

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“REDUCCIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA
PRODUCCIÓN UTILIZANDO LA METODOLOGÍA
DMAIC EN UNA FÁBRICA DE PREMEZCLAS PARA
ALIMENTOS AVICOLAS EN LURÍN”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional
de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Nadia Miluska Badillo Astocondor

Asesor:

Mg. Julio Douglas Vergara Trujillo
<https://orcid.org/000-0003-1001-5671>

Lima - Perú

DEDICATORIA

A mis padres, Verónica y José,
por inculcarme el valor del esfuerzo y la entereza.

A mis hijos, Luciana y Emiliano,
por ser los motores que me empujan a dar siempre lo mejor de mí.

A mi compañero de vida, Arnold,
por su soporte y apoyo incondicional.

A mí,
por mi constancia, determinación y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a mi asesor de Tesis Dr. Douglas Vergara por su paciencia, enseñanzas, orientaciones y soporte en la elaboración del presente trabajo.

A David Cerna por siempre confiar en mi profesionalismo y apostar por mí en el proyecto de Reducción de residuos generados en la producción utilizando la metodología DMAIC.

A Alicia Rodriguez, por haber compartido conmigo un sinfín de enseñanzas en el ámbito profesional y personal, por demostrarme que no existen límites para las mujeres y que podemos llegar tan lejos como queramos, que no existen límites, es nuestra decisión.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN EJECUTIVO	6
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN	8
1.1. Antecedentes:.....	8
1.2. Historia de la empresa:	11
1.3. Organización interna de la empresa:	14
1.4. Principales productos:.....	16
1.5. Contextualización de la experiencia profesional:.....	16
1.6. Realidad Problemática:.....	17
1.7. Formulación del problema:.....	28
1.7.1. Problema General:.....	28
1.7.2. Problema Específico:	28
1.8. JUSTIFICACIÓN:.....	28
1.8.1. Justificación Teórica:.....	28
1.8.2. Justificación Practica:	29
1.8.3. Justificación Cuantitativa:	29
1.8.4. Justificación Académica:	30
1.9. OBJETIVOS:.....	30
1.9.1. Objetivo General:.....	30
1.9.2. Objetivo Especifico:	30
CAPÍTULO 2.MARCO TEÓRICO	32
2.1. Antecedentes:.....	32
2.2. SIX SIGMA:.....	35
2.3. Conceptos Teóricos de SIX SIGMA:	38
2.3.1. Define (definir):.....	38
2.3.2. Measure (medir):.....	38
2.3.3. Analyze (analizar):.....	38
2.3.4. Improve (mejorar).....	38
2.3.5. Control (controlar).....	38
CAPÍTULO 3.DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	39
3.1. Procedimiento (Desarrollo del objetivo General):.....	39
3.1.1. Definir:	39
3.1.2. Medir (Measure):	48
3.1.3. Analizar (Analyze).....	54
3.1.4. Mejorar (Improve):	62
3.1.5. Controlar (Control):.....	68
CAPÍTULO 4.RESULTADOS	75
4.1. Resultados:.....	75
4.1.1. Resultado del Objetivo 01:.....	75
4.1.2. Resultado del Objetivo 02:.....	75
4.1.3. Resultado del Objetivo 03:.....	76
4.1.4. Resultado del Objetivo 04:.....	77
4.1.5. Resultado del Objetivo general:.....	78

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		79
5.1.	Resultados:.....	79
5.1.1.	<i>Conclusiones del Objetivo 01:</i>	79
5.1.2.	<i>Conclusiones del Objetivo 02:</i>	79
5.1.3.	<i>Conclusiones del Objetivo 03:</i>	79
5.1.4.	<i>Conclusiones del Objetivo 04:</i>	80
5.1.5.	<i>Conclusiones del Objetivo general:</i>	80
5.2.	Recomendaciones:	80
5.2.1.	<i>Recomendaciones del Objetivo 01:</i>	80
5.2.2.	<i>Recomendaciones del Objetivo 02:</i>	81
5.2.3.	<i>Recomendaciones del Objetivo 03:</i>	81
5.2.4.	<i>Recomendaciones del Objetivo 04:</i>	81
5.2.5.	<i>Recomendaciones del Objetivo general:</i>	81
5.3.	Lecciones aprendidas:.....	82
5.4.	Competencias:	83
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS.....		84

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente trabajo es reducir de manera cuantitativa los residuos generados en la producción de premezclas para la preparación de alimentos para animales generados en el área de producción de la empresa. Uno de los objetivos es disminuir estos residuos en un 80%, actualmente la relación entre la producción de premezclas y la generación de residuos es directa, vale decir que cuanto más producción exista son más los residuos generados. La producción promedio diaria es de 40 toneladas, de 800 toneladas al mes, las que generan mensualmente 4.5 toneladas en promedio con relación al año 2020, las cuales son llevadas al relleno de seguridad ocasionando gases de efecto invernadero que perjudican el medio ambiente. De igual manera se busca minimizar el costo que significa la eliminación de estos residuos, los cuales tienen un costo mensual de 500 dólares americanos con relación al año 2020. En la fabricación de premezclas participan operadores de producción quienes tienen actividades rutinarias definidas, en el proceso de envasado se cuenta con al menos 3 operadores de producción, se tiene 2 áreas de envasado en la fábrica y 1 supervisor a cargo de verificar las operaciones de todas las áreas de producción, incluyendo el área de envasado. La metodología que aplicaremos es DMAIC, la cual nos ayudará a enfocarnos en la solución de esta problemática basados en los datos del año 2020, nos ayudará a realizar las mejoras necesarias para reducir la generación de residuos, el impacto ambiental que genera y el costo que representa.

ABSTRACT

The purpose of this project is to quantitatively reduce the waste generated in the production of premixes for the preparation of animal feed generated in the company's production area. One of the objectives is to reduce this waste by 80%, currently the relationship between the production of premixes and the generation of waste is direct, meaning that the more production there is, the more waste is generated. The average daily production is 40 tons, 800 tons per month, which generates an average of 4.5 tons per month in relation to the year 2020, which are taken to the landfill causing greenhouse gases that harm the environment. In the same way, it seeks to minimize the cost of eliminating this waste, which has a monthly cost of 500 US dollars in relation to the year 2020. In the manufacture of premixes, production operators participate who have defined routine activities, in the process there are at least 3 production operators, 2 packaging areas in the factory and 1 supervisor in charge of verifying the operations of all production areas, including the packaging area. The methodology that we will apply is DMAIC, which will help us focus on the solution of this problem based on the data of the year 2020, it will help us to make the necessary improvements to reduce the generation of waste, the environmental impact that it generates and the cost that it represents.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes:

Electricity E.I.R.L es una pequeña empresa dedicada a brindar Servicios Generales, para este caso en particular se brindó mentoría y acompañamiento a la empresa DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PERÚ S.A, ubicada en distrito de Lurín en su proyecto de Reducción de residuos generados en la zona de envasado que son llevados al relleno sanitario. Por lo que nos enfocaremos en la información de dónde se realizó este proyecto de mejora.

DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PERÚ S.A. es una empresa transnacional, que tiene como dirección actual AV. Los Gallos y Av. B Lote 1 Parque Industrial Ciudadela, ubicada en distrito de Lurín en Lima Metropolitana.

Figura 1

Ubicación de la empresa



Nota: Imagen tomada de www.googlemaps.com

- **Propósito de la Empresa:**

El propósito de DSM es crear vidas más brillantes para todos. Para hacer esto, se invierte todo el potencial científico e innovador para encontrar soluciones a los mayores desafíos del planeta, así es como crean valor para los clientes, colaboradores y sociedad en general.

- **Valores de la Empresa:**

En septiembre de 2015, durante la Asamblea General de la ONU, 193 delegaciones de países presentes en Nueva York firmaron la versión final de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con sus 169 metas. Este acuerdo debe ser el norte de gobiernos, sociedades y empresas hacia un futuro sostenible. Los principales objetivos para el desarrollo sostenible por parte de DSM son:

- a) **Hambre cero (ODS 2):** Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible. El objetivo es mejorar la nutrición de aquellas personas que más lo necesitan. Esto se hace mediante la fortificación de alimentos y micronutrientes, que se proporcionan a diversas iniciativas, como asociaciones con el Programa Mundial de Alimentos y Feed the Future. Esto se realiza desde su negocio de Alimentos para la alimentación humana.

Figura 2

Símbolo del ODS 2 (Objetivo de sostenibilidad)



Nota: Folleto del Compromiso con la Sostenibilidad de DSM (2021)

- b) **Salud Y Bienestar (ODS3):** Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Las soluciones de DSM están contribuyendo a la buena salud en todos los grupos de edad, ya sea reduciendo los niveles de sal

“Reducción de residuos generados en la producción utilizando la metodología DMAIC en una fábrica de premezclas para alimentos avícolas en Lurín” y azúcar en los alimentos procesados o las emisiones de carbono de los procesos de fabricación de productos químicos. Esto en todos sus giros de negocio de fabricación de alimentos directamente para la preparación de alimentos para humanos o animales, vitaminas, minerales y otros.

Figura 3

Símbolo del ODS 3 (Objetivo de sostenibilidad)



Nota: Folleto del Compromiso con la Sostenibilidad de DSM (2021)

- c) **Energía asequible y no contaminante (ODS 7):** Garantizar una energía moderna, asequible, fiable y sostenible para todos. Están haciendo que la energía renovable y asequible sea una realidad para todos, a través de tecnologías de materiales que fomentan la energía solar y los biocombustibles elaborados a partir de plantas como el maíz y la caña de azúcar.

Figura 4

Símbolo del ODS 7 (Objetivo de sostenibilidad)



Nota: Folleto del Compromiso con la Sostenibilidad de DSM (2021)

- d) **Producción y consumo responsables (ODS 12):** Garantizar patrones de producción y consumo sostenibles. Los termoplásticos utilizados en las piezas de automoción son más ligeros, además de tener más posibilidades de reutilización. Reducen el desperdicio de alimentos a través de Pack-Age®, una solución de envasado para carne y queso, que prolonga la vida útil del producto.

Figura 5

Símbolo del ODS 12 (Objetivo de sostenibilidad)



Nota: Folleto del Compromiso con la Sostenibilidad de DSM (2021)

- e) **Acción por el clima (ODS 13):** Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos. Defienden alternativas para incrementar el uso de fuentes renovables en su mix energético, y ya estamos reduciendo nuestra huella de carbono, a través de diversas iniciativas en cada uno de sus giros y plantas.

Figura 6

Símbolo del ODS 13 (Objetivo de sostenibilidad)



Nota: Folleto del Compromiso con la Sostenibilidad de DSM (2021)

1.2. Historia de la empresa:

Desde sus inicios como DUTCH STATE MINES, nombre de donde luego revienen sus siglas (DSM), se ha especializado en crear soluciones en Nutrición, Biotecnología y salud. DSM inicia su historia hace más de 100 años desde las minas estatales holandesas, a lo largo de este siglo han transformado sus operaciones, es una compañía basada en ciencia y que tiene como principal objetivo hacer un mundo más saludable, seguro y sostenible. Su presencia en América Latina se da desde la década de 1980, teniendo como enfoque las importaciones de materias primas, la cual evoluciona pronto para realizar actividades vinculadas a su más grande propósito; el de hacer la vida brillante para todos

“Brighter Science, Brighter living”; posterior a ello en 2003 adquieren el negocio de vitaminas y productos químicos de la marca Roche a nivel mundial y se convierte en líder en Nutrición Animal en Latinoamérica, estableciéndose fuertemente en la región, con operaciones en casi todos los países, como Argentina, Costa Rica, Ecuador, Chile, Perú, Uruguay, Guatemala, Venezuela, Paraguay, y teniendo sus plantas más grandes en Brasil y México. Llega a Perú en junio del 2002, siempre con la fabricación de premezclas para la preparación de alimentos para animales de granja (pollos, pavos, cerdos, reses, peces, etc.), su primera locación fue en el distrito de Ate Vitarte, y debido a su crecimiento se muda al distrito de Lurín en 2018, inaugurando su planta más moderna de América Latina, con una capacidad de producción de hasta 3000 toneladas mensuales, con los más altos estándares de calidad y seguridad. En 2013 adquiere la empresa familiar brasileña TORTUGA, la cual los posesionó como líderes en el mercado de suplementos nutricionales para ganado de carne y leche.

La producción actual de DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PERÚ S.A. es de 800 toneladas de premezclas mensuales. Sus principales clientes actuales son: San Fernando, Redondos, Don Pollos, Pluma Blanca, entre otras empresas ganaderas y fabricantes de alimentos para animales líderes del mercado nacional.

Figura 7

Foto de inauguración de nueva planta en el distrito de Lurín



Nota: Fotografía tomada en la inauguración del nuevo Site de DSM en Lurín,

www.actividadavipecuaria.com (2018)

Figura 8

Equipo operativo de la nueva planta en el distrito de Lurín



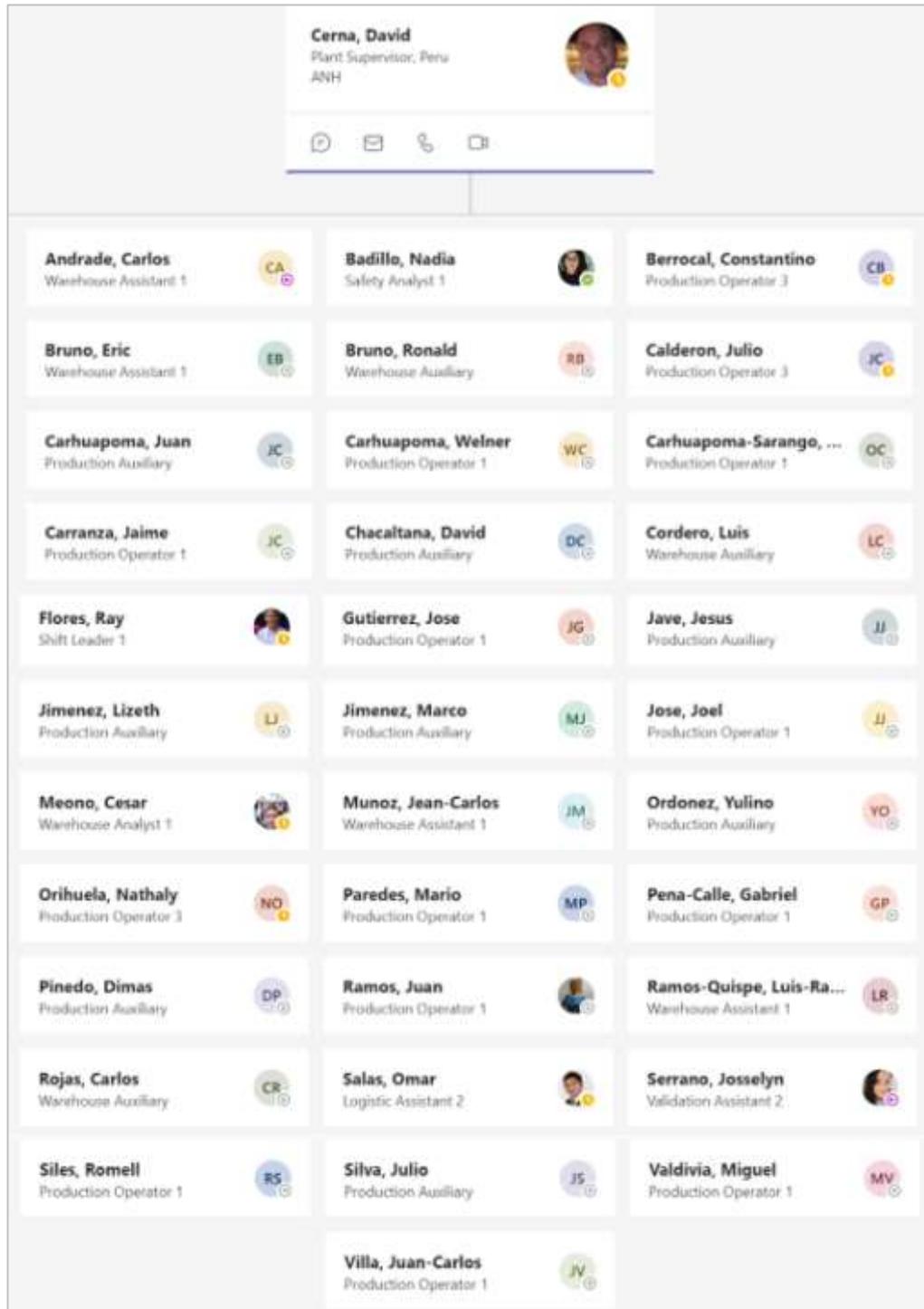
Nota: Fotografía tomada en la inauguración del nuevo Site de DSM en Lurín,
www.actividadavipecuaria.com (2018)

1.3. Organización interna de la empresa:

La fábrica de producción de DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PERÚ S.A. ubicada en Lurín está organizada de la siguiente manera:

Figura 9

Organigrama interno DSM Nutritional Products Perú S.A.



Nota: Organigrama a través de Microsoft Teams (2022)

La operación que realiza DSM en su negocio de Animal Nutrition & Health (ANH) se puede entender de manera resumida en la siguiente imagen:

Figura 10

Cadena productiva de Animal Health & Nutrition (ANH)



Nota: Ciclo de la cadena de suministro del negocio de la fabricación de premezclas

Esta figura explica la cadena productiva del giro de negocio ANH, la cual señala que de la fábrica de premix de DSM (premezcla en inglés) los productos preparados son vendidos a distribuidores; empresas comercializadoras del producto terminado de DSM o de la venta directa de las vitaminas y minerales importados por DSM desde otras fábricas de producción de DSM de otras partes del mundo; o son vendidos a las fábricas de alimento balanceado para animales, donde se prepara el alimento directo del animal (peces, vacas, cerdos, especialmente pollos, entre otros), animales que finalmente sirven de alimento para el hombre mismo.

1.4. Principales productos:

Los principales productos que ofrece son:

- Premezclas para la preparación de alimentos para pollos, en cada periodo de crecimiento, inicio, crecimiento y terminador, asimismo para gallinas ponedoras de huevos (principal producto)
- Premezclas para la preparación de alimentos de cerdos, en cada periodo de crecimiento.
- Premezclas para la preparación de alimentos de pavos, en cada periodo de crecimiento.
- Premezclas para la preparación de alimentos de reces, en cada periodo de crecimiento.

Figura 11

Producto: Rovimix VACAS ALTA



Nota: www.pro-premix.com

1.5. Contextualización de la experiencia profesional:

Como estudiante de la carrera de ingeniería industrial bajo la modalidad de Working Adult, ingresé al equipo de operaciones de la empresa DSM Nutritional Products Perú en noviembre de 2018 en el puesto de Practicante preprofesional SSOMA. A lo largo de mi permanencia se me destacó y promocionó profesionalmente hasta el día de hoy que ocupo el cargo de SAFETY ANALYST, posición que tiene como responsabilidad principal el garantizar el desarrollo seguro de todas las actividades operacionales, logísticas y

administrativas. Del mismo modo tenemos la responsabilidad de salvaguardar el impacto ambiental ocasionado por las operaciones propias de la empresa y la vigilancia médica de todos los empleados. Al cierre del año 2019 se tuvo como objetivos del año diversos proyectos entre los cuales se encontraba el reto de reducir la cantidad de residuos generados a propósito de la operación, el ahorro del consumo de energía no renovable y el ahorro de costos en logística y otros. Un equipo multidisciplinario conformado por personal del área de calidad, logística, seguridad, producción, en el cual me encontraba fue el responsable de asumir el proyecto de reducción en la generación de residuos generados. Debido a temas legales, de funciones y responsabilidades no pudimos hacerlo de manera directa, sino que fuimos capacitados y acompañados a lo largo del desarrollo del proyecto por una empresa tercera (Electricity E.I.R.L), obteniendo los resultados deseados.

1.6. **Realidad Problemática:**

La administración de los residuos sólidos está ligada a la calidad ambiental en Lima Metropolitana (Quiroz, 2021). A mi consideración, mientras más residuos sólidos son generados en la industria menor es la calidad ambiental en la ciudad de Lima.

Afirmamos que dentro de un contexto de desarrollo sostenible, se busca la reducción de los residuos sólidos generados que son llevados al relleno sanitario y que la implementación de una administración adecuada minimizaría las consecuencias negativas en la salud pública, en el medio ambiente y el ahorro de los costos generados durante su manejo (Quiroz, 2021)

En el negocio de ANH, para la fabricación de las premezclas, se hace uso de diversos tipos de insumos, entre ellos, tenemos pigmentantes, vitaminas, minerales, entre otros. Muchas de las materias primas utilizadas para la fabricación de estas premezclas están clasificadas por el Sistema Globalmente Armonizado como irritantes, tóxicas, por tanto, los residuos generados a consecuencia de la producción de manera directa e indirecta son llevados al relleno sanitario, si bien es cierto como producto terminado el nivel de concentración de los materiales considerados dañinos es mínimo debido a que fueron mezcladas entre sí y a su vez diluidas en carbonato de calcio.

DSM Nutritional Product Perú S.A. tuvo una producción promedio de 870 toneladas por mes en el año 2020, teniendo como promedio de residuos que van al relleno

de seguridad 5 toneladas mensuales, estos residuos están conformados básicamente por sobrantes de producción (excedentes ocasionados a lo largo de la producción para garantizar que se tenga como resultado el peso esperado).

A continuación, la descripción del proceso de producción de premezclas:

Tabla 1

Proceso de Producción de premezclas en mezclador BULHER

- Entrega de materias primas a producción

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
1.	Entrega de materias primas	Operario de almacén	Según los requerimientos de producción y siguiendo FEFO (primero en vencer, primero en usar), almacén hace la entrega de materias primas a producción.

- Entrega, tamizado y almacenamiento de carbonato de calcio

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
2.	Entrega de carbonato de calcio	Operario de almacén	Entrega el bigbag a producción para que pueda ser colocado en el elevador de carga.
3.	Asignación de tarea	Operador PCS	En la estación principal de PCS se crea una tarea para la carga de carbonato de calcio.
4.	Ubicación del big bag	Operario	Ubica el big bag de carbonato de calcio en el área correspondiente para que sea izado desde el primer nivel hacia el 3er nivel de cada línea.
5.	Izado	Operario	Sujeta de las asas superiores del big bag a los ganchos del polipasto para que luego sea izado, una vez que el big bag llega al 3er nivel y se coloca en el sitio designado, el operario abre la compuerta pequeña para poder desatar el big bag por la parte inferior y de esta manera el carbonato de calcio pueda caer a la tolva. Para realizar la actividad de apertura del big bag se utiliza el cutter Martor 625.
6.	Registro de lote	Operario	En la estación de carga de carbonato de calcio, ingresa a la tarea (cuando el botón parpadea) y escanea el big bag confirmando el peso. Automáticamente se enciende la zaranda y el ventilador del extractor. En caso se esté cargando la tolva, el sistema no dosifica (se suspende el funcionamiento del equipo automáticamente).
7.	Tamizado	Zaranda	El carbonato de calcio pasa por una zaranda provista de un tamiz de 6 mm que previene la incorporación de cuerpos extraños.

8. Almacenamiento de carbonato de calcio en tolva Tolva de almacenamiento
- El carbonato de calcio luego de pasar por la zaranda es almacenada en la tolva.
- En caso se realice la tarea por una carga parcial de calcio, la tarea debe ser interrumpida por el operario. En caso se culmine con la tarea el operario realiza la parada secuencial para apagar el vibrador y extractor.

• Pesado de materias prima

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
9.	Inicio de pesado	Operario	<p>Según órdenes de trabajo designadas para cada estación de pesado, se escanea la etiqueta del producto a pesar.</p> <p>Se debe registrar la hora del comienzo de pesado en el Programa de secuencia de Producción diaria.</p> <p>Esta estación contará con productos medicados y no medicados, dichos ingredientes serán utilizados en la Línea N°1.</p> <p>Una vez alcanzado el peso objetivo dentro del rango por PCS, se confirma el peso para continuar con el pesado del siguiente ingrediente. Se puede continuar con el pesado de ingredientes sin rebasar 25 kg por bolsa. Una vez que se completa una bolsa se confirma y se cierra el ensamble para que se imprima la etiqueta con su respectiva identificación, la que indica el total del peso y número de ingredientes.</p>
10.	Pesada línea N°1	Operario	<p>Solo será permitido doble etiqueta cuando es micro trazador. Luego se cierra la bolsa para evitar derrames y contaminación cruzada.</p> <p>Para realizar la actividad de apertura de los sacos se utiliza el cutter Martor 625.</p> <p>Se tienen definido cucharones específicos para cada producto ubicado en los carruseles.</p> <p>Los cucharones utilizados para el pesado de las materias primas de menor uso serán colocados en un recipiente de cucharones sucios para su posterior lavado.</p>

- La hora del comienzo de pesado se debe registrar en el Programa de secuencia de producción diaria
- Esta estación contará con productos medicados (no coccidiostatos) y no medicados, dichos ingredientes de esta estación solo serán utilizados para la Línea N°2. Una vez alcanzado el peso objetivo dentro del rango por PCS, se confirma el peso para continuar con el pesado del siguiente ingrediente. Se puede continuar con el pesado de ingredientes sin rebasar 25 kg por bolsa. Una vez que se completa una bolsa se confirma y se cierra el ensamble para que se imprima la etiqueta con su respectiva identificación, la que indica el total del peso y número de ingredientes.
- Solo será permitido doble etiqueta cuando es micro trazador. Luego se cierra la bolsa para evitar derrames y contaminación cruzada.
- Para realizar la actividad de apertura de los sacos se utiliza el cutter Martor 625.
- Se tienen definido cucharones específicos para cada producto ubicado en los carruseles.
- Los cucharones utilizados para el pesado de las materias primas de menor uso serán colocados en un recipiente de cucharones sucios para su posterior lavado.
- Se realiza la verificación con pesas patrones diariamente para cada estación de pesado. El registro de la verificación realizada queda registrado en PCS (**Orden de Producción**).
- 11. Pesada línea N°2 Operario
 - 12. Verificación con pesas patrones Operario

• Macroensamblaje

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
13.	Armado de lote con sacos enteros	Operario	<p>Según órdenes de trabajo asignadas para la estación, se coloca los sacos sobre una paleta, posteriormente se escanea cada etiqueta. En caso, la materia prima no sea la correcta el sistema da una alerta de aviso al operario.</p> <p>Una vez culminado el macro ensamble se imprime una etiqueta madre para cada pallet del mismo lote. Para dar como culminado el lote, se realiza un conteo de los sacos armados y esta cantidad debe corresponder a la que indica en la etiqueta madre impresa. Se coloca el nombre del operario que realiza esta actividad en la etiqueta madre para dar conformidad al lote asignado.</p> <p>Se debe de registrar la hora de término del pesado del lote en el registro de Programa de secuencia de producción diaria.</p>

• Preparación de material de empaque e impresión de etiquetas

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
14.	Impresión de etiquetas	Operador de PCS	<p>Imprime etiquetas para cada orden de trabajo en SAP (P43) para producto terminado o PCS (para el caso de intermedios).</p> <p>El sistema imprime y enumera las etiquetas automáticamente en la cantidad necesaria para cada lote más adicional y se entrega al área de calidad para su verificación.</p> <p>En caso de tener que realizar algún cambio manual en las etiquetas (solo se permite para cambios en la fecha de producción), se solicita autorización a Calidad y se completa el Control de cambios manuales de etiqueta de producto terminado (RICAL058).</p>
15.	Pegado de etiquetas	Operario	<p>Pega las etiquetas en los sacos previamente verificados. Todos los sacos etiquetados correspondiente a un lote los coloca en una bolsa plástica con el rótulo correspondiente, en el caso de las etiquetas de Big bags se colocan 3 etiquetas.</p> <p>En el Stickers de Colores y adicionales a la etiqueta de producto terminado (RIPRO012), se indican las etiquetas que requieren llevar cintas de colores de acuerdo con el requerimiento del cliente.</p>
16.	Etiquetas faltantes o dañadas	Operador de PCS	<p>Reimprime etiquetas faltantes o dañadas. Cuando haya etiquetas faltantes el operario debe completar el Control de Reenvasado o reimpresión de etiquetas (RICAL032), a fin de hacer las revisiones respectivas por parte del supervisor de producción y calidad. Todo ello para llevar un control de etiquetas evitar un uso errado.</p>

• Armado de lote

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
17.	Armado de lote	Operario	<p>Los saldos pesados en los dispensarios se van colocando en paletas sobre los sacos de macro ensamble para cada lote.</p> <p>De acuerdo con la secuencia de producción, se retira el lote de la ubicación y se coloca el film asegurando la carga.</p>
18.	Entrega de lote armado	Operario	<p>El operario de producción traslada el pallet al segundo nivel de adición manual utilizando el apilador y coloca dentro de la canastilla correspondiente.</p> <p>Para asegurar el pallet utilizar stretch film y realizar el corte con el cutter Martor 625.</p>

- Adición manual

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
19.	Envío al 2º nivel	Operario	Se encarga de enviar de los lotes armados según la secuencia establecida.
20.	Verificación del lote	Operario	Para abrir las compuertas, el operario escanea la etiqueta de micro pesado del lote programado. En caso, la etiqueta escaneada no sea la correcta el sistema da un aviso al operario para su revisión.
21.	Apertura de compuerta	Operario	Con el escaneo de la etiqueta de micro pesado, el sistema habilita la apertura de la compuerta y encendido de la zaranda y del ventilador del extractor.
22.	Adición	Operario	Realiza el escaneo de cada etiqueta e inmediatamente debe ser adicionada la bolsa o saco hacia la tolva de adición. (Saco escaneado, saco adicionado) y se utiliza el cutter Martor 625. No debe adicionarse ningún saco o bolsa sin antes haber escaneado los sacos y verificado la pantalla. Nota: Los sacos que no cuenten con etiquetas pegadas a los sacos (porque se tienden a despegar por el material de empaque), deben ser pegadas antes de ser adicionadas (a modo de verificación). La secuencia de adición es como se detalla a continuación:
23.	Limpieza de tolva de adición	Operario	Terminada la adición manual de todas las materias primas de un lote, se realiza la limpieza de la tolva (zaranda) y se verifica que no haya algún objeto extraño. En caso sea necesario es reportado a Calidad y anotado en las Observaciones del Control de proceso de adición manual (RIPRO019) . Si durante la limpieza se observa que la malla se encuentra dañada se informa a Calidad y al supervisor para de producción para el reemplazo de esta y evaluar acciones con los lotes procesados según sea el caso.
24.	Cierre de compuertas	Operario	Cierra las compuertas y confirma en el sistema el término de la etapa con lo cual el sistema activa el bloqueo de estas.
25.	Encendido de timer	Operario	El sistema apaga en automático el vibrador y el ventilador del extractor después de cerrar la compuerta.
26.	Limpieza externa del área	Operario	Terminado el procedimiento se procede con la limpieza externa del área de adición manual. Completar Control de proceso de adición manual (RIPRO019)

- Tamizado y almacenamiento en tolva

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
27.	Tamizado	Zaranda vibratoria	Todos los materiales adicionados al mezclador pasan por una zaranda provista de un tamiz de aproximadamente 6 mm que previene la incorporación de cuerpos extraños al mezclador.
28.	Almacenamiento	Buhler sistema PCS	Las materias primas caen hacia la tova de adición manual

- Dosificación automática y carga de carbonato de calcio

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
29.	Dosificación	Buhler sistema PCS	El carbonato de calcio es transferido por el tornillo dosificador hacia la tolva de carbonato de calcio según la cantidad indicada en cada orden de proceso.
30.	Almacenamiento	Buhler sistema PCS	El Carbonato reposa en la tolva hasta que la tolva báscula se encuentre vacía.

- Carga y pesado en tolva báscula

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
31.	Transporte neumático	Buhler sistema PCS	Finalizado la adición manual y cuando la tolva báscula se encuentre vacía, los materiales de adición manual y de la tolva de carbonato son transportados a la tolva báscula.
32.	Pesado en tolva bascula	Tolva Báscula	Una vez que las materias primas que componen el lote se encuentren en la tolva bascula, se pesan y en caso se encuentre fuera del rango de tolerancia (+/- 0,5%) del peso, no podrán ser transportadas al mezclador hasta que la persona con autorización en PCS podrá dar Override para poder continuar el proceso. Cuando hay diferencias mayores a +/- 2 kg se comunica a Calidad para una revisión en la línea. Tener especial cuidado de las diferencias de peso en caso de lotes de mascotas.

- Mezclado

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
33.	Mezclado	Mezclador Buhler	<p>El mezclador Buhler AHML2000 de paletas accionado por un motor de 18.5 Kw, con capacidad máxima de 2000 kg.</p> <p>El mezclador se encuentra encendido durante la transferencia de los materiales al mezclador, la velocidad del mezclador en este punto es inferior. Una vez transferido todos los materiales al mezclador, comienza el tiempo de mezclado a una velocidad mayor. La velocidad total es de 2 minutos el mismo que es controlado por un PLC.</p>
			

- Tolva principal de envasado

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
34.	Tolva de envasado	Operario	<p>Finalizado el tiempo de mezclado, las compuertas de descarga se abren automáticamente para la descarga hacia la tolva de envasado. Es en este momento el siguiente lote que se encuentra en la tolva báscula se comienza a transportar al mezclador.</p>

- Envasado en saco

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
35.	Limpieza de ductos (tornillo sin fin y cono de envasado)	Operario	<p>Para iniciar el proceso de envasado se realiza la limpieza externa del tornillo sin fin y cono de envasado con aire comprimido. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015).</p>
36.	Inicio de embolsado	Operario 1	<p>Para iniciar el embolsado se requiere escanear el código y realizar la revisión de lote, FV y color de etiqueta (si aplica) del producto en la etiqueta de la primera bolsa del lote a envasar para confirmar si es el envase correcto. En caso no sea correcto el PCS no permite iniciar con el pesado. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015).</p>
37.	Colocación de sacos	Operario 1	<p>Colocar saco en la boca de descarga, activar el switch para cerrar las pinzas y comenzar la descarga de producto hasta que llegue al peso deseado, una vez completada la descarga retirar el saco.</p>
38.	Verificación de Balanza	Operario	<p>Verificación de Balanza con pesas patrón (una vez al día).</p>

Se registra la información en **Control de proceso (RIPRO015)**.

39.	Pesado	Línea	El pesado de cada saco se realiza de forma automática según orden de producción. De 9 a 25 kg.
40.	Verificación de peso	Operario 1	Procede a verificar peso de las primeras bolsas de forma visual y registra los pesos de la primera y última bolsa del lote; y en caso corresponda ajustar el peso hasta que se tenga pesos completos. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
41.	Cosido de saco	Operario 2	Sujetar saco, colocarlo en la faja transportadora, retirar el aire a la altura de la campana extractora y realizar el cosido del saco. Los sacos son colocados en un pallet estándar con cartón, en camas de 5 sacos y deben ser apilados de manera vertical sin inclinaciones ni bolsas sobresalidas y sin superar el 1.6 m de altura.
42.	Paletizado	Operario 3	Posterior a ello se debe aplicar stretch film cubriendo la base del pallet al 75% y los materiales en su totalidad y realizar el corte con el cutter Martor 625.
43.	Muestreo	Operario 1 y/o 2	Recoge una muestra compuesta por cada lote de producto (inicio-medio-fin) guardando como mínimo 200 g. La cantidad de muestras depende de la necesidad del cliente.
44.	Finalización del lote	Operario 1	Finalizado el envasado del lote, lo confirma en PCS y con esto se guarda automáticamente la Orden de proceso en pdf. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
45.	Limpieza del cucharón	Operario	Se procede a limpiar el cucharón utilizado para evitar contaminación cruzada.
46.	Limpieza con aire	Operario	Finalizado el envasado de cada lote, se procede a limpiar el tornillo dosificador con aire comprimido.

- Envasado en Big bags

Ítem	¿Qué?	¿Quién?	Descripción
47.	Limpieza de ducto / purga	Operario	Purga de ducto de envasado (solo al inicio del proceso) Se registra la información en Registros de Control de proceso (RIPRO015)
48.	Verificación de balanza	Operario	Verificación de Balanza con pesas patrón. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
49.	Verificación de empaques	Operario	Para iniciar el embolsado se requiere escanear la etiqueta de la primera bolsa del lote a envasar para confirmar si es el envase correcto. En caso no sea correcto, el PCS no permite iniciar el pesado. Revisar la integridad del empaque (boca de descarga de BIG BAG, asas, costuras, cuerpo). Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
50.	Verificación de Etiqueta	Operario	Verificar a través de color de etiqueta según Código de color de etiqueta según cliente. Colocación de 3 etiquetas verificadas en bolsillos laterales. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
51.	Colocación de pallets	Operario	Se coloca el pallet con cartón en la base sobre la balanza.
52.	Tara de big bag	Operario	Se tara el peso de la paleta sola, luego se coloca el big bag sobre una paleta. Se coloca el Big Bag en el dosificador, teniendo cuidado para evitar derrames o que el big bag se arrugue o caiga.
53.	Posicionamiento del Big Bag	Operario	Colocación de asas de BB en arnés de seguridad con la bolsa correctamente centrada y verificada la integridad de esta. Colocación de boquilla de BIG BAG en ducto de descarga y realizar el amarre respectivo para asegurarla. Esta actividad se realiza entre 2 operadores. Confirmar el peso requerido del BB, realizar la descarga hasta alcanzar el contenido neto.
54.	Llenado / Confirmación de peso	Operario	Manualmente y por duplicado se confirma el peso del big bag en PCS y automáticamente se guarda la Orden de proceso en pdf. Para la validación 6 ojos de peso, se usa el transpaleta Balanza. Recoge una muestra por cada lote de producto guardando aproximadamente 200g, la misma que es pesada y confirmada en PCS. PCS emite la etiqueta.
55.	Muestreo	Operario	En caso de excedentes de pesos, se retira el excedente y se coloca en una bolsa de cristal con el número de lote y producto. Se registra la información en Control de proceso (RIPRO015) .
56.	Limpieza del cucharón	Operario	Se procede a limpiar el cucharón utilizado para evitar contaminación cruzada.

Nota: SOP003 Fabricación de premezclas con mezclador BULHER (2021)

En primer lugar, tenemos los residuos generados en el proceso de manera directa, el cual se genera en el proceso de envasado saco por saco o envasado de bigbag pueden llegar a ser hasta el $\pm 1\%$ del producto, vale decir que por cada tonelada producida puede generarse un sobrante o un faltante de hasta 10 kg; 10 kg de premezcla útil, y libre de contaminaciones que limiten su aprovechamiento industrial, pero que no eran entregados al cliente. Este 1% de flexibilidad que pueden alcanzar las premezclas se debe al margen de error que se aplican a todas las formulaciones para evitar faltantes en la preparación de premezclas, por ejemplo, si la formula requiere 300 kg de carbonato de calcio, en este caso se podrían adicionar desde 297kg hasta 303 kg sin mayor problema ya que el sistema de control PCs lo permite (el sistema de control PCs alerta siempre que se exceda este límite por encima o debajo del 1% permitido).

En segundo lugar, tenemos los residuos generados de manera indirecta de la producción de premezclas, como son: las bolsas de materia prima, pallets, big bags, residuos de polvo acumulado en el sistema de extracción de polvo, EPPs, polvos de premezclas acumulados en el suelo, derrames por roturas de bolsas, residuos de las aspiradoras de pisos, entre otras menores.

A gran escala, en Perú, el negocio de fabricación de premezclas es pequeña, a comparación de otros negocios, al igual que en Guatemala el impacto ambiental generado por este sector de la industria es mínimo y existen escenarios donde se requiere aplicar medidas mitigantes a fin de tener procesos libres de residuos o que sean aprovechados por otros, mas no sean origen de costos adicionales. (Pérez & Lawrence , 1997)

Por lo expuesto se evidencia una oportunidad de mejora en efectuar el principio fundamental de DSM Nutritional Products Perú S.A, garantizar la sostenibilidad de la empresa y minimizar hasta eliminar el impacto ambiental generado a propósito de los residuos generados que son llevados al relleno sanitario.

1.7. Formulación del problema:

1.7.1. Problema General:

El problema por resolver según lo descrito en el numeral 1.2. se enfocó en reducir los residuos generados en la zona de envasado en la fabricación de premezclas para la preparación de alimentos para animales ¿Cómo se pudo lograr esta reducción utilizando la metodología DMAIC como herramienta de estadística y de gestión para lograr nuestro propósito?

1.7.2. Problema Específico:

1.7.2.1. Problema Específico 01:

¿Se tenía algún control de la cantidad de residuos generados en la producción?

1.7.2.2. Problema Específico 02:

¿Existía algún indicador que controle la relación entre la cantidad de residuos y la producción que lo genera?

1.7.2.3. Problema Específico 03:

¿Existía algún procedimiento que contemple la reutilización o manejo de residuos?

1.7.2.4. Problema Específico 04:

¿Se comunicó al personal operario de envasado sobre cómo se reduciría la cantidad de residuos generados?

1.8. JUSTIFICACIÓN:

1.8.1. Justificación Teórica:

El presente trabajo tiene como propósito implementar las herramientas necesarias en la gestión del proceso de envasado de las líneas 1 y 2 de la empresa, teniendo como instrumento de evaluación del logro de competencias de indagación científica, cuyos resultados queden sistematizados e incorporados como conocimientos de la Gestión de Sostenibilidad ambiental.

1.8.2. Justificación Práctica:

Las razones para el desarrollo de este proyecto fue la necesidad que existía de reducir la generación de residuos que son llevados al relleno sanitario ocasionados en gran parte por los sobrantes de premezclas generados en la zona de envasado de las líneas 1 y 2 de la empresa, proponiendo y estableciendo algunas medidas de control operativo y administrativo visibilizándolo a todo nivel. Asimismo, se buscó concientizar sobre el impacto negativo en el medio ambiente que genera la eliminación de residuos.

Se buscó la manera más sostenible de aprovechar estos excedentes de la producción de premezclas a través de la reutilización.

1.8.3. Justificación Cuantitativa:

Los resultados obtenidos de este proyecto demostraron una reducción en la cantidad de residuos generados en la zona de envasado de la empresa, logrando una reducción alrededor del 85% de estos, mejorando los indicadores del índice de residuos en relación con la producción realizada. De igual manera se logró una mejora en la cultura de sostenibilidad de la empresa mejorando el involucramiento y concientización del personal operativo en temas del cuidado del medio ambiente y en adición, se logró un ahorro alrededor del 85% del gasto ocasionado por eliminación de residuos en el periodo 2020 y 2021.

Actualmente y de acuerdo con reportes estadísticos, sólo en el Perú se alcanzaron más de 5 millones de toneladas de residuos sólidos en 2019, siendo Lima el departamento líder en el territorio peruano originador de más del 40% del total. (Quiroz, 2021)

(Castro, 2019) propone retomar los principios de la economía circular, fortaleciendo los conceptos de reusar, reutilizar y reciclar a fin de garantizar los procesos productivos mitigando el daño al medio ambiente y DSM en su negocio ANH comparte esta finalidad.

1.8.4. Justificación Académica:

La Universidad Privada del Norte, en su modelo de Working Adult, en la carrera de Ingeniería Industrial contaba con los cursos de Procesos, SSOMA (Seguridad, salud y Medio Ambiente), Estadística, Investigación, entre otros cursos de los cuales hemos adquirido los conocimientos para realizar este tipo de aportes a la empresas y a su vez a la sociedad, por lo que pretendimos optimizar los procesos no sólo con un fin de mejora económica, tiempos u otros, sino que le dimos un enfoque más humano, preocupándonos por el impacto negativo que pueden ocasionar las operaciones en la industria. A través de este proyecto logramos minimizar el impacto ambiental de tal manera que aplicamos y reforzamos s todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo de nuestra carrera hasta la actualidad, los cuales fueron complementados con la investigación y desarrollo de este trabajo.

1.9. OBJETIVOS:

1.9.1. Objetivo General:

Reducir los residuos generados en la fabricación de premezclas en la zona de envasado de producción de la empresa.

1.9.2. Objetivo Especifico:

1.9.2.1. Objetivo Específico 01:

Establecer un control y monitoreo en la cantidad de residuos generados en la producción de premezclas.

1.9.2.2. Objetivo Específico 02:

Establecer un indicador que establezca un parámetro de control en la cantidad de residuos y la producción que lo genera

1.9.2.3. Objetivo Específico 03:

Actualizar el procedimiento de fabricación de premezclas en mezclado BULHER, incluyendo el proceso de reutilización de los sobrantes generados en el área de envasado de la empresa.

1.9.2.4. Objetivo Específico 04:

Difundir al personal operario del área de envasado de la empresa sobre la nueva manera de reducir la cantidad de residuos generados en el área de envasado de le empresa.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

Es conocido por muchos que la metodología SIX SIGMA significa la solución de problemas, la mejora de la calidad y condiciones básicas de un proceso a través de sus diversas herramientas basadas en técnicas estadísticas. La situación de desechar producto útil como residuo y que adicional a ello, esta genere impacto al medio ambiente y asimismo un costo de eliminación fue identificado como una desviación del proceso y una excelente oportunidad de mejora y aprovechamiento. Se definió como un caso a estudiar, analizar y replantear luego de validar que existían causas que podían ser modificadas (Barragán, 2015).

Es conocida también como una estrategia de buen desempeño para erradicar las desviaciones y defectos de un proceso, producto o servicio. Dentro de un sistema de calidad correctamente gestionado Six Sigma bien aplicado es sinónimo de mejora. En DSM se busca la mejora continua en sus tres principales áreas: Seguridad, calidad y productividad; siendo el alcance del área de seguridad no solo la aplicada a la seguridad ocupacional, laboral o a los riesgos propios de actividades operativas, sino que incluye también el cuidado del medio ambiente y que a su vez contribuye directamente al uno de los valores de DSM, la sostenibilidad del medio ambiente. (Retamoso, 2007) sostiene que la gestión ambiental empresarial es esa sección de la gestión de empresas en general, al margen del giro de la empresa, que se preocupa por todas las implicancias relacionadas con el ambiente o que tengan un impacto directo en la calidad de esta en la locación donde se desarrollen las actividades, y su principal objetivo es ejecutar las políticas ambientales de las empresas a fin de cuidar el entorno donde se realizan los procesos.

DSM cuenta con una certificación local de ISO 14001 debido a su excelente sistema de gestión de calidad, sin embargo, hasta el 2020 no se había discutido el impacto ambiental que se generaba a través del desecho de sus propias premezclas. Este sistema de calidad bien gestionado está enfocado en la calidad del producto, en la satisfacción del cliente externo, quien compra los productos, pero no había visto, hasta ese momento a uno de sus clientes más importantes, el medio ambiente; la calidad del medio ambiente donde se realizan las actividades productivas de DSM u otra cualquier actividad es pieza clave para

el correcto desarrollo de sus operaciones y hoy por hoy es ese granito de arena con que se puede contribuir desde cada uno, como persona y empresa.

Algunos estudios locales relacionados:

En el ámbito nacional (Arbaiza Estacio & Flores Arroyo, 2019) en su trabajo de reducción de pérdidas de chocolate en una línea de producción de la empresa Nestlé Perú S.A. a través de la metodología DMAIC lograron alcanzar una reducción de hasta el 26% en variación de pérdida de chocolate, demostrando así que al aplicar los principios de DMAIC siempre existe un beneficio.

Por otro lado, (Mallqui Crisante, 2018) propone la implementación de Six Sigma para reducir las mermas de scrap generadas en una planta dedicada a la fabricación y comercialización de plásticos, en la cual que, en su línea de fabricación de sacos de poliuretano se obtuvo un 5.5% de mermas de scrap en relación al total de la producción anual 2017 y que posterior a la aplicación de la metodología DMAIC se consigue identificar que el 85% de las mermas se generaban en los procesos de extrusión y telares. Al igual que en nuestro proyecto se evidencia una gran oportunidad de mejora para optimizar la generación de mermas.

De igual manera, (MERINO, 2014) consigue reducir la variabilidad del consumo de cuchillas en la fabricación de papel tissue en un 68%, al igual que nuestro proyecto se consiguió mas de lo que se esperaba.

En el ámbito internacional (Barnala, 2011) en su trabajo de optimización de parámetros operativos para la recuperación de materiales usando la metodología Lean Six Sigma buscó disminuir los residuos que son llevados al relleno sanitario, en este caso se logró alcanzar mejoras en la eficiencia, la satisfacción del cliente, reducción de costos y alcanzo a mejorar la recuperación de papel en un 7.3% y 12.8% para la recuperación de cartulinas; en el caso de DSM se logró recuperar hasta el 88% de los residuos y evitar que sean llevados al relleno sanitario.

(URQUIZO, 2016) en su trabajo sobre la mejora en la calidad de una empresa textilera a través de la metodología Six Sigma busca generar productos más atractivos para sus clientes, que al hallar un alto índice de reproceso por defectos en sus prendas aplica la

metodología DMAIC y reduce notablemente su margen de error y reproceso. Por lo que se coincide con que aplicando las herramientas estadísticas de esta metodología se puede conseguir la reducción de los errores o pérdidas.

Hay una frase que emplea DSM para motivar a los empleados a valorar cada una de las iniciativas en pro de la mejora continua “Pequeñas acciones generan grandes impactos (Quick wins)” a través de esta frase o mantra se deja ver que la intención de disminuir los residuos desechados de las operaciones no es poco o insignificante, en comparación con los residuos de otras empresas, sino por el contrario genera al empleado la satisfacción de sentirse parte del proyecto y parte del propósito de DSM de ser sostenible en el tiempo y generar el menor impacto en el medio ambiente.

En el año 2020 se actualiza la Política de Seguridad Salud y Medioambiente de DSM, incluyendo el punto 6, el cual señala que se debe mejorar continuamente las prácticas a fin de que los productos y procesos resulten aceptables y seguros para empleados, clientes y medioambiente.

Figura 12

Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la empresa



Nota: DSM Nutritional Products Perú S.A. (2020)

2.2. SIX SIGMA:

Esta metodología es un método que busca la mejora continua de servicios, procesos o productos, que tiene como objetivo principal garantizar la satisfacción del cliente, a través de minimizar, reducir o incluso eliminar el número de defectos por ítem, pieza, servicio, unidad, etc. De la misma manera eliminar todo aquello que no genere valor, entorpezca, prolongue, o interfiera en el proceso productivo, es preciso acotar que su método se basa en datos para lograr la calidad que más se acerque a la perfección a través de la investigación en los procesos productivos que se requiere mejorar o perfeccionar de manera detallada (Navarro Albert, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2017).

Su origen se remonta a finales de la década del 80 y es Bob Galvin quien la crea en la empresa Motorola en Estados Unidos. No obstante, este método tiene sus orígenes alrededor de 50 años antes gracias a las experiencias de conocedores en la mejora de la calidad de los productos o servicios, como fueron Juran, Deming y otros. Bob Galvin buscaba reducir el número de productos con defecto. Es preciso acotar que se basa en datos para lograr la calidad que más se acerque a la perfección a través de la investigación en los procesos productivos que se requiere mejorar o perfeccionar de manera detallada (Navarro Albert, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2017).

Al profundizar más en este concepto se revisaron algunos conceptos, ideas y propuestas de otros estudiosos y conocedores, por ejemplo, (Rodrigo Oltra, Gisbert Soler, & Pérez Molina, 2016) sostienen que la aplicación de esta metodología no se traducirá necesariamente en un caso de éxito debido a que se requiere más a un cambio cultural que a medidas implantadas, vale decir que implementarla sin considerar el cambio cultural no tendría sentido alguno. De igual manera (Luis, García, & Villareal, 2014) acuerdan que en países considerados subdesarrollados se observa el no cumplimiento de los sistemas de manera cotidiana, los sistemas forman parte e nuestro día a día y se ven reflejadas en la forma de vida, por ello toda vez que se detienen a revisar los errores técnicos en vez de investigar en los motivos que originan estas desviaciones, los resultados no llegan a tener éxito.

Del mismo modo se considera que este método es complejo pero que ayuda a conseguir, mantener y potenciar el éxito de los negocios y están quienes apuestan por esta

metodología, se dice que esta metodología no debe verse como algo temporal, por el contrario, debe ser tratada como un método valioso para conseguir cumplir el objetivo de las empresas, su mejora continua en cada proceso y más aún la mejora de la competitividad de las empresas hoy en día (Arias Montoya, Portilla, & Castaño Benjumea, 2008). Por su parte (Romero López, Noriega Morales, Escobar Toledo, & Ávila Delgado, 2009) sostienen que los factores críticos de éxito deben ser tomados en cuenta en todo momento mientras se esté realizando un proyecto, para brindar información importante a fin de obtener las metas propuestas, así estos factores críticos como el liderazgo, el nivel de educación de los involucrados serán determinantes en el nivel de éxito de la mejora. Esta metodología nos lleva a lograr los resultados deseados, su meta es generar 3.4 defectos por millón de oportunidades de error. Estos propósitos se llegan a cumplir siempre que apliquen sus principios de manera correcta y con el apoyo de la alta dirección de la empresa que busca beneficiarse de su aplicación.

Fundamentalmente Six Sigma cuenta con el método DMAIC, debido a sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve & Control (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar). DMAIC es un método repetitivo que sigue de manera ordenada y estructurada el objetivo de mejorar un proceso. Sus etapas deben ser respetadas en su orden a fin de obtener los resultados deseados.

DSM Nutritional Products Perú S.A. lleva realizando la fabricación de premezclas desde 2002, en el transcurso de este tiempo ha mejorado sus procesos, siendo los más importantes cambios, la integración para el control de los procesos de cada área de la empresa a través del sistema SAP; el cambio de sede, de Ate a Lurín, debido a su crecimiento económico y a su gran demanda adquirió una locación más grande a fin de cumplir los altos estándares internacionales que la propia empresa tiene y; la adquisición de maquinaria BULHER, maquinaria específica para la fabricación de premezclas a nivel mundial. Las operaciones rutinarias se realizan por un equipo humano dividido en equipos: el equipo de operaciones, el equipo de planeamiento y el equipo de ventas.

Las debilidades presentadas durante el desarrollo de este proyecto fueron la falta de conocimiento en las herramientas utilizadas en esta metodología por parte del TEAM CHARTER. Como señala (Sabogal, 2021) cuando se utiliza por primera vez esta

metodología, se tiene como desafíos el difundir los conceptos, métodos y herramientas de la metodología DMAIC, lograr que el personal de la organización se involucre y adapte, contar con personal con el conocimiento técnico de herramientas estadísticas fundamentales para la aplicación de diversas herramientas. En el caso de este proyecto fue un enorme desafío el involucrar en el TEAM CHARTER a personal de las operaciones, ya que debido a su carencia de conocimientos en herramientas estadísticas básicas se tuvo que empezar desde conceptos básicos, como promedios, tendencias, optimización, y un sinfín de etcéteras, por lo que se vio necesario la intervención de expertos guías, para este caso la empresa ELECTRICITY E.I.R.L.

Mientras que como fortalezas se tuvo la completa confianza y acompañamiento del jefe de planta y responsable de las operaciones, el Ingeniero David Cerna Almanza, el interés y las ganas de sacar adelante uno de los valores principales de DSM, como lo es el valor de la sostenibilidad y de generar el menor impacto medioambiental con miras a llegar a una producción totalmente limpia, sin generación o con el mejor aprovechamiento de residuos posible. Como señala (Ahmad, 2017) las organizaciones pueden invertir todo el dinero posible, pero si no existe el compromiso sincero de los colaboradores, este cambio no llegaría a ser exitoso a fin de obtener los resultados esperados, para conseguir este cambio se debe moldear al equipo e impactar para influenciar en sus conceptos y conductas más básicos.

Finalmente, un elemento fundamental en este proyecto es la sostenibilidad que trae consigo. Garantizar que se cuida el medio ambiente, es un granito de arena como muchas otras iniciativas de otras empresas que buscan garantizar el bienestar de las generaciones venideras, la búsqueda de esta sostenibilidad se enfoca en 3 aspectos: el crecimiento económico de la empresa, el progreso social y la protección del medio ambiente (Abdullah AlSagheer, 2011)

2.3. Conceptos Teóricos de SIX SIGMA:

2.3.1. Define (definir):

El propósito de esta fase es identificar los procesos que generan desperdicios, perjuicios, retrasos o mal uso de bienes, materiales y demás.

En otras palabras, es una oportunidad de mejora. (Garza Ríos, González Sánchez, Rodríguez González, & Hernández Asco, 2016)

2.3.2. Measure (medir):

Esta etapa consiste en la recolección de información y cuantificación de las afectaciones en el impacto negativo del servicio o producto, es en esta etapa donde definen qué es lo que medirá dentro del desarrollo del proyecto.

2.3.3. Analyze (analizar):

En esta etapa se estudia la información recabada, se proponen posibles causas para los problemas que se quiere erradicar. Se emplean diversas herramientas estadísticas.

2.3.4. Improve (mejorar)

En esta instancia se determinan las soluciones al problema y se implementan las más adecuadas. Aquí se debe optimizar el proceso, retirando todas las causas del problema.

2.3.5. Control (controlar)

En la última etapa se requiere establecer un plan de diversos controles que permitan la permanencia del resultado obtenido, a fin de garantizar el resultado deseado a lo largo del tiempo, estos controles son registrados y monitoreados.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Procedimiento (Desarrollo del objetivo General):

El proyecto inicia con el reto de lograr la reducción de los residuos de premezclas generados en la zona de envasado. Se inicia con el entrenamiento en los conceptos de SIX SIGMA, puntualmente la metodología DMAIC.

Figura 13

Capacitación de Team Charter



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

A continuación, damos paso a cada etapa de la metodología DMAIC.

3.1.1. Definir:

Para realizar la definición del problema realizamos nuestra Hoja de Ruta, la que contiene 8 fases, cada uno con un objetivo y la que se realiza usando diversas herramientas.

Tabla 2

Hoja de Ruta para la Definición del problema

Fase	Objetivo	Herramienta
Alcance y definición del problema	<ul style="list-style-type: none"> Definir el alcance del problema. Identificar/confirmar los KPI's del Proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Es & No Es 5 por qué
Definición del objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar tendencias en el tiempo (datos Históricos). Definir Objetivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de Series de Tiempo
Evaluación del impacto financiero	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar impacto financiero Definir beneficios tangibles e intangibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de impacto Financiero
Definición del equipo	<ul style="list-style-type: none"> Crear un equipo multidisciplinario con las competencias adecuadas para resolver el problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Carta del equipo
Matriz de habilidades	<ul style="list-style-type: none"> Mapear las habilidades iniciales del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de competencias
Planificación del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> Definir actividades y fechas límites. 	<ul style="list-style-type: none"> Planificación del Tiempo
Carta del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Resumen del proyecto (entregables, declaración de objetivos, beneficios, cronograma). 	<ul style="list-style-type: none"> Carta del proyecto (Project Charter)
Obtención de aprobación	<ul style="list-style-type: none"> Obtener aprobación para ir adelante. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y validación de la etapa.

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

Alcance y definición del problema:

Para definir el alcance y definición de nuestro problema utilizaremos nuestras herramientas de los 5 Porqués y Es y No es:

Tabla 3

Análisis de los 5 porqués y Es y No es

5 PORQUÉS	ES	NO ES
¿Qué? ¿Cuál?	Reducción de Residuos provenientes de sobrantes de producción de la línea 1 y 2 obtenidos durante el proceso de envasado.	Reducción de otros residuos peligrosos generados (derrames, limpieza de filtros, residuos de aspiradora, etc.)
¿Dónde?	Zona de envasado, línea 1 y 2	Oficinas, almacén
¿Cuándo?	Diariamente, por lote.	Semanalmente/Mensualmente
¿Quién?	Operarios del área de envasado línea 1 y 2. Calidad y SHE como áreas de soporte.	Operarios de otras áreas
¿Cuánto?	De 4.58 toneladas mensuales promedio.	El total de residuos generados en todas las áreas de la planta

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- **Definición del objetivo (Desarrollo específico 02):**

- Se identifica que se tendrá como KPI principal el registro de los residuos generados de premezclas diario.
- Se visibiliza el histórico de los residuos generados mensualmente desde enero 2020 hasta abril 2021.

Figura 14

Histórico de residuos de premezclas generados



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- Se calcula la brecha:

Brecha = Situación actual (promedio) – valor de referencia (mejor resultado)

$$Brecha = 4.59 \text{ toneladas} - 0.36 \text{ toneladas} = 4.23 \text{ toneladas}$$

- El valor de referencia es tomado al hacer una comparación (Benchmarking) con el promedio de residuos generado en la planta de DSM Nutritional Products Brasil Premezclas para alimentos para animales, planta con la misma producción, mismos equipos y operaciones.
- Se establece el porcentaje de reducción a la brecha, para lo que se considera que la variación de residuos generados por mes es de 33%, se considera reducir la diferencia en 85%.
- Para calcular el objetivo, se realiza el siguiente calculo:

*Objetivo = Situación actual(promedio) – (% reducción * brecha)*

$$Objetivo = 4.59 \text{ toneladas} - (4.23 \text{ toneladas} * 85\%) = 1 \text{ tonelada}$$

- Se calcula el porcentaje de reducción que se propone como objetivo. Para lo cual se divide la brecha entre nuestro promedio actual.

$$Situación actual = promedio = 4.59 \text{ toneladas}$$

$$Objetivo = 1 \text{ tonelada}$$

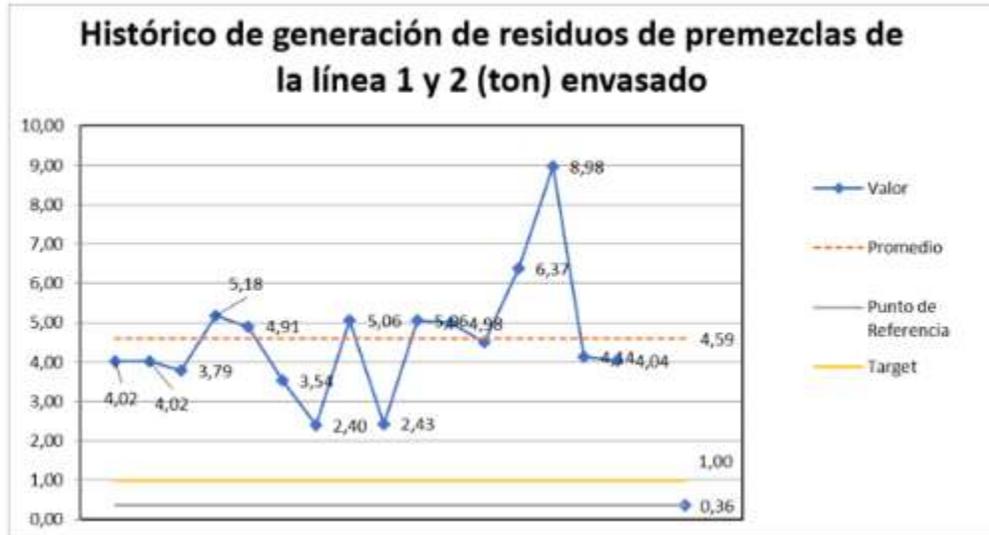
$$\% \text{ de reducción} = \frac{Brecha}{promedio}$$

$$\% \text{ de reducción} = 4.23 \text{ toneladas} / 4.59 \text{ toneladas} = 92\%$$

- Se describe el objetivo de la siguiente manera: Reducir la generación de residuos en 92%, de 4.59 toneladas mensuales promedio durante el periodo enero 2020 a abril 2021.

Figura 15

Histórico de generación de residuos de premezclas



Nota: Elaborado por el investigador (2021) Se muestra el valor de referencia (mejor resultado) 0.36 toneladas y la Situación actual (promedio) 4.59 toneladas.

Se tiene el objetivo definido, en esta etapa se comunicó al personal de la operación de envasado sobre el propósito de este proyecto, para recibir las propuestas a modo de lluvia de ideas.

Figura 16

Comunicación al personal de la operación de envasado



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- **Evaluación del impacto Financiero:**

Tomamos los datos históricos en este periodo de tiempo del costo que tuvo la eliminación de estos residuos de premezclas.

Tabla 3

Hoja de impacto financiero

Mes	Cantidad (ton)	Costo de eliminación S/.	Costo de eliminación USD
Jan-20	4.02	2,005	\$ 505.10
Feb-20	4.02	2,005	\$ 505.10
Mar-20	3.79	1,927	\$ 485.26
Apr-20	5.18	2,413	\$ 607.81
May-20	4.91	2,319	\$ 584.01
Jun-20	3.54	920	\$ 231.61
Jul-20	2.4	920	\$ 231.61
Aug-20	5.06	1,440	\$ 362.72
Sep-20	2.43	2,371	\$ 597.23
Oct-20	5.06	3,822	\$ 962.59
Nov-20	4.98	2,343	\$ 590.18
Dec-20	4.5	2,175	\$ 547.86
Jan-21	6.37	2,830	\$ 712.72
Feb-21	8.98	2,105	\$ 530.23
Mar-21	4.14	2,238	\$ 563.73
Apr-21	4.04	4,063	\$1,023.43
Costo total enero 2020-abril 2021			\$9,041.18
Promedio costo mensual			\$ 565.07

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

Se tiene como costo promedio mensual de eliminación de residuos de premezclas 565 dólares americanos.

- **Definición del equipo de trabajo.**

Para este proyecto se define un equipo multidisciplinario de las áreas de SHE (SSOMA), calidad producción y mejora continua, con la finalidad de verificar el cumplimiento de los procedimientos internos y externos por cada área responsable y brindar soporte desde el expertise de cada uno.

Los miembros son:

- Liliana Huamani Valenzuela, Ingeniera de Alimentos de la Universidad Nacional de Huamanga, con 3 años de experiencia como Asistente de Quality Assurance en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Julio Silva Ascuña, Secundaria completa, Operador del área de envasado en DSM Nutritional Products Perú S.A., con 2 años de experiencia en las operaciones rutinarias de la empresa.

- David Chacaltana Candela, Secundaria completa, Operador del área de envasado en DSM Nutritional Products Perú S.A., con 4 años de experiencia en las operaciones rutinarias de la empresa.
- Erick Bruno Marcelino, Ingeniero Industrial de la Universidad privada de Ciencias Aplicadas (UPC), con 1 año de experiencia como Warehouse assistant en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Nathaly Orihuela Galindo, Ingeniera Industrial de la Universidad privada de Ciencias Aplicadas (UPC), con 3 años de experiencia como Continuous Improvement en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Josselyn Serrano, Zootecnica de la Universidad Agraria La Molina (UNALM), con 2 años de experiencia en el área de Validación de Formulación en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Armando Carrizales Berrocal, estudiante de Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica del Perú (UTP), con 8 años como supervisor de producción en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Nadia Badillo Astocondor, Ingeniera Industrial de la Universidad Privada del Norte, con 3 años de experiencia en SHE (Safety, Health & Environment) en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- David Cerna Almanza, Plant Manager en DSM Nutritional Products Perú S.A.
- Karina Arce, Finance Coordinator en DSM Nutritional Products Perú S.A.

Figura 17

Team Charter del proyecto



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

• **Matriz de habilidades:**

Posterior a las capacitaciones en esta metodología, se realiza una prueba de evaluación de habilidades, para ello se utilizó una matriz de competencias.

Figura 18

Matriz de competencias



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- Planificación del Tiempo:

Para el desarrollo de este proyecto se define un cronograma de actividades para el desarrollo de cada etapa.

Figura 19

Gantt del proyecto



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- Carta del Proyecto:

La carta del proyecto da visibilidad del propósito del proyecto, su alcance, el riesgo y el personal involucrado, con el fin de dar visibilidad a la jefatura para el pase a la siguiente etapa del proyecto.

Figura 20

Carta del proyecto



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Luego de presentar nuestra CARTA DEL PROYECTO a la alta dirección, se da el

pase a la siguiente etapa MEDIR.

Figura 21

Presentación de la Carta de Proyecto



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

3.1.2. Medir (Measure):

Para realizar la medición se realiza la recolección de data en base a los históricos para conocer a profundidad nuestras variables, para ello se realiza la Hoja de Ruta, la que contiene 6 fases, cada uno con un objetivo y la que se realiza usando diversas herramientas.

Tabla 4

Hoja de ruta de la etapa MEDIR

Fase	Objetivo	Herramienta
Identificar criterios de estratificación	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cómo estratificar los datos (por tiempo, área, síntoma, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estratificación
<p>¿Son los datos suficientes y de confianza?</p> <p>-NO, Iniciar plan de colección de datos para estratificación.</p> <p>-Sí, Utilice histórico de datos para estratificación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (Sí) Hay que asegurar que los datos son conscientes, confiables y lo suficiente detallados. • (No) Identificar y recopilar los datos de referencia necesarios para la estratificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de datos. • Plan y formulario.
Análisis de los datos (estratificación)	<ul style="list-style-type: none"> • Trazar grafico acumulado • Trazar los KPI del proyecto a lo largo del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto • Gráfico de serie temporal.
Mapeo de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Mapear los pasos del proceso para garantizar la comprensión del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de flujo
Declaración del problema enfocado	<ul style="list-style-type: none"> • Definir declaraciones de problemas enfocados para lograr el objetivo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Problema enfocado- 5 porqués
Obtener la aprobación	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener aprobación para continuar 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y validación de la etapa

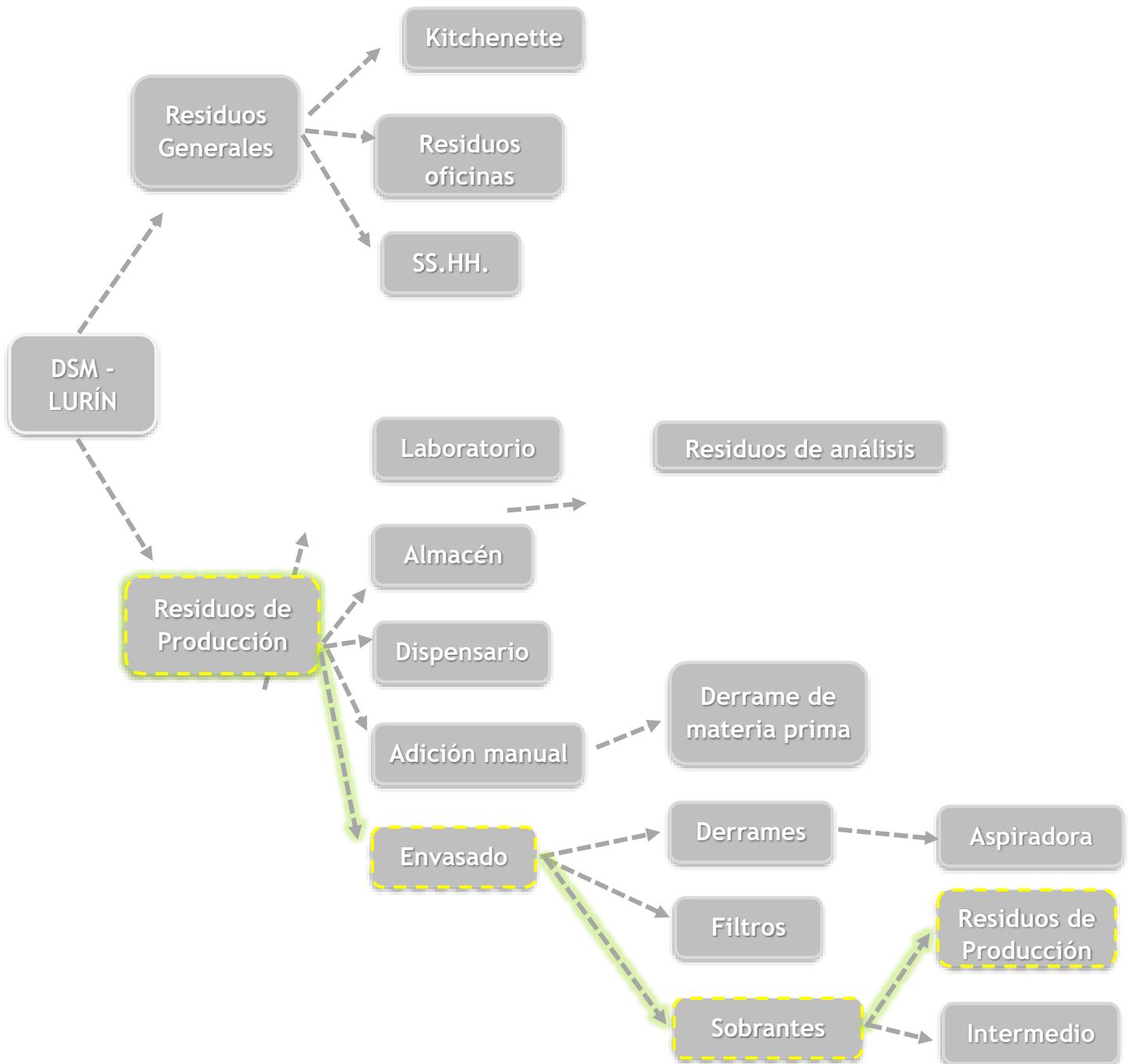
Nota: Elaborada por el investigador (2021)

• Identificar criterios de estratificación de datos:

Para esta etapa colocaremos una lluvia de ideas, de la fuente de los datos, para luego seleccionar los datos con los que trabajaremos.

Figura 22

Mapa de Estratificación de datos



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- **Validación de datos:**

Se realiza la pregunta ¿Son los datos seleccionados confiables y suficientemente detallados?

Sí, lo son puesto que se tiene una data histórica en función a los reportes entregados por la empresa responsable de la recolección de residuos mes a mes, donde detalla la tipología de los residuos y el peso total de lo recolectado por tipo.

Asimismo, se utiliza la herramienta de los 5 porqués para validar la estratificación de los datos.

Tabla 5

Plan de recolección de datos (5 porqués)

¿Qué medir? (WHAT)	Unidad de medida	¿Dónde medir? (WHERE)	¿Cuándo? (WHEN)	¿Cómo medir? (HOW)	¿Por qué es necesario? (WHY)	Personas a cargo (WHO)
Residuos de producción	Kg	Laboratorio, almacén, dispensario, adición manual y envasado	Durante el proceso de producción	Registrando el peso final del residuo generado por área	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la situación actual del problema • Recopilar data confiable 	<ul style="list-style-type: none"> • Julio Silva (Producción línea 1) • David Chacaltana (Producción línea 2) • Christabelle Savaresse (laboratorio)

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

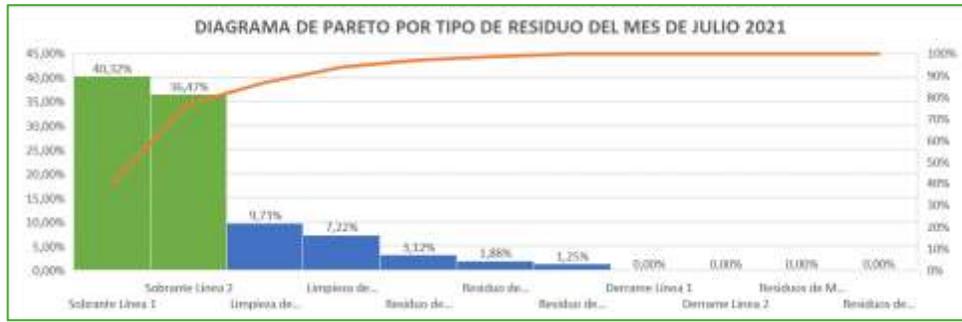
- **Análisis de los datos:**

Para este análisis se toma información reciente, en este caso se tomó la información del mes de julio 2021.

Se utiliza una plantilla para la recolección de datos de los residuos generados en todas las áreas donde existen productos para la fabricación de premezclas, incluyendo almacenes de recepción, donde se encuentra la materia prima y el almacén de despacho de materiales, donde se encuentran las premezclas como producto terminado.

Figura 24

Diagrama de Pareto de residuos generados en julio 2021



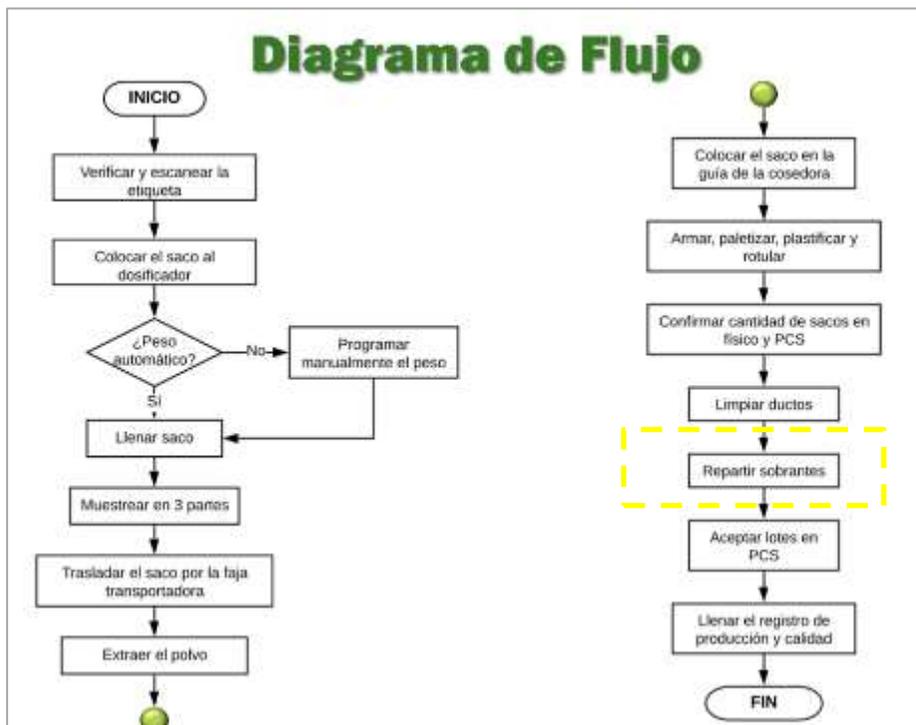
Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- **Mapeo de procesos:**

En el proceso de envasado se establece distribuir los sobrantes de premezclas entre los últimos sacos a envasar, vale decir que, si sobran 10 kg de 1 tonelada de premezclas, se repartirán 1kg adicional en cada saco al finalizar. Esto queda establecido en el siguiente Diagrama de flujo de la operación de envasado.

Figura 25

Diagrama de flujo de la operación de envasado



Nota: Elaborado por el investigador (2021)

- **Declaración del problema enfocado:**

Para esta declaración se aplica la herramienta de los 5 porqués

Tabla 7

Porqués del problema enfocado

¿Qué?	Sobrantes de residuos de premezclas
¿Cuánto?	4.59 toneladas de residuos de premezclas promedio mensual
¿Cuándo?	Diariamente, continua
¿Dónde?	En la zona de envasado de las líneas 1 y 2 de producción
¿Quién?	No depende del operario

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

Al termino de esta etapa se presenta el avance a la alta dirección y se da el pase a la siguiente etapa ANALIZAR.

3.1.3. Analizar (Analyze)

Al realizar el análisis de los datos y de la situación, se puede conocer la causa del problema. Para esto se efectúa la Hoja de Ruta, la que contiene algunas etapas, con objetivos claros y donde se emplean ciertas herramientas.

Tabla 8

Hoja de Ruta de la etapa Analizar

Fase	Objetivo	Herramientas
Restaurar condiciones básicas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y eliminar posibles problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo hazlo
Listar posibles causas para todos los problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las posibles causas de todos los problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas
Agrupar posibles causas del problema enfocado	<ul style="list-style-type: none"> • Agrupar las causas potenciales similares de una manera clara y visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de causa efecto
Determinar la causa raíz para cada problema enfocado	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la causa raíz del diagrama de causa efecto 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 porqués
Verificación de las causas	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la causa raíz con hechos y datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ir al GEMBA y ver.
Obtener aprobación	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener la aprobación para continuar 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y validación de la etapa.

Nota: Elaborado por el investigador (2021)

• Restaurar condiciones básicas y lista de posibles causas.

En esta fase se identifica posibles problemas que estén generando estos residuos de premezclas en el área de envasado de la empresa, se realiza una lista no exhaustiva y se proceden a eliminar a través de esta propuesta.

Se realiza una lluvia de ideas de las posibles causas:

- Problema 01: Exceso de peso en sacos utilizados a lo largo del proceso de producción generan excedente en la fabricación de premezclas.
- Problema 02: Exceso de adición del 0.6% de carbonato de calcio en el proceso productivo de premezclas.
- Problema 03: Fallas en balanzas que inducen al error en el pesaje de materiales.
- Problema 04: Error en la adición manual de sacos, puede generar la adición incorrecta de materiales.

- Problema 05: Sistema de colección de polvo retiene polvos premix que al

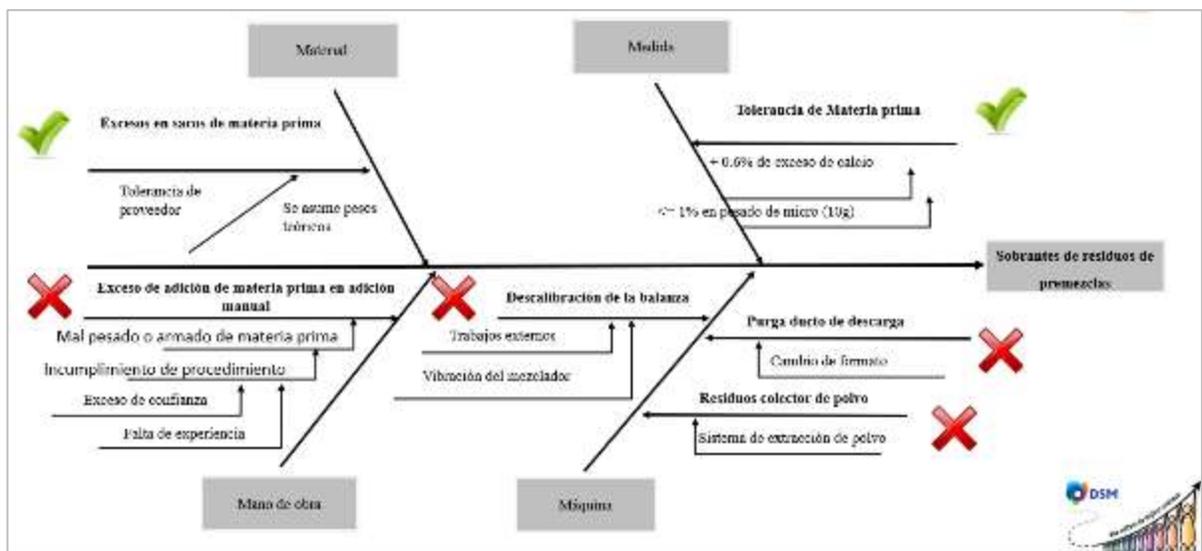
momento de retirarlos son tratados como residuos.

- **Agrupar posibles causas del problema:**

Para ordenar de manera clara y visual las posibles causas se realiza el diagrama de causa efecto, conocido también como diagrama de espina de pescado.

Figura 26

Diagrama de causa y efecto



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Se procede a la eliminación de los problemas y se mantiene solo los siguientes problemas enfocados:

- Excesos de peso en sacos de materia prima
- Tolerancia de cantidad de materia prima utilizada.

- **Determinar causa raíz de problemas enfocados:**

Para determinar la causa raíz de los problemas enfocados utilizaremos la herramienta de los 5 porqués:

Tabla 9

5 porqués de problema 01

Primera Ronda	Hipótesis	Segunda Ronda	Hipótesis	Tercera Ronda	Acción
PREGUNTA: ¿Por qué se adiciona sacos con excesos de materia prima?		PREGUNTA: ¿Por qué hay una tolerancia del proveedor por saco?		PREGUNTA: ¿Por qué está fuera de su control?	
RESPUESTA: Tolerancia del proveedor por saco	Sí	RESPUESTA: Porque está fuera de su control	Sí	RESPUESTA: Porque son distribuidores	No
RESPUESTA: Se asume pesos teóricos (declarados en el empaque)	Sí	PREGUNTA: ¿Por qué se asume pesos teóricos?	Sí	RESPUESTA: Se extrae información declarada.	Analizar datos históricos y retirar exceso.

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Tabla 10

5 porqués del problema enfocado 02

Primera Ronda	Hipótesis	Segunda Ronda	Hipótesis	Tercera Ronda	Hipótesis	Cuarta Ronda	Hipótesis	Acción
Pregunta: Por qué se adiciona 0.6% de exceso de calcio?		Pregunta: ¿Por qué es parte del proceso?		Pregunta: ¿Por qué evitar las mermas naturales del proceso?		Pregunta: ¿Por cumplir con especificaciones del peso?		
Respuesta: Porque es parte del proceso	Sí	Respuesta: Para evitar las mermas naturales del proceso.	Sí	Respuesta: Cumplir con las especificaciones de peso.	Sí	Respuesta: Evitar faltantes.	No	Distribución de sobrantes entre últimos sacos.
Pregunta: ¿Por qué hay una tolerancia de <= 1% en pesado de micro (10g)?		Pregunta: ¿Por qué es parte del proceso?		Respuesta: ¿Por qué hay tolerancia del equipo?		Pregunta: ¿Por cumplir con especificaciones del peso?		
Respuesta: Porque es parte del proceso	Sí	Respuesta: Tolerancia del equipo	Sí	Respuesta: Cumplir con las especificaciones de peso.	Sí	Respuesta: Evitar faltantes.		

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

De acuerdo con los análisis con la herramienta de los 5 porqués se establecen las siguientes 2 acciones:

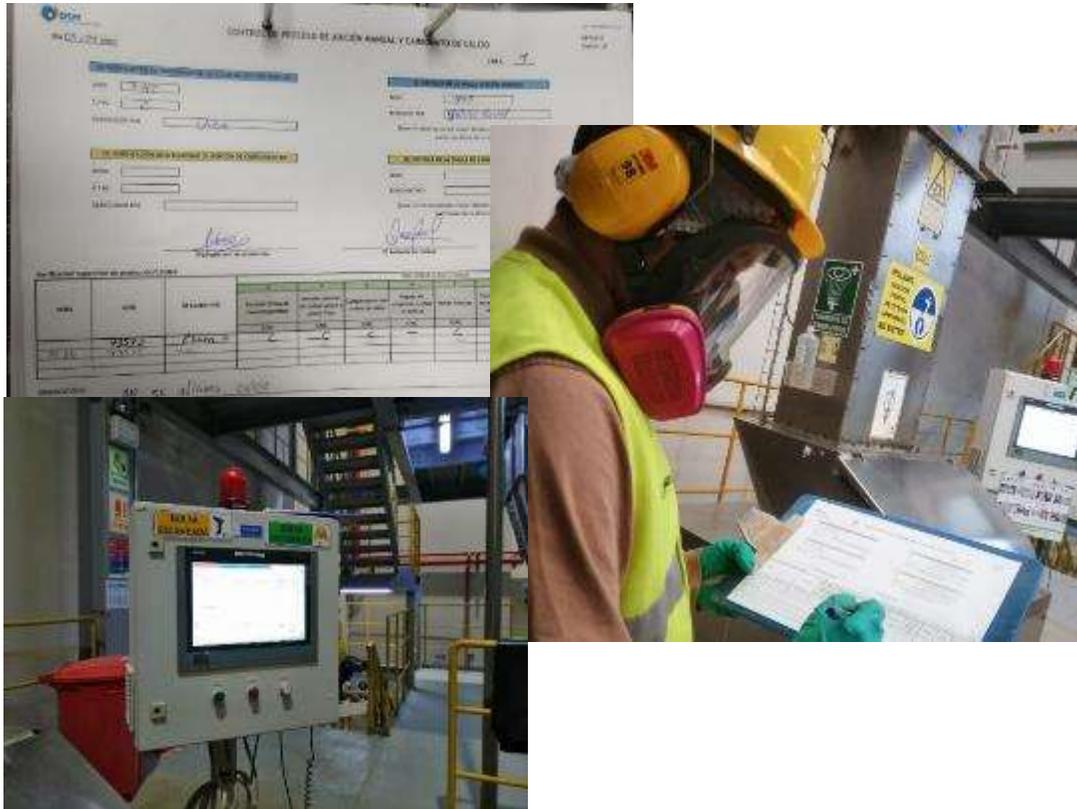
- Analizar datos históricos y retirar exceso en sacos de materia prima.
- Distribución de sobrantes entre últimos sacos.

- Verificación de causas principales:

Para verificar se requiere ir al GEMBA y ver. Inicialmente al ir al GEMBA, se verifica el control de proceso por parte de los operadores, lo que indica que se está registrando las incidencias en el registro de manera correcta, de igual manera se verifica el correcto funcionamiento de las pantallas PCs,

Figura 27

Verificación en el GEMBA de la operación



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Se realiza la verificación en el GEMBA del funcionamiento correcto de las balanzas de las operaciones y se revisa el mantenimiento de estas y sus certificados actuales de calibraciones.

Figura 28

Programa de mantenimiento y calibración de equipo de medición de calidad y SHE

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CALIDAD Y SHE																		
AÑO: 2021																		
Detalle / Ubicación	Rango de uso	Unidad	Proveedor / Marca	Responsable	Última Calibración	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	Próxima fecha de Calibración
Depositorio Línea 2 Buzón 4 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 10 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 1 Buzón 1 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 10 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Almacén de Materia Prima (Buzón 1 - 45 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Almacén de Materia Prima (Buzón 2 - 45 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 1 Buzón 1 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 1 Buzón 2 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 2 Buzón 1 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 2 Buzón 2 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 1 Buzón 1 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021
Depositorio Línea 1 Buzón 2 (10 kg) (Luzma 1 g)	1 kg - 40 kg	Calibrar	MCP Equipo y servicios S.A.S	Comunal	15/09/2021													11/09/2021

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Figura 29

Certificado de calibración de Balanza de medición.



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Se realiza la verificación de los ductos de descarga a fin de descartar alguna anomalía o falla en las operaciones.

Figura 30

Ducto de descarga para sacos tipo BIG BAG



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Se revisa el estado de los residuos generados por el sistema colector de polvo y se revisa el estatus del plan de mantenimiento anual de estos equipos.

Figura 31

Recolector de residuos del Sistema colector de polvo de envasado



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Figura 32

Plan de mantenimiento anual del sistema colector de polvo de envasado

PROGRAMA					
AÑO 2021	UBICACIÓN: LINEA - 01				
DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	IP	Teg	Frec	Equipo
Filtro de colector de Aire Adición Manual	Zona de Adición Manual		LB151	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Dispensario 1/Campanas	Zona de Carrier		LB156	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Envasado/Campanas de	Zona mezclador		LB160	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire tolva Carrier	Tolva de Carrier		LB169	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Tolva Bascula	TOLVA BASCULA		LB175	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Adición Manual	Zona de Adición Manual		LB240	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Dispensario 2/Campanas	Zona de Carrier		LB245	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Envasado/Campanas de	Zona Mezclador		LB249	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire tolva Carrier	Tolva de Carrier		LB258	TRIMESTRAL	SHE
Filtro de colector de Aire Tolva Bascula	TOLVA BASCULA		LB262	TRIMESTRAL	SHE

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

A continuación, se presenta el avance a la alta dirección y se obtiene el pase a la siguiente etapa del proyecto.

3.1.4. Mejorar (Improve):

Luego de haber completado las 3 primeras etapas, se ha identificado las posibles soluciones para el problema, se identifica e implementa una solución posible. De igual manera realizaremos las fases mapeadas en la hoja de ruta.

Tabla 10

Hoja de Ruta Mejorar

FASE	OBJETIVO	HERRAMIENTA
Identificar soluciones a la causa raíz	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer acciones para resolver cada causa raíz identificada 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas • Proceso de priorización
Priorizar las acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar las acciones de acuerdo con el impacto y esfuerzo requerido para implementar 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de impacto por esfuerzo
Construir el plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> • Definir acciones, plazos y responsabilidades para la ejecución de las soluciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción de 5 porqués
Ejecutar el plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar y verificar la ejecución del plan de acción 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción de 5 porqués (actualizar estado)
Si no se alcanzó el objetivo...	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la efectividad de la solución con datos, rehacer la fase de medición o análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes y después • Gráfico de series de tiempo • Diagrama de Pareto
Si se alcanzó el objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener la aprobación para continuar 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y validación de etapa

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- Identificar soluciones a la causa raíz:

Tabla 11

Hoja de Ruta Mejorar

Causa Raíz identificada	Propuesta de soluciones
Nº1 Exceso de peso en sacos de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Reclamo a proveedor local para ajuste en peso de materia prima. • Negociación con proveedor para ajuste de peso en materia prima. • Pesado de sacos de materia prima para validación de peso exacto • Retiro de excedentes de sacos de materia prima • Trabajar con empresas de alimentos balanceados y hacer donaciones de alimento balanceado
Nº2 Tolerancia de cantidad de materia prima utilizada	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuir sobrantes de premezclas entre los mismos sacos de premezclas en el proceso de envasado.

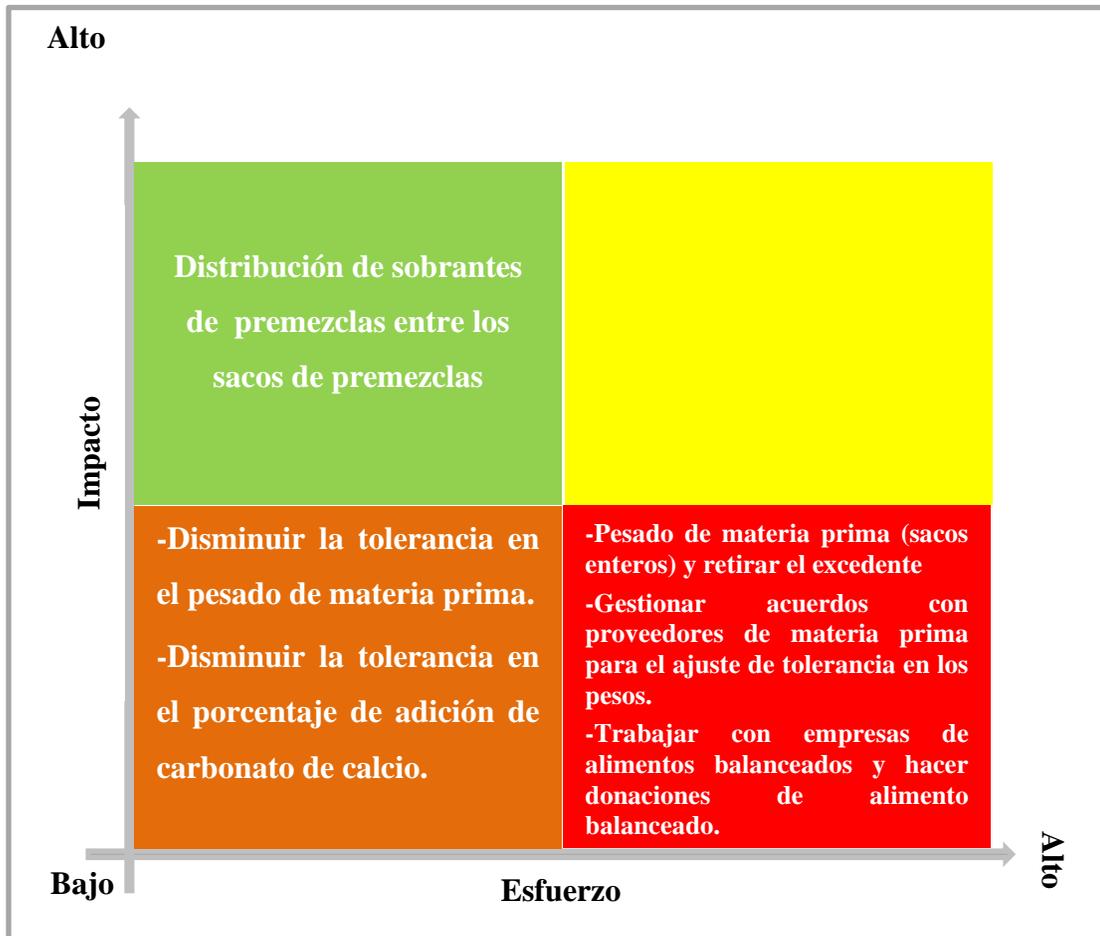
Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- Priorizar las acciones:

Se prioriza las acciones que generen el menor impacto en el esfuerzo requerido para solucionar la causa raíz. Esto se refleja en la siguiente matriz de impacto por esfuerzo.

Figura 33

Matriz de impacto por esfuerzo



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- Construir el plan de acción:

Se definen acciones y plazos para cumplir estas acciones con sus respectivos responsables:

Tabla 12

Plan de acción y 5 porqués de Acción N° 1

Distribución de sobrantes en sacos						
¿Qué?	¿Porqué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?	Estatus
Definir el peso máximo a distribuir de acuerdo con la presentación	Para que el excedente esté de acuerdo con el tamaño de empaque	Revisando fórmulas y límites por dosis	Excel	Josselyn Serrano	05-09-2021	Completo
Pesado de sobrantes	Para saber en cuántas bolsas se hará la distribución	Utilizando una balanza	Envasado	David Chacaltana Julio Silva	--	Completo
Distribución de sobrantes	Para no generar residuos del lote	Utilizando un cucharón se distribuye en las últimas bolsas de acuerdo con el rango	Envasado	David Chacaltana Julio Silva	--	Completo
Desarrollar un instructivo para la distribución de sobrantes	Para estandarizar la operación de distribución	Según la operación de envasado	Word	Nathaly Orihuela	11-10-2021	Completo
Capacitar al personal sobre el nuevo instructivo	Asegurar el cumplimiento de la actividad	Charla visual	Planta	Nadia Badillo	11-10-2021	Completo

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Tabla 13

Plan de acción y 5 porqués de Acción N° 2

Disminución de tolerancia en el porcentaje de materia prima						
¿Qué?	¿Porqué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?	Estatus
Recolección de datos de sobranes por lote	Es necesario saber cuánto se va a distribuir	Registro de sobranes de premezclas en la secuencia de producción diaria	Envasado línea 1 y línea 2	Julio Silva y David Chacaltana	--	Completo
Ajuste de tolerancia en PS`s	Para disminuir el sobrante de premezclas por lote	Cambiando la configuración del porcentaje de tolerancia	PC`s	Armando Carrizales	--	Completo
Realizar una prueba piloto con el nuevo % de tolerancia	Porque es necesario evaluar el impacto	Registrando los datos de sobranes por lote	Envasado de la línea 1 y 2	Julio Silva y David Chacaltana	--	Completo
Actualizar procedimientos e instructivos	Porque es necesario estandarizar el nuevo porcentaje de tolerancia	Difundir en charla visual	Planta	Armando Carrizales	--	Completo

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- Ejecutar el plan:

En esta fase se implementa y verifica la ejecución de los planes de acción, para este caso, se alcanzó el objetivo de ejecutar los planes de acción propuestos anteriormente, lo que se ilustra en la siguiente grafica.

Figura 34

Gráfico de Serie temporal del histórico de cantidad de residuos de premezclas en envasado 2020-2021



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Se muestra una reducción de hasta el 88% en la generación de residuos de premezclas por 3 meses consecutivos luego de haber ejecutado las acciones propuestas, por lo que se da el pase a la siguiente y última fase, Controlar.

3.1.5. Controlar (Control):

Luego de las etapas anteriores, se debe asegurar la sostenibilidad de las acciones implantadas, que formen parte del estándar de trabajo rutinario de las operaciones, por lo que hay que controlar estas medidas y validar que luego de implantar los cambios el proceso ha mejorado y cumple con los objetivos planteados. Por lo que al término del proyecto el responsable del proyecto realiza una auditoria del proceso.

Para esto se sigue las siguientes fases en la hoja de ruta de esta etapa.

Tabla 14

Hoja de ruta de la etapa Controlar

Fase	Objetivo	Herramienta
Estandarizar cambios	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, crear o actualizar y validar estándares 	<ul style="list-style-type: none"> • SOP • Instructivo
Comunicar los nuevos estándares	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la formación necesaria para las personas afectadas. • Transferencia de conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación • Actualizar hoja de impacto financiero
Actualizar beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el impacto financiero de las mejoras • Revisar la reducción en el impacto ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación con históricos anteriores.
Poner en marcha un plan de control	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar acciones preventivas para evitar que el problema vuelva a ocurrir 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas implementadas anteriormente
Actualizar la matriz de competencias	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar matriz de competencias con los nuevos conocimientos adquiridos por el equipo durante el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de competencias
Compartir el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Reenviar las lecciones aprendidas para su posible replicación en otras plantas del mismo negocio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis FODA
Proyecto exitoso		

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

• **Estandarización de cambios (Desarrollo de Objetivo Específico 03):**

En esta fase se realiza la estandarización del proceso de envasado, se implementa el paso de la distribución de sobrantes de premezclas entre los últimos sacos, de acuerdo con el número de sacos del lote se determina la cantidad de sacos en las que se distribuyen los sobrantes, el cual es agregado en el SOP003 Fabricación de premezclas con mezclador BULHER, detallando la incorporación de este paso en el proceso, apréciase mejor en el siguiente Estándar de operaciones:

- **Actualización de Beneficios:**

- Impacto financiero de las mejoras:

Reducción el costo de eliminación de residuos de premezclas de hasta el 66 %, luego de tener un gasto promedio de \$565.00 dólares americanos mensuales por 16 meses, se obtuvo un promedio de \$190.00 dólares americanos mensuales durante 5 meses.

Figura 37

Histórico de Gastos por eliminación de residuos de premezclas 2021



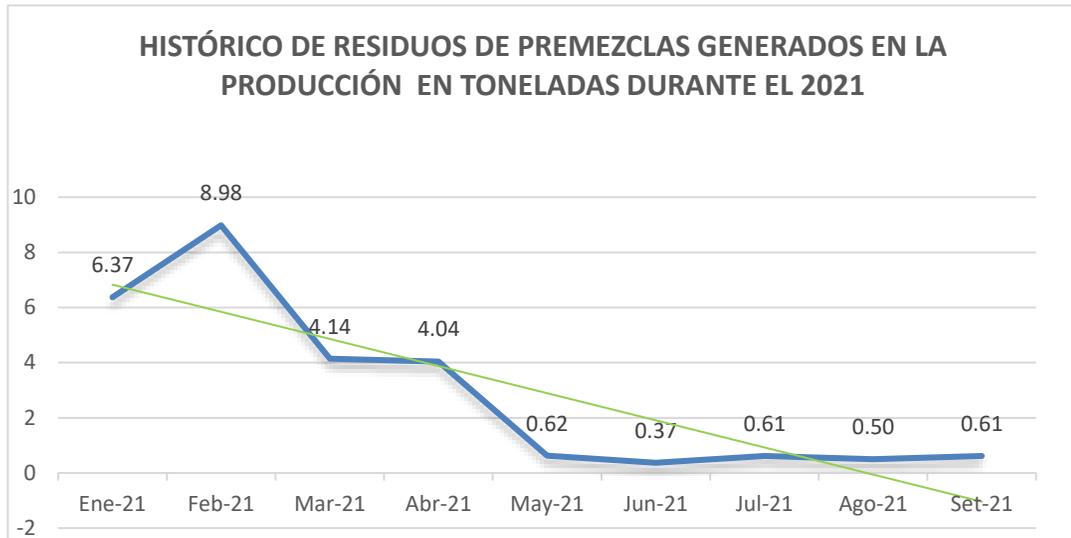
Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- Impacto Ambiental de la mejora:

Posterior a la implementación y estandarización de este nuevo paso de distribución de sobrantes se redujo en un 88% los residuos de premezclas que eran desechados, llevados al relleno sanitario y provocando un impacto ambiental negativo, como todos los residuos que no pueden ser reutilizados.

Figura 38

Histórico de residuos de premezclas 2021



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- **Plan de Control (Desarrollo del objetivo específico 01):**

Se pone en marcha el siguiente plan de control:

Tabla 15

Plan de Control del proceso de distribución de sobrantes de producción

Proceso: Distribución de sobrantes de producto terminado en envasado				
Proyecto: Reducción de residuos peligrosos			Líder del proyecto: Josselyn Serrano	
Dueño del proceso: Armando Carrizales			Fecha: Octubre, noviembre y diciembre 2021	
Qué	Cómo	Quién	Cuándo	Entregable
Residuos generados	Revisando el peso total que se genera	Nadia Badillo	Mensual	Registro de Generación de residuos peligrosos de producción
Método de distribución de sobrantes del producto terminado en envasado	Revisión del método de trabajo con el control de proceso	Liliana H. Armando C.	Diaria	Formato implementado de Control de procesos

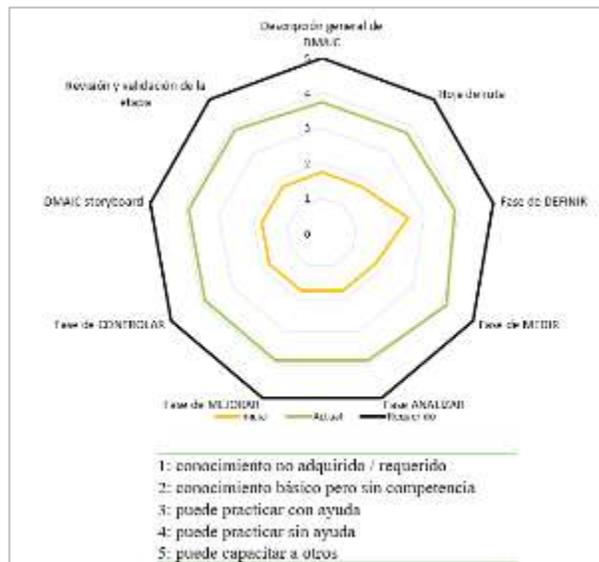
Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- **Actualización de matriz de competencias:**

Se realiza una prueba sobre las competencias adquiridas al término de la ejecución del proyecto obteniendo los siguientes resultados.

Figura 39

Matriz de competencias al termino del proyecto



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

- **Análisis FODA:**

Se realiza un análisis de fortalezas y debilidades a fin de evaluar la posible implementación en otras problemáticas en otros procesos.

Tabla 16

Análisis FODA del proyecto

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo multidisciplinario y entrenado • Excelente motivación de los líderes • Confiabilidad de la base datos • Compromiso del equipo • Buen tiempo de dedicación al coaching 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limitación del tiempo para el Proyecto dentro del horario laboral • No cumplir el procedimiento de distribución de pesos • 100% del personal no esta capacitado de acuerdo al estándar de distribución de pesos
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el impacto ambiental por la generación de residuos • Mejorar la rentabilidad de la empresa • Evaluar las otras causas que ayudan a reducir la generación de residuos • Distribución de los pesos mediante la configuración del Sistema en la descarga del producto • Difundir el proyecto a los stakeholders • Replicar el proyecto « Reducción de residuos de premezclas» en otros sites de ANH de la compañía 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la continuidad del negocio • Nuevas especificaciones del cliente del peso por saco de producto terminado (limitación para hacer la repartición) • Nueva legislación con límites de tolerancia de pesos por envase

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

Tabla 17

Calculo de indicador que relaciona lo producido con los residuos generados.

Mes	Produccion (ton)	Cantidad (ton)	Indice de Ton de residuos / tonelada producida	Resultados
Jan-20	790.452	4.02	0.005	
Feb-20	878.681	4.02	0.005	
Mar-20	915.937	3.79	0.004	
Apr-20	1281.466	5.18	0.004	
May-20	867.323	4.91	0.006	
Jun-20	815.974	3.54	0.004	
Jul-20	822.808	2.4	0.003	
Aug-20	778.681	5.06	0.006	6 Kg de residuos por tonelada producida antes de la distribución de residuos de premezclas
Sep-20	826.19	2.43	0.003	
Oct-20	834.78	5.06	0.006	
Nov-20	652.426	4.98	0.008	
Dec-20	977.12	4.5	0.005	
Jan-21	561.401	6.37	0.011	
Feb-21	806.761	8.98	0.011	
Mar-21	895.232	4.14	0.005	
Apr-21	831.434	4.04	0.005	
May-21	756.898	0.62	0.001	
Jun-21	744.466	0.37	0.000	1 kg de residuo por tonelada producida luego de la distribución de residuos de premezclas
Jul-21	748.947	0.61	0.001	
Aug-21	728.226	0.50	0.001	
Sep-21	747.803	0.61	0.001	

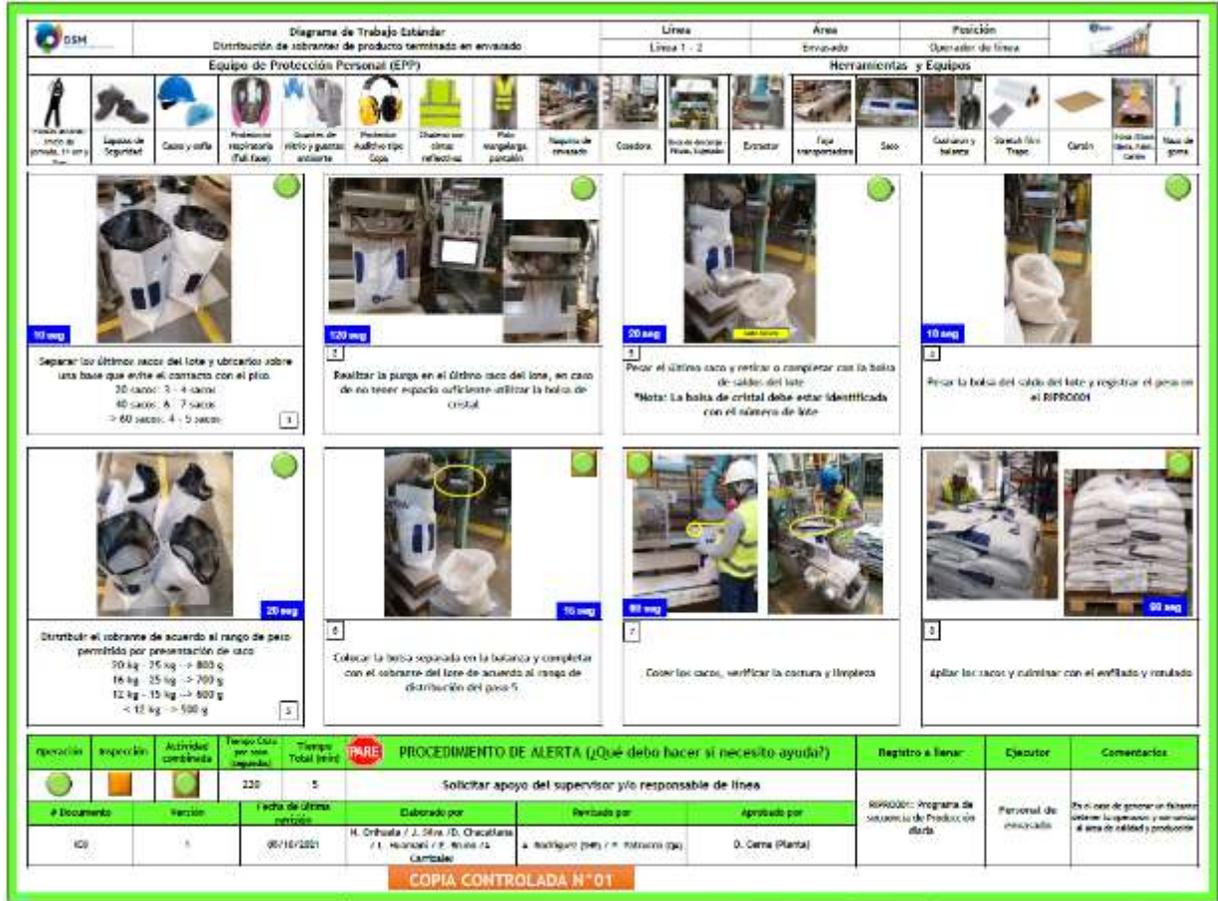
Nota: Elaborada por el investigador (2021)

4.1.3. Resultado del Objetivo 03:

Se actualiza el proceso de la actividad a través del ICO Diagrama de Trabajo Estándar – Distribución de sobrantes de producto terminado en envasado. Este diagrama está colocado visualmente en el área de trabajo.

Figura 41

Diagrama de trabajo estándar – Distribución de sobrantes



Nota: Elaborada por el investigador (2021)

4.1.4. Resultado del Objetivo 04:

Se comparte los conocimientos adquiridos con el personal involucrado con el fin de recibir el apoyo de todos en la operación de envasado.

Esta capacitación se realiza en el área de trabajo el 13 de octubre del 2021 a 20 colaboradores del área de producción, principalmente de envasado.

Figura 42

Registro de capacitación

DSM		REGISTRO DE INDOCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACIÓ DE EMERGENCIA		LEEDER: ROBERTO VERONIC 32
DATOS DE EMPLEADO:				
1. NOMBRE COMPLETO EMPLEADO	2. NOMBRE	3. DÓNDE SE ENCUENTRA (ÁREA, DEPARTAMENTO, DIVISIÓN)	4. ACTIVIDAD ASIGNADA	5. NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN
EMPLEADO (NOMBRE Y APELLIDO)	EMPLEADO	EN QUÉ DEPARTAMENTO SE ENCUENTRA (ÁREA, DEPARTAMENTO, DIVISIÓN)	EN QUÉ ACTIVIDAD SE ENCUENTRA (CÓDIGO DE ACTIVIDAD)	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN
MARCAR CON UN CHECK SEGÚN EL TIPO DE REGISTRO (X):				
6. INDOCCIÓN	7. CAPACITACIÓN	8. ENTRENAMIENTO	9. SIMULACIÓ DE EMERGENCIA	10. OTRO
TIPO DE REGISTRO	TIPO DE REGISTRO	TIPO DE REGISTRO	TIPO DE REGISTRO	TIPO DE REGISTRO
11. FECHA	12. FECHA	13. FECHA	14. FECHA	15. FECHA
16. NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR	17. NOMBRE DEL PARTICIPANTE (NOMBRE, APELLIDO, DNI, SEXO, EDAD, FECHA DE NACIMIENTO)			
18. NOMBRE	19. NOMBRE			
10. DETALLE DEL REGISTRO				
1. NOMBRE Y APELLIDO	2. DNI	3. SEXO	4. FECHA	5. OBSERVACIONES
1. JUAN PABLO	80123456	M	2021/05/15	Asistencia
2. ANA DOMESTICA	75123456	F	2021/05/15	Asistencia
3. CARLOS DOMESTICO	91234567	M	2021/05/15	Asistencia
4. ROSARIO DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
5. JUAN DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
6. ANA DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
7. CARLOS DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
8. ROSARIO DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
9. JUAN DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
10. ANA DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
11. CARLOS DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
12. ROSARIO DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
13. JUAN DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
14. ANA DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
15. CARLOS DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
16. ROSARIO DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
17. JUAN DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
18. ANA DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
19. CARLOS DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
20. ROSARIO DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
21. JUAN DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
22. ANA DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
23. CARLOS DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
24. ROSARIO DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
25. JUAN DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
26. ANA DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
27. CARLOS DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
28. ROSARIO DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
29. JUAN DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
30. ANA DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
31. CARLOS DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
32. ROSARIO DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
33. JUAN DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
34. ANA DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
35. CARLOS DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
36. ROSARIO DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
37. JUAN DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
38. ANA DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
39. CARLOS DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
40. ROSARIO DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
41. JUAN DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
42. ANA DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
43. CARLOS DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
44. ROSARIO DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
45. JUAN DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
46. ANA DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
47. CARLOS DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
48. ROSARIO DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
49. JUAN DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
50. ANA DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
51. CARLOS DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
52. ROSARIO DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
53. JUAN DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
54. ANA DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
55. CARLOS DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
56. ROSARIO DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
57. JUAN DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
58. ANA DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
59. CARLOS DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
60. ROSARIO DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
61. JUAN DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
62. ANA DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
63. CARLOS DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
64. ROSARIO DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
65. JUAN DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
66. ANA DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
67. CARLOS DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
68. ROSARIO DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
69. JUAN DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
70. ANA DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
71. CARLOS DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
72. ROSARIO DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
73. JUAN DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
74. ANA DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
75. CARLOS DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
76. ROSARIO DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
77. JUAN DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
78. ANA DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
79. CARLOS DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
80. ROSARIO DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
81. JUAN DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
82. ANA DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
83. CARLOS DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
84. ROSARIO DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
85. JUAN DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
86. ANA DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia
87. CARLOS DOMESTICO	98765432	M	2021/05/15	Asistencia
88. ROSARIO DOMESTICA	65432109	F	2021/05/15	Asistencia
89. JUAN DOMESTICO	32109876	M	2021/05/15	Asistencia
90. ANA DOMESTICA	10987654	F	2021/05/15	Asistencia
91. CARLOS DOMESTICO	87654321	M	2021/05/15	Asistencia
92. ROSARIO DOMESTICA	54321098	F	2021/05/15	Asistencia
93. JUAN DOMESTICO	21098765	M	2021/05/15	Asistencia
94. ANA DOMESTICA	98765432	F	2021/05/15	Asistencia
95. CARLOS DOMESTICO	65432109	M	2021/05/15	Asistencia
96. ROSARIO DOMESTICA	32109876	F	2021/05/15	Asistencia
97. JUAN DOMESTICO	10987654	M	2021/05/15	Asistencia
98. ANA DOMESTICA	87654321	F	2021/05/15	Asistencia
99. CARLOS DOMESTICO	54321098	M	2021/05/15	Asistencia
100. ROSARIO DOMESTICA	21098765	F	2021/05/15	Asistencia

Nota: Elaborada por el investigador (2021)

4.1.5. Resultado del Objetivo general:

Se logra un resultado exitoso y sostenible por los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre del 2021, obteniendo un 88% de reducción en los residuos de premezclas que eran enviados al relleno sanitario.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Resultados:

5.1.1. Conclusiones del Objetivo 01:

Se concluye que al inicio de este proyecto no existía un control de los residuos generados en el área de envasado de las líneas 1 y 2 de la fábrica, y que estos eran desechos junto con los residuos comunes, bolsas, stretch film, cartones, pallets, etc. Y que posterior a la implementación de este proyecto se establece el control de los residuos generados en las líneas 1 y 2 de envasado de la planta a través del registro diario en el documento interno Control de proceso de Envasado, así como se debe registrar la cantidad de residuos de premezclas que son distribuidas en los sacos a envasado para que sean aprovechados por los clientes y no vayan al relleno sanitario.

5.1.2. Conclusiones del Objetivo 02:

Se concluye que al inicio de este proyecto no se conocía un parámetro de comparación y relación entre la producción diaria, sólo se sabía que podía haber excedente de hasta 6kg por cada tonelada de premezclas fabricada. Luego de la implementación de este proyecto se determina como indicador que por cada tonelada de premezcla fabricada se puede tolerar hasta 1 kg de premezcla como residuos, lo demás debe ser redistribuido entre los sacos que serán distribuidos.

5.1.3. Conclusiones del Objetivo 03:

Antes del inicio de este proyecto, la distribución de estos residuos de premezclas no se contemplaba en ninguna parte del proceso, posterior a su implementación, queda estandarizado el proceso de distribución de sobrantes de premezclas a través del SOP 003 Fabricación de premezclas con mezclador BULHER.

5.1.4. Conclusiones del Objetivo 04:

Se concluye que antes del inicio de este proyecto el personal operativo no conocía sobre los valores ni propósitos de DSM respecto a su sostenibilidad; durante el desarrollo de este proyecto se consiguió involucrar a todos el personal operativo, ya que ellos son parte fundamental del éxito obtenido, siendo los ejecutores en el campo de la actividad de distribuir el excedente de premezclas, por ello se les capacitó el diversos temas, como la nueva operación de distribución de sobrantes de premezclas como temas de cuidado del medio ambiente, sostenibilidad, conceptos de la metodología DMAIC y otros.

5.1.5. Conclusiones del Objetivo general:

Finalmente se concluye que gracias a este proyecto se consigue seguir los lineamientos globales de sostenibilidad de DSM, que como la empresa responsable que es, busca generar el menor impacto posible en el medio ambiente debido a sus operaciones, materiales utilizados, entre otros y se logra reducir en un 88% los residuos de la fabricación de premezclas de alimentos avícolas que eran llevadas al relleno sanitario como residuos, del mismo modo se logra su aprovechamiento a través de la fabricación de producto terminado por parte de nuestros clientes y un ahorro del 66% en el costo de eliminación de residuos en el 2021.

5.2. Recomendaciones:

5.2.1. Recomendaciones del Objetivo 01:

Se recomienda estandarizar el control de proceso de envasado para que sea el mismo sistema PCS el que determine la cantidad de premezclas que sobran antes del vaciado del último saco. Actualmente el personal de envasado debe dejar los últimos 10 sacos abiertos para poder hacer la distribución del sobrante de manera manual entre los últimos 10 sacos de producto, pero si el sistema de PCs alertara desde el inicio del proceso de envasado la cantidad exacta que se descargara los empleados ya sabrían cuántos sacos deben dejar abiertos a fin de evitar retrabajos y exceso de tiempo en el proceso.

5.2.2. Recomendaciones del Objetivo 02:

Se recomienda que el kilogramo de premezcla o menos que está permitido desechar sea, por el contrario, acumulado en empaques menores para la distribución a clientes más pequeños o que sirvan de ayuda social a pequeñas granjas que preparan sus propios alimentos para sus aves y otros animales, de este modo se podría aprovechar al 100% los sobrantes de la fabricación de premezclas.

5.2.3. Recomendaciones del Objetivo 03:

Se recomienda incluir el estándar visual de distribución de sobrantes dentro del plan de capacitaciones anual de la empresa a fin de garantizar que la información llega frecuentemente a todo el personal de operaciones y demás involucrados.

5.2.4. Recomendaciones del Objetivo 04:

Se recomienda hacer un entrenamiento en el proceso de distribución de sobrantes de premezclas y todos los temas relacionados, como cuidado del medio ambiente, sostenibilidad, metodología DMAIC cada año por lo menos, a fin de refrescar los conocimientos y buenas prácticas adquiridas al largo de este proyecto.

5.2.5. Recomendaciones del Objetivo general:

Se recomienda realizar autorías periódicas para validar el óptimo desarrollo de este proceso en el área de envasado de las líneas 1 y 2 de la empresa.

Se recomienda testear el conocimiento adquirido del personal del área a fin de validar el conocimiento y descartar conductas mecánicas con tendencia al error o a la omisión de este proceso.

Finalmente se recomienda replicar esta metodología en otras casuísticas de la empresa, como lo son la demora en el cumplimiento de las fechas de distribución de producto terminado, la demora en la llegada de materia prima, la falta de planeamiento en producción, entre otras.

5.3. Lecciones aprendidas:

En mis casi tres años de egresada de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada de Norte (UPN) he fortalecido los conocimientos académicos adquiridos gracias a mi experiencia laboral, experiencia laboral que se inicia en noviembre de 2018 como prácticas preprofesionales y profesionales en el rubro de la Seguridad, Salud y Medio ambiente.

Gracias al desarrollo del proyecto de Reducción de residuos generados en la fabricación de premezclas utilizando la metodología DMAIC he podido descubrir las diversas herramientas para optimizar procesos, tales como lo son la metodología SIX SIGMA, con su método DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar), este método me ha enseñado que, la observación, el análisis, las ganas de aprender y mejorar, la disciplina y la dedicación son una mezcla perfecta para aplicar de manera exitosa un proyecto.

Las lecciones aprendidas que llevo conmigo son:

- La herramienta "DMAIC" es exitosa siempre que se tenga un equipo motivado, con ganas de mejorar algún proceso y comprometido con el objetivo.
- La idiosincrasia peruana es una desventaja para aplicar una metodología que conlleve a ser disciplinado y constante.
- Que la calidad del medioambiente esta en decadencia cada vez más y más y que si no se actúa ahora, mañana será demasiado tarde.
- Que SIX SIGMA es una herramienta que no requiere una gran inversión monetaria.
- Optimizar procesos va mas allá que el ahorro de costos, se puede tener otros objetivos como el de cuidar el medioambiente o impactar lo menos posible en el de manera negativa.

El trabajo en equipo es enriquecedor toda vez que este conformado por un equipo multidisciplinario y a todo nivel de jefaturas.

5.4. Competencias:

Las competencias profesionales de base que apliqué son los conocimientos que adquirí en mi formación académica sobre producción esbelta, ingeniería de métodos, cálculo y estadística; cursos desarrollados a lo largo mis años de estudio universitario. Conocimientos que me sirvieron para entender fácilmente el objetivo de este proyecto y los diversos conceptos inmersos en la metodología que se empleó para lograr reducir en 88% los residuos generados en la fabricación de premezclas en la fabricación de alimentos para animales.

Las competencias transversales profesionales que apliqué fueron, mi capacidad de aprendizaje, mi apertura y curiosidad de las nuevas metodologías contribuyeron a conseguir posesionarme como líder y replicar lo aprendido con mis compañeros que se vieron involucrados de manera indirecta en este proyecto. De igual manera mi capacidad de iniciativa y autonomía fueron fundamentales para visibilizar la necesidad de mejorar esta parte del proceso a fin de ir en pro del valor de la sostenibilidad de la empresa. Asimismo, mi capacidad de organización y planificación me llevaron a poder llevar de manera muy ordenada este proyecto sin perjudicar mis otras responsabilidades profesionales. Finalmente, mi capacidad analítica me llevó a observar, seguir, y proyectar los impactos medioambientales y financieros a fin de mantener claro el objetivo de amortizar el impacto que genera la empresa en la localidad a través de los desechos que genera.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS

(s.f.).

Navarro Albert, E., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA. España.

Abdullah AISagheer, H. B. (2011). Six Sigma For Sustainability In Multinational Organizations.

Ahmad, S. A. (2017). Culture and Lean Manufacturing: Towards a Holistic Framework . *Culture and Lean Manufacturing: Towards a Holistic Framework* .

Arbaiza Estacio, L. C., & Flores Arroyo, D. (2019). *Aplicación de la Metodología DMAIC para reducir las pérdidas de chocolate en una línea de producción en la empresa Nestlé Perú S.A. 2019*. Lima.

Arias Montoya, L., Portilla, L. M., & Castaño Benjumea, J. (2008). APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN LAS ORGANIZACIONES. Colombia.

Barnala, P. (2011). *Optimization of Operating Parameters of a Material Recovery Facility using Lean Six Sigma Techniques*. Toledo.

Barragán, L. L. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC DE LEAN SEIS SIXMA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL QUIRÓFANO*. México.

Castro, P. A. (2019). *HABITANDO EL RECICLAJE*.

Garza Ríos, R., González Sánchez, C., Rodríguez González, E., & Hernández Asco, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de SEIS SIGMA con simulación discreta y técnicas multicriterio. México.

Luis, S., García, L., & Villareal, F. (2014). SIX SIGMA: FACTORES Y CONCEPTOS CLAVES. Argentina.

Mallqui Crisante, L. K. (2018). *Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno*. Lima.

MERINO, J. E. (2014). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE CUCHILLAS EN EL PROCESO DE CORTE EN LA FABRICACION DE PAPEL TISSUE*. Piura.

Pérez, J., & Lawrence , P. (1997). Análisis de Sostenibilidad de la Industria Avícola en Guatemala. *Análisis de Sostenibilidad de la Industria Avícola en Guatemala*.

Pérez, L. E., & García , C. M. (2014). Implementación de la metodología DMAICSeis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Costa Rica .

Pérez-López1, E. (2014). *Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v27n3/a10v27n3.pdf>

Quiroz, L. C. (2021). GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LA CALIDAD. *GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LA CALIDAD*. Perú.

Retamoso, C. E. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogotá.

Rodrigo Oltra, Á., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2016). *Cuaderno investigación aplicada*. Valencia.

Romero López, R., Noriega Morales, S., Escobar Toledo, C., & Ávila Delgado, V. (2009). FACTORES CRITICOS DE ÉXITO: UNA ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD. México.

Sabogal, C. M. (2021). Adecuada implementación de metodología DMAIC en un centro de servicios administrativos.

URQUIZO, L. J. (2016). *MEJORA DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA*.