



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Implementación de metodología DMAIC para la reducción de
paro no planeado por máquina en espera en el área de salsas.”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGISTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentado por:

Erika Cristina Muñoz Cepeda

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por estar a mi lado incondicionalmente y cuyo apoyo no tiene límites. Agradezco a mis líderes y jefes en la empresa que me ayudaron a crecer permanentemente y me dieron soporte en la implementación de este y muchos otros proyectos. Y un agradecimiento total a mi director de tesis Sofía López por su paciencia y atención, los cuales fueron indispensables para este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Matilde Cepeda y Peter Muñoz, mis abuelos Piedad Castillo y Hugo Cepeda, a mis hermanas Karen y Kimberly, mi tía Glenda Cepeda, y a mis acompañantes en mis amanecidas, mi gato Rayito y mi perro Dominick Stalin Russöff.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PhD. Ángel Ramírez M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

MSc. Sofía López.
TUTOR

MSc. Jaime Macías A.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Erika Cristina Muñoz Cepeda

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un proyecto DMAIC para la reducción de paros no planeados por máquina en espera en el área de Aderezos de la organización Alimentos S.A. Debido a la agresiva competencia con productos sustitutos, la empresa planteó como objetivo este año la reducción de costos a lo largo de toda la cadena seguido de la optimización de estos, para poder lanzar ofertas que ayuden a retomar la posición líder en el mercado. La necesidad de este proyecto enfocado surgió durante la elaboración de los paretos de pérdidas anuales de fábrica donde uno de los principales contribuyentes era la pérdida en máquina y dentro de esta, el mayor contribuyente es la espera por semielaborado.

Luego de las mediciones y análisis se pudo evidenciar que existían oportunidades desde el área de abastecimiento al necesitar una programación mejor balanceada y flexible, seguida por estándares que no contemplaban la realidad de la fabricación. En producción se tenían otras oportunidades en la toma de decisiones no estandarizadas al igual que procesos manuales difíciles de estabilizar. Se procedió a levantar y gestionar las condiciones básicas y de forma posterior a hacer el Ishikawa y el análisis de los 5 Porqués para determinar las causas raíz trabajando con cada área relacionada, sponsors y el coach de la metodología.

En la etapa de implementación se desarrollaron modificaciones en los programas de producción para un mejor cálculo y planificación, se propuso un modelo de bloques para mejorar la planificación de la producción, y se desarrollaron nuevas propuestas para automatizar y optimizar los procesos de producción con el fin de estabilizar la producción y garantizar una mejora sostenible y continua. Al finalizar la etapa de implementación, los resultados fueron la reducción del 83.6% del tiempo de paro no planeado por falta de semielaborado, reduciendo de 13.44 horas perdidas semanales a un promedio de 2.2 horas semanales en las 7 semanas siguientes.

Nuestra variable de respuesta cumplió al 100% con el objetivo en 5 de las 7 semanas posteriores a la etapa de Control, existiendo una semana con casi 0 horas de pérdidas, las otras semanas se activaron los indicadores establecidos en la etapa de Control.

Debido a la alta saturación del área de Aderezos y a la no disponibilidad de tiempo para detener la línea, 4 planes de acción quedaron pendientes y planificados, además de dos adicionales no priorizados en el proyecto pero recomendados para ser considerados en el plan Macro de planificación.

En la etapa de Control se levantaron estándares e indicadores para controlar y mantener la implementación del proyecto, además de encontrar muchas oportunidades de mejora para replicar en otras líneas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
GLOSARIO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1.....	2
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos y alcance.....	3
1.4 Metodología	4
1.5 Estructura	5
CAPÍTULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Metodología DMAIC	6
CAPÍTULO 3	12
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	12
3.1 Definición	12
3.2 Medición	23
3.3 Análisis	37
CAPÍTULO 4	60
4. Implementación de la solución y Control.....	60
4.1. Implementación	60
CAPÍTULO 5	81
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1 Conclusiones	81
5.2 Recomendaciones	82
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	85

ABREVIATURAS

AI	Asset Intensity
5W1H	What, Which, When, Where, Who, How
ERP	Enterprise Resource Planning
IP	Industrial Performance
IPA	Identificar, Priorizar y Asignar
IVPH	Ir, Ver, Pensar y Hacer
ORG	Organización
PNP	Paro no planeado
QA	Quality Area
SAM	Stop Analysis Module, módulo para ingresos de horas de parada de máquina
SIPOC	Supply, Inputs, Process, Outputs, Customer
SMED	Single Minute Exchange of Die
SSII	Servicios Industriales

GLOSARIO

AI: Es la unidad de medida de eficiencia de la empresa, el cual es calculado como: Tiempo ocupado en producir productos que cumplan todos los estándares de calidad sobre el tiempo ocupado total.

Objetivo SMART: Objetivo que cumple con los siguientes requisitos: eSpecifico, Medible, Alcanzable, Realista y en un periodo de Tiempo. Tarjet: Objetivo deseado.

Benchmark: Mejor valor o referencia con el que se compara mis datos.

GAP: Brecha o diferencia entre lo actual y el objetivo deseado.

SAP: Software usado por la compañía para la gestión y control de todas las operaciones.

SKU: Stock Keeping Unit, identificativo para un artículo determinado.

SIPOC: Es el gráfico donde se representa un proceso para visualizar e identificar clientes internos y externos a lo largo de la cadena, tiene 5 columnas que son las siglas en ingles de Abastecimiento, Inputs, Process, Outputs y Customers.

5W1H: Es una herramienta para definir un problema que consta en la respuesta a 5 preguntas, dadas por sus siglas en ingles: Qué, Cómo, Cuál, Cuándo, Dónde y Quién.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo DMAIC como metodología Seis Sigma.	7
Figura 2. Ejemplo de equipo de trabajo multidisciplinario	7
Figura 3. Formato para plan de colección de data	9
Figura 4. Formato para análisis Ishikawa.....	10
Figura 5. Pérdidas de fábrica Alimentos S.A. 2017	12
Figura 6. Detalle de horas perdidas por tipo de paro	13
Figura 7. Detalle de pérdidas por máquina en espera.....	14
Figura 8. Detalle de pérdidas por falta de materiales.	14
Figura 9. Detalle de pérdidas por falta de semielaborados por área.	15
Figura 10. 5W1H y Es y no es.....	16
Figura 11. SIPOC del proceso de envasado en el área de Aderezos	17
Figura 12. Horas perdidas semanales por falta de masa.	18
Figura 13. Equipo de trabajo multidisciplinario.	20
Figura 14. Carta del proyecto.....	23
Figura 15. Mapa de proceso de envase de masas.....	24
Figura 16. Recorrido de masa de Salsa Roja en el área de Aderezos	26
Figura 17. Recorrido de masa de Salsa Blanca en el área de Aderezos	27
Figura 18. Criterio de Estratificación	29
Figura 19. Estratificación por tipo de masa	29
Figura 20. Estratificación por envasadora	30
Figura 21. Estratificación por formato de Salsa Roja	30
Figura 22. Estratificación por formato de Salsa Blanca	31

Figura 23 Estratificación por combinación de formatos de Salsa Roja.....	32
Figura 24. Estratificación por formato de Salsa Blanca	33
Figura 25. Estratificación por día de la semana	34
Figura 26. Estratificación por turno	34
Figura 27. Árbol de estratificaciones	35
Figura 28. Lluvia de ideas con los miembros del equipo	37
Figura 29. Diagrama de Ishikawa del Problema enfocado 1.	39
Figura 30. Diagrama de Ishikawa del Problema enfocado 2.	40
Figura 31. Pareto de horas de maquina en espera por ausentismo por recurso	41
Figura 32. Pareto de horas de maquina en espera en la Preparación de Salsa Roja .	41
Figura 33. Comparativo de velocidades nominales estándar y real por envasadora....	42
Figura 34. Horas perdidas por averías en los recursos del área Aderezos	43
Figura 35. Horas perdidas por máquina en espera en la preparación de Salsa Blanca	44
Figura 36. Matriz de Impacto Control de problema enfocado 1 y 2	45
Figura 37. Análisis de 5 Rorqués de los problemas enfocados 1, Parte 1	47
Figura 38. Análisis de 5 Porqués de los problemas enfocados 1, Parte 2.....	48
Figura 39. Análisis de 5 Porqués de los problemas enfocados 2	49
Figura 40. Simulación de consumo por combinaciones de dos recursos.....	51
Figura 41. Simulación de consumo por combinaciones de dos recursos envasadores de Salsa Roja.	52
Figura 42. Simulación de tiempo máximo antes de desabastecimiento.	53
Figura 43. Simulación de consumo por combinaciones de dos recursos envasadores de Salsa Blanca	54

Figura 44. Simulación de tiempo máximo antes de desabastecimiento en producción simultánea de dos recursos.	54
Figura 45. Pérdidas en dólares por sobredosificación.....	55
Figura 46. Listado de pérdidas de Masa en receta por sku por recurso del área de Aderezos.....	56
Figura 47. Recorrido de tubería principal de Salsa Blanca	57
Figura 48. Juego de válvulas manuales para paso o recirculación de Salsa Blanca...	58
Figura 49. Descarga actual de Salsa Blanca en tanque pulmón	59
Figura 50. Matriz de Impacto-Esfuerzo	62
Figura 51. Archivo de simulación de Bloques de producción en el área de Aderezos	67
Figura 52. Simulación de propuesta de Bloques de Producción	68
Figura 53. Propuesta de Bloques de Producción	69
Figura 54. Definición de recursos a priorizar y diseño de programación	70
Figura 55. Antes y Después de Reubicación de equipos en Preparación de Salsa Roja	71
Figura 56. Serie de tiempo de horas perdidas semanales por falta de Masa 2017-Q2 2018.....	72
Figura 57. Total de horas perdidas semanales por falta de Masa Q1 y Q2 2018.....	73
Figura 58. Proyección de reducción de tiempos de limpieza en Aderezos con implementación de Bloques	73
Figura 59. Proyección de reducción de tiempos de Cambios de formato en Aderezos con implementación de Bloques	74
Figura 60. Cantidad de eventos por Paro Planeado y Paro no Planeado en el área Aderezos.....	75

Figura 61. Indicador de máquina en espera por falta de masa diario y Calidad de Data.	77
Figura 62. Indicador de máquina en espera por falta de masa Semanal.	77
Figura 63. FODA de proyecto DMAIC.....	79
Figura 64. 5 Porqués de causa raíz potencial descartada	88
Figura 65. Válvulas manuales en el recurso de preparación de Salsa Blanca	89
Figura 66. Tanque de ácido acético con nivel de altura visual (flecha)	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cálculo del Target	19
Tabla 2 Cronograma del proyecto	21
Tabla 3 Cálculo de impacto financiero en Mano de obra y energía	22
Tabla 4 Cálculo de ahorro total de proyecto	22
Tabla 5 Plan de Colección de Data	27
Tabla 6 Problema enfocado 1	35
Tabla 7 Problema enfocado 2	36
Tabla 8 Listado de Causas potenciales y método de verificación	50
Tabla 9 Listado de Causas raíces verificadas	59
Tabla 10 Listado de soluciones	60
Tabla 11 Plan de implementación 5W2H	63
Tabla 12 Cálculo de consumo de masa contemplando los porcentajes de pérdida	70
Tabla 13 Listado de indicadores para control	76
Tabla 14 Planes de acción adicionales recomendados	83
Tabla 15 Listado de Soluciones para causa raíz potencial descartada	90
Tabla 16 Plan de implementación 5W2H recomendados para causa raíz potencial descartada	91

INTRODUCCIÓN

La organización Alimentos S.A. es uno de los principales competidores en el mercado de caldos y aderezos en el país, manteniéndose como un referente no sólo como oferta de alimentos sino de bienestar y salud a la familia. En los últimos años, muchas más marcas han entrado a competir en esta área ingresando con precios mucho más bajos, impactando directamente en la pérdida de mercado y consecuentemente la reducción de los volúmenes de ventas de toda la organización. Durante algunos años se ha intentado ofrecer promociones sin embargo al continuar siendo los productos más caros en el mercado se genera la necesidad urgente de reducir y optimizar costos con el fin de mejorar los precios y retomar la competencia en el área.

El principal reto fue levantado desde la matriz en Europa al solicitar proyectos enfocados estratégicos y sostenibles en todas las áreas que tengan impactos no sólo económicos sino también con liberación de volúmenes de producción. En los paros de pérdidas, el principal contribuyente son las pérdidas de fábrica por paros no planeados, dentro de los cuales se encuentra la máquina en espera por falta de semielaborados. Es por esto que surge la necesidad de este proyecto al necesitar de la metodología DMAIC para la reducción de estas pérdidas y el logro de los objetivos demandados por la fábrica.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La organización Alimentos S.A. es una de las más grandes industrias de alimentos con participación en más de 180 países y con más de 2000 marcas. En el país se estableció con algunas de ellas buscando competir en la sección de Caldos, manteniéndose hasta la actualidad como uno de los principales referentes en salud y bienestar, pero dentro de los productos más caros ofertados en el mercado.

En los últimos años, la entrada de productos similares y mucho más económicos ofertados por la competencia, ofertas agresivas de los productos sustitutos ya existentes y la crisis económica del país ha impactado en la reducción de los volúmenes de ventas de toda la organización se genera la necesidad urgente de reducir y optimizar costos con el fin de ofrecer mejores precios y retomar la competencia en el área.

Alimentos S.A. tiene 5 áreas en total: Bebidas 1, 2, 3, Caldos y Aderezos. En el área de Aderezos se tienen dos secciones: las preparaciones de la masa donde se producen 4 diferentes tipos de aderezos y el área de empaque donde se encuentran 6 diferentes máquinas envasadoras con formatos diferentes y tripulaciones independientes. Cada diferente aderezo es trasladado por medio de una tubería principal cuyo recorrido está diseñado para pasar por cada una de las diferentes envasadoras. Esto permite independencia en el llenado, esto quiere decir que cada envasadora puede conectarse a la tubería principal que necesite y envasar dicha masa en cualquier momento.

Es importante recalcar que la organización no sólo se rige por los reglamentos mandatorios legales del país, sino que aplica también las normas, guías y reglamentos compartidos por la matriz europea los cuales son en muchos de los casos más estrictos y con mucho más control sobre la producción.

Uno de los muchos requisitos por el departamento de calidad es que todas las máquinas de preparación de aderezo tengan mínimo una limpieza semanal, con el fin de garantizar resultados óptimos en sus muestreos semanales. Estos recursos constan de grandes ollas de preparación, de 2000 a 5000 litros de capacidad dependiendo de la masa, conectadas con tuberías elevadas que pueden llegar a tener hasta 150 metros de recorrido como el caso de la Salsa Roja, además de bombas y tanques de almacenamiento que llegan a almacenar hasta 10000 litros. Esto genera una coordinación bastante fina entre logística, fabricación y el departamento de calidad, con el fin de entregar una producción completa, a tiempo y garantizando el cumplimiento de todos los requisitos mandatorios.

Durante el año 2017, se han implementado un total de 15 proyectos a lo largo de toda la fábrica impactando a la reducción de paros planeados, sin embargo,

este año el enfoque de los nuevos proyectos será a los principales contribuyentes en costos y liberación de producción de líneas saturadas en las áreas con mayores pérdidas.

Al no existir proyectos similares como referencia, se usarán inputs de los artículos de referencia como Programación de las operaciones de suministro interno de materiales en plantas de alimento concentrado tipo premolienda (Rojas, Saavedra & Orejuela, 2017) y Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. (Miño-Cascante, Saumell-Fonseca, Toledo-Borrego, Roldan-Ruenes & Moreno, 2015). En estos podemos resaltar un gran soporte para los capítulos de Implementación ya que cuentan con propuestas de modelos y estrategias para hacer más eficientes las operaciones y consecuentemente reducir los tiempos de espera entre recursos. Existirán acciones que involucren al departamento de Abastecimiento, por lo que el artículo de referencia Modelo MRP de optimización para un sistema de producción con Re-manufactura (Raupp, De Angeli, Alzamora & Maculan, 2015) será de gran soporte para poder ver las oportunidades de mejora desde los inicios de la cadena de abastecimiento.

1.2 Justificación

En el 2017 se reportaron USD\$ 7.500.000 en el resumen de pérdidas totales de fábrica de las cuales el 45% pertenecen a las pérdidas por máquina seguida por 44% de pérdidas de materiales y 11% por Mano de Obra. Dentro de las pérdidas por máquina se encuentra como principal contribuyente el paro no planeado y dentro de este la clasificación de máquina en espera con 2800 horas perdidas.

Revisando las horas perdidas de producción, el mayor contribuyente es la espera por falta de semielaborados con 1900 horas anuales, es decir la espera de uno o varios recursos por falta de masa para continuar su proceso. La principal área involucrada es el área de Aderezos al ser la que tiene la mayor cantidad de envasadoras, mayor volumen de producción y sobre todo mayor cantidad y rotación de productos.

Es por esto que uno de los proyectos con mayor impacto levantados es la reducción de estos paros no planeados, que contribuirán con el 0.4% a la eficiencia de fábrica.

1.3 Objetivos y alcance

Objetivo General

Reducir la pérdida de horas de paro no planeado por máquina en espera en el área de Aderezos, a través de la implementación de proyecto DMAIC.

Objetivos específicos

- Definir las variables de entrada crítica, y desarrollo del plan de recolección de datos.
- Realizar mapeo del proceso, medición de datos y análisis de capacidades.
- Analizar y diagnosticar las causas raíces.
- Identificar, evaluar, priorizar e implementar soluciones y evaluar resultados.
- Definición de métodos de control para monitoreo y sostenimiento a largo plazo.

Alcance

Este proyecto será realizado en el área de Aderezo, sin embargo, se trabajará en los planes de acción con todas las áreas a lo largo de la cadena, es decir desde el planificador de producción de fábrica hasta el proceso de fabricación. En el equipo de trabajo se contará con miembros de todas las demás áreas de soporte como son Calidad, Seguridad, Proyectos, entre otros.

1.4 Metodología

La metodología por aplicar para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto de graduación será usar DMAIC.

En la primera etapa de DMAIC se determinará el impacto económico del problema, el alcance, los objetivos SMART y se definirá al equipo de trabajo que involucre a todas las áreas junto con su matriz de competencia y se levantará el SIPOC del proceso.

En la etapa de medición se levantarán diagramas de proceso, mapas de proceso y estadísticas sobre la situación actual del proceso midiendo todos los parámetros que puedan influir en la falta de masa aderezo, esto implica revisar desde la planificación que realiza el planificador del Plan Maestro de Producción hasta la información que se congela en el módulo de análisis de datos, en paralelo revisar la calidad de data del sistema sobre todo las capacidades y estándares en el sistema SAP. El alcance es hasta las envasadoras para levantar cualquier oportunidad que pueda influir en la falta de masa aderezo.

Para comenzar la etapa del análisis se levantarán acciones para reestablecer las condiciones básicas del proceso, una vez cerradas estas oportunidades se analizará toda la información levantada con la ayuda de herramientas como lluvia de ideas e Ishikawa para encontrar las variables potencialmente influyentes. De forma posterior con la herramienta de los 5 Porqués se determinarán las causas raíces del problema.

Se usarán inputs de los artículos de referencia titulados Programación de las operaciones de suministro interno de materiales en plantas de alimento concentrado tipo premolienda (Rojas, Saavedra & Orejuela, 2017) y

Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. (Miño-Cascante, Saumell-Fonseca, Toledo-Borrego, Roldan-Ruenes & Moreno, 2015) donde proponen modelos donde involucran todos los factores asociados para el correcto abastecimiento de la cadena de producción.

Durante la etapa de Implementación se evaluarán los planes de acción propuestos y las necesidades de inversión para priorizar según su impacto. Esto involucrará actualizar las pérdidas actuales en receta con el fin de incluir los desperdicios de masas evidenciados en la etapa de análisis y la capacitación total al personal relacionado como planificadores, jefes de fabricación, ingenieros de proceso, supervisores, usuarios de SAP y operadores. Al ser una cadena extensa, existirán acciones que involucren al departamento de Abastecimiento, por lo que el artículo de referencia Modelo MRP de optimización para un sistema de producción con Re-manufactura (Raupp, De Angeli, Alzamora & Maculan, 2015) será de gran soporte para poder ver las oportunidades de mejora desde los inicios de la cadena de abastecimiento.

En la última etapa de Control se actualizarán en caso de ser necesario los estándares en SAP y se levantarán indicadores para que en cada reunión operacional del área puedan monitorear esta pérdida. Este proyecto se vincula directamente al indicador principal de fabricación que es el de paros no planeados revisado semanal, mensual y anualmente por la dirección de fábrica, levantándose planes de acción en caso de no cumplir el objetivo.

1.5 Estructura

Este proyecto de tesis será desarrollado en 5 capítulos.

El primer capítulo contiene los detalles generales del proyecto como el antecedente, la justificación, la metodología a implementar y la estructura con la que se desarrollará y presentará.

El segundo capítulo contiene el marco teórico sobre la metodología implementada, incluyendo todas las herramientas y estrategias con las que se desarrollará este proyecto.

El tercer capítulo expone el desarrollo del proyecto durante las tres primeras fases que son Definición, Medición y Análisis.

En el cuarto capítulo desarrolla las últimas dos fases que son Implementación y Control, en este capítulo es donde se desarrollan los planes de acción estratégicos con fechas y responsables, además de los controles que garanticen la sostenibilidad del proyecto.

En el último capítulo se presenta las conclusiones del proyecto y las recomendaciones.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Metodología DMAIC

El ciclo DMAIC es una de las herramientas de Six Sigma que nos permite aplicar de forma más detallada el ciclo PDCA de Deming resolviendo problemas atacando causas raíz y buscando la mejora continua. Esta se desarrolla a través de 5 etapas o pasos los cuales son: Definir, Medir, Analizar, Incrementar o Implementar y Controlar. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

La aplicación de esta herramienta funciona de forma integrada con muchas otras como los Diagramas de flujo, Gráficas de corridas, Paretos, Diagrama de causas y efectos, Gráficas de control, Ishikawa, 5 Porqués, entre otros, que aparecerán a lo largo de las etapas conforme se requieran.

Cada etapa está detallada en la siguiente imagen:

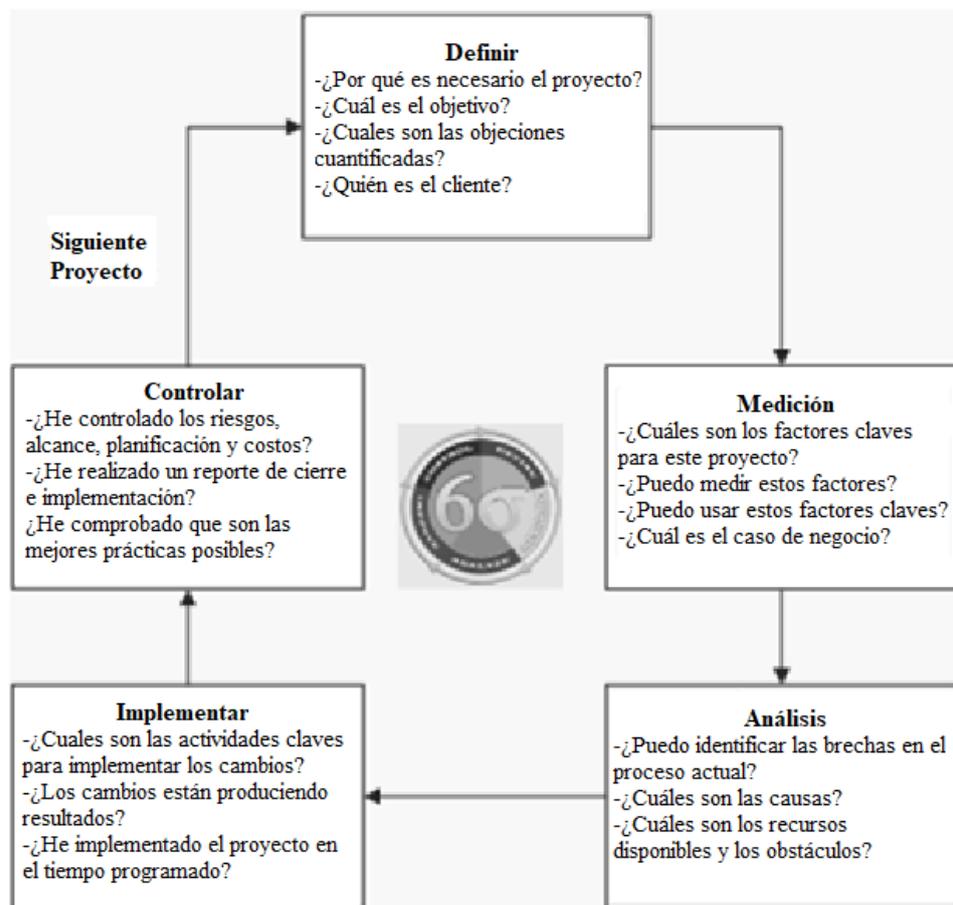


Figura 1. Ciclo DMAIC como metodología Seis Sigma.

Fuente: (Sokovic, Pavletic, & Kern Pipan, 2010)

Definición

El propósito de esta etapa es identificar el problema, el impacto que se tiene en la organización y con esto definir el objetivo del proyecto con el fin de impactar estratégica y directamente al problema identificado.

La definición del objetivo se realiza de forma SMART lo que significa que cumple con los siguientes requisitos: Debe ser eSpecífico, Medible, Alcanzable, Realista y con un periodo de Tiempo límite.

Las herramientas asociadas con esta etapa son principalmente gráficas como Gráficos de series de tiempos y paretos. El definir el objetivo nos permitirá calcular consecuentemente los beneficios esperados con la implementación de este proyecto.

Dentro de esta etapa de se deben seleccionar los integrantes del equipo de trabajo que deberán incluir miembros de los diferentes departamentos de la organización, con el fin que se genere una integración multidisciplinaria. Un ejemplo del equipo de trabajo en el mostrado en la Figura 2.

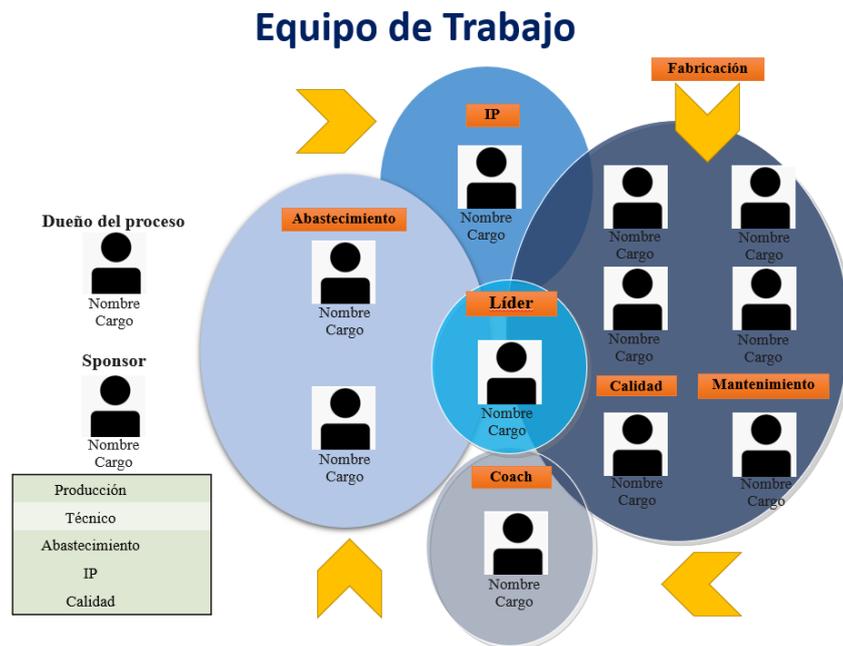


Figura 2. Ejemplo de equipo de trabajo multidisciplinario

Fuente: Elaboración propia

Líder del proyecto: Es la persona que organizará, desarrollará y ejecutará el proyecto como tal, directamente o a través de otras personas buscando el crecimiento del equipo conforme se implemente el proyecto. Deberá mantener

informado a todos los avances del proyecto y alertar al patrocinador y coach de cualquier barrera que se encuentre durante este proceso.

Patrocinador o sponsor: Es la persona encargada de liberar todas las barreras y proporcionar todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto. Debe estar totalmente involucrado para que su gestión sea oportuna y entrenado para que pueda aportar efectivamente como parte del equipo.

Dueño del proceso: Es el jefe de área o proceso donde se está implementando el proyecto, involucrarlo al dueño del proceso es crucial para asegurar la sostenibilidad de la implementación a lo largo del tiempo, al igual que ayuda a liberar barreras que puedan surgir dentro del área durante la implementación.

Coach: Debe ser experto en la metodología DMAIC. Debe dar soporte a nivel metodológico a todo el equipo y guiarlo a que se implemente eficazmente.

Miembros del equipo: Son personas que participarán, contribuirán y ejecutarán ciertas actividades del proyecto según correspondan. Deben ser entrenadas y desarrolladas para que su aporte sea efectivo y activo a lo largo del proyecto.

Para poder identificar el problema es importante crear el diagrama SIPOC, el cual es un macro mapa del proceso que nos permite mantener una perspectiva del panorama general donde se ven las entradas y salidas del proceso en las siguientes 7 etapas: Abastecimiento, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes. Esto nos permite verificar si las entradas están relacionadas con las salidas o si existen problemas u oportunidades con el proceso.

En esta etapa se realiza el Project Charter o Carta de Proyecto, que es un resumen de toda la información del proyecto en un formato para presentación ejecutiva, esta tiene las siguientes partes: Título, Caso, Problema u Oportunidad, Objetivo definido, Alcance, Miembros del equipo, Cronograma del proyecto y aprobación de parte del Patrocinador con la fecha de inicio del proyecto.

Medición

Luego de definir el problema y alcance, se procede a recopilar toda la información necesaria para identificar características con las que se pueda medir el comportamiento del problema a lo largo del tiempo.

Existen casos en los que no se encuentra información disponible, o se evidencia que la existente no es suficiente, por lo cual se debe levantar un plan de colección de data por un periodo de tiempo que nos permitirá recolectar la información suficiente para medir la situación actual.

M Plan de Colección de Data

Qué preguntas se desea contestar con ésta información?

¿Qué desea medir?	Unidad de medida	¿Dónde medir?	Ejemplo	How to collect (HOW)	Why this data is needed (WHY)	Person in charge (WHO)

Figura 3. Formato para plan de colección de data

Fuente: Empresa objeto a estudio

En esta etapa surgen algunas herramientas como lo son los mapas de proceso, los diagramas de flujos, paretos, 5W1H, entre otros, con el fin de estratificar la información y determinar los problemas enfocados.

Diagramas de flujo: Pueden ser usados tanto en la manufactura como en servicios para realizar el seguimiento de materiales, información y flujo de personas. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Diagrama de Pareto: Este Diagrama ayuda a dividir un problema en las contribuciones relativas de sus componentes. Estos se basan en el hallazgo empírico común que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de causas. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Analizar

Es la etapa en la que más se demanda tiempo de los miembros del equipo ya que es donde se realiza la lluvia de ideas con el fin de determinar la causa raíz del problema. En esta lluvia de ideas se recolectan las posibles causas y de forma posterior se evalúan con el fin de obtener la causa raíz de nuestro problema enfocado usando el Diagrama de Ishikawa.

El análisis de espina de pescado, también llamado diagrama causa-efecto o diagrama Ishikawa, es una herramienta para analizar el proceso de negocio y su efectividad. También es comúnmente conocido como "Diagrama de Ishikawa" porque fue inventado e incorporado por el Sr. Kaoru Ishikawa, un estadístico japonés de control de calidad (...). El diagrama y análisis de espina de pescado generalmente evalúa las causas y sub-causas de un problema en particular y, por lo tanto, ayuda a descubrir todos los síntomas de cualquier problema comercial. (Bose, 2012)

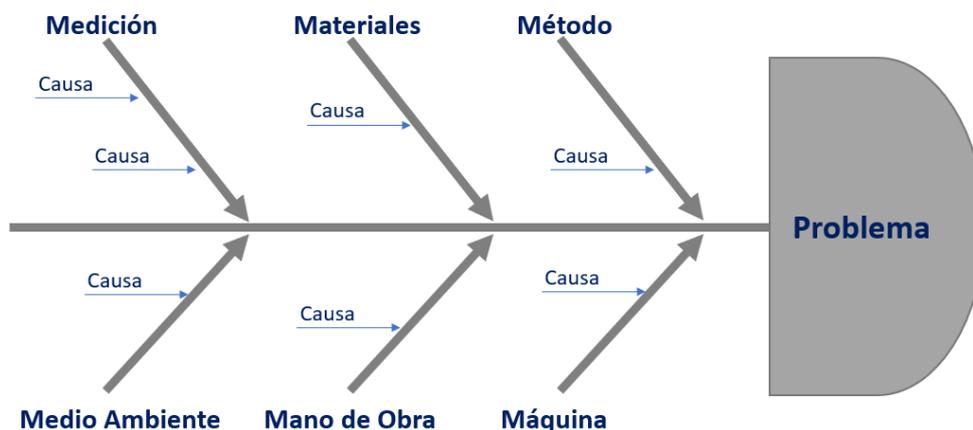


Figura 4. Formato para análisis Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Cada Causa enlistada se considera una causa potencial, y se deberá analizar cada una para confirmarla como causa potencial o descartarla por falta de evidencia. Todas las causas potenciales finales confirmadas deberán ser colocadas en la Matriz de Impacto-Control para poder priorizarlas.

De forma posterior se usará el método de los 5 Porqués para determinar las causas raíces y consecuentemente sus planes de acción respectivos.

Mejorar o Implementar

Implementar:

- Identificar medios para eliminar causas de los defectos
- Confirmar las variables claves y cuantificar sus efectos en las características críticas para la calidad.
- Identificar los rangos máximos de aceptación para las variables claves y un sistema para medir la desviación de las variables.
- Modificar el proceso para mantenerse en un rango aceptable.

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

En la etapa de mejora se definirán y ejecutarán los planes de acción que impactarán a la causa raíz del problema. Estos deben implementarse conforme a la prioridad que tengan según su impacto en el problema enfocado.

Esta implementación es la que demora más tiempo ya que es posible que requiera inversión y tiempo de los miembros del equipo en evaluar, aprobar y gestionar las actividades, por lo que se recomienda que se involucre tanto al dueño del proceso como al sponsor para que puedan liberar barreras sean económicas como de tiempo disponible.

Control

Determinar cómo mantener las mejoras y activar herramientas en el lugar que asegure que las variables claves permanezcan en los rangos aceptados máximos bajo el proceso modificado. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

En esta etapa se establecen los procedimientos, estándares, métodos o cualquier actividad que permitan controlar y mantener la implementación del proyecto de manera sostenible. Es de suma importancia mantener la documentación activa y actualizada con el fin de medir las mejoras y poder replicar las buenas prácticas a lo largo del tiempo, también con el fin de que sea un ejemplo concreto de la aplicación de todas estas herramientas.

Se deben definir mínimos y máximos a los parámetros importantes del proceso junto con la definición de acciones correctivas y preventivas con el fin de permitir detectar desviaciones en el proceso y poderlas corregir inmediatamente, garantizando su sostenibilidad a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO 3

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

3.1 Definición

3.1.1 Situación Actual

La fábrica Alimentos S.A. es la que vende mayor volumen de producción y aporta con la mayor proporción en la generación de utilidades, es por esto que al realizar el árbol de pérdidas de la fábrica se busca identificar proyectos que impacten a la reducción de estos valores de forma directa y sostenible.

En el año 2017, se evidencia una pérdida de \$7.5 millones de dólares en total fábrica, de los cuales el principal contribuyente son pérdida por máquina y materiales. Las dos áreas que aportan en primer lugar son una sección de Bebidas 1 que es donde se trabaja las Habas de Cacao y el área de Aderezos.

PÉRDIDAS FÁBRICA ALIMENTOS S.A.



Figura 5. Pérdidas de fábrica Alimentos S.A. 2017

Fuente: Datos del Sistema SAM de la fábrica en el periodo de Noviembre 2016 – Octubre 2017

La sección 1 del área de Chocolatería tiene pérdidas de más de \$2.1 millones de dólares sin embargo ya tiene en proceso 2 proyectos de gran inversión que impactarán en las pérdidas de materiales, que es su principal contribuyente.

La siguiente área con mayor contribución a las pérdidas es Aderezos con casi \$2 millones de dólares distribuidas en partes iguales entre máquina y materiales, siendo su último contribuyente la pérdida por mano de obra.

Las pérdidas por máquina son medidas con las pérdidas de Eficiencia. Este valor se obtiene de la división del tiempo de producción de producto conforme para el tiempo ocupado total en dicho recurso. Es importante recalcar que cualquier actividad en la que se involucre la máquina, como mantenimientos o limpiezas, es incluida como tiempo ocupado de máquina.

El objetivo a nivel regional para considerarse una fábrica saludable es de 82%, es por esto que la situación actual de la empresa con 79.6% genera la demanda de proyectos de mejora que impulsen a subir este indicador.



Figura 6. Detalle de horas perdidas por tipo de paro

Fuente: Datos del Sistema SAM de la fábrica en el periodo Q4 del año 2017: Octubre 2017 – Diciembre 2017

Se puede evidenciar en el desglose de paros no planeados, que el principal contribuyente es máquina en espera con 3.13% de impacto en la eficiencia de fábrica. Esto implica que existen máquinas que no trabajan ya que se encuentran esperando algo, esto puede ser mano de obra especializada, materiales, impactos reflejos de procesos anteriores o posteriores, falta de servicios industriales, entre otros. Realizando un análisis más profundo se evidencia lo siguiente.

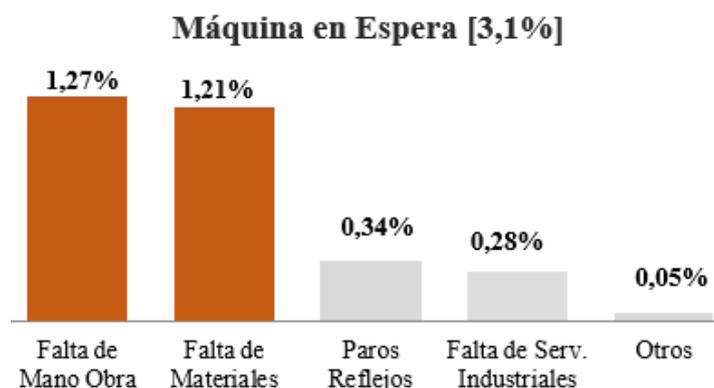


Figura 7. Detalle de pérdidas por máquina en espera

Fuente: Datos del Sistema SAM de Alimentos S.A. en el periodo Q4 del año 2017: Octubre 2017 – Diciembre 2017

Los dos principales contribuyentes para la máquina en espera son Falta de mano de obra y falta de Materiales con 1.27% y 1.21% de impacto en la eficiencia respectivamente. El principal contribuyente se encuentra en proceso con en diálogos con el Comité de Empresa para involucrar a todos los miembros Sindicales y no sindicales en el impacto del ausentismo de los trabajadores en las pérdidas de fábrica, y a largo plazo se encuentra contemplado en los proyectos de inversiones de automatizaciones para el 2022.

El siguiente contribuyente es: “Falta de materiales”, cuya distribución se puede evidenciar en la figura 8.

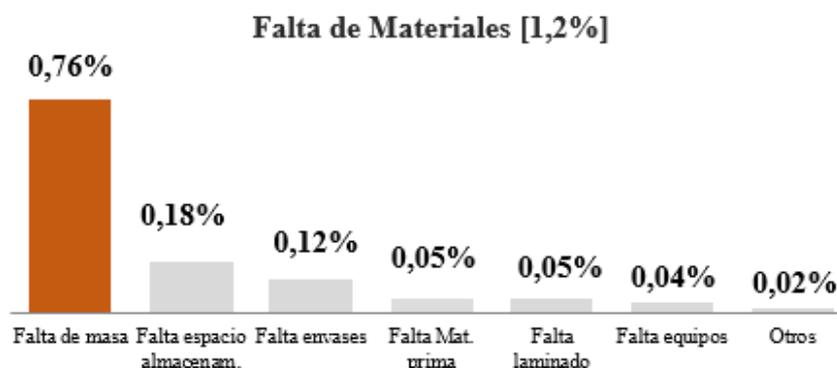


Figura 8. Detalle de pérdidas por falta de materiales.

Fuente: Datos del Sistema SAM de la fábrica en el periodo Q4 del año 2017: Octubre 2017 – Diciembre 2017

Esto nos muestra que la principal causa de la falta de materiales se debe a la falta de semielaborados. Esto implica que el recurso se encuentra operativo para trabajar, con la mano de obra necesaria para empaquetar y los materiales de empaque sin embargo se encuentra esperando que el proceso anterior le abastezca de la masa o producto a empaquetar.

Para enfocar nuestro problema, podemos observar en la figura 9 que la principal área donde sucede esto es el área de Aderezos.

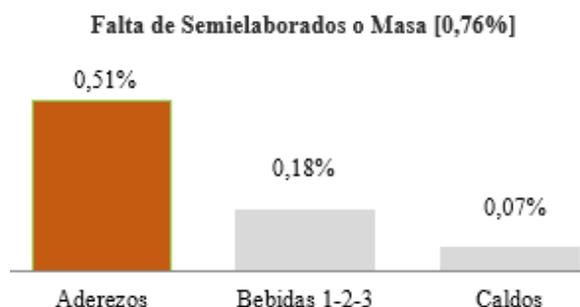


Figura 9. Detalle de pérdidas por falta de semielaborados por área.

Fuente: Datos del Sistema SAM de la fábrica en el periodo Q4 del año 2017: Octubre 2017 – Diciembre 2017

Esto se debe a que el área de Aderezos es la que mayor número de recursos envasadores tiene a nivel de fábrica, mayor cantidad de sku y mayor volumen de producción también. Es importante recalcar que, debido a su distribución física, cualquier avería en las preparaciones impacta doble o triple en las envasadoras ya que es usual que más de una máquina se encuentre envasando el mismo producto. Cuando existen averías en la producción de masa de un producto, las autorizaciones para envasar otro producto disponible dependen de los planificadores de fábrica puesto que deben garantizar el cumplimiento de los niveles de stock. Es frecuente que la decisión sea de esperar hasta el arreglo de la fabricación ya que el producto programado tiene bajo sku, impactando directamente a los indicadores de eficiencia como máquina en espera todo el tiempo que tome hasta arrancar nuevamente la fabricación.

3.1.2 Alcance del proyecto

Para realizar la declaración del problema se usarán las herramientas de 5W1H y Es y no es.

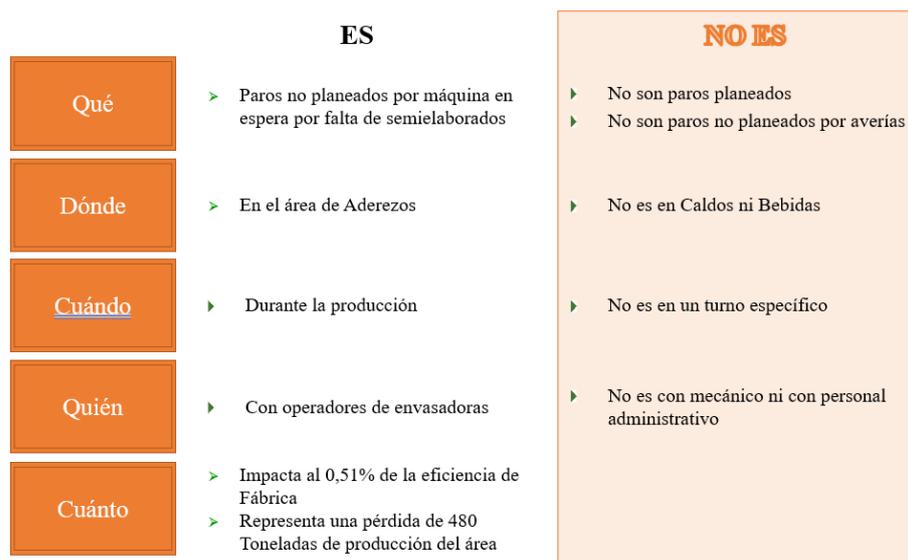


Figura 10. 5W1H y Es y no es.

Fuente: Propia, con datos de Empresa objeto a estudio.

Adicional, se realizó el diagrama SIPOC para analizar en qué otra etapa se pueden generar oportunidades, y se evidencia que existen algunos departamentos y áreas involucradas tanto como proveedores como clientes, no sólo la bodega como es usual. Se evidencia que parte del proceso es la relación con el departamento de calidad ya que con los análisis físicoquímicos y degustaciones se confirma el inicio de producción, además que durante la producción se separan productos para que queden de muestras y sean evaluados en paneles de degustaciones previa liberación para comercialización. También se evidencia la participación del departamento de producción ya que son los que indican el tipo de producto y la cantidad a producir, esto confirmado con las ordenes de producción lanzadas desde los planificadores de Abastecimiento. Sin estos controles entregados a producción o ingresados al sistema, esta producción no puede ser contemplada para comercialización ya que son requerimientos obligatorios por fábrica para asegurar que todo el producto cumple con los requisitos mandatorios de Calidad. Es importante mencionar que en las entradas existe la diferencia entre la tripulación empacadora y el operador de máquina, puesto que el operador es el único autorizado a manipular la máquina para la producción.

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Planificador de producción	Plan de producción semanal	Realizar el programa de producción diario	Programación diario	Operadores de máquina y preparaciones
Bodega de Materiales	Material de Empaque	Recibir material de Empaque en Bodega de Producción	Desperdicio de material de empaque	Gestión de Residuos
Preparaciones de Masa	Semielaborado	Conexión a la tubería del semielaborado que se requiera envasar	Desperdicio de Semielaborado (Purga)	
		Calibrar máquina con masa según formato	Desperdicio de material de empaque	
Departamento de Calidad	Formatos de Controles de Calidad (Sistema SAP)	Realizar todos los controles de Calidad iniciales: Control de peso neto, análisis fisicoquímico de masa, revisión de codificación, etc.	Ingresos de resultados en Sistema SAP	Departamento de Calidad
Producción	Control Operacional físico (Formato dependiendo de recurso)	Registro de información a producir y controles de Calidad	Control operacional lleno (información general)	Producción
		Producir unidades según programa de producción.	Control operacional lleno (información de producción)	
Departamento de Calidad	Controles de Calidad	Realizar los controles mandatorios periódicos: Control de peso neto y codificación (cada 30 min), análisis fisicoquímico de masa (cada cambio de batch), etc	Ingresos de resultados en Sistema SAP	Departamento de Calidad
	Documento de Degustación Panel de línea	Cada 2 horas, realizar degustación de productos como panelista de línea	Evaluación de Degustación de panelista de Línea	
		Separar 5 muestras de producto al iniciar el turno o el sku nuevo	5 muestras de producto conforme	
Producción	Sticker de Pallet	Completar un pallet de producto terminado conforme	Pallet completo con Sticker identificativo.	Bodega de PT

Figura 11. SIPOC del proceso de envasado en el área de Aderezos

Fuente: Propia, con datos de Empresa objeto a estudio

3.1.3 Determinación del objetivo

Analizando las horas perdidas por máquina en espera por falta de semielaborados de forma semanal, se tiene la siguiente gráfica:

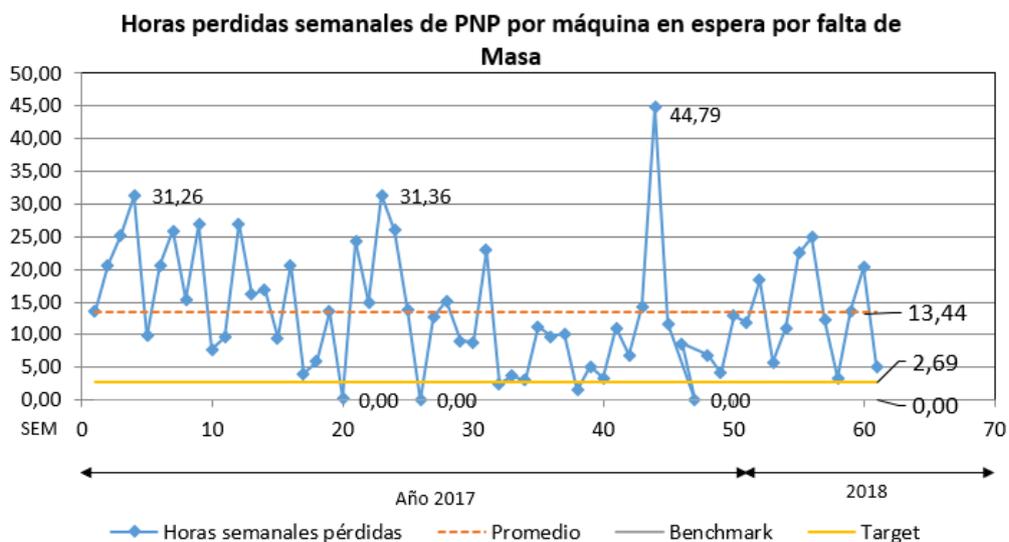


Figura 12. Horas perdidas semanales por falta de masa.

Fuente: Datos del Sistema SAM de la fábrica en el periodo Q4 del año 2017: Octubre 2017 – Diciembre 2017.

Se puede evidenciar que las pérdidas de horas por falta de masa son diferentes a lo largo de las semanas, existiendo casos con 0 horas perdidas como las semanas 10, 26 y 47 o más de 30 horas como las semanas 4, 23 y 44. Estos datos fueron obtenidos de la plataforma SAM del sistema sin embargo fueron confirmados con los controles operacionales descartando datos aberrantes para que no distorsionen los datos de promedios y el objetivo del proyecto, estos datos se encuentran en el ANEXO A.

Se evidencia que, al existir semanas con 0 horas perdidas nos permite definir este valor como benchmark, dejando un GAP o brecha de 13,44 horas perdidas semanales.

Luego de reuniones con el patrocinador, dueño del proceso, operadores y miembros del equipo junto con reuniones para análisis de data, se definió que el objetivo de reducción es de 80%, es decir la reducción de 13.44 horas semanales a un target de 2.69 horas semanales. Esto se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1 Cálculo del Target

(fuente: Propia)

Mínimum	0,00 h
Maximum	44,79 h
Average	13,44 h
Benchmark	0,00 h
GAP	13,44 h
% of reduction	80%
Target	2,69 h

3.1.4 Beneficios tangibles e intangibles

Entre los beneficios tangibles se encuentran los siguientes:

- Reducción de 0.4% del Paro no planeado de fábrica, es decir la ganancia de 531 horas anuales en tiempo de producción disponible.
- Liberación de 388 Toneladas de producción en el área
- Ahorro de \$42.000 en Costos de Mano de Obra y Máquina al eliminar el 80% del paro no planeado por máquina en espera por masa.
- Reducción de pérdidas de material de empaque y masa por calibraciones entre paradas.

Adicional, se tienen algunos beneficios intangibles como lo son:

- Reducción de intervenciones de máquina al reducir paros no planeados constantes por falta de masa, esto impacta en la reducción de riesgos de seguridad por manipulaciones innecesarias.
- Motivación del equipo de trabajo del recurso al cumplir su producción.
- Eliminación de cambios de producto no programado, generando la eliminación de solicitudes fuera del programa de materiales no programados y sobrecarga de trabajo al equipo de abastecimiento de materiales de fábrica.

3.1.5 Equipo de trabajo

El equipo de trabajo para el desarrollo de este proyecto fue elegido buscando la integración de todos los departamentos involucrados en el proceso de producción y aquellas áreas que dan soporte al mismo. En este caso el sponsor y el dueño del proceso es la misma persona, que es el jefe de producción del área de Aderezos y Caldos, puesto que es quien nos ayudará a liberar barreras y conseguir el objetivo de este proyecto.

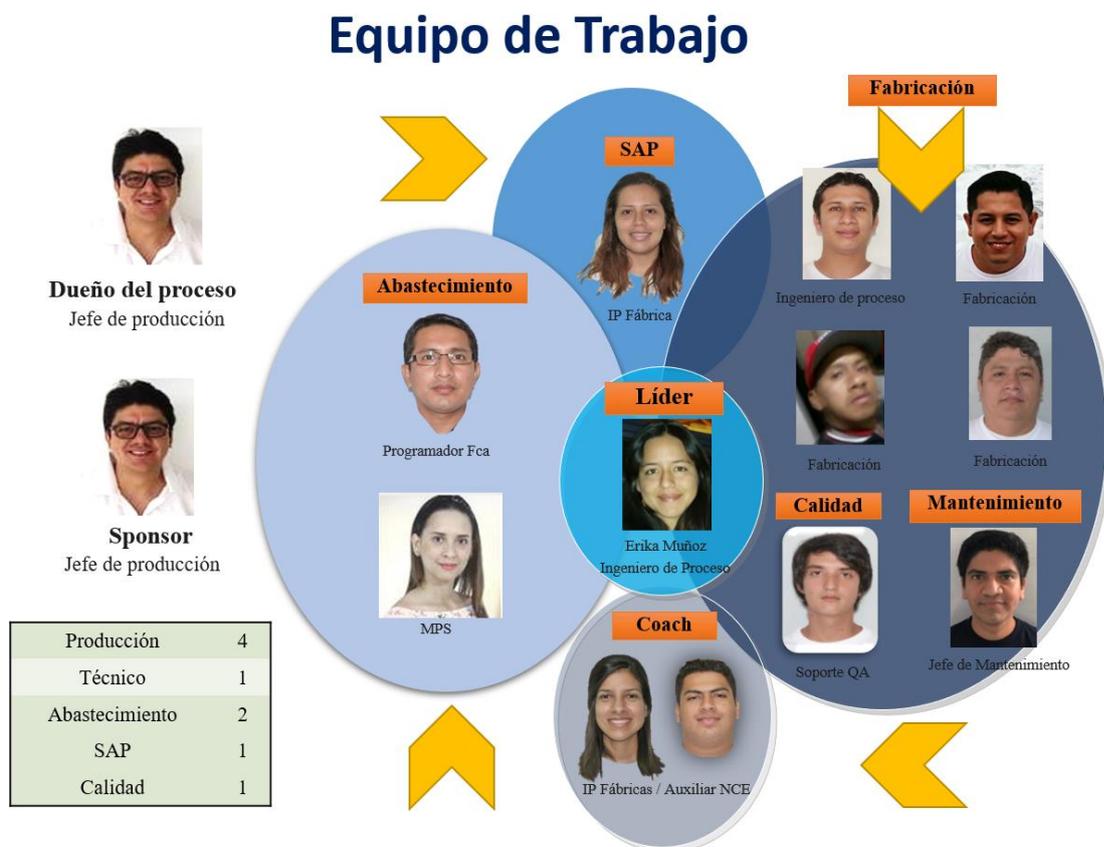


Figura 13. Equipo de trabajo multidisciplinario.

Fuente: Propia

3.1.6 Planificación del proyecto

El proyecto presentado se planificó para ser realizado en 17 semanas empezando por el mes de marzo. Se dejó la mayor cantidad de semanas para la etapa de implementación, ya que requiere además del tiempo de todo el equipo la aprobación de rubros económicos a invertir junto con todas validaciones pertinentes. La distribución de actividades se puede ver en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2 Cronograma del proyecto

(fuente: Propia)

Actividades	Marzo				Abril				Mayo				Junio				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Definición del problema, impactos económicos y equipo de trabajo.	■																
Levantamiento de SIPOC	■																
Análisis de tendencias en el tiempo (data histórica)		■	■														
Identificación y estratificación de la data – Uso de estadística			■	■													
Definir problema enfocado para alcanzar los objetivos del proyecto					■												
Restablecimiento de condiciones básicas						■											
Identificación de causas potenciales (Lluvia de ideas, Ishikawa) y causas raíces (5 por qué)						■	■										
Listado de soluciones y priorización impacto/esfuerzo								■									
Implementar y verificar la ejecución de los planes de acción									■	■	■						
Crear o actualizar estándares (físicos y en sistema)												■	■				
Identificar necesidades de entrenamiento a personal y back ups														■			
Implementar acciones preventivas para evitar recurrencia															■		
Compartir lecciones aprendidas para replicar en otras líneas																■	
Seguimiento en reunión operacional y levantamiento de planes de mejora																	■

3.1.7 Impacto financiero

El impacto financiero más importante es relacionado a la reducción de las horas perdidas por máquina en espera, ya que este proyecto reducirá 531

horas anuales, esto se traduce en \$40.847 en ahorro de mano de obra y máquina y casi \$1.625 en energía. Los costos por hora al igual que los cálculos se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 3 Cálculo de impacto financiero en Mano de obra y energía

(fuente: Propia)

AHORRO EN MANO DE OBRA - OPL 2017					
Cantidad 105 (Horas - Maq)	Actividad 110 (\$)	Act 110 (USD / H)	Act 135 Proporc. (\$)	Act 135 (USD /h)	Ahorro MO
23.149	1.223.010	52,8	557.739	24,1	40.847

AHORRO EN ENERGIA - OPL 2017					
Electricidad Act. 432 (USD / H)	Agua Act. 437 (USD / H)	Vapor Act. 436 (USD / H)	Gas Act. 434 (USD / H)	Refrigeración. Act. 450 (USD / H)	Ahorro Energía
Si	No	Si	No	No	1.625
0,11	2,9	0,05			

Esto nos da un total de ahorro de \$42.472 dólares anuales.

Tabla 4 Cálculo de ahorro total de proyecto

(fuente: Propia)

RESUMEN		
Ahorros	Valor	Tipo de Ahorro
Mano de Obra	\$ 40.847	Cost Avoidance
Energía	\$ 1.625	Cost Reduction
Absorción de Fijos	-	Cost Avoidance
TOTAL de ahorro	\$ 42.472	

3.1.8 Project Charter

Para terminar este capítulo, se elaboró el Project Charter o carta del proyecto. Este documento fue aprobado por el sponsor, coach, líder del proyecto y socializado con todos los miembros puesto que contiene todo el resumen del proyecto y los tiempos de entrega de cada fase.

Charter del proyecto

<p>Caso: El negocio necesita liberar capacidad en las máquinas saturadas de Aderezos, y este Proyecto liberará 388 Ton de producción en esa área La fábrica necesita reducir 6% a los Paros no planeados para el año 2018 y este proyecto impactará en la reducción de 0,4%</p>	<p>Equipo: Producción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Byron Buestán • Kleber Regalado • Walter Tigreros • Jaime Bernal <p>Programadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rubén Medina • Marcia Solorzano <p>Sistema SAP: Mishell Lafuente QA: Gabriela Alvarado Mantenimiento: Stalyn Moreno</p> <p style="text-align: right;">Líder: Erika Muñoz</p>																								
<p>Declaración del problema: Los paros no planeados por máquina en espera por falta de masa en el área de Aderezo impactan al 0,51% de la Eficiencia de Fábrica.</p>	<p>Declaración del objetivo: 80% de reducción de máquina en espera por falta de masa en el área de Aderezos para Junio 2018. Esto es una reducción de 664 horas anuales por PNP a 133 horas.</p>																								
<p>Alcance del proyecto: El Proyecto contemplará todas los Recursos envasadores del área de Aderezos. No serán contempladas los recursos de preparación de masas.</p>	<p>Entregables: Capacidades y estándares en sistema acorde con la situación actual. Programación semanal real considerando pérdidas std. Cumplimiento los indicadores de entrega de las líneas saturadas, ya que se tiene estabilidad en el proceso de envase.</p>																								
<p>Riesgos: Se tiene el riesgo de que por necesidades del negocio o falta de stock, se programe comprometiendo las restricciones en los Mix de producción establecidos.</p>	<p>Grupos de interés:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Dpto</th> <th>Nombre</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Producción</td> <td>Jaime Bernal</td> <td>Jefe de Producción</td> </tr> <tr> <td>Supply</td> <td>Marcia Solorzano</td> <td>Programador</td> </tr> </tbody> </table>	Dpto	Nombre	Posición	Producción	Jaime Bernal	Jefe de Producción	Supply	Marcia Solorzano	Programador															
Dpto	Nombre	Posición																							
Producción	Jaime Bernal	Jefe de Producción																							
Supply	Marcia Solorzano	Programador																							
<p>Cronograma de hitos:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fase</th> <th>Inicio</th> <th>Objetivo</th> <th>Objetivo Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definir</td> <td>27/02/2018</td> <td></td> <td>9/03/2018</td> </tr> <tr> <td>Medir</td> <td>12/03/2018</td> <td></td> <td>4/04/2018</td> </tr> <tr> <td>Analizar</td> <td>5/04/2018</td> <td></td> <td>18/04/2018</td> </tr> <tr> <td>Mejorar</td> <td>19/04/2018</td> <td></td> <td>25/06/2018</td> </tr> <tr> <td>Controlar</td> <td>25/06/2018</td> <td></td> <td>30/06/2018</td> </tr> </tbody> </table>	Fase	Inicio	Objetivo	Objetivo Final	Definir	27/02/2018		9/03/2018	Medir	12/03/2018		4/04/2018	Analizar	5/04/2018		18/04/2018	Mejorar	19/04/2018		25/06/2018	Controlar	25/06/2018		30/06/2018	
Fase	Inicio	Objetivo	Objetivo Final																						
Definir	27/02/2018		9/03/2018																						
Medir	12/03/2018		4/04/2018																						
Analizar	5/04/2018		18/04/2018																						
Mejorar	19/04/2018		25/06/2018																						
Controlar	25/06/2018		30/06/2018																						

Figura 14. Carta del proyecto

Fuente: Propia

3.2 Medición

3.2.1 Diagrama de Flujo de Proceso

Para comenzar la etapa de medición, se realiza el diagrama de flujo del Proceso del envasado en el área de Aderezos. No hay diferencia significativa entre recursos ya que siguen el mismo proceso general.

Diagrama de flujo del Proceso general

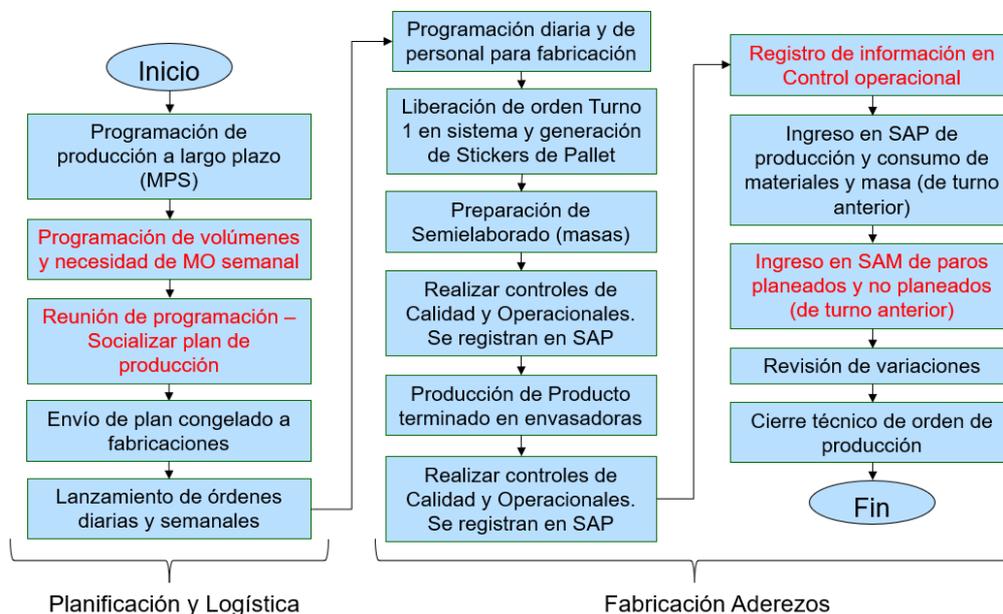


Figura 15. Mapa de proceso de envase de masas.

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio.

Existen 4 procesos que durante el levantamiento se evidencian como posibles aportadores a los paros no planeados por máquina en espera, sin embargo estos se evaluarán posteriormente.

1. Programación de volúmenes y necesidad de Mano de Obra semanal: Esta programación se realiza directamente en la Plataforma SAP, con los estándares registrados en el sistema. Es importante recalcar que estos estándares se revisan y actualizan de forma anual, por lo que, si existe una pérdida de eficiencia o variación en esta, impactaría directamente en el no cumplimiento del plan de producción calculado por falta de capacidad real.
2. Reunión de Programación: En esta reunión semanal, se confirma el avance de la producción en curso y la propuesta del siguiente plan de producción, con el fin de confirmar la posibilidad de este. Es de suma importancia ir con la información actualizada sobre capacidades y disponibilidad de mano de Obra puesto que se puede definir un programa cuando no se tiene la capacidad de cumplirlo. Estos errores pueden aportar paros no planeados por máquina en espera al no tener capacidad suficiente para abastecer la producción programada.
3. Registro de Control Operacional: Este proceso se da a lo largo del turno cuando el operador debe registrar todos los controles que hace en su

producción. Debido a la alta tasa de ausentismo, llegando a 637 horas de paro no planeado en el año 2017 por falta de personal, se activan operadores antiguos ya capacitados en el equipo, pero no siempre actualizados en las actuales clasificaciones de paros. Esto genera una mala clasificación del evento e incrementa otros indicadores erróneamente generando planes de acción incorrectos.

4. Ingreso en SAM de Paros planeados y no planeados: Este proceso se realiza en el siguiente turno, por lo que la información sólo se basa en lo escrito en el documento que reciben. Existen ocasiones que el Paro no planeado no es clasificado ni descrito correctamente y se deja a interpretación del personal que registra la información, existiendo la posibilidad de registrarlo erróneamente. Como las órdenes deben ser cerradas inmediatamente, no es una buena práctica dejar esta orden abierta hasta que pueda ser confirmada la información, ya que generaría un desorden en el sistema. Esto es actualmente una fábrica oculta, que ocupa tiempo productivo en algo que no genera valor. Sin embargo está en proceso el proyecto para que los operadores ingresen directamente sus paros no planeados en unas estaciones electrónicas especiales.

Analizando los procesos generales, muchos pueden ser considerados fábricas ocultas ya que no aportan valor al cliente final sin embargo por ser una fábrica multinacional, existen clientes internos cuyos requisitos son mandatorios:

- Lanzamientos de órdenes semanales y diarias: Con el fin de mantener una trazabilidad de masas correcta, requerido por auditoría internacional, interna e ISO, es necesario mantener un control sobre las masas producidas, y las órdenes de producción asociadas con dichas masas. De tal forma en caso de algún ejercicio de trazabilidad, se recorre alrededor de toda la cadena pudiendo obtener información completa y rápida.
- Ingresos en Sistema SAP: Todo lo relacionado a ingreso de información en el Sistema es mandatorio para garantizar la trazabilidad correcta de la producción, los controles operacionales y de calidad de dicha producción controlados en auditorías, además que permite el orden en la bodega y que se genera un sticker único con una posición específica. Cuando es generado un reclamo por un cliente o consumidor, con esta información la empresa es capaz de analizar y responder ante el de forma inmediata.
- Ingresos en SAM de paros planeados y no planeados: Es necesario este proceso para poder medir y controlar la fabricación de los productos. Al analizar esta información, se generan planes de acción para ser más eficientes en paros planeados y para eliminar paros no planeados.

- Revisión de Variaciones: En esta reunión se revisan cuáles son los recursos, turnos e inclusive por orden de producción que generan más variaciones de materiales o producto y por ende generan pérdidas. Esto permite generar proyectos de ahorro en un equipo multidisciplinario.

3.2.1 Diagrama de Flujo y Layout

Debido a que la distribución de tuberías recorre distancias significativas, es importante visualizar el Layout de la planta y analizar el paso del flujo de masa. En el caso de la masa de Salsa Roja es el siguiente:

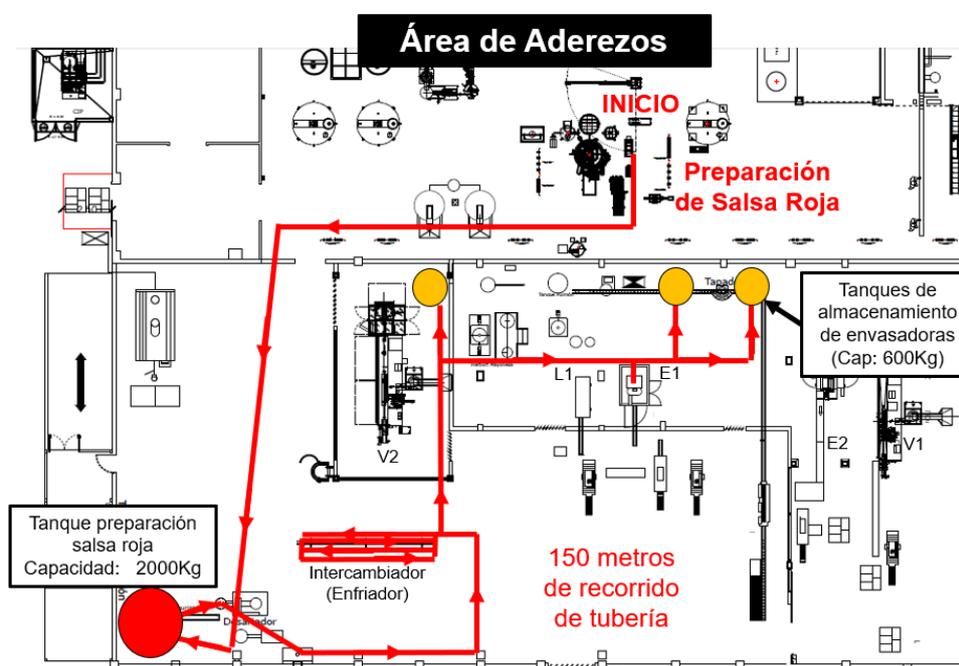


Figura 16. Recorrido de masa de Salsa Roja en el área de Aderezos

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio.

Se puede evidenciar que existe un recorrido innecesario de 150 metros a lo largo de toda el área de Aderezos, esto se debe a que, aunque la preparación de la Salsa Roja se realiza en un área nueva y cercana a las envasadoras, la masa debe ser llevada hasta el antiguo intercambiador tubular para ser enfriada. Esto implica también un sobreesfuerzo en la bomba de abastecimiento ubicada a la salida del tanque pulmón, puesto que debe enviar masa a través del enfriador hacia los tanques pulmones y tolvas de las envasadoras de forma continua y permanentemente bajo un escenario para el cual no fue diseñada.

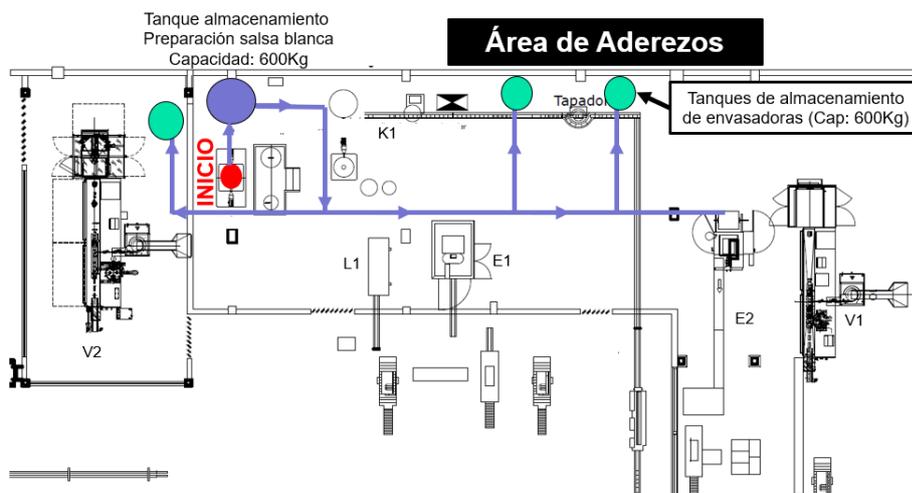


Figura 17. Recorrido de masa de Salsa Blanca en el área de Aderezos

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio.

En este Layout se evidencia que existe un recorrido directo hasta las llenadoras, sin embargo, se puede notar que el flujo de masa sufre una división drástica al salir de una bomba hacia una división en T con el mismo diámetro, es decir dividiendo el flujo a la mitad. Esto puede provocar que, si dos máquinas en áreas contrarias trabajan en paralelo, se abastecerá la más cercana primero llegando un volumen menor de masa hacia el otro recurso más lejano. Es importante tomarlo en cuenta ya que sólo 3 recursos tienen tanques pulmones que son L1, E1 y E2, esto implica que tienen un tiempo de reacción mayor a abastecimientos lentos, sin embargo, los otros 3 recursos tienen tolvas pequeñas cuyo desabastecimiento impacta directamente como máquina en espera por falta de masa.

3.2.1 Análisis de datos

Los datos para analizar se los descarga desde SAP, software usado por la fábrica para el ingreso y manipulación de todos los datos de fabricación de los productos. Además de la disponibilidad de estos datos, se ha levantado el plan de Colección de Datos para mejorar nuestra información a analizar, el cual se encuentra en la Tabla 5.

Tabla 5 Plan de Colección de Data

(fuente: Propia)

¿Qué medir? (WHAT)	Unidad de Medida	¿Dónde medir? (WHERE)	Ejemplo (WHEN)	¿Cómo medir o recolectar data? (HOW)	¿Por qué esta data es necesaria? (WHY)	Responsable (WHO)
Paro no Planeado por máquina en espera por falta de masa	Horas	Envasadoras	Durante producción	Reporte del turno, Partes Operacionales e Información SAM	Para identificar las horas perdidas en los Recursos	Erika Muñoz
Pérdida de masa en arranques	Kilos	Preparaciones	Durante arranques (1/semana)	Diferencia entre envío de masa y producción de envasadoras	Para conocer las pérdidas de masa semanales.	Operadores de preparación
Pérdida de masa - Variaciones	Kilos	Envasadoras	Semanal	Variaciones de masa – Diferencia entre preparación y consumo	Para cuantificar la pérdida de masa durante fabricación	Gabriel Cedeño

Este plan de colección de data nos permitirá obtener información necesaria para el análisis y la estratificación de datos, por lo que se debe garantizar la disponibilidad de tiempo y recursos para esta actividad.

Al analizar los datos y ejecutando una comparación con los controles operacionales en físico se pueden evidenciar algunas oportunidades con respecto a la calidad de data:

- El sistema sólo tiene una clasificación paro no planeado por falta de masa, dificultando analizar cual masa es la que genera más pérdidas.
- Existen eventos de paro ingresados en el grupo de paro erróneo, es decir que el grupo de Semielaborados contiene horas que no son relacionados a ese paro no planeado. Esto está relacionado al tema de rotación de operadores por excesivo ausentismo.
- Existen eventos de paro por falta de semielaborados registrados como averías, impactando otro indicador.
- Existen diferencias en la cantidad de horas ingresadas en el sistema de las reales reportadas en el control operacional.

3.2.2 Estratificación

Luego de tener la información confiable y completa se procede a estratificar la data con el fin de evidenciar características o patrones que nos permitan enfocar el problema. Estos criterios fueron propuestos y conversados con el equipo de trabajo y operadores, puestos que permitirán conocer hacia donde se concentran las pérdidas.

Criterio de Estratificación

- Estratificación 1
 - Por Semielaborado (masa)
- Estratificación 2
 - Envasadora: Recurso de llenaje de masa
- Estratificación 3
 - Formatos (sku)
- Estratificación 4
 - Mix de producción (Combinación de Sku)
- Estratificación 5
 - Día
- Estratificación 6
 - Operador

Figura 18. Criterio de Estratificación

Fuente: Propia

El primer criterio para estratificar es por el tipo de masa, con el fin de evidenciar si existe alguna preparación de masa que genera la mayor cantidad de espera en los procesos siguientes. El área de Aderezos envasa 4 tipo de salsas: Salsa Roja, Blanca, Amarilla y Compuesta.

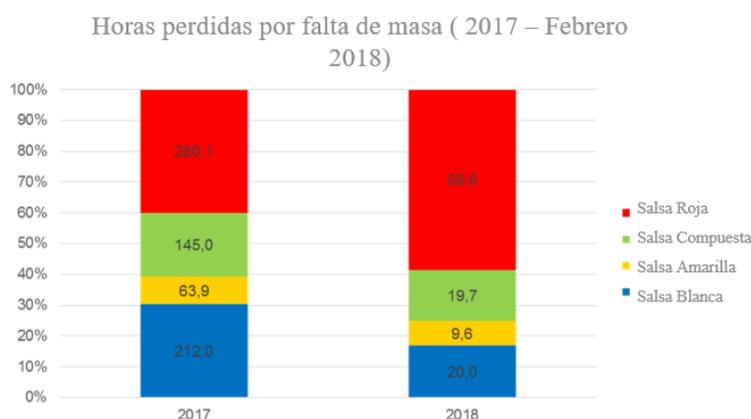


Figura 19. Estratificación por tipo de masa

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Se puede evidenciar que tanto el año 2017 como los primeros meses del año 2018 siguen una proporción similar de pérdida por tipo de masa, siendo el primer contribuyente relacionado a la espera por la masa de Salsa Roja seguido por Salsa Blanca. El siguiente contribuyente es Salsa Compuesta y el menor contribuyente es Salsa Amarilla.

Dado esto, la siguiente estratificación se la realizará por cada envasadora para conocer cuáles son las que aportan con la mayor cantidad de horas perdidas.

Horas perdidas por falta de masa (Salsa Roja y Blanca) por envasadora. Periodo : Enero 2017 – Febrero 2018

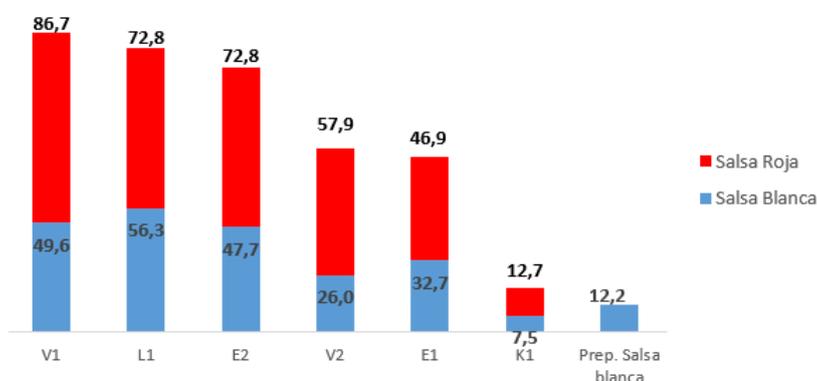


Figura 20. Estratificación por envasadora

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Se puede evidenciar que existen 3 envasadoras que lideran las horas perdidas por falta de salsa que son: V1, L1 y E2, seguidas de los recursos V2 y E1. Estos 5 recursos tienen un volumen de producción alto comparado a los dos recursos últimos, los cuales producen 1 o 2 veces semanales.

Revisando los aportes por recurso a la pérdida de horas por máquina en espera, se tiene lo siguiente:

Horas perdidas por falta de masa (Salsa Roja) por formato en envasadoras. Periodo : Enero 2017 – Febrero 2018



Figura 21. Estratificación por formato de Salsa Roja

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Se puede evidenciar que existen formatos que no documentan pérdidas de horas máquina en espera sin embargo tienen relación a su volumen de producción anual. Formatos como 240g en la V1 y V2 sólo se activa en los meses de octubre y noviembre previo a los meses de las ventas de canastas navideñas. El formato de 30 gramos en la E2 se activa sólo cuando el formato se encuentra saturado en la producción del otro recurso, por lo cual depende de los volúmenes de venta y el formato de 120 gramos se activa en los meses de promociones dependiendo de la decisión del departamento de Marketing de la compañía.

En los demás formatos que son los que tienen ventas continuas, se evidencia que las horas perdidas tienen valores similares, sin encontrar diferencia significativa.



Figura 22. Estratificación por formato de Salsa Blanca

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Al revisar los datos de la masa Salsa Blanca, se tienen comportamientos similares a pesar de producirse diferentes sku, sin embargo, si se evidencia una diferencia significativa en el formato de 400g de V1 que a pesar de ser un formato que se produce sólo 2 veces al mes, presenta uno de los valores más altos en horas perdidas por falta de semielaborado. Similar sucede en el formato de 4000g en L1 que es un formato que se produce 1 vez al mes y tiene una pérdida de casi 20 horas anuales por espera de masa.

Dado estos eventos, la siguiente estratificación se la realiza en un nivel diferente, cruzando formatos y buscar que combinaciones de producción son las que generan mayor cantidad de máquina en espera. Para esta estratificación se requiere un análisis mucho más profundo y detallado ya que los datos de SAP no proveen esta información, y se tiene que recurrir a los programas de producción generados en dicha fecha para conocer las distribuciones reales de producción en dicho evento de paro.

Horas perdidas por falta de masa de Salsa Roja por MIX de producción. Periodo: Enero 2017 - Febrero 2018

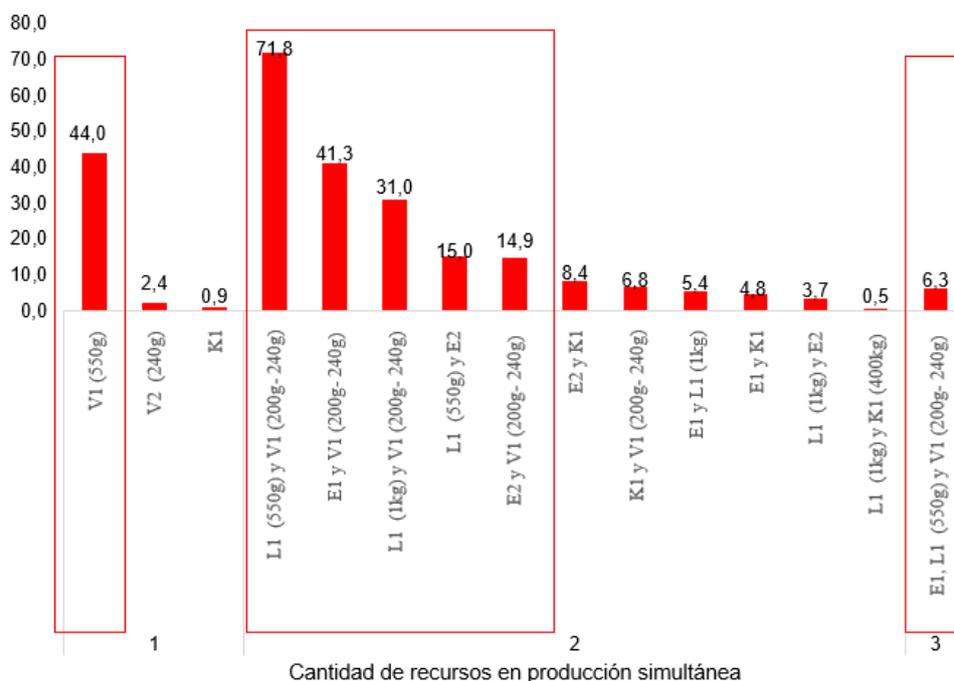


Figura 23 Estratificación por combinación de formatos de Salsa Roja

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

En la figura 23 se puede evidenciar que existen ciertas combinaciones que generan altas cantidades de paro no planeado siendo las principales: L1 y V1, E1 y V1, E2 y V1. Estas combinaciones identificadas generan casi todas las pérdidas reportadas en el año 2017 e inicios del 2018. Se puede evidenciar también que cuando el formato de 500g fue envasado en el recurso V1 aun sin otro recurso en paralelo, generó 44 horas perdidas por máquina en espera, es decir que a lo largo del año el recurso paró 44 horas esperando que se le abasteciera de masa de Salsa Roja. Es importante señalar que existen casos muy escasos en los que 3 recursos envasan la misma masa, usualmente dados por atrasos y recuperaciones de producción, los cuales también generan máquina en espera ya que la preparación no abastece la demanda de las envasadoras.

Sumando las combinaciones de estos recursos suman casi 250 horas perdidas por máquina en espera por falta de Salsa Roja.

Se evidencia que las principales contribuciones son cuando se combinan las producciones de un recurso con tanque de almacenamiento como por ejemplo V1, V2 y L1 y otro sólo con tolva de alimentación que son E1 y E2.

Horas perdidas por falta de masa de Salsa Blanca
por **MIX de producción**. Periodo: Enero 2017 -
Febrero 2018

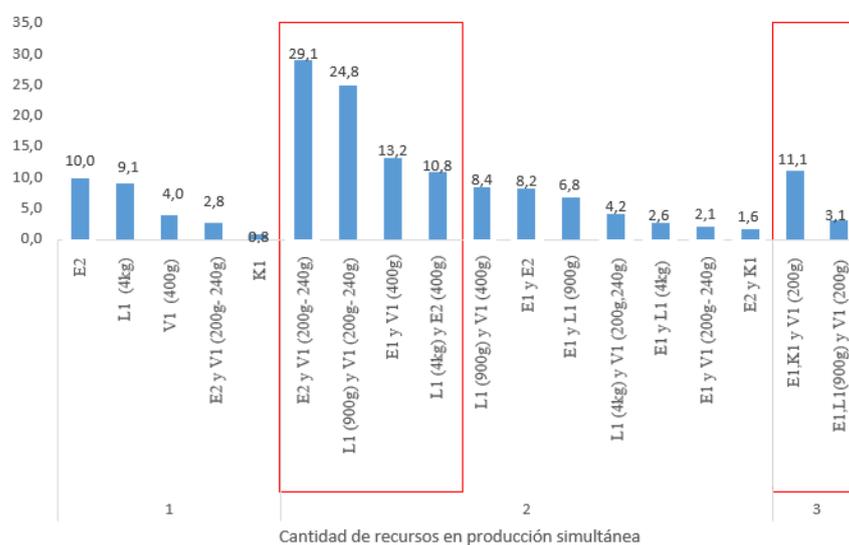


Figura 24. Estratificación por formato de Salsa Blanca

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Podemos evidenciar en las combinaciones de producción de Salsa Blanca que existen formatos puntuales que también generan máquina en espera. A pesar de que todos estos formatos son aprobados y demandados desde los planificadores de producción cumpliendo los estándares, se evidencia que en la realidad generan máquina en espera impactando al indicador de eficiencia de fábrica.

Las combinaciones de recursos nuevamente son las combinaciones de V1 y E2, V1 y L1 y E1 y V1. También se confirma que existe combinación de recursos con tanque de alimentación y tolva.

Sumando todas las horas perdidas por las combinaciones de producción de estos recursos llegan a 124 horas perdidas.

De parte del equipo surgió otra estratificación a realizar, que es por los días de la semana. Esto se debe ya que los recursos de preparación de Salsa Roja y Blanca son sumamente sensibles a microorganismos, por lo que es mandatorio la evacuación total de masa y limpieza absoluta de tuberías y equipos, empezando los días lunes con un sistema vacío y en espera de ser llenado previo arranque.

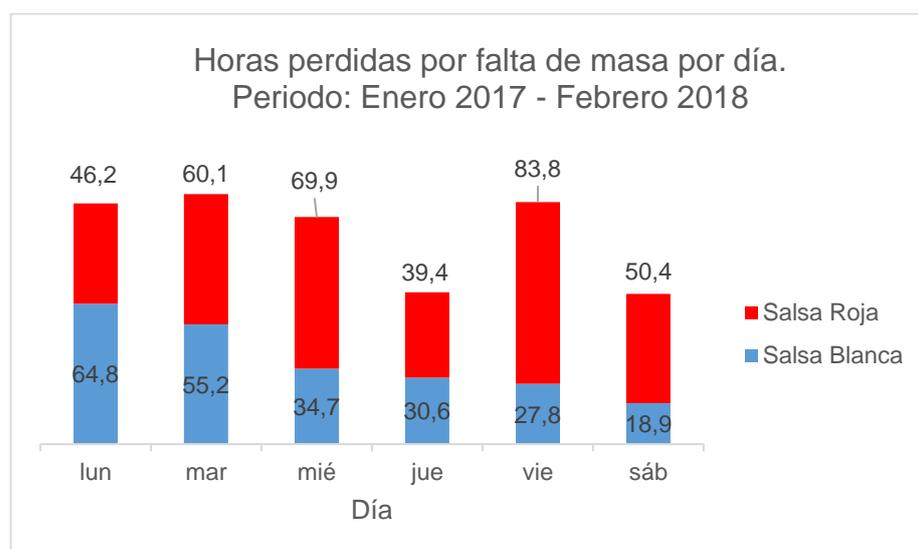


Figura 25. Estratificación por día de la semana

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Podemos evidenciar que no existe diferencia significativa entre las pérdidas generadas a lo largo de la semana. Los programas de producción de las dos masas son independientes entre sí y entre los días de la semana por lo que esta estratificación no nos permite concluir un comportamiento inusual.

Como última estratificación, se la realizará por los 3 turnos en los que se trabaja en la fábrica, con el fin de observar si existe algún comportamiento diferente a pesar de que la planificación es la similar a lo largo de todos los turnos.

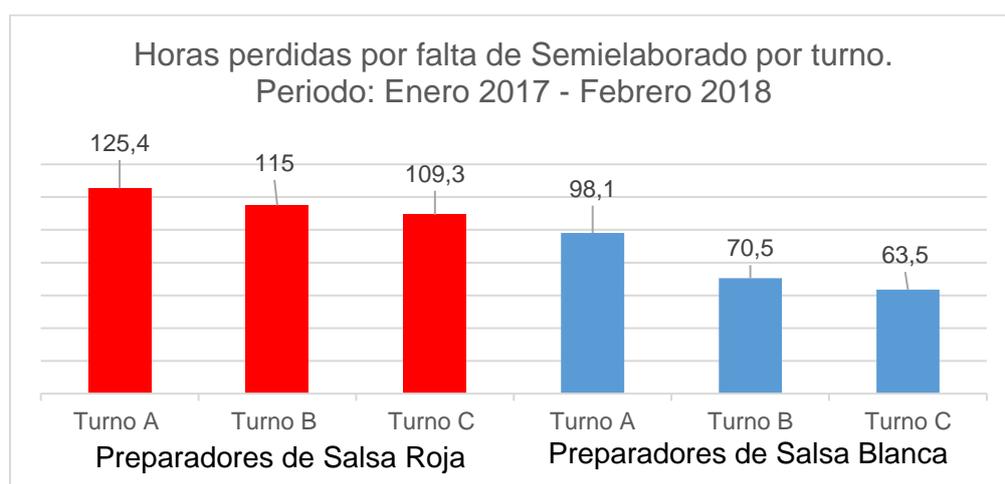


Figura 26. Estratificación por turno

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

En esta estratificación no se evidencian diferencias significativas entre los 3 turnos existentes sin embargo existe una correlación directa donde el turno A en ambos casos es el que tiene mayores tiempos perdidos por máquina en espera a pesar de ser masas independientes con planificación de producción único y formatos totalmente diferentes. De forma similar, el turno C es el que tiene menor cantidad de horas perdidas en ambas masas.

En resumen, se tiene el siguiente árbol de estratificación con 4 niveles:

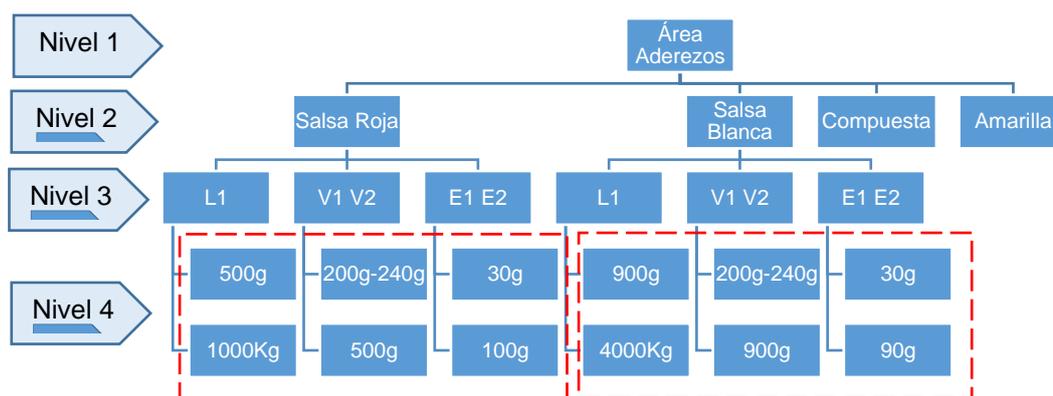


Figura 27. Árbol de estratificaciones

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio.

3.2.4 Problema Enfocado

Con toda la información analizada, se generaron dos problemas enfocados usando la herramienta 5W1H:

Tabla 6 Problema enfocado 1

(fuente: Propia)

Qué	¿Qué está pasando? <i>Máquina en espera por falta de Salsa Roja</i>
Cómo	¿Cómo se diferencia del estado actual? ¿Cuánto cuesta/cuánto es el problema? <i>Impacta con 280 horas perdidas en el 2017</i>
Cuál	¿Cuál patrón ves? (Ocurre a la derecha, a la izquierda, arriba, abajo, al frente, detrás, al azar...) <i>Cuando se tienen combinaciones de máquinas con tolva y tanque pulmón</i>
Cuándo	¿Cuándo ocurre? ¿Cuándo ocurrió el problema? <i>Durante tiempo de producción</i>
Dónde	¿Dónde ocurre? <i>En las máquinas envasadoras saturadas V1, V2 y L1</i>
Quién	¿El problema está correlacionado a las habilidades del trabajador? <i>No esta relacionado con las habilidades del trabajador</i>

Descripción del Problema: *Máquina en espera por falta de Salsa Roja impacta con 280 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las máquinas envasadoras saturadas V1, V2 y L1. No está relacionado con las habilidades del trabajador.*

Tabla 7 Problema enfocado 2

(fuente: Propia)

Qué	¿Qué está pasando? <i>Máquina en espera por falta de Salsa Blanca</i>
Cómo	¿Cómo se diferencia del estado actual? ¿Cuánto cuesta/cuánto es el problema? <i>Impacta con 212 horas perdidas en el 2017</i>
Cuál	¿Cuál patrón ves? (Ocurre a la derecha, a la izquierda, arriba, abajo, al frente, detrás, al azar...) <i>Cuando se tienen combinaciones de máquinas con tolva y tanque pulmón</i>
Cuándo	¿Cuándo ocurre? ¿Cuándo ocurrió el problema? <i>Durante tiempo de producción</i>
Dónde	¿Dónde ocurre? <i>En las máquinas envasadoras V1, V2, L1 y E2</i>
Quién	¿El problema está correlacionado a las habilidades del trabajador? <i>No esta relacionado con las habilidades del trabajador</i>

Descripción del Problema: *Máquina en espera por falta de Mayonesa impacta con 212 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las máquinas envasadoras V1, V2, L1 y E2. No está relacionado con las habilidades del trabajador.*

3.3 Análisis

3.3.1 Lluvia de Ideas

La lluvia de ideas es una herramienta clave en el desarrollo de este proyecto, ya que es la que nos permite abarcar la mayor cantidad de causas potenciales desde todos los puntos de vistas posibles, por lo que es de suma importancia la participación de todos los integrantes del equipo multidisciplinario.

Este ejercicio se realizó para los dos diferentes problemas enfocados, sin embargo, existieron muchas ideas de causas potenciales a nivel global sobre planificación, programación y estándares en sistema que impactaban a ambos problemas, por lo cual se verán repetidos en ambos Ishikawa pero evaluados según corresponda.



Figura 28. Lluvia de ideas con los miembros del equipo

3.3.2 Diagrama de Ishikawa

Durante la sesión, se analizó en equipo cada causa potencial para poderla colocar en el diagrama de Ishikawa dependiendo de la M en la que correspondía: Material, Mano de Obra, Método, Maquinaria, Medio Ambiente o Medición.

Esto también permite agrupar ideas en caso de que sean iguales o descartar la idea si no aplica luego de mostrar evidencia que lo sustente, es por esto la importancia de que el mismo foro sea el que participe en este proceso. Se realizaron 2 Ishikawa para los dos problemas enfocados, los cuales se pueden ver en la Figura 29 y 30 respectivamente.

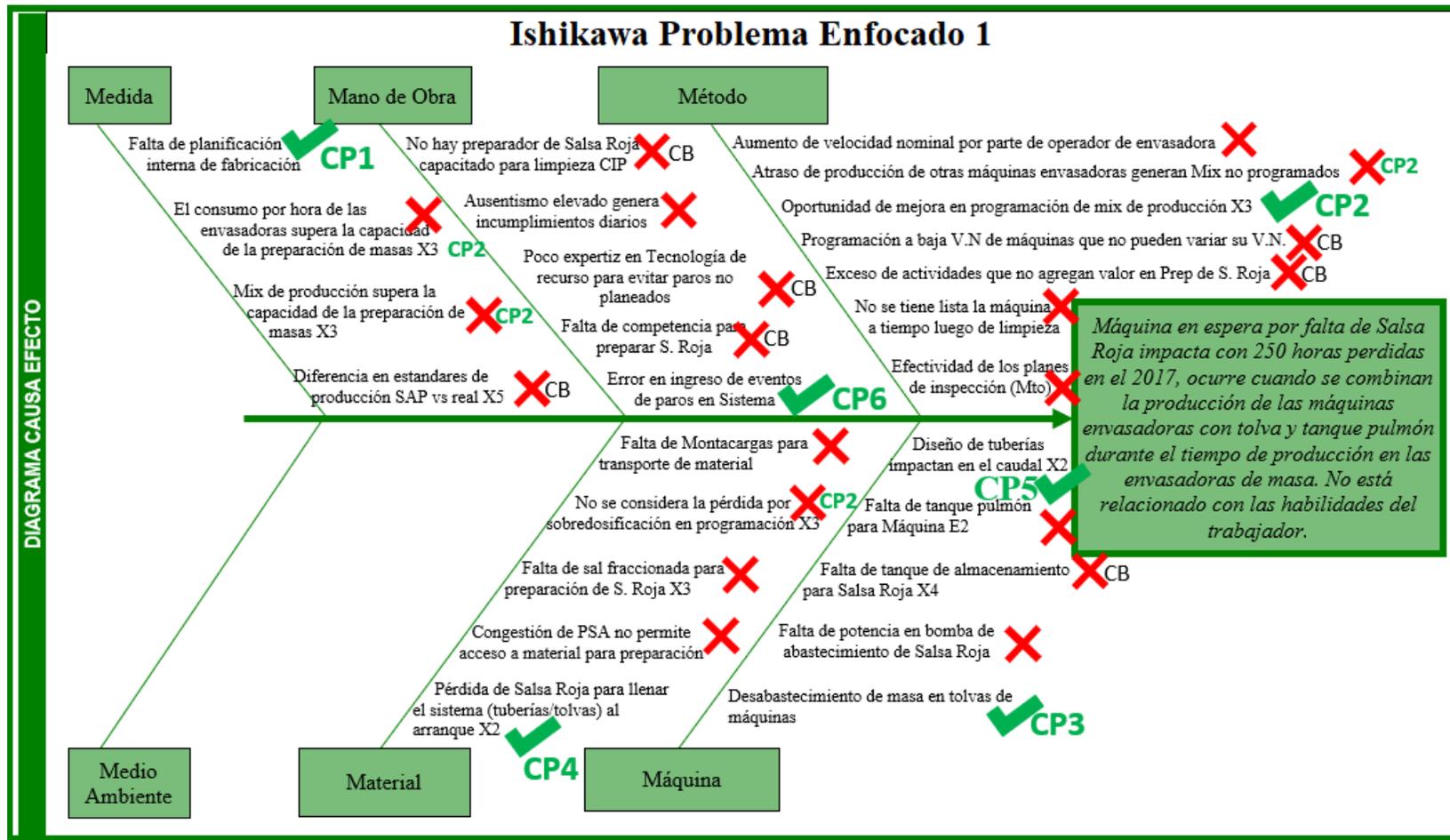


Figura 29. Diagrama de Ishikawa del Problema enfocado 1.

Fuente: Propia

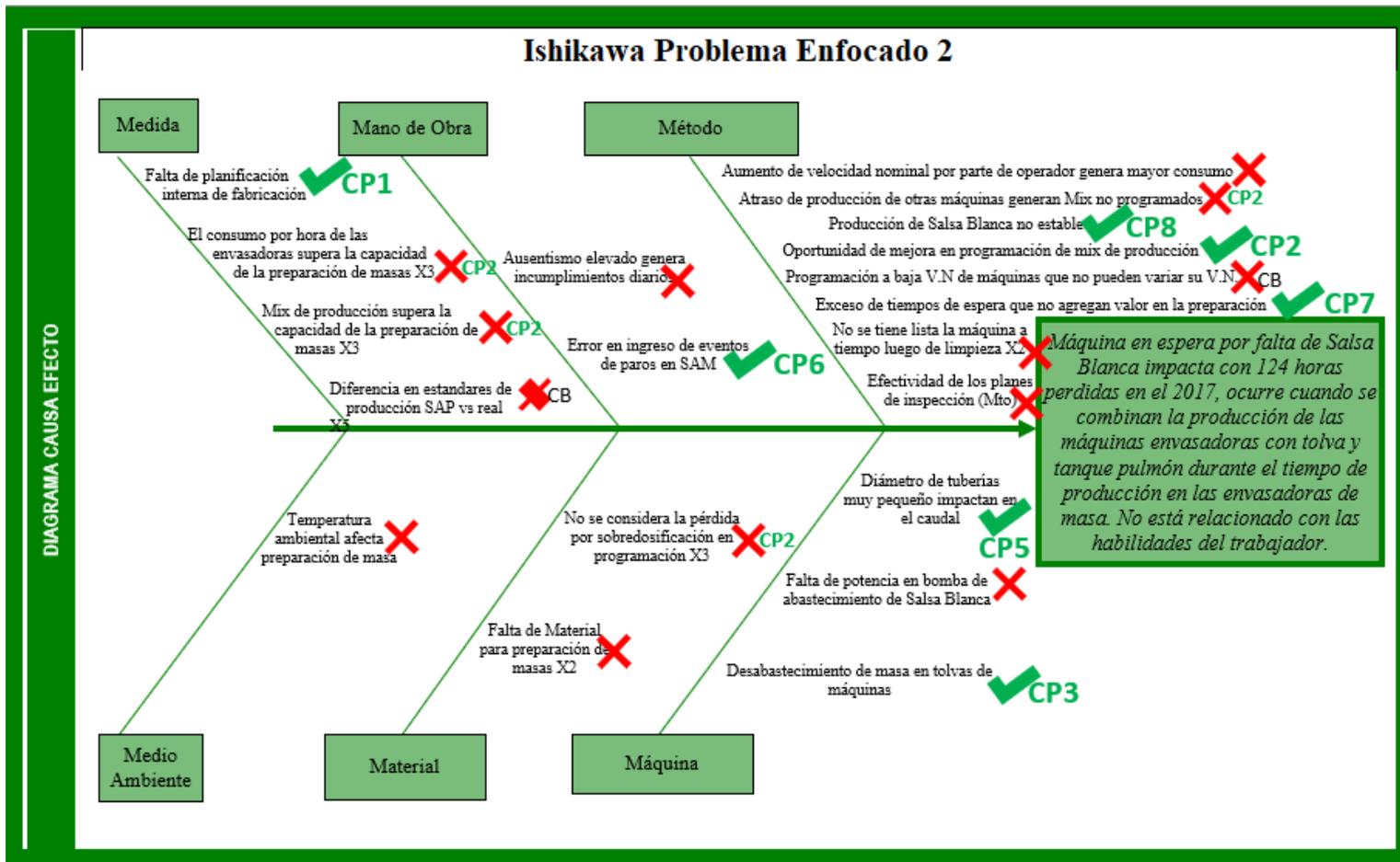


Figura 30. Diagrama de Ishikawa del Problema enfocado 2.

Fuente: Propia

3.3.3 Descarte de Causas Potenciales del Ishikawa

Como se evidencian en los diagramas de Ishikawa, algunas de las causas potenciales tienen una X que significan que fueron descartadas, sea con evidencia física in situ o por análisis de la información en sistema.

Causa Potencial: Ausentismo elevado genera incumplimientos diarios.

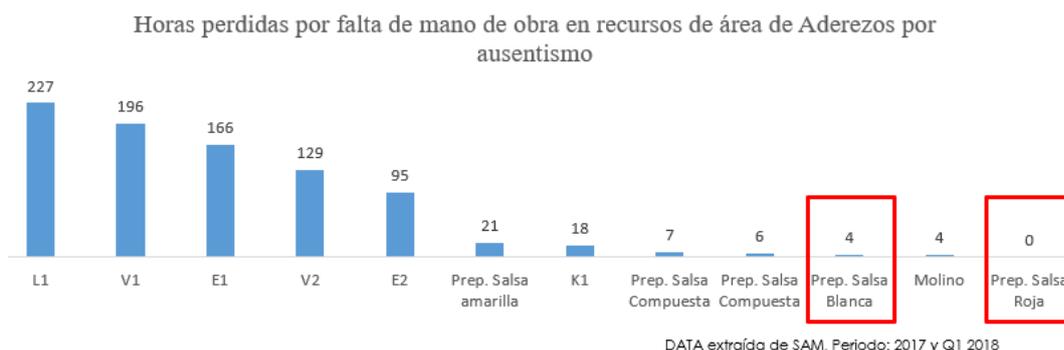


Figura 31. Pareto de horas de máquina en espera por ausentismo por recurso

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Como se puede observar, de todos los recursos analizados las preparaciones de Salsa Roja y Blanca son los últimos contribuyentes como máquina en espera por ausentismo de los preparadores, por lo que la causa potencial se descarta en ambos Ishikawa. Es importante recalcar que el ausentismo en las llenadoras es excesivo, por lo que genera un problema de alta rotación en los operadores de dichos recursos. El impacto de este problema se analiza de forma posterior.

Causas Potenciales: Falta de Montacargas para transporte de material, Falta de sal fraccionada para preparación de Salsa Roja, Congestión de PSA no permite acceso a material para preparaciones.

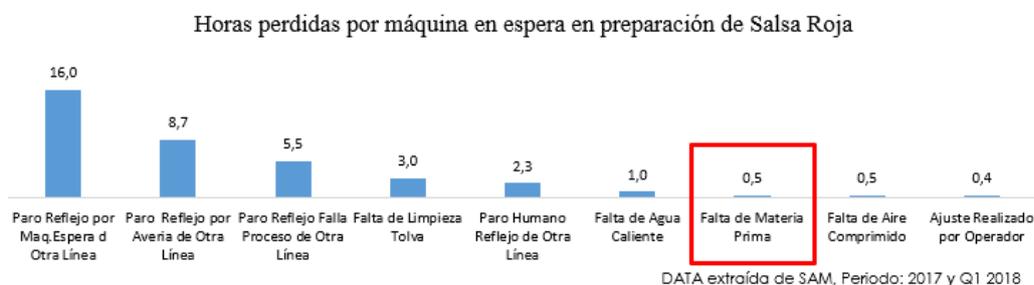


Figura 32. Pareto de horas de máquina en espera en la Preparación de Salsa Roja

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

En el gráfico de las horas perdidas en el recurso de preparación de Salsa Roja se evidencia que no existen pérdidas por falta de montacargas, o congestión de PSA. Existe una pérdida de 1 hora anual por falta de materia prima que se refiere a la espera de materia prima fraccionada, sin embargo, no es un valor significativo a lo largo del año para considerarlo como una causa raíz.

Causa potencial: Aumento de velocidad nominal por parte de operador genera mayor consumo. Ambas preparaciones

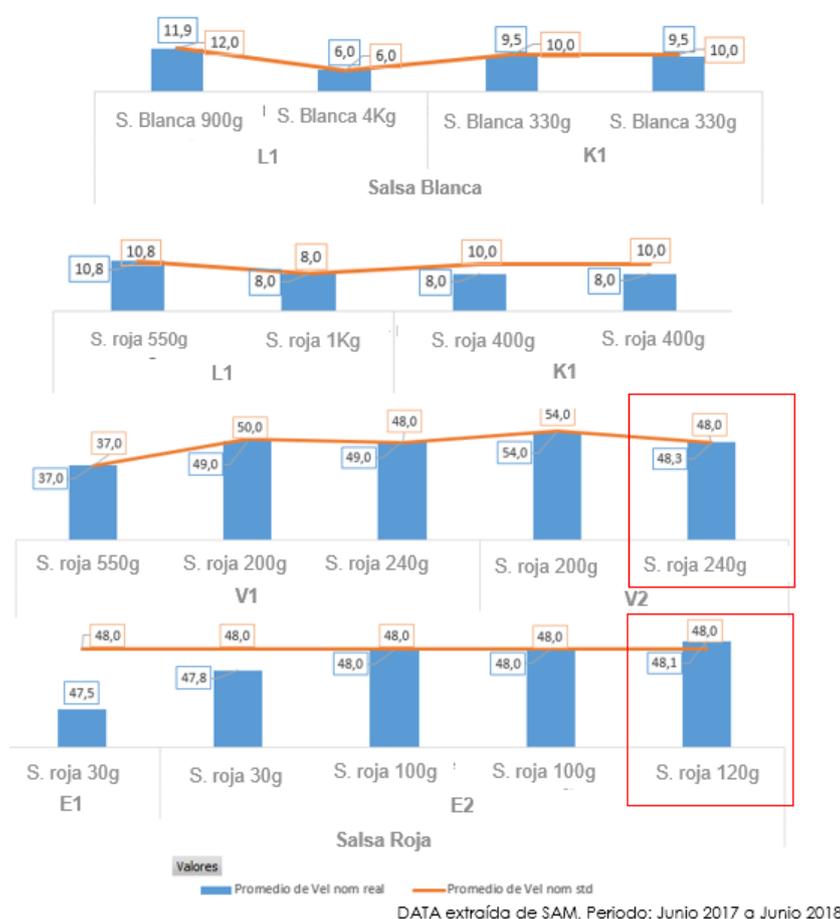


Figura 33. Comparativo de velocidades nominales estándar y real por envasadora

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Revisando el sistema SAP de las velocidades nominales estándares vs las reales efectivas generadas a lo largo del 2017 se evidencian que son cumplidas excepto en dos formatos promocionales, este evento excepcional se da ya que al ser lanzamientos promocionales se inician con una receta con una velocidad nominal base pero conforme la máquina trabaja el equipo de producción evalúa el aumento de la velocidad nominal con el departamento técnico, calidad y SHE. Usualmente estos cambios son ejecutados, pero demoran en realizarse en el sistema por lo cual aparece una pequeña diferencia en velocidades nominales, se decide que estos valores no son significativos para que esta causa potencial sea una causa raíz.

Causa potencial: Baja efectividad de los planes de inspección (Mto), ambas preparaciones.



Figura 34. Horas perdidas por averías en los recursos del área Aderezos

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Se puede evidenciar que en el Pareto de los recursos con mayor cantidad de paros por averías no se encuentran las preparaciones. Estas preparaciones se encuentran fuera del 80% siendo la Preparación de Salsa Roja el último contribuyente con 3.8 horas perdidas por averías anuales, seguido de la preparación de Salsa Blanca con 52 horas anuales.

Causa Potencial: Falta de Material para preparación de masa de Salsa Blanca



Figura 35. Horas perdidas por máquina en espera en la preparación de Salsa Blanca

Fuente: Propia, con información de Empresa objeto a estudio. Periodo: Ene 2017-Feb 2018

Se puede evidenciar que, de todos los eventos de paros de máquina en espera en la preparación de Salsa Blanca, la falta de materia prima es uno de los últimos contribuyentes con 1 hora perdida a lo largo del 2017.

Existen 7 causas potenciales que son descartadas ya que forman parte de condiciones básicas que actualmente no se cumplen, y se colocarán como planes de acción a realizar para reestablecer las condiciones originales del proceso, estas son:

- Diferencias en estándares de producción del Sistema SAP vs Real.
- Poco expertiz en Tecnología de Tetra (Preparación de Salsa Roja) para evitar paros no planeados.
- Falta de competencia para operar nueva Preparación de Salsa Roja
- Programación a baja Velocidad Nominal de máquinas que no pueden variar su velocidad nominal.
- Exceso de actividades que no agregan valor a la Preparación de Salsa Roja.
- Falta de Tanque de almacenamiento para la Salsa Roja.

3.3.4 Matriz de Ponderación

Luego de realizar el descarte de las ideas del Ishikawa, se obtuvieron 8 causas potenciales. Estas fueron colocadas en la matriz de Ponderación, o de Impacto-Control, dependiendo de qué tan bajo o alto impacto signifique este problema para la empresa y qué tan fácil o difícil de resolver es.

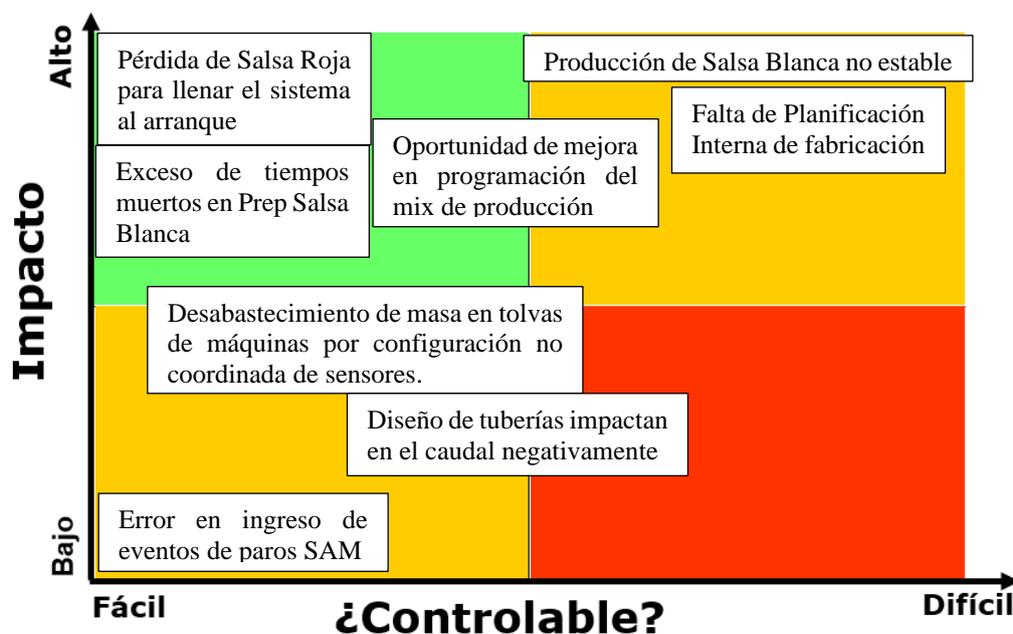


Figura 36. Matriz de Impacto Control de problema enfocado 1 y 2

De las 8 causas potenciales iniciales, se verificarán sólo aquellas de bajo esfuerzo y alto impacto, las cuales son 6:

Oportunidad de mejora en programación del mix de producción (CP2): Esta idea surge ya que se evidencia que existen semanas en las que una masa se encuentra totalmente saturada con 3 recursos envasadores programados, y otras semanas en las que se encuentra parada la preparación sin volumen de producción. También se da ya que se programan muchas pequeñas producciones, cada una generando un pico de consumo de masa en el arranque para llenar sus tanques pulmones.

Desabastecimiento de masa en tolvas de máquinas (CP3): Aunque existen sensores de nivel en tolvas y tanques pulmones que aseguran que no exista desabastecimiento, el nivel mínimo de un tanque pulmón (200Kg) supera al nivel mínimo de una tolva (70Kg) por lo que el recurso con tanque pulmón puede soportar producir mucho más tiempo que un recurso con tolva hasta que se pueda llenar su tanque pulmón. Esto quiere decir que cuando existen coincidencias que ambos recursos necesitan abastecerse de masa, el tablero envía masa según el orden de pedido, enviando toda la masa a llenar un tanque pulmón mientras el recurso con tolva se consume todo su stock y queda desabastecido.

Pérdida de masa de Salsa Roja para llenar el sistema al arranque (CP4):

La masa de Salsa Roja es muy sensible a la generación de microorganismos si se deja expuesta, por lo que una de sus actividades semanales mandatorias es eliminar todo residuo de masa y realizar una limpieza tanto en las tuberías como en la máquina envasadora. Esto implica que, en el arranque de producción a inicios de la siguiente semana, todo el sistema se encuentra vacío. El tiempo para preparación y arranque de la preparación de masa y de la envasadora si se encuentra contemplada en los estándares sin embargo no existe forma de limitar en el sistema la cantidad máxima disponible a envasar luego de llenar todo el sistema, por lo cual provoca que cumpla la producción programada dejando los tanques pulmones vacíos para el siguiente turno.

Diámetro de tuberías muy pequeño impactan en el caudal negativamente (CP5):

Este problema se da puesto que la fábrica ha crecido poco a poco incrementando líneas de envasado, sin embargo, el recorrido de las tuberías iniciales no ha sido modificado. Esto genera divisiones bruscas que impactan en el caudal de la masa, generan vibraciones que dañan las uniones de tuberías, y generan sobreesfuerzos en las bombas de desplazamiento positivo usadas para trasladar estas masas. En ocasiones, la tubería debe abastecer de 2 a 3 de forma simultánea y continua, impactando como paro no planeado por máquina en espera en recursos con poco tiempo de reacción, es decir los recursos con tolvas.

Error en ingreso de eventos de paros SAM (CP6):

Esta causa potencial se confirmó desde la etapa de Definición del proyecto, puesto que durante la recolección de información existieron inconsistencias con los datos del sistema y los datos en los controles operacionales físicos.

Exceso de tiempos que no agregan valor a la preparación de Salsa Blanca (CP7):

Las últimas tomas de tiempo del proceso de Salsa Blanca muestran que los tiempos de ciclo entre el inicio de la preparación de una parada y la siguiente es de 12 minutos, sin embargo, estos se distribuyen en 6 minutos de preparación de la Salsa y 6 minutos de espera a evacuar la masa hacia el tanque pulmón. Esto nos indica que la mitad del tiempo estamos esperando sin generar valor al proceso.

3.3.5 Análisis de 5 Porqués

Se realizó el análisis de 5 Porqués a cada una de las causas potenciales de los dos problemas enfocados

Usando la herramienta de 5 Porqués se evalúan 9 causas potenciales para determinar las causas raíces y definir los planes de acción a implementar para eliminarlas.

Estos análisis se encuentran a continuación, en las figuras 37, 38 y 39.

5 Por qué												
5 Por qué		Máquina en espera por falta de Salsa Roja impacta con 250 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las envasadoras de masa. No está relacionado con las habilidades del trabajador.					Pregunta		Respuesta		Hipótesis Sí - El problema es confirmado durante la inspección en el GEMBA y el análisis debe continuar - causa probable	
		1ra Ronda	Hipótesis	2da Ronda	Hipótesis	3era Ronda	Hipótesis	4ta Ronda	Hipótesis	5ta Ronda	Hipótesis	Ideas de mejora
CP2	Pregunta	¿Por qué hay oportunidad de mejora en la programación del mix de producción ?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el consumo por hora de las envasadoras supera la capacidad de la preparación de masas?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué se programan combinaciones con mayor velocidad nominal que la preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué se programa considerando únicamente consumo de masa en el turno y no consumo por hora?	CONFIRMADA en Gemba	CR1		Crear combinaciones ideales para programación considerando consumos por hora, junto con sus versiones y estándares correspondientes en caso de aplicar una baja y nominal.
	Respuesta	Porque el consumo por hora de las envasadoras supera la capacidad de la preparación de masas		Porque se programan combinaciones con mayor velocidad nominal que la preparación		Porque se programa considerando únicamente consumo de masa en el turno y no consumo por hora		Porque no se tienen restricciones, criterios o límites para consumo por hora por tipo de Masa				
CP3	Pregunta		CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el consumo por hora de las envasadoras supera la capacidad de la preparación de masas?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el consumo real es superior a la capacidad de la preparación de masas?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la necesidad de masa se la calcula con el peso neto declarado y no el real?	CONFIRMADA en Gemba	CR2		Incluir en los cálculos de consumo de programación de producción la pérdida de Masa de la receta de cada SKU
	Respuesta			Porque el consumo real es superior a la capacidad de la preparación de masas		Porque la necesidad de masa se la calcula con el peso neto declarado y no el real		Porque no se considera la pérdida por sobredefinición en programación				
CP4	Pregunta	¿Por qué hay desabastecimiento en las tolvas de las máquinas?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué las tolvas se quedan vacías mientras se llenan los tanques pulmones?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué tiene que esperar por orden de solicitud que se llenen las otras demandas?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué los puntos de seteo de sensores de nivel de las tolvas/tanques no coordinan entre si generando desabastecimiento?	CONFIRMADA en Gemba	CR3		Programar en PLC secuencia lógica para priorizar recursos con tolvas sobre recursos con tanques pulmones
	Respuesta	Porque las tolvas se quedan vacías mientras se llenan los tanques pulmones		Porque tiene que esperar por orden de solicitud que se llenen las otras demandas		Porque los puntos de seteo de sensores de nivel de las tolvas/tanques no coordinan entre si generando desabastecimiento		Porque el PLC del área no tiene programación para coordinar y dar prioridad a tolvas				
CP4	Pregunta	¿Por qué existe pérdida de Salsa Roja para llenar el sistema (tuberías/tolvas) al arranque?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la masa tiene que realizar 150 metros de recorrido por tuberías?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el equipo nuevo está usando los equipos de otra área para terminar el proceso de preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué los equipos DM y enfriador no se han reubicado cercanos del equipo de preparación?	CONFIRMADA en Gemba	CR4		Reubicar equipos (DM, enfriador, entre otros) y habilitar línea operativa preparación de Salsa Roja con recorrido óptimo de tuberías
	Respuesta	Porque la masa tiene que realizar 150 metros de recorrido por tuberías		Porque el equipo nuevo está usando los equipos de otra área para terminar el proceso de preparación		Porque los equipos Detector de Metales y enfriador no se han reubicado cercanos del equipo de preparación		Porque no se ha dado espacio en la programación				

Figura 37. Análisis de 5 Porqués de los problemas enfocados 1, Parte 1

5 Por qué												
5 Por qué		Máquina en espera por falta de Salsa Roja impacta con 250 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las envasadoras de masa. No está relacionado con las habilidades del trabajador.					Pregunta		Respuesta		Hipótesis Sí - El problema es confirmado durante la inspección en el GEMBA y el análisis debe continuar - causa probable	
		1ra Ronda	Hipótesis	2da Ronda	Hipótesis	3era Ronda	Hipótesis	4ta Ronda	Hipótesis	5ta Ronda	Hipótesis	Ideas de mejora
CP5	Pregunta	¿Por qué el diseño de tuberías impacta en el caudal de la masa?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la tubería principal no sigue un recorrido lineal?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué las nuevas conexiones no se hicieron a continuación de la tubería sino dividiéndola desde la preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué se tiene que llevar una conexión desde la preparación hasta el área donde estarán las envasadoras nuevas?	CONFIRMADA en Gemba	CR5		Rediseño de tubería principal de Tomate llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.
	Respuesta	Porque la tubería principal no sigue un recorrido lineal		Porque las nuevas conexiones no se hicieron a continuación de la tubería sino dividiéndola desde la preparación		Porque se tiene que llevar una conexión desde la preparación hasta el área donde estarán las envasadoras nuevas		Porque el recorrido de las tuberías no pasan por todas las envasadoras				
CP6	Pregunta	¿Por qué hay errores en el ingreso del evento de paro en el sistema?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la información del control operacional está incompleta?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el operador de envasadora no detalla el por qué de la máquina en espera, sólo registra falta de Masa?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué el operador de la envasadora no conocía que debía registrar el detalle de la preparación sino sólo los paros de su recurso?	CONFIRMADA en Gemba	CR6		Capacitación a los operadores de envasadoras sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior
	Respuesta	Porque la información del control operacional está incompleta		Porque el operador de envasadora no detalla el por qué de la máquina en espera, sólo registra el general de falta de Masa		Porque el operador de la envasadora no conocía que debía registrar el detalle de la preparación sino sólo los paros de su recurso.		Por que cuando lo capacitaron sólo existía el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior				
	Pregunta			¿Por qué la información del control operacional está incompleta?		¿Por qué el operador de la preparación no detalla el por qué de la máquina en espera, sólo registra las paradas hechas?		¿Por qué el operador no conocía que debía registrar el detalle de la envasadora sino sólo los paros de su recurso?				
	Respuesta		Porque el operador de la preparación no detalla el por qué de la máquina en espera, sólo registra las paradas hechas	CONFIRMADA en Gemba	Porque el operador no conocía que debía registrar el detalle de la envasadora sino sólo los paros de su recurso.	CONFIRMADA en Gemba	Por que cuando lo capacitaron sólo existía el paro global de máquina en espera, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior	CONFIRMADA en Gemba	CR7		Capacitación a los preparadores de masa sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior	

Figura 38. Análisis de 5 Porqués de los problemas enfocados 1, Parte 2

5 Por qué												
5 Por qué		Máquina en espera por falta de Salsa Blanca impacta con 124 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las envasadoras de masa. No está relacionado con las habilidades del trabajador.					Pregunta		Respuesta		Hipótesis Sí - El problema es confirmado durante la inspección en el GEMBA y el análisis debe continuar - causa probable	
	1ra Ronda	Hipótesis	2da Ronda	Hipótesis	3era Ronda	Hipótesis	4ta Ronda	Hipótesis	5ta Ronda	Hipótesis	Ideas de mejora	
CP5	Pregunta	¿Por qué el diseño de tuberías impacta en el caudal?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la tubería principal no sigue un recorrido lineal?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué las nuevas conexiones no se hicieron a continuación de la tubería sino dividiéndola desde la preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué se tiene que llevar una conexión desde la preparación hasta el área donde estarán las envasadoras nuevas?	CONFIRMADA en Gemba		Rediseño de tubería principal de mayonesa llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.	
	Respuesta	Porque la tubería principal no sigue un recorrido lineal		Porque las nuevas conexiones no se hicieron a continuación de la tubería sino dividiéndola desde la preparación		Porque se tiene que llevar una conexión desde la preparación hasta el área donde estarán las envasadoras nuevas		Porque el recorrido de las tuberías no pasan por todas las envasadoras		CR8		
CP7	Pregunta	¿Por qué hay exceso de tiempos de espera que no agregan valor en la preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué del tiempo total de la parada, la mitad es esperar hasta que se evacúe la masa hacia el tanque pulmón?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué la velocidad de descarga la generan las turbinas de las bombas de la preparación?	CONFIRMADA en Gemba	¿Por qué se usa la misma salida tanto para la homogenización como para la descarga de masa?	CONFIRMADA en Gemba		Rediseño de la salida de masa de Salsa Blanca para reducir el tiempo de descarga hacia el tanque pulmón	
	Respuesta	Porque del tiempo total de la parada, la mitad es esperar hasta que se evacúe la masa hacia el tanque pulmón		Porque la velocidad de descarga la generan las turbinas de las bombas de la preparación		Porque se usa la misma salida tanto para la homogenización como para la descarga de masa		Porque no tiene una salida para descarga de masa directa		CR9		

Figura 39. Análisis de 5 Porqués de los problemas enfocados 2

Fuente: Propia

3.3.6 Verificación de Causas potenciales de los 5 Porqués

Luego de realizar el análisis de los 5 Porqués, se obtienen 9 causas raíces potenciales que se resumen en la Tabla 8. En esta tabla se indica también cuál será el método de verificación de dicha causa raíz potencial y dónde se verificará.

Tabla 8 Listado de Causas potenciales y método de verificación

(fuente: Propia)

Verificación de Causas Potenciales			
No.	Causas Potenciales	Método de Verificación	Dónde Verificar
1	No se tienen restricciones, criterios o límites para consumo por hora por tipo de Masa en SAP.	Estadística	Sistema SAP
2	No se considera la pérdida por sobredosificación en programación	Estadística	Sistema SAP
3	El PLC del área no tiene programación para coordinar y dar prioridad a tolvas sobre tanques pulmones	Visual	Panel de Control del área
4	No se ha dado espacio en la programación para la reubicación del detector de metales y tubular de enfriamiento	Visual	Planificación de producción Macro
5	El recorrido de las tuberías de Salsa Roja no pasan por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo.	Visual	Layout
6	La capacitación al operador de envasadora para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.	Visual	Hoja de Capacitación
7	La capacitación al preparador de masa para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.	Visual	Hoja de Capacitación
8	El recorrido de las tuberías de Salsa Blanca no pasan por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo	Visual	Layout
9	La preparación de Salsa Blanca no tiene una salida para descarga de masa directamente al tanque pulmón	Visual	In Situ

Todas las causas potenciales que se verifican de forma visual serán validadas con el equipo multidisciplinario para confirmar la situación.

1. No se tienen restricciones, criterios o límites para consumo por hora por tipo de Masa en SAP.

La programación semanal general se la realiza en la hoja de cálculo de la figura 38 haciendo el cálculo de la capacidad del recurso de preparación vs el

Se evidenciaron muchas combinaciones en las que, aunque su consumo por turno sea correcto y la masa alcance, el consumo por hora supera a la preparación, por lo que eventualmente consume la totalidad de sus tanques pulmones y existe paro no planeado por falta de masa:

		Consumo por hora									Consumo por turno									
		MIX	L1	L1	V1	V1	V2	V2	E1	K	MIX	L1	L1	V1	V1	V2	V2	E1	K	
			550g	1 Kg	200g	550g	200g	240g	100g	400g		550g	1 Kg	200g	550g	200g	240g	100g	330g	
SALSA ROJA	E1	30g	620	737	822	1168	845	860	984	960	E1	30g	4954	5894	6628	9141	6759	6913	7681	6632
	L1	550g			850	1195	872	888	1011	987	L1	550g			6845	9357	6975	7130	7897	6848
	L1	1 Kg			967	1312	989	1005	1128	1105	L1	1 Kg			7785	10298	7915	8070	8837	7788
	V1	200g					1075	1090	1214	1190	V1	200g					8650	8804	9572	8522
	V1	550g					1420	1436	1559	1536	V1	550g					11162	11317	12085	11035
	V2	200g							1236	1212	V2	200g							9702	8653
	V2	240g							1251	1228	V2	240g							9857	8807
	E2	100g								1351	E2	90g								9575

Figura 41. Simulación de consumo por combinaciones de dos recursos envasadores de Salsa Roja.

Fuente: Propia

En la Figura 41 se muestran los consumos por hora en Kilos de la combinación de dos sku, el color Rojo significa que está por encima de la capacidad máxima de la preparación, el color amarillo es que está por encima de la capacidad estimada, considerando 5% de pérdida por rendimiento y el color verde es que se encuentra por debajo de la capacidad máxima.

En el gráfico es el estimado de cuantas horas podrían trabajar los recursos antes de consumirse toda la masa en el sistema y generar paro por máquina en espera.

Cantidad de HORAS de producción máxima antes de generar máquina en espera									
MIX	L1	L1		V1	V1	V2	V2	E1	K
	550g	1 Kg		200g	550g	200g	240g	100g	330g
E1					7,5			21,0	27,2
L1					8,3		327,8	16,5	20,2
L1				30,2	6,0	19,9	17,4	8,7	9,6
L1									
V1						11,1	10,3	6,5	7,0
V1						4,0	3,9	3,2	3,3
V2								6,1	6,5
V2								5,8	6,2
E2									4,6

Figura 42. Simulación de tiempo máximo antes de desabastecimiento.

Fuente: Propia

Uno de los casos obtenidos por la estratificación de la etapa de Medición es la combinación de L1 y V1. Como se observa en la Figura 44 se encuentran en el límite de la capacidad de la preparación, lo cual no supone ningún problema con paros por falta de masa durante el turno. El inconveniente surge cuando se programan de corrido en toda la semana, es decir 18 turnos con un total de 144 horas. Como se observa en la figura 42, se requieren que ambas trabajen consecutivamente 30 horas para consumir absolutamente toda la masa del sistema, esto incluye los 2 tanques pulmones de 600 Kg de las envasadoras además del tanque de almacenamiento de 2000 Kg. Esto implica el impacto de máquina en espera por falta de masa hasta que se preparen 3200 Kg de masa para llenar el sistema nuevamente, es decir 3.5 horas.

Otro caso se da en la combinación de L1 con el formato de 1 Kg y la línea K. En este escenario el consumo en el turno se encuentra en la capacidad máxima de la preparación, sin embargo, el consumo por hora supera excesivamente la capacidad de preparación por hora de la preparación. Esto se debe a que en el turno las envasadoras tienen paradas planificadas que suman una totalidad mínima de 1 hora y media, es decir que en el total del turno se considera una producción de 6 horas y media. Ambos recursos suman un consumo por su alta velocidad nominal, pero en el cálculo general del turno al trabajar menos tiempo genera un falso dato de consumo que la preparadora no puede mantener.

Estos dos recursos cuando trabajan superan la capacidad de producción de la preparadora en 224 kilos, es decir que cada hora que producen simultáneamente, van consumiendo adicionalmente esos Kilos de sus tanques pulmones. Esto genera escenarios donde la máquina debe parar por falta de

masa, o continuar, pero el siguiente turno encuentra menos stock en el sistema.

De forma similar ocurre en la preparación de Salsa Blanca, donde cualquier combinación de L1 en formato de 900 gramos con cualquier otro recurso puede generar problemas, ya que su consumo por hora supera la capacidad de la preparación aun cuando al final del turno su consumo final se encuentre dentro del real.

		MIX		L1	L1	V1	V1	V2	V2	E2	K	MIX		L1	L1	V1	V1	V2	V2	E2	K	
		900g	4Kg	200g	400g	200g	240g	90g	400g	900g	4Kg			200g	400g	200g	240g	90g	400g			
SALSA BLANCA	E1	30g	955	1763	906	1273	955	999	1087	1102		E1	30g	6052	9511	6610	8934	6740	6977	7814	6664	
	L1	900g			1273	1640	1322	1366	1454	1469		L1	900g			7961	10285	8091	8328	9165	8015	
	0	0			612	979	661	705	793	808		0	0			4260	6584	4390	4627	5464	4314	
	L1	4Kg			2081	2448	2130	2174	2262	2277		L1	4Kg			11420	13744	11550	11787	12624	11474	
	V1	200g					1273	1317	1405	1420		V1	200g					8650	8886	9723	8573	
	V1	400g					1640	1684	1772	1787		V1	400g					10974	11211	12048	10898	
	V2	200g							1454	1469		V2	200g							9854	8704	
	V2	240g							1498	1513		V2	240g							10091	8941	
	E2	90g								1601		E2	90g									9778

Figura 43. Simulación de consumo por combinaciones de dos recursos envasadores de Salsa Blanca

Fuente: Propia

MIX		L1	0	L1	V1	V1	V2	V2	E2	K
		900g	0	4Kg	200g	400g	200g	240g	90g	400g
E1	30g			1,3		10,3				
L1	900g				16,4	2,7	6,2	4,5	3,0	2,8
0	0									
L1	4Kg				1,4	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7
V1	200g						10,3	6,4	3,7	3,4
V1	400g						1,7	1,5	1,3	1,3
V2	200g								3,0	2,8
V2	240g								2,5	2,4
E2	90g									1,9

Figura 44. Simulación de tiempo máximo antes de desabastecimiento en producción simultánea de dos recursos.

Fuente: Propia

2. No se considera la pérdida por sobredosificación en programación

Levantando los datos de los volúmenes de masa consumidos y pérdidas anuales de fábrica, se evidencia que existe una pérdida significativa de masa.

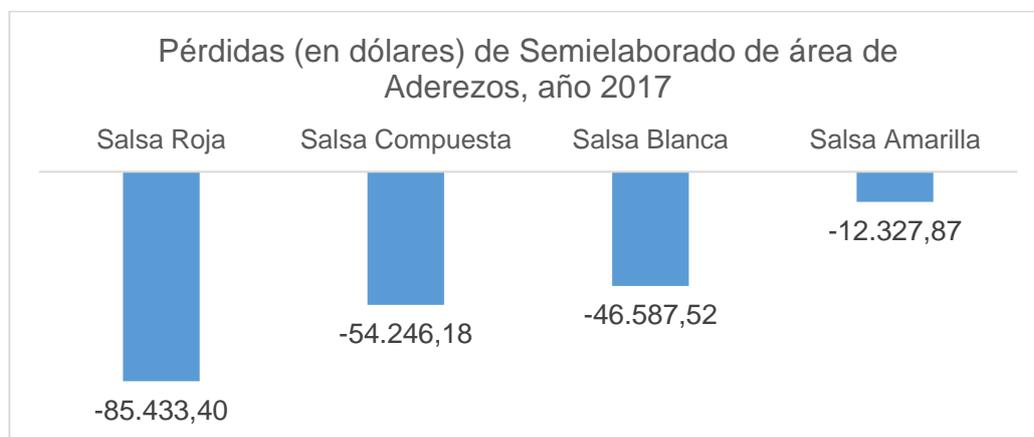


Figura 45. Pérdidas en dólares por sobredosificación.

Fuente: Propia

Como muestra la figura 45, a lo largo del año 2017 se ha perdido \$85.000 dólares en la masa Salsa Roja, y \$46.000 en Salsa Blanca.

Estas pérdidas activan proyectos enfocados a control de dosificación que están en proceso, sin embargo, mientras dure su implementación se deben tener en consideración estos valores para no programar volúmenes que no pueden ser fabricados por falta de capacidad.

Se evidencia que, en el programa, la fórmula usada sólo involucra peso neto sin tomar en cuenta las variaciones de receta ya validadas. Estas se encuentran registradas en el sistema y se revisan de forma anual junto con las pérdidas de fábrica.

SALSA ROJA										
Porcentaje de Sobredosificación (2%)	E1	L1			V1		V2		E2	K
	20x14x30g	24x550g	12x 1Kg	4 kg	40x200g	24x550g	40x200g	42x240g	6x14x100g	16x400
Rendimiento Esperado	84,0%	89,0%	90,0%		86,0%	70,0%	83,0%	80,0%	78,0%	68,0%
% de pérdida HALB receta	2,0%	2,0%	2,0%		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	1,7%
SALSA BLANCA										
Porcentaje de Sobredosificación (2%)	E1	L1			V1		V2		E2	K
	20x14x30g	14x900g		4 Kg	40x200g	33x400g	40x200g	42x240g	6x16x090g	16x330
Rendimiento Esperado	84,0%	70,0%		65,0%	85,0%	86,0%	83,0%	81,5%	88,0%	70,0%
% de pérdida HALB receta	1,2%	1,2%		1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
SALSA COMPUESTA										
Porcentaje de Sobredosificación (2%)	E1	L1			V1		V2			
	20x14x30g	24x550g	12x 1Kg	4Kg	40x200g	24x550g	40x200g			
Rendimiento Esperado	86%	89%	93%	70%	89%	80%	86%			
% de pérdida HALB receta	2,0%	2,0%	2,0%	0,9%	2,0%	2,0%	2,0%			
SALSA AMARILLA										
Porcentaje de Sobredosificación (2%)	E1	L1			V1		V2		E2	K
	20x14x30g	24x550g	12x 1Kg	4Kg	40x200g	24x550g	40x200g		6x14x100g	16x370
Rendimiento Esperado	84,0%	89,0%	89,0%	65,0%	91,0%	86,0%	87,0%		86,0%	75,0%
% de pérdida HALB receta	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	1,2%	0,9%	1,2%		0,9%	0,9%

Figura 46. Listado de pérdidas de Masa en receta por sku por recurso del área de Aderezos

Fuente: Propia

3. El PLC del área no tiene programación para coordinar y dar prioridad a tolvas sobre tanques pulmones.

La configuración del Panel de Control es básica, donde envía la señal de apertura de llave electroneumática al recurso que lo solicita, sea con nivel bajo o sea con solicitud directa al panel. Se evidencia que si existe forma de programar un algoritmo adicional con validaciones que permitan interrumpir el proceso de llenaje de un tanque pulmón si un recurso con tolva lo solicite.

4. No se ha dado espacio en la programación para la reubicación del detector de metales y tubular de enfriamiento.

Se evidencia que el tiempo asignado para la reubicación del detector de metales y tubular de enfriamiento fue programado a inicios del año 2017 sin embargo quedó en pausa por demandas del mercado.

5. El recorrido de las tuberías de Salsa Roja no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo.

Como se mostró en la figura 16, se evidencia en el Layout que la masa de Salsa Roja recorre una distancia de hasta 150 metros para llegar a todas las

envasadoras, distancias que influyen en el abastecimiento de la masa en las envasadoras.

- 6. y 7. La capacitación al operador de envasadora y preparador de masa para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior, causa potencial 6 y 7.**

Se evidencia que la nueva guía de paros donde se incluye Reflejo de proceso anterior / posterior fue implementada a finales del 2017, por lo que los operadores o preparadores aun no tenían conocimiento de que esta subclasificación existía y en qué casos aplica este tipo de paro.

- 8. El recorrido de las tuberías de Salsa Blanca no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo.**

Como se evidencia en la figura 47, el flujo de un mismo diámetro llega a una división en T que provoca además de vibraciones por el golpe contra la tubería, impactos en el caudal de la masa cuando existen algunos recursos conectados a la misma línea.



Figura 47. Recorrido de tubería principal de Salsa Blanca

9. La preparación de Salsa Blanca no tiene una salida para descarga de masa directamente al tanque pulmón.

La descarga de masa desde la preparación de Salsa Blanca se la realiza por medio de un cruce de tuberías con dos llaves de paso, si se abre la inferior y se cierra la superior, esto genera el proceso de recirculación para la homogenización sin embargo si se abre la superior y se cierra la inferior, esto permite que la masa recircule y vaya al tanque pulmón. El inconveniente es que la velocidad de homogenización es lenta, y es dicha velocidad la usada para la descarga de la masa. Esto duplica el tiempo de preparación de Salsa Blanca demorándose hasta 6 minutos sólo en descarga del producto.



Figura 48. Juego de válvulas manuales para paso o recirculación de Salsa Blanca

El impacto de usar la velocidad de las turbinas para la descarga de masa es la pérdida de tiempo en espera que evacúe los 240 kilos que contiene la parada, esto se evidencia en la imagen 49.



Figura 49. Descarga actual de Salsa Blanca en tanque pulmón

3.3.7 Causas raíces

Se verificaron las 9 causas raíces y todas fueron confirmadas por los diferentes métodos de verificación seleccionados. Esto nos permite concluir las causas raíces enlistadas en la Tabla 9.

Tabla 9 Listado de Causas raíces verificadas

(fuente: Propia, con información del equipo multidisciplinario.)

No.	Causas raíces
1	No se tienen restricciones, criterios o límites para consumo por hora por tipo de Masa en SAP.
2	No se considera la pérdida por sobredosificación en programación
3	El PLC del área no tiene programación para coordinar y dar prioridad a tolvas sobre tanques pulmones
4	No se ha dado espacio en la programación para la reubicación del detector de metales y tubular de enfriamiento
5	El recorrido de las tuberías de Salsa Roja no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo.
6	La capacitación al operador de envasadora para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.
7	La capacitación al preparador de masa para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.
8	El recorrido de las tuberías de Salsa Blanca no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo
9	La preparación de Salsa Blanca no tiene una salida para descarga de masa directamente al tanque pulmón

CAPÍTULO 4

4. Implementación de la solución y Control

4.1. Implementación

4.1.1 Matriz de priorización de planes

Luego de identificar las causas raíces en el capítulo anterior, se definieron los 9 planes de acción correspondientes para eliminar estas causas mencionadas. Estos planes fueron levantados con el equipo multidisciplinario, dentro del cual se incluyen también operadores de línea.

Tabla 10 Listado de soluciones

(fuente: Propia, con información del equipo multidisciplinario.)

LISTADO DE SOLUCIONES		
No.	Causas raíces	¿Cuáles son las soluciones sugeridas para las causas raíces identificadas?
1	No se tienen restricciones, criterios o límites para consumo por hora por tipo de Masa en SAP.	Crear combinaciones ideales para programación considerando consumos por hora, junto con sus versiones y estándares correspondientes en caso de aplicar una baja v nominal.
2	No se considera la pérdida por sobredosificación en programación	Incluir en los cálculos de consumo de programación de producción la pérdida de Masa de la receta de cada SKU
3	El PLC del área no tiene programación para coordinar y dar prioridad a tolvas sobre tanques pulmones	Programar en PLC secuencia lógica para priorizar recursos con tolvas sobre recursos con tanques pulmones
4	No se ha dado espacio en la programación para la reubicación del detector de metales y tubular de enfriamiento	Reubicar equipos (DM, enfriador, entre otros) y habilitar línea operativa con recorrido óptimo de tuberías
5	El recorrido de las tuberías de Salsa Roja no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo.	Rediseño de tubería principal de Salsa Roja llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.

6	La capacitación al operador de envasadora para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.	Capacitación a los operadores de envasadoras sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior
7	La capacitación al preparador de masa para el registro de datos sólo fue con el paro global de falta de Masa, no existía el paro para colocar un Reflejo proceso anterior/posterior.	Capacitación a los preparadores de masa sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior
8	El recorrido de las tuberías de Salsa Blanca no pasa por todas las envasadoras, creando divisiones en el flujo	Rediseño de tubería principal de Salsa Blanca llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.
9	La preparación de Salsa Blanca no tiene una salida para descarga de masa directamente al tanque pulmón	Rediseño de la salida de masa de Salsa Blanca de la preparación para reducir el tiempo de descarga hacia el tanque pulmón

Algunas actividades impactarán a ambos problemas enfocados iniciales ya que son temas globales relacionados al abastecimiento y programación de fabricación. A continuación, se muestra la Matriz de Impacto-Esfuerzo donde se encuentran plasmados los 9 planes de acción, con el fin de poder priorizar los esfuerzos y alcanzar el mayor impacto posible.

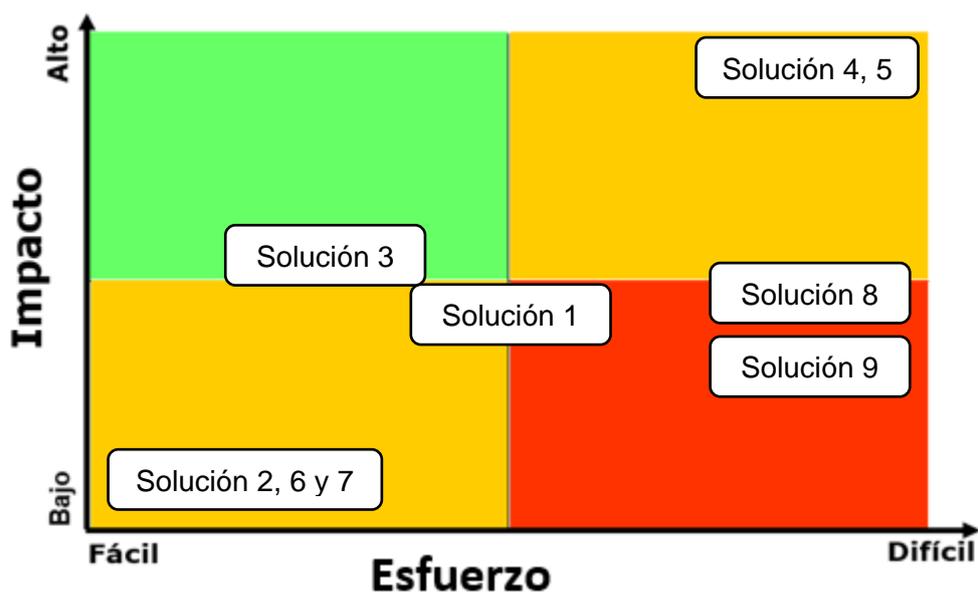


Figura 50. Matriz de Impacto-Esfuerzo

Se evidencia que existen dos soluciones que requieren un esfuerzo grande y su impacto no es tan alto. Estos planes de acción serán considerados a largo plazo con el fin de priorizar las demás acciones que, con un esfuerzo más fácil, obtenemos un mayor impacto.

4.1.2. 5W2H

Luego del uso de la Matriz de Impacto-Esfuerzo, concluimos que tenemos 9 soluciones que implementar de las cuales 7 tendrán prioridad y las dos últimas serán consideradas a largo plazo puesto que implican parar la producción de líneas saturadas. Esta planificación se la realizará siguiendo el plan de implementación usando 5W2H mostrado en la tabla 11.

Tabla 11 Plan de implementación 5W2H

ID	¿Qué? (What)	¿Por qué? (Why) (Causa Raíz)	¿Cómo? (How)	¿Dónde? (Where)	¿Quién? (Who)	¿Cuánto?	¿Cuándo?	Estado
1	Crear combinaciones ideales para programación considerando consumos por hora, junto con sus versiones y estándares correspondientes en caso de aplicar una baja velocidad nominal.	Para que las combinaciones de envasadoras programadas no consuman más que la preparación de masa asociada ya que no se tienen restricciones para el consumo por hora.	Al estandarizar en Bloques de producción cuáles son los mix y las versiones a usar.	En Abastecimiento y SAP	Erika Muñoz	0	Sem 18	Cerrado
2	Incluir en los cálculos de consumo de programación de producción la pérdida de Masa de la receta de cada SKU.	Para considerar por porcentajes de pérdida del semielaborado en cada Sku en programación.	Al incluir estos cálculos en los archivos de programación de fábrica.	Programación de producción	Rubén Medina	0	Sem 19	Cerrado
3	Programar en PLC secuencia lógica para priorizar recursos con tolvas sobre recursos con tanques pulmones.	Para coordinar y dar prioridad a tolvas sobre tanques pulmones.	Al dar prioridad al envío de masa a los Recursos con tolvas por encima de los que tienen tanque pulmón	Panel de Control	R. Gonzales	0	Sem 22	Cerrado

ID	¿Qué? (What)	¿Por qué? (Why) (Causa Raíz)	¿Cómo? (How)	¿Dónde? (Where)	¿Quién? (Who)	¿Cuánto?	¿Cuándo?	Estado
4	Reubicar equipos (DM, enfriador, entre otros) y habilitar línea operativa de Salsa Roja con recorrido óptimo de tuberías.	Para evitar la pérdida de masa de Salsa Roja al arrancar la semana (Sistema vacío)	Al reducir el recorrido de tuberías se reduce la cantidad de masa perdida para llenar el sistema.	Preparación Salsa Roja Área Aderezos	R. Cotto	0	Sem 32	Cerrado
5	Rediseño de tubería principal de Salsa Roja llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.	Para evitar que el diseño tenga divisiones de flujo que bajen el caudal de la masa al llegar a la envasadora.	Al reducir las divisiones de la tubería principal, creando flujo continuo.	Área Aderezos	G. Wiesner	\$4.000	Sem 38	En Proceso
6	Capacitación a los operadores de envasadoras sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior.	Porque no existía el Paro específico de Reflejo de proceso anterior/posterior.	Al conocer la correcta clasificación de paros y cuando aplican cada uno, el sistema tendrá mejor calidad de Data para análisis y levantamiento de futuros proyectos.	Área Aderezos	Erika Muñoz	\$0	Sem 18	Cerrado
7	Capacitación a los preparadores de masa sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior.							

ID	¿Qué? (What)	¿Por qué? (Why) (Causa Raíz)	¿Cómo? (How)	¿Dónde? (Where)	¿Quién? (Who)	¿Cuánto?	¿Cuándo?	Estado
8	Rediseño de tubería principal de Salsa Blanca llevando la masa a cada envasadora, siguiendo un solo flujo end-to-end sin divisiones.	Para evitar que el diseño tenga divisiones de flujo que bajen el caudal de la masa al llegar a la envasadora	Al reducir las divisiones de flujo se garantiza un abastecimiento continuo y fluido.	Área Aderezos	G. Wiesner	-	2020	No priorizado
9	Rediseño de la salida de masa de Salsa Blanca para reducir el tiempo de descarga hacia el tanque pulmón	La preparación de Salsa Blanca no tiene una salida para descarga de masa directamente al tanque pulmón	Al tener salida directa, reduce tiempos muertos por espera de descarga	Preparación Salsa Blanca	CL	\$2.000	2020	No priorizado

4.1.3. Verificación de Implementación

A continuación, se presenta la evidencia de la implementación de las soluciones presentadas anteriormente.

1. Crear combinaciones ideales para programación considerando consumos por hora, junto con sus versiones y estándares correspondientes en caso de aplicar una baja v nominal:

Para esto se trabajó a lo largo de semanas junto con el departamento de logística para realizar bloques de producción. Para la implementación total de esta idea se requiere un previo abastecimiento de producto para iniciar el ciclo de los bloques por lo que será implementado a finales del año 2018.

Para lograr esto se trabajó con el archivo de simulación base mostrado en la Figura 51, para analizar bajo que escenarios y combinaciones no existe impacto ni en el consumo por hora ni en el consumo por turno.

La fase inicial es implementarlo con las máquinas no saturadas como son E1, E2 y K, puesto que los otros recursos requieren acumular un stock de seguridad para que puedan añadirse poco a poco al escenario final de los bloques.

Estos bloques consisten en combinaciones ya definidas de producción que cumplen con todos los estándares demandados por la fábrica, además que tiene un Poka-Yoke ya que, aunque la producción se atrase o adelante, la mezcla de los recursos en el bloque no genera desabastecimiento de masa en el área. Se crearon 4 bloques cuyas combinaciones abarcan la producción total de un mes de fábrica. Se uso otro archivo de simulación para analizar en toda el área los impactos en producción, consumo y eficiencia de línea. Esto se ve en la figura siguiente:

- Minimizar los números de limpieza y cambios de formatos, para tener una producción más estable.
- Minimizar los tiempos de espera en la producción semanal, es decir o se produce toda la semana o no se produce. Esto permite un mejor control del personal ya que se encuentra asignado a un mismo recurso toda la semana.

Luego de tomar en cuenta todas las consideraciones y revisar los escenarios con los planificadores de producción, se obtuvo los siguientes bloques de producción:

SIMULACIÓN BLOQUES DE PRODUCCIÓN																													
MAQ	Desscripción	Cant Cajas por bloque				BLOQUE 1				BLOQUE 2				BLOQUE 3				BLOQUE 4											
		1	2	3	4	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
V1	Salsa Blanca 400g	4248	0	0	0	3	3	2																					
	Salsa Roja 550g	5080	0	0	0				1	3	3	3																	
	Salsa Amarilla 550g	0	1992	0	0						3																		
	Salsa Compuesta 550g	0	5808	0	0							3	3	3	2														
	Salsa Amarilla 200g	0	0	0	0																								
	Salsa Compuesta 200g	0	1569	5753	0								3	3	3	3	2												
	Salsa Roja 200g	0	0	0	0																								
Salsa Blanca 200g	0	0	3661	9414													1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
V2	Salsa Amarilla 200g	0	0	6994	0												3	3	3	3	1								
	Salsa Compuesta 200g	0	0	0	9684																	3	3	3	3	3	3	3	
	Salsa Roja 200g	0	9684	1614	0						3	3	3	3	3	3													
	Salsa Blanca 200g	0	0	0	0																								
E1	Salsa Blanca 30g	0	0	3780	0												3	3	3	3									
	Salsa Roja 30g	0	2835	0	0									3	3	3													
	Salsa Compuesta 30g	0	0	0	5670																	3	3	3	3	3	3	3	
	Salsa Amarilla 30g	0	0	1890	0																	3	3						
E2	Salsa Blanca 90g	0	0	0	6641																	3	3	3	3	1			
	Salsa Roja 100g	0	0	6852	0																	3	3	3	3				
	Salsa Amarilla 100g	0	0	3426	0													3	3										
L1	Salsa Amarilla 1000g	0	0	588	294												2											1	
	Salsa Blanca 900g	0	0	2520	0																	3	3	3					
	Salsa Blanca 4000g	0	0	3328	0																		2						
	Salsa Compuesta 1000g	0	0	1472	0													1	3	1									
	Salsa Roja 1000g	0	0	0	3135																				3	3	3	2	
	Salsa Amarilla 4000g	0	0	0	####																					1	3	2	
	Salsa Roja 550g																												
Salsa Compuesta 550g																													
Salsa Roja 4500g																													
Salsa Blanca 400g																													
Salsa Amarilla 550g																													
K1	Salsa Amarilla 370g	782	0	0	0																								
	Salsa Blanca 330g	1460	0	0	0																			1	1				
	Salsa Roja 400g	1094	0	0	0																				1	1			

Figura 52. Simulación de propuesta de Bloques de Producción

Fuente: Propia

Es decir, la siguiente distribución:

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
V1	Salsa Blanca 400g	Salsa Amarilla 550g	Salsa Compuesta 200g	Salsa Blanca 200g
	Salsa Roja 550g	Salsa Compuesta 550g	Salsa Blanca 200g	
V2	LIBRE	Salsa Roja 200g	Salsa Amarilla 200g	Salsa Compuesta 200g
L1	LIBRE	LIBRE	Salsa Amarilla 1000g	Salsa Roja 1000g
			Salsa Compuesta 1000g	Salsa Amarilla 4000g
			Salsa Blanca 4000g	Salsa Amarilla 1000g
			Salsa Blanca 900g	
E1	LIBRE Personal a K1	Salsa Roja 30g	Salsa Blanca 30g	
			Salsa Amarilla 30g	Salsa Compuesta 30g
E2	LIBRE Personal a K2	LIBRE	Salsa Amarilla 100g	
			Salsa Roja 100g	Salsa Blanca 90g
K1	Salsa Amarilla 370g	LIBRE	LIBRE	LIBRE
	Salsa Blanca 330g			
	Salsa Roja 400g			

Figura 53. Propuesta de Bloques de Producción

Fuente: Propia

Estos bloques se aplicarán como se mencionó anteriormente, en los 3 recursos inferiores se aplicaron inmediatamente que son los que tienen menos saturación y a medida que se incrementa el stock de los recursos de mayor saturación se incluirán poco a poco. Se estima que para el año 2020 se implemente totalmente.

- Incluir en los cálculos de consumo de programación de producción la pérdida de Masa de la receta de cada SKU:** Esta actividad se la realizó con el programador de fábrica a corto plazo, quien es el que maneja el archivo del programa de producción Semanal. Para esto se descargó un resumen de los porcentajes de pérdidas de SAM el cual se encuentra adjunto en el Anexo G, y se lo ingreso en los cálculos del consumo de masa en el archivo de programación semanal.

Antes

Se calculaba el consumo de masa con el valor exacto de la caja, como si no existiera sobredosificación, es decir:

Peso de la caja: Cantidad de sobres x Peso neto declarado en el sobre

Consumo de masa: Cantidad de unidades programadas x Peso de la caja.

Ahora

Se calcula el consumo de masa con el valor del sobre considerando una pérdida, esta puede ser por sobredosificación, por material retirado para análisis, entre otros, es decir:

Peso de la caja: Cantidad de sobres x Peso neto declarado en el sobre x Porcentaje de sobredosificación de receta

Consumo de masa: Cantidad de unidades programadas x Peso de la caja.

Esta pequeña diferencia hace que en la semana se contemplen que en la situación real se pierden por sobredosificación, limpiezas, controles, entre otros.

Los porcentajes de pérdida son diferentes para cada formato y recurso, ya que hay algunos con sistemas de dosificación más precisos que otros, sin embargo haciendo un ejercicio rápido con una producción semanal promedio se tiene que sólo al contemplar una pérdida promedio mínima de 1%, se generan diferencias significativas de Kilos como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 12 Cálculo de consumo de masa contemplando los porcentajes de pérdida

(fuente: Propia)

	Consumo de masa Semanal (ejemplo)		Diferencia Semanal
	Antes	Ahora (con 1% de pérdida)	
Salsa Blanca	90.157 Kg	91058,166	902 Kg
Salsa Amarilla	40.568 Kg	40973,68	406 Kg
Salsa Compuesta	93.612 Kg	94548,12	936 Kg
Salsa Roja	75.536 Kg	76291,36	755 Kg

3. **Programar en PLC secuencia lógica para priorizar recursos con tolvas sobre recursos con tanques pulmones:** Esta programación se la realizó el instrumentista de fábrica junto con un eléctrico de turno. Este panel ya cumplió su vida útil y está programado cambiarse en el año 2019, por lo que esta idea quedó plasmada como un requerimiento de fabricación fundamental.

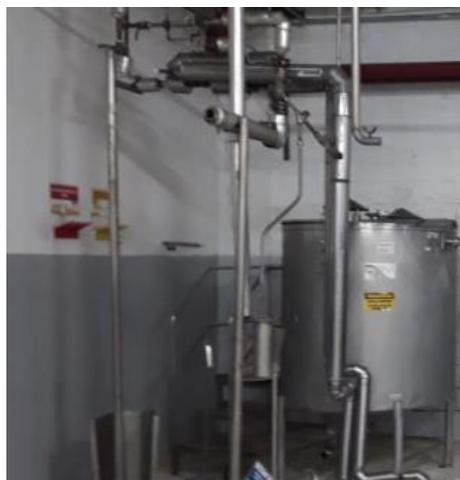


Figura 54. Definición de recursos a priorizar y diseño de programación

Fuente: Propia

4. **Reubicar equipos (DM, enfriador, entre otros) y habilitar línea operativa de Salsa Roja con recorrido óptimo de tuberías:** Se reubicaron los equipos mencionados y el recorrido se redujo de 150 metros a menos de 60 metros.

Antes



Después



Figura 55. Antes y Después de Reubicación de equipos en Preparación de Salsa Roja

6. y 7. Capacitación a los operadores de envasadoras y preparadoras sobre los paros no planeados de máquina en espera por Reflejo de proceso anterior/posterior: Esta capacitación se dio con la ayuda de una de las Herramientas propias de la Fábrica llamada Lección de Un Punto, que es usada cuando se quiere dar capacitación sobre un tema en particular con el fin de garantizar la asimilación del tema dado.

Se capacitó no sólo a los operadores y preparadores principales, sino a los que por datos históricos han sido sus reemplazos. En el caso de las preparaciones no existe ausentismo sin embargo con esto se descarta la

generación de cualquier error en la información registrada en los controles operacionales.

Adicional a esta capacitación, se generó un plan macro sobre la estandarización de los paros no planeados, ya que se evidenció que existen muchos eventos obsoletos que generan confusión en los operadores y en los que ingresan la información. Por ejemplo, de los 7 tipos de paros no planeados que existen, en el de máquina en espera hay 79 tipos de casos diferentes, de los cuales muchos o están obsoletos porque mejoras del área, o se complementan entre sí. Esto será explicado con detalle en la etapa de Control.

4.1.4. Resultados

Luego de la implementación de los primeros planes de acción, se puede observar en la Figura 56 que nuestra variable de respuesta se ha reducido drásticamente de 13.44 horas en promedio a 3 horas en promedio, es decir una reducción del 80% aproximadamente como se había planteado en los objetivos. Se puede observar en esta gráfica la tendencia desde el año 2017 donde en sólo existieron 3 eventos de 3 horas de pérdidas semanales, al año 2018 cuyas horas perdidas luego de la semana 22 son de 3 horas o menos en todas las semanas, acercándose a cumplir el Benchmark.

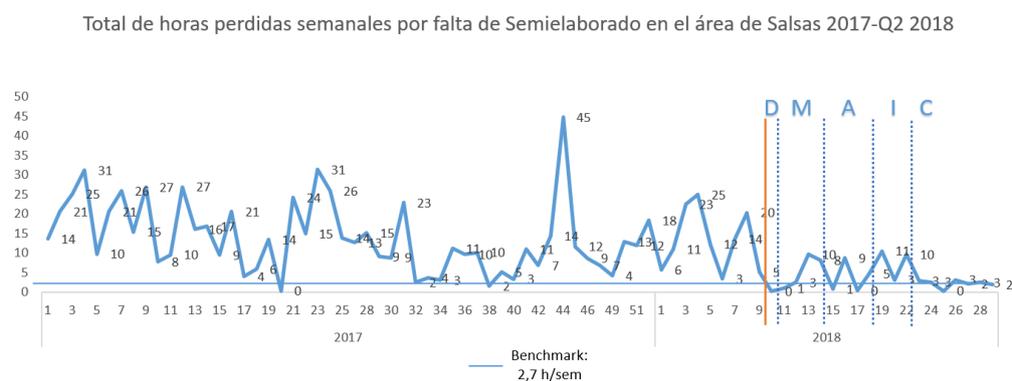


Figura 56. Serie de tiempo de horas perdidas semanales por falta de Masa 2017-Q2 2018

Fuente: Propia

Se puede observar en la gráfica que, de manera general, existe una reducción en estos tiempos perdidos comparando con el año 2017 siendo estable desde la etapa de Control.

Revisando en detalle los datos del año 2018 en la figura 57, podemos evidenciar que desde que se implementaron los primeros proyectos se ha cumplido el objetivo del proyecto en 5 de las 7 semanas analizadas, llegando inclusive en una semana a una pérdida semanal de 0.3 horas. Esta tendencia positiva se mantiene hasta la semana 29 que se hace el corte para la evaluación de los resultados de los proyectos.

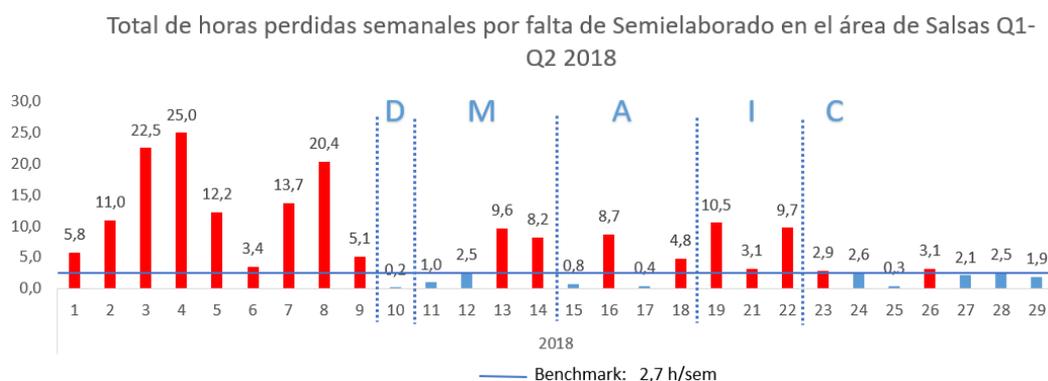


Figura 57. Total de horas perdidas semanales por falta de Masa Q1 y Q2 2018

Fuente: Propia

Se proyecta a continuación el análisis del impacto en los tiempos de limpiezas y tiempos de cambios de formato, puesto que es otro de los objetivos:

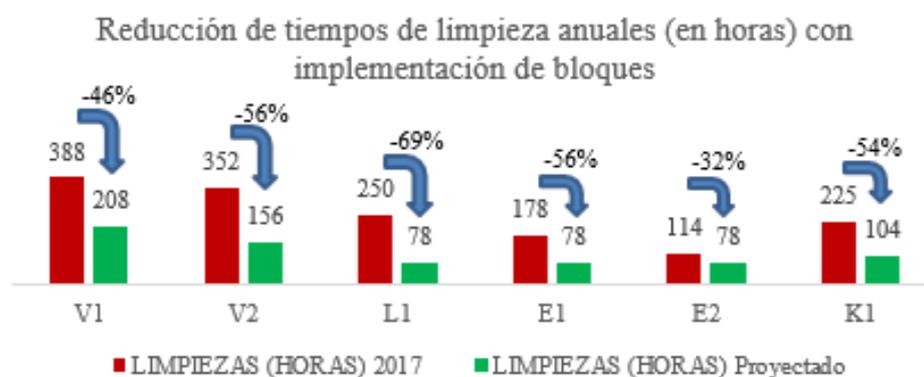


Figura 58. Proyección de reducción de tiempos de limpieza en Aderezos con implementación de Bloques

Fuente: Propia

Como se observa en la figura anterior, el impacto será completamente positivo para la reducción de los tiempos de limpieza, contribuyendo en la reducción de la mitad del tiempo de paro planeado en este rubro para los años posteriores.

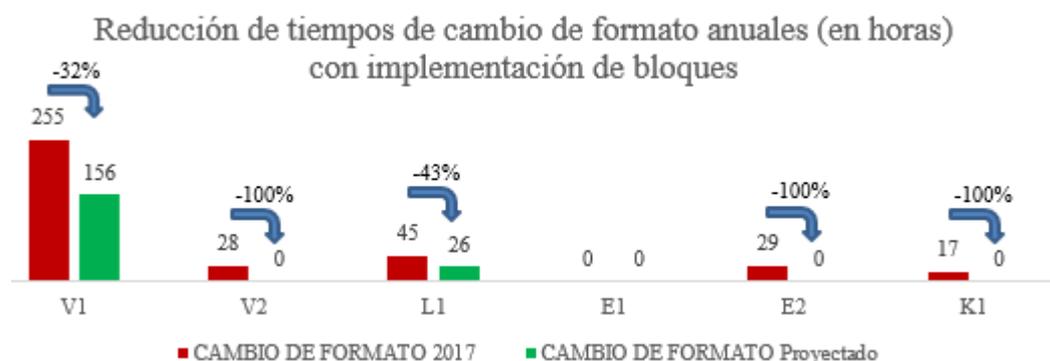


Figura 59. Proyección de reducción de tiempos de Cambios de formato en Aderezos con implementación de Bloques

Fuente: Propia

En el caso de los Tiempos de Cambios de formato, existirán 3 recursos que no necesitarán hacerlo que son V2, E2 y K1, reduciendo además desperdicios de material de empaque y producto durante las calibraciones.

4.2. Control

4.2.1 Estandarización

Con el fin de mantener los cambios positivos generados durante la implementación de este proyecto, se procedió a realizar la estandarización de algunas actividades y procesos que describiremos a continuación.

La primera estandarización se dio a nivel de sistema al revisar y depurar todos los tipos de paros no planeados del área de Aderezos. A lo largo del tiempo se han añadido más escenarios de Paros no planeados, pero no eliminado los que son obsoletos, generando un listado sumamente largo de 79 casos distintos que complicaba y confundía a los operadores y al personal que ingresa la información del sistema.

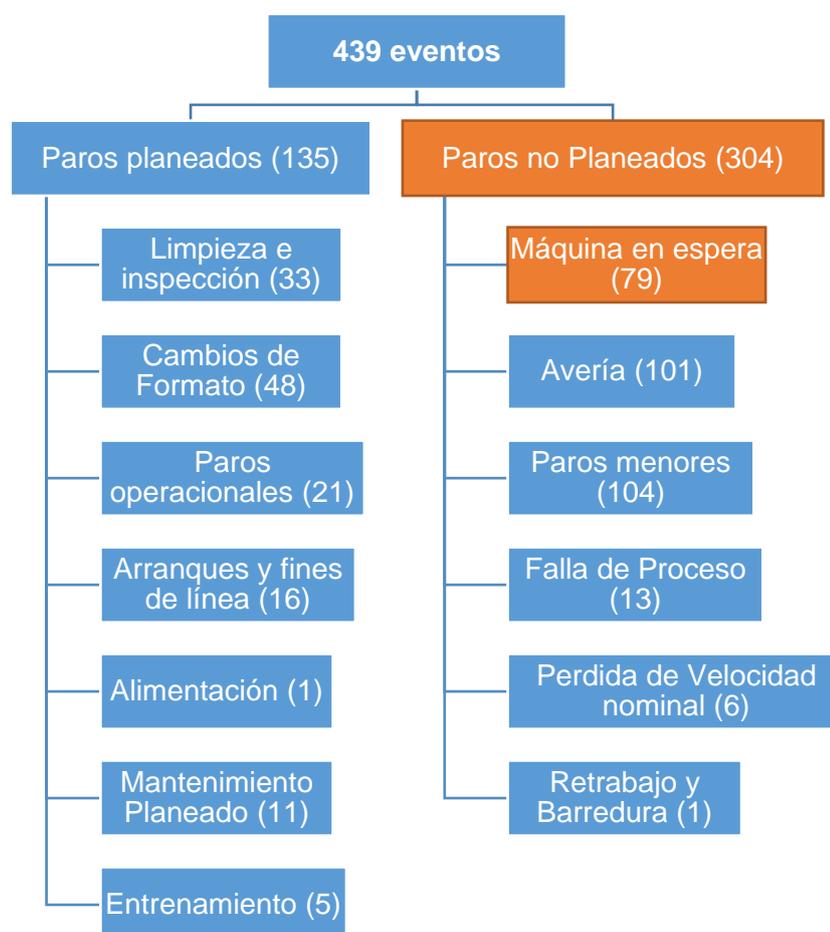


Figura 60. Cantidad de eventos por Paro Planeado y Paro no Planeado en el área Aderezos

Fuente: Propia

Luego de reuniones con operadores, preparadores y personal de oficina a cargo del ingreso de la información, se concluyó que son necesarios sólo 23 paros no planeados por máquina en espera para registrar los posibles escenarios. Esto fue confirmado y aprobado por el departamento de Mejora continua y se generó la capacitación no solo a los operadores de las preparadoras y envasadoras sino se replicó al área de Caldos. Este punto también fue elevado a las otras 3 áreas de la fábrica para que puedan depurar estos ítems sin uso que generan dificultades en el ingreso de la data.

Todas las preparaciones y operaciones de equipos se encuentran estandarizados con sus respectivos Manuales de Operación, y aunque estos se encuentran actualizados, no incluyen ciertas prácticas, actividades más específicas y controles que cada operador va desarrollando y mejorando. Por lo que se revisaron todos los Manuales de Operación y Preparación y fueron actualizados.

4.2.2 Control del proceso

Se levantaron los siguientes indicadores con el fin de medir y controlar que la implementación del proyecto se mantenga:

Tabla 13 Listado de indicadores para control

(fuente: Propia)

Indicador	Definición	Quién	Cuándo	Cómo	Obj
Paro no planeado Máquina en Espera-falta de masa Diario (Roja)	Horas de máquina en espera por falta de masa Salsa Roja	Digitador	Diario	Reporte del Sistema SAM	0 horas
Paro no planeado por máquina en Espera-falta de masa Diario (Blanca)	Horas de máquina en espera por falta de masa Salsa Blanca	Digitador	Diario	Reporte SAM	0 horas
Adherencia Calidad de Data	Si la data Real es exacta a la Data en el Sistema	Digitador	Diario	Reporte SAM	100%
PNP Máquina en Espera-falta de masa Semanal (Roja)	Horas de máquina en espera por falta de masa Salsa Roja	Jefe de Turno	Semanal	Reporte SAP	2,7 horas
PNP Máquina en Espera-falta de masa Semanal (Blanca)	Horas de máquina en espera por falta de masa Salsa Blanca	Jefe de Turno	Semanal	Reporte SAP	2,7 horas

Los indicadores se llevaron a cada reunión operacional pertinente y se socializaron con el equipo, con el fin de poderlos usar y levantar planes de

acción en caso de desviarse. Estos indicadores siguen el formato definido por la fábrica y se encuentra pegado en la pizarra de la reunión operacional, los indicadores diarios se revisan todos los días a las 09h00 y los semanales se revisan los lunes a la misma hora. Debido a la gran cantidad de indicadores, los 5 ítems se encuentran en dos indicadores distintos y se muestran en las figuras a continuación:

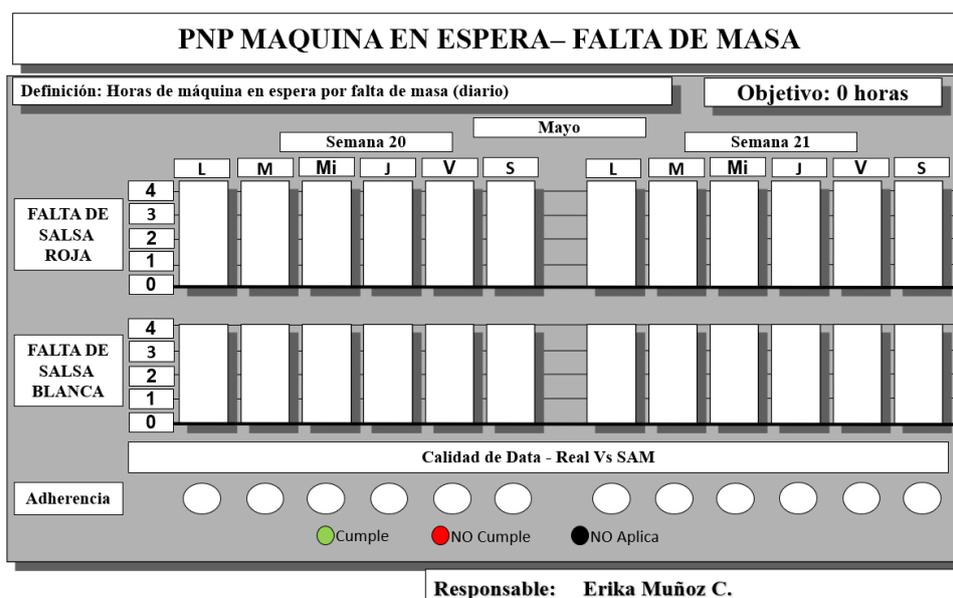


Figura 61. Indicador de máquina en espera por falta de masa diario y Calidad de Data.

Fuente: Propia

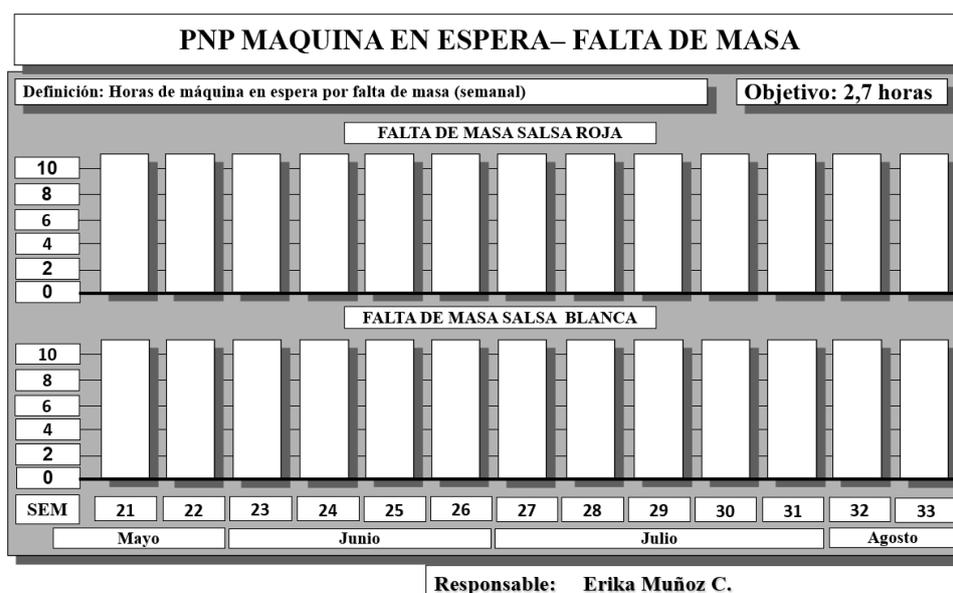


Figura 62. Indicador de máquina en espera por falta de masa Semanal.

Fuente: Propia

Es importante recalcar que ya existe un flujo definido en caso de no cumplimiento con indicadores en las reuniones operacionales, el cual genera primero un análisis del por qué es generado y dos tipos de planes de acción, el correctivo para que no se repita al día siguiente y el preventivo, que es para que no vuelva a generarse en el futuro. Esto garantiza que nuestra variable de respuesta se encuentra monitoreada a diario y semanalmente, y se levantarán planes de acción en caso de incumplimiento.

No se ve necesario levantar un indicador a nivel de la reunión operacional mensual, puesto que en esta reunión se ven valores Macros como los Paros no Planeados totales. Sin embargo, si es posible escalar un plan de acción desde una reunión Operacional hasta una mensual en caso de que se requiera un soporte mayor en su implementación.

4.2.3 Capacitación

Las capacitaciones empezaron desde la implementación de los planes de acción, y se continuó capacitando en los temas que eran estandarizados para lograr una estabilidad del proyecto a lo largo del tiempo. Los temas que se impartieron a diferentes operadores y preparadores fueron:

- Paro no planeado por máquina en espera por falta de masa – Reflejo proceso posterior/anterior.
- Detalle de Paros no planeados por máquina en espera: Este es el plan Macro con la actualización con 23 escenarios. Esta capacitación se dio además al personal que ingresa información al sistema.
- Actualización de Manuales de Operación de los recursos L1, E1, E2, V1, V2, K.
- Actualización de los Manuales de Preparación de las preparadoras de Salsa Blanca, Salsa Roja, Salsa Compuesta y Salsa Amarilla.

Adicional, se impartieron muchas más capacitaciones a lo largo de este proyecto al personal administrativo, soporte de este proyecto, entre los más destacados son:

- Metodología DMAIC al equipo multidisciplinario, con el fin de que puedan levantar proyectos similares en sus áreas de trabajo cuando este proyecto se implemente.
- Usos de los archivos Simuladores de consumos por hora y turno, a los jefes de turno con el fin de que, en casos excepcionales de alteraciones en el programa, puedan garantizar el cumplimiento y no generar paros en el proceso por falta de capacidad.
- Nuevos indicadores para control de paro no planeado por falta de masa. Estos indicadores fueron entregados al equipo de fabricación, por lo que la capacitación se dio al equipo multidisciplinario que atiende a esta reunión.

4.2.4 FODA

Se realizó el análisis FODA a la implementación del proyecto, con el fin de aprender y mejorar para las siguientes implementaciones.

FODA PROYECTO DMAIC	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>La organización del proyecto, metodología y objetivos definidos y claros.</p> <p>Buen trabajo en equipo del equipo multidisciplinario</p> <p>El resultado financiero es alto, y genera la atención y apoyo de todas las áreas.</p> <p>El impacto también afecta positivamente a otras áreas como calidad y mantenimiento.</p> <p>Se trabaja en conjunto con el departamento de proyectos, por lo que existen planes en paralelo que se complementan a los planes de este proyecto.</p>	<p>La Calidad de Data no era confiable, tomó mucho tiempo levantar información adicional para la etapa de análisis</p> <p>No todos los planes de acción pueden ser implementados de inmediato, por la alta saturación en las líneas de Aderezos</p> <p>Faltan medidores de flujo en el sistema, por lo que las mediciones o comprobaciones de consumo, caudal, entre otros, tenían que ser manuales y no precisas.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Las estandarizaciones de los tipos de paros en sistema se pueden replicar a nivel de toda la Fábrica para mejorar la Calidad de Data.</p>	<p>La alta saturación de los recursos V1 y V2 retrasará la implementación completa de los Bloques de Producción.</p> <p>Los bloques de Producción tienen una flexibilidad pequeña, por lo que si existe un incremento alto en la demanda de los sku de V1 y V2, se deberá volver a simular escenarios para evitar impactos en la variable de respuesta.</p>

Figura 63. FODA de proyecto DMAIC

Entre las fortalezas resaltables se encuentra la buena sinergia del equipo multidisciplinario que permitió una buena organización, implementación de metodología y tener objetivos definidos y claros. El proyecto era de un impacto financiero alto y generaba beneficios adicionales, por lo que permitía una colaboración total de los demás departamentos.

Entre las debilidades encontradas la primera fue la mala Calidad de Data, puesto que toda la información se encontraba en el sistema, pero con errores. Otra debilidad importante fue la dificultad en planificar la implementación de planes de acción sobre reestructuraciones y mejoras

en preparaciones ya que no se tenía espacio en el programa de producción macro para paradas de fabricaciones de masas.

La oportunidad más grande encontrada fue que la estandarización se puede expandir y aplicar a toda la fábrica, con el fin de mejorar la Calidad de Data.

Entre las amenazas de nuestro proyecto, la principal es la alta saturación de los recursos V1 y V2 principalmente, los cuales pueden atrasar la implementación de los planes de acción si existiese un incremento en la demanda por encima del usual.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Luego de la implementación de este proyecto DMAIC, los Paros no Planeados por falta de masa en el área de Aderezos se redujeron en un 83.6%, manteniéndose en promedio en 2.2 horas perdidas semanales durante 7 semanas a partir de la etapa de Control.
- Aunque sólo 6 de los 9 planes fueron implementados, la variable de respuesta mostró resultados positivos en las semanas posteriores a la implementación del proyecto. Los demás planes de acción ayudarán no solo a mejorar y sostener la implementación, sino impactar en otras áreas como:
 - Calidad: Al reducir el 80% en promedio de tiempos de limpieza.
 - Medio Ambiente: Al reducir los recorridos de tuberías, que generan aproximadamente 200 Kilos de masa que se deben botar a la Planta de Tratamiento en cada limpieza semanal.
 - Técnico: Al reducir las manipulaciones de las máquinas al reducir los cambios de formatos.
 - Planificación: Al hacer producciones más estables que garanticen el cumplimiento de la producción.
- Durante la etapa de Definición, se trabajó mucho en el levantamiento y procesamiento de la información ya que no se tenía buena Calidad de Data. Sin embargo, este atraso necesario permitió partir con buena información que nos generó análisis eficaces y un enfoque claro. El equipo multidisciplinario trabajó en perfecta sincronía y recibió el apoyo de todos los departamentos puesto que este proyecto tenía impactos en diversas áreas.
- En la etapa de Medición se realizó el mapeo del proceso, diagramas de flujos y análisis de datos que permitieron estratificar hasta en 4 niveles la información. Esto nos llevó a la generación de dos problemas enfocados, con relación a la producción de Salsa Roja y Salsa Blanca.
- En la etapa de análisis se utilizaron varias herramientas para la identificación de causas raíces encontrando así 12 Causas Raíz potenciales. Todas ellas fueron confirmadas sea visualmente o con datos bajados del sistema SAP y analizados posteriormente.
- En la etapa de implementación, se evaluaron los Planes de Acción y se priorizaron 10, dejando los otros 2 pendientes para ser planificados en el Programa Macro de programación. Entre estos Planes de acción,

fueron cerrados 6 planes de acción, quedando los otros 4 pendientes a que las líneas saturadas nivelen sus stocks y poder parar la línea para implementarlos.

- En la etapa de control se levantaron 5 indicadores para monitorear y mantener la implementación del proyecto. Estos indicadores son gestionados en la Reunión Operacional diaria y Semanal llevada por el equipo de fabricación y un representante de los demás departamentos., donde en caso de incumplimiento se levantarán planes de acción correctivos y preventivos como parte de la metodología de la reunión.

5.2 Recomendaciones

- Luego de realizar el FODA de nuestro proyecto, una de las recomendaciones es analizar la calidad de Data previo el arranque del proyecto, ya que esto puede impactar directamente en los tiempos de entrega de las diferentes etapas e inclusive evidenciar que puede usarse otro tipo de herramienta.
- Se recomienda en caso de ser posible, realizar estos proyectos semanas cercanas a una parada de mantenimiento, con el fin de poder implementar cualquier plan de acción inmediatamente. Caso contrario, será difícil coordinar en el Programa de Producción una parada de varios días para implementar cambios en una máquina saturada.
- Es importante ser realistas en los planes de acción y sobre todo en las fechas de implementación. Existen no sólo temas de presupuesto que toman tiempo de aprobar, sino paradas de producción en recursos saturados, evaluaciones de calidad, mantenimientos, entre otros que consecuentemente impactarán en los tiempos de la implementación del proyecto y en la entrega de resultados de este.
- Se recomienda realizar la implementación de dos planes de acción adicionales relacionados a una causa raíz potencial que fue descartada por ser de bajo impacto y mucha dificultad de controlar e implementar. Esta causa raíz fue analizada de forma independiente puesto que representan impactos positivos en el área de Calidad, y su análisis completo se puede observar en el ANEXO C. Los planes de acción recomendados se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 14 Planes de acción adicionales recomendados

(fuente: Propia)

Planes de acción adicionales		
No.	Causas raíces	Planes de acción
1	El recurso de preparación de Salsa Blanca no trabaja automáticamente	Automatizar las aperturas de válvulas de paso en la preparación de Salsa Blanca
2	La preparación de Salsa Blanca no tiene celdas de carga o medidores de flujo para premezcla, ácido y aceite.	Colocar medidores de flujo para la premezcla y ácido y celdas de carga para el aceite.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bose, T. K. (2012). Application of Fishbone Analysis for Evaluating Supply Chain and Business Process. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 3(2), 17-24.
- [2] Chase, R. B., Jacobs, F., & Aquilano, N. J. (2009). *Operations and Supply Management* (12 ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.
- [3] Cooke, G., & Lewis, P. (2013). Developing a lean measurement system to enhance process improvement. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 4, 145-151. doi:10.1051/ijmqe/2013058
- [4] Hors, C., Goldberg, A. C., Pereira de Almeida, E. H., Babio Junior, F. G., & Rizzo, L. V. (2012). Application of the enterprise management tools Lean Six Sigma and PMBOK in developing a program of research management. *Health economics and management*, 480-490.
- [5] Mantilla Celis, O. L., & Sánchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios gerenciales*, 28(124), 22-43.
- [6] Miño-Cascante, G., Saumell-Fonseca, E., Toledo-Borrego, A., Roldan-Ruenes, A., & Moreno García, R. R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. *Tecnología Química*, 35(2), 208-219.
- [7] Raupp, F. M., De Angeli, K., Alzamora, G. G., & Maculan, N. (2015). Mrp optimization model for a production system with remanufacturing. *Pesquisa Operacional*, 35, 311-328.
- [8] Rojas Trejos, C. A., Saavedra Arango, L. F., & Orejuela Cabrera, J. P. (2017, Diciembre). Scheduling of internal materials supply operations in a pre-milling type concentrate food plant. *Producción + Limpia*, 17(2), 147-158. doi:10.22507/pml.v12n1a12
- [9] Sokovic, M., Pavletic, D., & Kern Pipan, K. (2010, November). Quality Improvement Methodologies-DPCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. (I. O. Press, Ed.) *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.

ANEXOS

ANEXO A

Datos para la serie de tiempos de Horas perdidas semanales por paro no planeado por falta de masa

Año	Semana	Horas perdidas de PNP por falta de masa
2017	1	13,58
2017	2	20,67
2017	3	25,20
2017	4	31,26
2017	5	9,79
2017	6	20,60
2017	7	25,90
2017	8	15,43
2017	9	26,85
2017	10	7,79
2017	11	9,59
2017	12	26,97
2017	13	16,15
2017	14	16,88
2017	15	9,45
2017	16	20,59
2017	17	4,04
2017	18	5,87
2017	19	13,50
2017	20	0,33
2017	21	24,26
2017	22	14,90
2017	23	31,36
2017	24	25,96
2017	25	13,82
2017	26	0,00
2017	27	12,70
2017	28	15,12
2017	29	9,06
2017	30	8,84
2017	31	22,95
2017	32	2,45
2017	33	3,69
2017	34	3,03

Año	Semana	Horas perdidas de PNP por falta de masa
2017	35	11,25
2017	36	9,65
2017	37	10,16
2017	38	1,50
2017	39	5,17
2017	40	3,32
2017	41	10,97
2017	42	6,83
2017	43	14,33
2017	44	44,79
2017	45	11,63
2017	47	0,00
2017	46	8,64
2017	48	6,90
2017	49	4,16
2017	50	12,90
2017	51	11,90
2017	52	18,30
2018	1	5,76
2018	2	10,98
2018	3	22,53
2018	4	24,95
2018	5	12,23
2018	6	3,42
2018	7	13,65
2018	8	20,35
2018	9	5,08

ANEXO B

Listado de porcentaje de pérdidas de masa en receta

Porcentaje de pérdida de masa en receta			
Envasadora	Masa	Formato	Porcentaje de pérdida en receta
L1	Salsa Roja	1Kg	103%
	Salsa Amarilla	1Kg	102%
	Salsa Compuesta	1Kg	103%
	Salsa Blanca	900g	103%
	Salsa Blanca	4Kg	104%
	Salsa Amarilla	4Kg	102%
	Salsa Compuesta	4Kg	100%
	Salsa Roja	550g	105%
	Salsa Amarilla	550g	102%
	Salsa Compuesta	550g	105%
	Salsa Roja	200g	101%
	Salsa Blanca	200g	101%
	Salsa Compuesta	200g	102%
	Salsa Amarilla	200g	102%
	Salsa Roja	550g	100%
V1	Salsa Compuesta	550g	101%
	Salsa Amarilla	550g	100%
	Salsa Blanca	400g	101%
	Salsa Roja	240g	100%
	Salsa Blanca	240g	100%
	Salsa Amarilla	240g	101%
	Salsa Roja	30g	101%
	Salsa Blanca	30g	102%
	Salsa Amarilla	30g	102%
	Salsa Compuesta	30g	102%
E1	Salsa Roja	100g	102%
	Salsa Blanca	90g	102%
	Salsa Amarilla	100g	101%
	Salsa Roja	30g	101%
	Salsa Blanca	30g	102%
	Salsa Amarilla	30g	102%
	Salsa Compuesta	30g	102%
	Salsa Roja	240g	100%
E2	Salsa Blanca	240g	100%
	Salsa Amarilla	240g	100%
	Salsa Roja	200g	101%
	Salsa Blanca	200g	101%
	Salsa Amarilla	200g	101%
	Salsa Compuesta	200g	100%
	Salsa Amarilla	370g	102%
	Salsa Blanca	330g	100%
K	Salsa Roja	400g	101%
	BBQ	400g	101%

ANEXO C

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ POTENCIAL DESCARTADA: INESTABILIDAD DE PREPARACIÓN DE SALSA BLANCA

Esta causa raíz fue descartada en la sección de Análisis, puesto que su impacto era bajo y su controlabilidad al igual que implementación eran difíciles de realizar. Sin embargo, este análisis fue realizado en paralelo puesto que el impacto a nivel de calidad podía tener un potencial significativo. La masa Salsa Blanca representa el principal contribuyente en las masas con mayores variaciones con respecto a los parámetros, y es porque el proceso es inestable permitiendo alteraciones durante la preparación que inciden directamente en el producto final.

Se analizó esta causa raíz usando la herramienta de 5 Porqués, y se tiene lo siguiente:

5 Por qué											
5 Por qué		Máquina en espera por falta de Salsa Blanca impacta con 124 horas perdidas en el 2017, ocurre cuando se combinan la producción de las máquinas envasadoras con tolva y tanque pulmón durante el tiempo de producción en las envasadoras de masa. No está relacionado con las habilidades del									
	1ra Ronda	Hipótesis	2da Ronda	Hipótesis	3era Ronda	Hipótesis	4ta Ronda	Hipótesis	5ta Ronda	Hipótesis	Ideas de mejora
1	Pregunta	¿Por qué el proceso de producción de Salsa Blanca no es estable?	¿Por qué la Salsa Blanca se corta aleatoriamente al existir pequeñas variaciones en el proceso?	¿Por qué la preparación depende totalmente de la mano de obra?	¿Por qué las válvulas son manuales y el operador tiene que realizar cada paso del proceso?						
	Respuesta	Porque la Salsa Blanca se corta aleatoriamente al existir pequeñas variaciones en el proceso	Porque la preparación depende totalmente de la mano de obra	Porque las válvulas son manuales y el operador tiene que realizar cada paso del proceso	Porque el recurso no trabaja automáticamente						Automatizar las aperturas de válvulas de paso en el recurso de preparación de Salsa Blanca
	Pregunta			¿Por qué la preparación depende totalmente de la mano de obra?	¿Por qué las cantidades de ácido y aceite se miden por altura y no por kilos como indica la receta?						
	Respuesta			Porque las cantidades de premezcla, ácido y aceite se miden por altura y no por kilos como indica la receta	Porque la preparación no tiene celdas de carga o medidores de flujo para premezcla, ácido y aceite.						Colocar medidores de flujo para la premezcla y ácido y celdas de carga para el aceite.

Figura 64. 5 Porqués de causa raíz potencial descartada

Fuente: Empresa objeto a estudio

De este análisis, se puede resumir dos Causas raíces potenciales, las cuales serán verificadas con el método Visual, en el GEMBA.

El recurso de preparación de Salsa Blanca no trabaja automáticamente.



Figura 65. Válvulas manuales en el recurso de preparación de Salsa Blanca

Fuente: Empresa objeto a estudio

Se evidencia que todas las válvulas de paso son manuales, estas deben ser abiertas o cerradas según la etapa del proceso de preparación. El control del vacío se lo realiza de manera visual y es el indicador principal para conocer cuando el proceso inicia, el tiempo de homogenización y cuando finalizar el proceso. El panel de control también es completamente manual.

La preparación de Salsa Blanca no tiene celdas de carga o medidores de flujo para premezcla, ácido y aceite.

Como se evidencia en la figura a continuación, el proceso no tiene celdas de carga, sino que trabaja con mediciones de nivel marcadas con flechas como muestra la foto o con barras indicando la altura requerida. Al ser una medición visual, es posible que no se cumplan las medidas generando mayores consumos a los estándares e inclusive generando más masa que la reportada en la receta al añadir más materiales durante la preparación.



Figura 66. Tanque de ácido acético con nivel de altura visual (flecha)

Fuente: Empresa objeto a estudio

Como se detalla previamente, estas dos causas potenciales fueron confirmadas por el equipo multidisciplinario de forma visual.

Los planes de acción sugeridos para eliminar estas causas raíces son los siguientes:

Tabla 15 Listado de Soluciones para causa raíz potencial descartada

(fuente: Propia)

LISTADO DE SOLUCIONES		
No.	Causas raíces	¿Cuáles son las soluciones sugeridas para las causas raíces identificadas?
1	El recurso de preparación de Salsa Blanca no trabaja automáticamente	Automatizar las aperturas de válvulas de paso en la preparación de Salsa Blanca
2	La preparación de Salsa Blanca no tiene celdas de carga o medidores de flujo para premezcla, ácido y aceite.	Colocar medidores de flujo para la premezcla y ácido y celdas de carga para el aceite.

Se realizó también el plan de implementación 5W2H para estas soluciones sugeridas:

Tabla 16 Plan de implementación 5W2H recomendados para causa raíz potencial descartada

(fuente: Propia)

ID	¿Qué? (What)	¿Por qué? (Why) (Causa Raíz)	¿Cómo? (How)	¿Dónde? (Where)	¿Quién? (Who)	¿Cuánto?	¿Cuándo?	Estado
1	Automatizar las aperturas de válvulas de paso en la preparación de Salsa Blanca	Para que el proceso de producción de Salsa Blanca sea estable y automático	Creando un proceso automático	Preparación Salsa Blanca	Proyectos	\$10.000	2020	No priorizado
2	Colocar medidores de flujo para la premezcla y ácido y celdas de carga para el aceite.	La preparación de Salsa Blanca no tiene celdas de carga o medidores de flujo para premezcla, ácido y aceite.	Asegurando el cumplimiento de la receta	Preparación Salsa Blanca	Proyectos	\$25.000	2020	No priorizado