobe InDesign CS6 (Windows.

J.Leal.G, H. (28 de Febrero de 2020). *Linkedin*. https://es.linkedin.com/pulse/iso-90012015-elaboraci%C3%B3n-de-mapas-procesos-henry-j-leal-g-

Lean Thinking. (2023).

Quiroa, M. (4 de Julio de 2020). *Economipedia*. Economipedia.com: https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html

Anexos

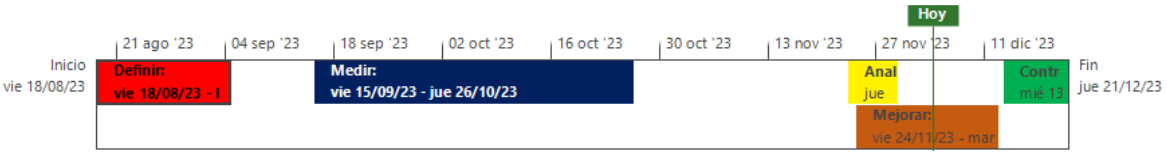
Fotografía de bandeja de Condimentador

Fotografía de alimento contaminado

Fotografía de Hornos

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1			**Proyecto de Graduación en la Industria San Francisco S.A**	**92 días**	**vie 18/08/23**	**jue 21/12/23**
2			**Definir:**	**12 días**	**vie 18/08/2**	**lun 04/09/2**
3			**Objetivos del Proyecto:**	**10 días**	**lun 28/08/2**	**vie 08/09/2**
4			Establecer claramente el propósito de la iniciativa, que en este caso es la reducción del 5% promedio de alimento expuesto a	10 días	lun 28/08/23	vie 08/09/23
5			**Alcance del Proyecto:**	**3 días**	**sáb 09/09/2**	**mar 12/09/2**
6			Delimitar las áreas específicas y procesos involucrados en la producción de alimentos caminos que serán objeto de mejora.	3 días	sáb 09/09/23	mar 12/09/23
7			**Identificación del Problema**	**2 días**	**mié 13/09/2**	**jue 14/09/2**
8			Detallar la problemática específica, destacando la presencia de contaminantes en el proceso de	2 días	mié 13/09/23	jue 14/09/23
9			Fin de la fase Definir	0 días	jue 14/09/2	jue 14/09/2
10			**Medir:**	**30 días**	**vie 15/09/2**	**jue 26/10/2**
11			**Recopilación de Datos:**	**30 días**	**jue 12/10/2**	**mié 22/11/2**
12			Obtener información detallada sobre la cantidad de alimentos afectados, los puntos críticos del proceso y otros datos relevantes.	30 días	jue 12/10/23	mié 22/11/23
13			Fin de la fase Medir	0 días	mié 22/11/2	mié 22/11/2
14			**Analizar:**	**6 días**	**jue 23/11/2**	**mié 29/11/2**
15			**Identificación de Causas Raíz**	**4 días**	**jue 23/11/2**	**lun 27/11/2**
16			Utilizar herramientas de análisis, como diagramas de espina de pescado o análisis de Pareto, para identificar las causas fundamentales de la contaminación.	4 días	jue 23/11/23	lun 27/11/23
17			**Evaluación de Variables Relevantes**	**2 días**	**mar 28/11/2**	**mié 29/11/2**
18			Analizar factores como la falta de trabajo estándar y la carencia de datos históricos que puedan contribuir a la presencia de contaminantes.	2 días	mar 28/11/23	mié 29/11/23
19			**Análisis del Tamaño del Problema**	**2 días**	**mar 28/11/2**	**mié 29/11/2**
20			Cuantificar el impacto de la contaminación en términos de producción y calidad del producto final.	2 días	mar 28/11/23	mié 29/11/23
21			Fin de la fase analizar	0 días	jue 23/11/2	jue 23/11/2
22			**Mejorar:**	**14 días**	**vie 24/11/2**	**mar 12/12/2**
23			**Diseño e Implementación de Soluciones:**	**5 días**	**jue 30/11/2**	**mié 06/12/2**
24			Desarrollar estrategias específicas para abordar las causas identificadas, incluyendo la implementación de estándares de trabajo y la recopilación de datos históricos.	5 días	jue 30/11/23	mié 06/12/23
25			**Optimización de Procesos:**	**4 días**	**jue 07/12/2**	**mar 12/12/2**
26			Ajustar y mejorar los procesos de fabricación para garantizar la reducción efectiva del alimento expuesto a contaminación.	4 días	jue 07/12/23	mar 12/12/23
27			Fin de la fase mejorar	0 días	vie 24/11/2	vie 24/11/2
28			**Controlar:**	**7 días**	**mié 13/12/2**	**jue 21/12/2**
29			**Implementació de Controles:**	**4 días**	**mié 13/12/2**	**lun 18/12/2**
30			Establecer medidas de control para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.	4 días	mié 13/12/23	lun 18/12/23
31			**Monitoreo continuo:**	**3 días**	**mar 19/12/2**	**jue 21/12/2**
32			Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las soluciones y realizar ajustes según sea necesario.	3 días	mar 19/12/23	jue 21/12/23
33			Fin de la ultima fase	0 días	mié 29/11/2	mié 29/11/2
34			Primera parte de la exposición de Graduación	1 día	mié 06/12/2	mié 06/12/2
35			Segunda parte de la exposición de Graduación	1 día	mar 12/12/2	mar 12/12/2

Diagrama de Gantt – Creación Propia



POES

POE

PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO

ESTA MANUAL DE USUARIO ENGLOBA:

- **REGISTRO DE CUMPLIMIENTO DE POE.**
- **REGISTRO DE CARTAS DE CONTROL.**

Este documento lo puede encontrar en el formato digital, en la carpeta "POES"

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Para todo el personal

INCORPORACIÓN 2023

CONCENTRADOS San Francisco

SANEAMIENTO PRE-OPERACIONAL

1. Limpieza del personal
2. Verificación del área de producción
3. Limpieza durante el proceso

SANEAMIENTO POST-OPERACIONAL

4. Verificación de seguridad
5. Limpieza general
6. Limpieza post-operaciones del personal

Este documento lo puede encontrar en el formato digital, en la carpeta "POES"