

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Reducción de tiempo de limpieza de procesos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Edwin Adrián Calderón Zambrano

Rubén Steven Carcelén Vásconez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El esfuerzo es una de las claves del éxito de las personas. Dedico esta tesis a aquellas personas que me lo han demostrado. A mis padres que siempre han estado como base fundamental para cada paso a través de los años y a sus profundas enseñanzas. A mis hermanas por siempre escuchar cada historia universitaria con risas o enojos y mostrarme su apoyo. A mis tíos y abuelas quienes formaron gran parte de mi desarrollo personal mostrándose presentes 24/7. A “El Hexágono” y otras distinguidas amistades quienes mostraron un gran apoyo desde el colegio hasta estas instancias. De todas las experiencias vividas, de cada gota de sudor y de cada sentimiento, he aprendido que todo detalle cuenta. Por esto y más, les dedico cada logro por mínimo que este pueda parecer.

-Edwin Adrián Calderón Zambrano.

DEDICATORIA

Caminando en línea recta, uno no puede llegar tan lejos.

Por eso dedico todo el esfuerzo, sacrificio y logros a lo largo de este camino a Dios, a quien he confiado la totalidad de mis planes futuros. Gracias todos los días.

A Rubén y Ana, mis padres, quienes han sido mi soporte, inspiración y fuerzas en todos los momentos de mi vida. No me bastará el tiempo en este mundo para agradecerles lo que han hecho por mí.

A Aurora y Billy, mis hermanos, que me han enseñado a ser mejor persona en cada situación cotidiana.

A mis amigos, los de siempre, firmes a mi lado en todas. Gracias Daniel, Carolina y Pedro.

A mis guías en el cielo que me acompañan siempre, Aurora y Don Remi.

Y a mí, por encontrar razones cuando todo parecía desvanecerse.

Lo logramos.

-Rubén Steven Carcelén Vásconez.

AGRADECIMIENTOS

Por parte de los autores buscamos agradecer a Dios por el goce de buena salud durante este periodo académico. También buscamos hacer una mención especial a nuestra tutora María Fernanda López, M.Sc. por su apoyo y consejos para lograr la correcta ejecución de la metodología. A la universidad por brindar los conocimientos requeridos para hacer de este sueño algo posible. A la empresa por brindar el espacio y medios en el desarrollo del proyecto. Finalmente, a nuestras familias por el apoyo incondicional y hacer del proyecto una experiencia amena y agradable.

-Autores.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Edwin Adrián Calderón Zambrano* y *Rubén Steven Carcelén Vásconez* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Edwin Adrián Calderón
Zambrano



Rubén Steven Carcelén
Vásconez

EVALUADORES

Sofía Anabel López Iglesias, M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

María Fernanda López Sarzosa, M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto muestra el desarrollo de la metodología DMAIC aplicada en los procesos de limpiezas en una industria de alimentos. En la fase de definición se establecieron los puntos de partida para el desarrollo, donde como foco del proyecto se establece la variable de respuesta “Tiempos de limpiezas profundas en procesos” cuya duración era de aproximadamente 9.20h. En esta fase se define, además, una triple línea base enfocado en los pilares de la sostenibilidad: en lo económico se definieron costos por mano de obra y por máquina parada por limpieza, en lo social se definió la métrica por el tiempo de exposición a riesgos ergonómicos durante la limpieza y finalmente, en pro del medio ambiente, se tienen dos métricas, una enfocada en la cantidad de agua y otra en la cantidad de químicos usados por limpieza.

Durante la etapa de medición se logró determinar los datos estratificados, mostrando un mejor enfoque del problema permitiendo enfocar todos los esfuerzos en cada uno de los factores de estratificación. Luego, durante la etapa de análisis se ejecutó el planteamiento de las posibles causas para posteriormente establecer las causas raíz del problema enfocado. Finalmente, se propusieron mejoras a cada causa raíz, entre las que fueron aprobadas por la empresa se cuenta con agregar linternas removibles en el interior del horno, añadir linternas de casco a los operadores, entre otras, cuya implementación generó gran impacto logrando resultados satisfactorios.

Se logró una reducción de 1,23 horas, lo que implica una nueva referencia de 7,45 horas de limpieza profunda en procesos. Teniendo de esta manera un resultado importante en la triple línea base como reducción de \$538.45 en costos de máquina parada y \$59.20 en costo de mano de obra por limpieza. En lo social se obtuvo una reducción de 0.45 horas sobre la exposición a riesgos ergonómicos. En pro del medio ambiente se tuvo una reducción de 20 litros y 1200 litros de químicos y agua respectivamente por limpieza. No obstante, se elaboraron propuestas de control para cada solución con la finalidad de sostenerlas a través del tiempo.

Palabras claves: Metodología, mejora, limpiezas, restricciones, métricas.

ABSTRACT

This project shows the development of the DMAIC methodology applied to cleaning processes in a food industry. In the definition phase, the base line for the development was established, where the focus of the project was the response variable "Deep cleaning times in processes" whose duration was approximately 9.20 hours. In this phase, a triple bottom line was also defined, focused on the pillars of sustainability: in the economic area, costs per labor and per machine stopped for cleaning were defined; in the social area, the metric for the time of exposure to ergonomic risks during cleaning was defined; and finally, in favor of the environment, two metrics were defined, one focused on the amount of water and the other on the amount of chemicals used for cleaning.

During the measurement stage it was possible to determine the stratified data, showing a better approach to the problem, allowing to focus all efforts on each of the stratification factors. Then, during the analysis stage, the possible causes were identified in order to subsequently establish the root causes of the focused problem. Finally, improvements were proposed for each root cause. Among those approved by the company were the addition of removable lanterns inside the furnace, the addition of helmet lanterns for the operators, among others, which implementation had a great impact and achieved satisfactory results.

A reduction of 1.23 hours was achieved, which implies a new reference of 7.45 hours for deep cleaning in processes. This resulted in a significant reduction of \$538.45 in machine downtime costs and \$59.20 in labor costs per cleaning in the triple baseline. In the social area, a reduction of 0.45 hours of exposure to ergonomic risks was obtained. In terms of the environment, there was a reduction of 20 liters and 1200 liters of chemicals and water, respectively, per cleaning. However, control proposals were developed for each solution to sustain them over time.

Keywords: *Methodology, improvement, cleaning, restrictions, metrics.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO 1	1
1 Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Marco teórico	4
1.2.1 Metodología DMAIC	4
1.2.2 Inocuidad de alimentos.....	5
1.2.3 Voice of customer (VOC).....	5
1.2.4 SIPOC	6
1.2.5 5W+1H	6
1.2.6 Limpiezas	6

CAPÍTULO 2	8
2 Metodología	8
2.1 Definición	8
2.1.1 Situación actual	8
2.1.2 Equipo de trabajo	9
2.1.3 Requerimiento del cliente	10
2.1.4 Descripción del problema	11
2.1.5 Definición de la variable.....	13
2.1.6 Justificación del problema	14
2.1.7 Alcance del proyecto	16
2.1.8 Restricciones del proyecto.....	17
2.2 Medición.....	18
2.2.1 Plan de recolección de datos.....	18
2.2.2 Estratificaciones	20
2.2.3 Problema enfocado	21
2.2.4 Diagrama del proceso (OTIDA)	22
2.2.5 Prueba de normalidad de los datos	26
2.2.6 Análisis de estabilidad del proceso.....	28
2.2.7 Análisis de capacidad del proceso	29
2.3 Análisis.....	30
2.3.1 Lluvia de ideas.....	30
2.3.2 Diagrama Ishikawa	32
2.3.3 Ponderación de causas	33
2.3.4 Plan de verificación de causas	37
2.3.5 Verificación de causas.....	40

2.3.6	Análisis de los 5 por qué.....	44
2.4	Mejoras	50
2.4.1	Propuestas de mejora.....	50
2.4.2	Análisis financiero de las soluciones.	52
2.4.3	Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo.....	54
2.4.4	Plan de implementación	55
CAPÍTULO 3	58
3	Implementación y resultados	58
3.1	Explicación de las soluciones propuestas.....	58
3.1.1	Añadir linternas a los cascos de los operadores que realizan limpieza profunda en Coating.....	58
3.1.2	Linterna removible al interior del horno secador.....	58
3.1.3	Desarrollar y enunciar política de uso de flautas.	59
3.1.4	Implementar un control visual de la secuencia de la limpieza profunda. ...	59
3.1.5	Instalar un sistema limpieza con cepillos para la limpieza de la baraja.	59
3.1.6	Estandarizar el proceso de limpieza de la baraja del horno secador.....	60
3.2	Añadir linternas a los cascos de los operadores que realizan limpieza profunda en Coating	60
3.3	Linterna removible al interior del horno secador	60
3.4	Desarrollar y enunciar política de uso de flautas.....	61
3.5	Implementar un control visual de la secuencia de la limpieza profunda.....	61
3.6	Instalar un sistema con cepillos para la limpieza de la baraja.....	62
3.7	Estandarizar el proceso de limpieza de la baraja del horno secador	62
3.8	Resultados generales	62
3.9	Control de mejoras.....	63
3.9.1	Entregable: Checklist de limpieza profunda Coating	65

3.9.2	Entregable: Retroalimentación de limpiezas-Mensual.....	66
3.9.3	Entregable: Checklist de elementos de limpieza-Coating.....	68
CAPÍTULO 4		70
4	Conclusiones y recomendaciones.....	70
4.1.	Conclusiones.	70
4.2.	Recomendaciones.	71
BIBLIOGRAFÍA		72
ANEXOS		74

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
OTIDA	Operación, Transporte, Inspección, Demora, Almacenamiento
DMAIC	Definición, Medición, Análisis, Mejora, Control
ATP	Adenosín Trifosfato
CTQ	Critical-to-quality tree

SIMBOLOGÍA

min	minuto(s)
h	hora(s)

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Equipo de trabajo [Fuente: Elaboración propia]	10
Ilustración 2.2 Voice of Customer [Fuente: Elaboración propia].....	10
Ilustración 2.3 Critical to Quality Tree [Fuente: Elaboración propia].....	11
Ilustración 2.4 Línea base de duración de tiempos de limpieza desde enero a septiembre 2021 [Fuente: Elaboración propia]	12
Ilustración 2.5 SIPOC del proceso de producción de cereal [Fuente: Elaboración propia]	16
Ilustración 2.6 SIPOC del proceso de limpieza profunda [Fuente: Elaboración propia]	17
Ilustración 2.7 Pareto de las Etapas del Proceso [Fuente: Elaboración propia]	20
Ilustración 2.8 Pareto de Cambios de Sabor [Fuente: Elaboración propia]	21
Ilustración 2.9 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 1 de 5 [Fuente: Elaboración propia]	23
Ilustración 2.10 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 2 de 5 [Fuente: Elaboración propia]	23
Ilustración 2.11 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 3 de 5 [Fuente: Elaboración propia]	24
Ilustración 2.12 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 4 de 5 [Fuente: Elaboración propia]	25
Ilustración 2.13 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 5 de 5 [Fuente: Elaboración propia]	25
Ilustración 2.14 Resumen del diagrama OTIDA [Fuente: Elaboración propia]	26
Ilustración 2.15 Prueba de normalidad de datos de limpiezas profundas en Coating [Fuente: Elaboración propia]	27
Ilustración 2.16 Transformación de Johnson [Fuente: Elaboración propia].....	28
Ilustración 2.17 Prueba de estabilidad del proceso de limpieza en revestimiento en cambios desde chocolate [Fuente: Elaboración propia].....	29
Ilustración 2.18 Análisis de capacidad del proceso de revestimiento [Fuente: Elaboración propia]	30

Ilustración 2.19 : Diagrama Ishikawa de las posibles causas [Fuente: Elaboración propia]	33
Ilustración 2.20 Gráfico Pareto de las posibles causas [Fuente: Elaboración propia] ...	35
Ilustración 2.21 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Visibilidad limitada al interior del horno de secado [Fuente: Elaboración propia]	40
Ilustración 2.22 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Cantidad de puntos de aire comprimido. Cantidad de puntos de aire comprimido [Fuente: Elaboración propia]	41
Ilustración 2.23 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Cobertura quemada en banda del horno. Cobertura quemada en banda del horno [Fuente: Elaboración propia]	41
Ilustración 2.24 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Desensamble de cangilones en el elevador. Desensamble de cangilones en el elevador [Fuente: Elaboración propia]	42
Ilustración 2.25 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Acumulación de producto en partes desmontables. Acumulación de producto en partes desmontables [Fuente: Elaboración propia]	43
Ilustración 2.26 Listado de Causas [Fuente: Elaboración propia]	50
Ilustración 2.27 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo de soluciones [Fuente: Elaboración propia]	54
Ilustración 3.1 Checklist de limpieza profunda en Coating [Fuente: Elaboración propia]	65
Ilustración 3.2 Primera sección del checklist de limpieza profunda en Coating [Fuente: Elaboración propia]	66
Ilustración 3.3 Segunda sección del checklist de limpieza profunda en Coating [Fuente: Elaboración propia]	66
Ilustración 3.4 Retroalimentación de limpiezas-Mensual [Fuente: Elaboración propia].	67
Ilustración 3.5 Retroalimentación de soluciones [Fuente: Elaboración propia]	68
Ilustración 3.6 Checklist de elementos de limpieza-Coating [Fuente: Elaboración propia]	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Herramienta 5W +1H [Fuente: Elaboración propia].....	12
Tabla 2.2 Información de justificación económica [Fuente: Elaboración propia]	14
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]	19
Tabla 2.4 Listado de posibles causas conversadas con el operador líder [Fuente: Elaboración propia]	31
Tabla 2.5 Descripción de ponderaciones [Fuente: Elaboración propia]	33
Tabla 2.6 Ponderación de causas y su moda [Fuente: Elaboración propia].....	34
Tabla 2.7 Resultado del diagrama de Pareto y ponderación de causas [Fuente: Elaboración propia]	36
Tabla 2.8 Plan de verificación de causas [Fuente: Elaboración propia]	39
Tabla 2.9 Análisis 5 por qué. Causa: Visibilidad limitada al interior del horno [Fuente: Elaboración propia]	45
Tabla 2.10 Análisis 5 por qué. Causa: Cobertura quemada en la banda del horno [Fuente: Elaboración propia]	47
Tabla 2.11 Análisis 5 por qué. Causa: Acumulación de producto en partes removibles [Fuente: Elaboración propia]	49
Tabla 2.12 Soluciones propuestas para las causas raíz [Fuente: Elaboración propia] .	51
Tabla 2.13 Análisis financiero de soluciones propuestas [Fuente: Elaboración propia]	53
Tabla 2.14 Soluciones propuestas. [Fuente: Elaboración propia]	54
Tabla 2.15 Plan de implementación [Fuente: Elaboración propia]	56
Tabla 3.1 Resultados de implementar linternas en casco [Fuente: Elaboración propia]	60
Tabla 3.2 Resultados de implementar linterna removible en interior de horno [Fuente: Elaboración propia]	61
Tabla 3.3 Resultados de limpieza de baraja del horno secador [Fuente: Elaboración propia]	62
Tabla 3.4 Limpieza profunda en cobertura [Fuente: Elaboración propia].....	63
Tabla 3.5 Plan de control de las soluciones implementadas [Fuente: Elaboración propia]	64

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia del ser humano la producción de alimentos ha representado un papel fundamental dentro del desarrollo cultural y económico de las sociedades primitivas, es por eso, que la industrialización de la producción del sustento alimenticio se considera una actividad de suma importancia debido a que de esa manera se procura establecer estándares de calidad respecto a los alimentos que son ingeridos; de modo que, la agricultura se toma como principal referente sobre las primeras modalidades en que las sociedades sedentarias empezaron a gestionar sus alimentos asociándose directamente con el consumo masivo por parte de todas las personas que conformaban dicho círculo social. (Pérez Samper, 2009, pp. 105-162) Por lo tanto, el momento en que se toma plena consciencia de todos los beneficios que conlleva la producción de alimentos en masa por medio de la agricultura se empieza a establecer diversas técnicas de desarrollo respecto a la manera en que los mismos alimentos cultivados sean de provecho para las personas que habitaban determinada región, ya que, con dichas observaciones el modo de vida sedentario se convirtió en la principal opción que favorece la abundancia de alimentos que pueden ser acaparado como reserva para las aldeas primigenias. (National Geographic, 2016)

En Latinoamérica, el desarrollo de la agricultura sucedió por parte de las culturas mesoamericanas, donde el progreso se encontró fuertemente influenciado por la intervención humana para brindarle cierta prioridad a determinados vegetales para poder brindar abastecimiento alimenticio a un imperio que se encontraba en constante expansión, por eso, las civilizaciones mesoamericanas innovaron al implementar fertilizantes junto huertos flotantes donde se podía ampliar el área de cultivos a través de los lagos existentes a lo largo de las penínsulas mexicanas (Zizumbo Villareal & García Marín, 2008, pp. 85-113), o sea, debido al alto índice de fertilidad presente en todo su territorio se logró idear formas en que la producción masiva de los alimentos se realice de un modo más eficiente donde los factores ambientales se presenten como un

elemento beneficioso al momento hacer las respectivas plantaciones, y sudamericanas, donde el progreso de la agricultura se encontró fuertemente liderado por todos los mejoramientos brindados por la cultura Inca, ya que, la mayor parte de sus territorios se encontraban dentro de la cordillera de los Andes, donde por antonomasia la cultivación de sus alimentos fue el principal recurso de abastecimiento para todos los habitantes del imperio incaico, de modo que, la aplicación de fertilizantes de origen natural que provenían directamente de la región costa, ese abono tendría un origen animal porque se usaba el excremento de aves marinas que era extraído de diversos asentamientos provenientes de las islas, o, solían enterrar cierta cantidad de peces en descomposición junto a las semillas plantadas para que ese material sirva de alimento para la planta en crecimiento (Albeck, 2019, pp. 9-28), por eso, la intervención humana al momento de mejorar la producción de alimento ha sido un agente primordial para que se pueda dar un aumento constante y eficiente dentro de los cultivos de todas las civilizaciones emergentes.

Tras la revolución industrial, las industrias alimenticias empezaron a usar las innovaciones tecnológicas para poder aumentar su producción y así lograr satisfacer a un mayor número de consumidores, ya que, las sociedades sedentarias se transformaron en grandes centros de comercialización donde los métodos convencionales producción quedaron obsoletos; de modo que, el consumo masivo de alimentos procesados se fueron catalizando únicamente en corporaciones que puedan implementar las tecnologías necesarias que puedan facilitar la elaboración de alimentos para que su fabricación sea en menor tiempo y que su calidad siga prevaleciendo dentro de un mercado que se rige por altos estándares de calidad (Gavidia Díaz, 2020), por lo tanto, los alimentos empiezan a ser pensados como un proceso que requieren de ciertas modificaciones para que puedan conservar sus propiedades alimenticias a su vez que puedan producirse de forma multitudinaria.

En la actualidad, Ecuador posee distintas empresas que se encargan de la producción masiva de alimentos, de las cuales un porcentaje elevado posee un origen extranjero, por eso, las mismas deben de mantener ciertos estándares de calidad frente a sus consumidores para poder preservar su modelo de producción eficiente; de modo

que, el presente proyecto investigativo planea acoplarse a dicha necesidad presente: potenciar las actividades de producción que se encuentran en un declive de calidad. La empresa donde se dio apertura a este proyecto, mantiene una dedicación a la distribución de alimentos, de forma más concreta, su producción se centra en la elaboración de cereales, mediante un proceso que destaca debido a la cocción, extrusión y revestimiento de cierta cantidad específica de maíz y arroz; y, dicho proceso de manufacturación suele llevarse a cabo aproximadamente en turno de 8 horas con el uso de recursos humanos igual a cinco operarios, que no solo se encargan de las actividades de producción, sino que, también deben de realizar trabajos complementarios, tales como las limpiezas de las líneas de producción, es decir que, los esfuerzos de producción se centran en los procesos de mayor impacto para que se pueda notar los notables beneficios holísticos de la organización que permite la superación constante de todo los principios de calidad, que cada vez se encuentra orientado a un consumidor que busca satisfacer sus necesidades nutricionales.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Reducir el tiempo de limpieza profunda en la línea realizada a los procesos de producción que tienen una duración de 9.20 horas a 8.56 horas desde enero de 2022.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar todos los puntos claves y las posibles restricciones de las limpiezas profundas.
- Ejecutar un plan de mejoras en función a las causas significativas del proceso de limpieza profunda.
- Verificar que el procedimiento de limpieza profunda que la empresa utiliza sea efectivo.
- Establecer un control de actividades que pueda brindar un respaldo al cumplimiento del procedimiento de limpieza.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Metodología DMAIC

En 1980, uno de los ingenieros de Motorola, desarrolló el enfoque metodológico 'Six sigma' con la finalidad de poder fomentar el mejoramiento constante de todos los procesos que se encuentran focalizados en el correcto desarrollo de datos y estadísticas; de modo que, partiendo de ese enfoque se desprende la perspectiva metodológica DMAIC que tiene como principal objetivo buscar la resolución de los problemas que impidan realizar mejoras y optimizaciones en cualquier producto de una empresa o en los procesos de calidad de la misma.

Es pertinente mencionar que la metodología DMAIC se conforma de cinco pasos que depende el uno del otro, y son: definir (se logra concretar cuál es la problemática y la forma en que se le piensa dar una solución inmediata para que de esa manera se identifiquen la deficiencia de calidad), medir (luego de haber comprendido la magnitud del problema presente en el proceso se debe determinar la forma en que los cambios serán observados con el principal objetivo de establecer los verdaderos valores de productividad respecto al proceso actual y los datos que serán analizados), analizar (en ese momento de la metodología se revisan todos los datos que han sido obtenidos para llegar a comprender el origen de la problemática que esta afecto al proceso), mejorar o improve (habiendo identificado todas las falencias se debe de encontrar las soluciones que se usarán para resolver la problemática, este paso se lo suele realizar junto a todo el equipo de trabajo para poder desarrollar una especie de lluvia ideas con el objetivo de verificar la efectividad de las propuestas), y, controlar (al haberse efectuado la solución todo el equipo de trabajo debe idear un plan de supervisión para poder controlar y evaluar de forma continua todos los procesos que se están ejecutando, a su vez, se sugiere el desarrollo de un plan de contingencia en caso de que el rendimiento del proceso empiece a disminuir). (Garza Ríos, et al., 2016)

1.2.2 Inocuidad de alimentos

La inocuidad de alimentos alude a todas técnicas y procedimientos que se utilizan para poder preservar la calidad y seguridad en los alimentos, es decir que, el término alude directamente a todos los métodos operativos (manipulación, almacenamiento, preparación, entre otros) que son empleados para disminuir de forma drástica cualquier índice de contaminación en los alimentos para que de esa manera se puede evitar que el consumidor final pueda contraer algún tipo de enfermedad que se transmita por medio de los alimentos que no han cumplido los estándares de sanidad y calidad; de modo que, se requiere la presencia de varios procesos que puedan brindar la seguridad necesaria donde intervienen los agricultores hasta los mercados que se encarga de la distribución masiva de los alimentos, por eso, los procesos de limpieza se convierten en los principales agentes contra cualquier tipo de bacteria presente a lo largo de todo el proceso que lleva el transportar alimentos hasta las personas que los consumen. (Garzón, 2009, págs. 330-338)

1.2.3 Voice of customer (VOC)

Se pueden entender como Voice of customer (voz del cliente) como un enfoque metodológico donde se tiene como principal objetivo la implementación de una estrategia que establezca un proceso concreto donde todos los usuarios de determinado servicio puedan comentar o escribir sus impresiones respecto a las impresiones, expectativas y experiencias que han tenido en torno al uso del mismo; de modo que, se debe de visualizar un técnica investigativa para comprender las verdaderas necesidades del consumidor final, es decir que, mediante esta estrategia se puede efectuar el objetivo de brindar una respuesta inmediata que genere el fortalecimiento de los vínculos de fidelidad y satisfacción de los usuarios; por lo tanto, su uso se apoya en la importancia que se requiere la interpretación de todas las posibles variantes culturales que se encuentran presentes en la sociedad. (Ordejón, 2019)

1.2.4 SIPOC

El SIPOC [su nombre hace alusión a su siglas en ingles Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas), Costumer (clientes)] es una herramienta basada en la elaboración de un diagrama donde se realiza un listado específico de los limites existentes en la efectuación de un proceso para poder identificar la relación precisa entre lo que solicita el cliente, lo que se puede obtener de los proveedores y la manera en que ambas se hacen presente a lo largo del proceso, es decir que, su funcionalidad es totalmente proporcional a la identificación de todo los enfoques dados a lo largo de un proceso de negocio para que de esa manera el cliente pueda comprender el valor presente en toda la gestión. (Burbano Criollo, et al., 2016)

1.2.5 5W+1H

Es una herramienta metodológica que sirve para brindar una diferente perspectiva estratégica al momento de la elaboración de un proyecto empresarial por el cual se determinar una correcta planificación de la inversión junto con los valores exacto que destinaran a la misma, adicionalmente, se busca definir los cabales de comunicación donde será implementado junto con la forma en que se piensa basar el proyecto; a su vez, esta metodología destaca por la respuesta que se le proporciona a sus elementos o preguntas: Qué (What), Por qué (Why), Cuándo (When), Dónde (Where), Quién (Who) y Cómo (How); para que de esta manera se pueda definir de manera precisa la aplicación de toda la gestión del proyecto. (Trias, et al., 2009)

1.2.6 Limpiezas

De modo que, es fundamental lograr disminuir la forma en que la empresa destina recursos para las limpiezas, tales como la limpieza seca o la limpieza profunda; la primera se encarga de la eliminación completa de cualquier residuo, como el polvo, mediante barrido y raspado sin el uso de químicos de limpieza, sobre las superficies de todos los equipos utilizados durante la producción de los

alimentos, mientras que, la limpieza profunda comprende la expulsión de todo lo que se pueda considerar como residuos grandes en alguna superficie visible mediante la aplicación de alguna solución específica de detergente que pueda quitar las manchas y erradicar la presencia de alguna bacteria residual. (Wildbrett, et al., 2000)

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

En primer capítulo del presente proyecto se logra describir la metodología DMAIC, que consta de cinco facetas (Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control); a continuación, se pasa a detallar de forma breve las etapas posteriores, empezando por la etapa de definición donde se brindan detalles sobre las limpiezas profundas dentro de la empresa de alimentos.

2.1 Definición

2.1.1 Situación actual

La empresa manufactura y distribuye cereales en Ecuador, dicha posee cerca del 68% de cereal producido nacionalmente y 32% importado desde Colombia, el cual únicamente se empaqueta.

El proceso de producción del alimento (que obtiene su materia prima del maíz) comprende mezcla de materia prima, precocinado, cortado, pelletizado, laminado, horneado, revestido, secado y finalmente sea empaquetado. De la misma manera la producción del alimento a base de arroz comprende los mismos procesos a excepción de pelletizado y laminado.

Por lo tanto, este proyecto se encuentra enfocado, de manera directa, en las limpiezas profundas, ya que, durante el 2021 se planificó realizar 52; dichas limpiezas poseen una duración promedio de 9.20 horas, que se realizan tras la culminación de toda la producción del cereal, y los recursos humanos que se direccionan para la realización de las limpiezas es igual a la cantidad de personas que se encuentran presentes durante la línea de producción, es decir, cinco personas; adicionalmente, se debe de considerar que debido a la extensa duración de las limpiezas (turno superiores a las 8 horas establecidas), la empresa tiene

conocimiento que existe retrabajo presente en determinados factores que serán identificados en la ejecución del presente proyecto.

2.1.2 Equipo de trabajo

Las personas que darán vida al presente proyecto se muestran en la Ilustración 2.1. Los líderes del proyecto son Edwin Calderón junto a Rubén Carcelén, encargados del desarrollo de todo el proyecto. Como consultor de proyectos, figura M.Sc. María Fernanda López quien será la encargada de guiar a los líderes del proyecto en función de su experiencia. Se detalla también el personal de la empresa que tendrá una relación directa con la ejecución del proyecto, estos son el jefe de manufactura, cuya principal función es supervisar procesos de la producción y las actividades asociadas a la misma y aseguramiento del alcance de los objetivos o metas; el supervisor de calidad, encargado de garantizar que se cumplan las especificaciones de los productos satisfaciendo las necesidades tanto clientes internos como externos; participará también, el jefe de manufactura, que desarrolla un rol importante en la planificación de la producción y todos los eventos derivados, como el tiempo destinado a las limpiezas profundas de las líneas de producción; el jefe de mantenimiento quien asegura que el equipo y entorno implicados en los procesos estén en óptimas condiciones para la realización de las actividades en la empresa; el líder del equipo encargado de dirigir y definir actividades al personal destinado a las distintas fases del proceso productivo y finalmente al líder de la línea , quien es el responsable de una etapa específica del proceso productivo y de las actividades derivadas, como la limpieza profunda de la línea.



Ilustración 2.1 Equipo de trabajo [Fuente: Elaboración propia]

2.1.3 Requerimiento del cliente

En virtud de identificar las necesidades del cliente frente a la situación actual en las limpiezas de la línea de producción, se ejecutaron entrevistas con el jefe de manufactura, líder de línea, supervisor de calidad, líder de equipo y coordinador de EHSS como se muestra en la Ilustración 2.2, en donde existen ideas que en algunas ocasiones se repetían y, por tanto, en función de una identificación correcta se registraron las ideas sin repetir.



Ilustración 2.2 Voice of Customer [Fuente: Elaboración propia]

El resultado de estas entrevistas fueron los hallazgos iniciales que se enlistan a continuación:

- El orden del procedimiento de las limpiezas no es seguido por los operadores.

- La limpieza profunda les toma a los operadores más de un turno de 8 horas.
- Existe reproceso en las limpiezas causado por que los equipos no pasan la prueba de carga biológica ATP.
- Los equipos involucrados en el proceso productivo y, por ende, en la limpieza, poseen espacios confinados y de poca visibilidad.
- Equipos de comunicación como radios, no están disponibles debido a que se encuentran en mal estado.
- Existe riesgo químico debido a la exposición a las soluciones de limpieza utilizadas.

Mediante la herramienta Critical to Quality Tree (CTQ) se identifica la necesidad principal del cliente que es reducir los tiempos de limpieza profunda en la línea de manufactura de cereal. Así mismo, en la Ilustración 2.3 se definen las métricas que cumplirán con la función de cuantificar puntos clave del proyecto para formular conclusiones en fases posteriores del proyecto.

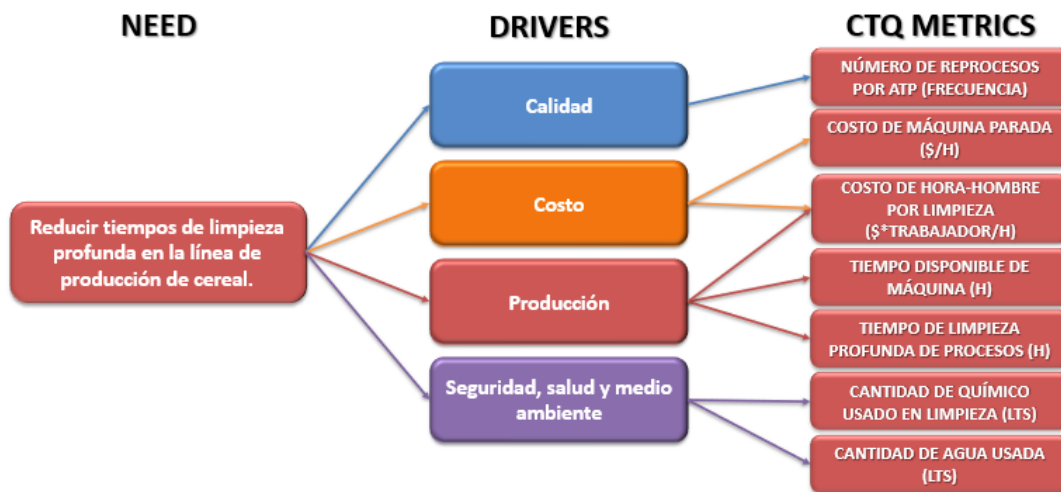


Ilustración 2.3 Critical to Quality Tree [Fuente: Elaboración propia]

2.1.4 Descripción del problema

Como se detalla en la situación actual, el problema se centrará en las limpiezas profundas realizadas en la línea de procesos de cereal. Es por ello que se elabora una línea base con un total de 34 observaciones (entre enero a septiembre 2021) que corresponden a los tiempos de duración de las limpiezas profundas. La fuente de esta información es la bitácora de registro de la empresa

en donde el operador líder ingresa el dato correspondiente a la duración de la limpieza.

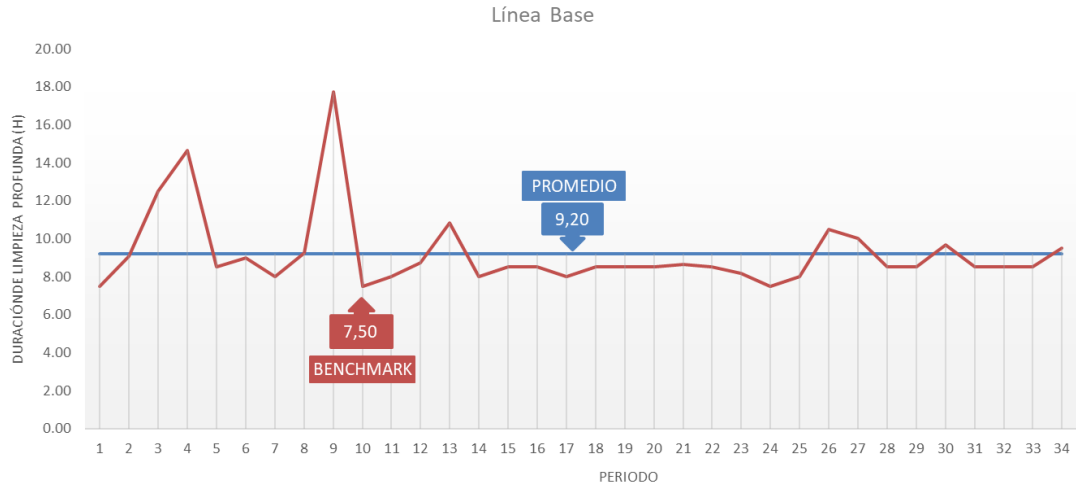


Ilustración 2.4 Línea base de duración de tiempos de limpieza desde enero a septiembre 2021 [Fuente: Elaboración propia]

Con la finalidad de complementar la información obtenida de la línea base, se utiliza la herramienta 5W+1H de las que se obtuvo lo siguiente:

Tabla 2.1 Herramienta 5W +1H [Fuente: Elaboración propia]

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Elevados tiempos de limpieza profunda
¿Quién?	Realizado por los operadores
¿Dónde?	Línea de producción de cereal
¿Cuándo?	Desde enero a septiembre de 2021
¿Por qué?	Tienen un promedio de 9.20 horas
¿Cómo lo sabe?	Limpiezas profundas han tomado 7.5 horas

De esta forma, se nuestro el enunciado del problema es el siguiente:

“Elevados tiempos de limpieza profunda realizadas por los operarios en las líneas de producción de cereal que toma en promedio 9.20 horas cuando existen registros de al menos 7.50 horas.”

2.1.5 Definición de la variable

Una vez analizada la implementación de la herramienta CTQ Tree, se concluye que la métrica que engloba la problemática del proyecto es el tiempo de limpieza profunda en procesos.

$$Y = \textit{Tiempo de limpieza profunda en procesos (H)} \quad (2.1)$$

La variable de respuesta definida previamente es el resultado de comparar y escoger el valor máximo entre los tiempos de limpieza profunda de dos de las fases críticas del proceso de producción y así mismo del proceso de limpieza, que son extrusión y revestimiento o cobertura.

Esto debido a que, para el registro en la bitácora de la empresa se considera el tiempo desde que inicia la limpieza profunda, hasta que se toma la última prueba de carga biológica ATP en el último equipo de alguna de las dos fases mencionadas anteriormente.

$$Y = \textit{Max [Tiempo de limpieza en extrusora (h);} \quad (2.2) \\ \textit{Tiempo de limpieza en cobertura (h)]}$$

Con el objetivo de exponer un ejemplo de cómo se obtiene el valor de la variable de respuesta, se presenta el siguiente escenario:

Datos

$$T1 = \textit{Tiempo de limpieza profunda en extrusora} = 7.5 \textit{ h} \quad (2.3)$$

$$T2 = \textit{Tiempo de limpieza profunda en cobertura} = 9.20 \textit{ h} \quad (2.4)$$

$$Y = \textit{Tiempo de limpieza profunda} \quad (2.5)$$

$$Y = \textit{Max [T1; T2]} \quad (2.6)$$

$$Y = \textit{Max [7.5 h; 9.20 h]} \quad (2.7)$$

$$Y = 9.20 \textit{ h} \quad (2.8)$$

Se concluye entonces que la limpieza profunda en procesos tuvo una duración de 9.2 horas.

2.1.6 Justificación del problema

2.1.6.1 Justificación económica

La reducción del 35% de la brecha que existe actualmente entre el tiempo promedio que dura una limpieza profunda (9.20 h) y el mejor valor registrado (7.5 h) es de 1.7 horas, significa que la reducción es de 0.596 horas por cada limpieza profunda, que a lo largo de un año la misma cifra concierne a un periodo de 29.75 horas. Económicamente, la disminución de las horas de limpieza podría presentar beneficios muy notables (tales como el ahorro de presupuesto y una mayor disponibilidad de las máquinas al momento de su producción), es decir que, en base a el coste de hora/máquina de cada uno de los equipos presentes en el proceso de producción de la empresa, depreciación de la máquina por hora, el coste de hora/hombre y el corte de hora/hombre del personal de la empresa terciarizadora (se encargan de la limpiezas de las estructuras que rodean el proceso) de limpieza se detalla en la Tabla 2.2:

Tabla 2.2 Información de justificación económica [Fuente: Elaboración propia]

Descripción	Rubro
Depreciación de Extrusora 1	\$147.55/h
Depreciación de Extrusora 2	\$179.26/h
Depreciación de Coating	\$79.58/h
Costo de Extrusora 1	\$9.46/h
Costo de Extrusora 2	\$10.28/h
Costo de Coating	\$11.64/h
Mano de obra de operador producción	\$8.125/h
Mano de obra de auxiliar	\$3.75/h

Por eso, los indicadores se encuentran definidos para poder cuantificar el verdadero beneficio económico, son los siguientes:

$$\text{Ahorro por máquina parada} \quad (2.9)$$

$$= \text{Costo máquina parada [\$]} \\ \times \text{horas de limpieza profunda reducida[h]}$$

$$\text{Ahorro por mano de obra} \quad (2.10)$$

$$= \text{Costo de mano de obra [\$][hombre/h]} \\ \times \text{horas de limpieza profunda reducidas[h]}$$

2.1.6.2 Justificación social

Al lograr una reducción de los tiempos de limpieza profunda se podrá identificar un notable beneficio directo para todos los operadores respecto a las condiciones ergonómicas, ya que, se encontrarán expuestos el menor tiempo posible de la realización de actividades que requieran de mayor fuerza al momento de realizar su trabajo, en especial en horarios nocturnos o de madrugada donde el trabajador podría enfrentarse a diversas situaciones de riesgo, por eso, debido a que es un proceso continuo (que no se presta para el descanso progresivo), la consideración de que el mismo puede finalizar más pronto de lo establecido va a dar la oportunidad de que el trabajo tenga un posible descanso en su turno. La métrica se describe de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de limpieza} = \text{Tiempo de limpieza profunda en procesos (h)} \quad (2.11)$$

2.1.6.3 Justificación ambiental

Al momento de hacer las mejoras pertinentes para que aumente la eficiencia de las limpiezas, se puede constatar que el consumo de agua será fuertemente reducido porque el principal objetivo es poder buscar el menor retrabajo posible; asimismo, la utilización constante de químicos para lograr la correcta sanitización de los equipos se verá reducida, ya que, al momento de

suprimir todos los reprocesos presentes en las limpiezas profundas no se deberá sobre dosificar las soluciones.

$$\text{Cantidad de químicos utilizados} \quad (2.12)$$

$$= \text{Litros de químicos utilizados en proceso de limpieza [Lts]}$$

$$\text{Cantidad de agua consumida} \quad (2.13)$$

$$= \text{Litros de agua utilizada en proceso de limpieza [Lts]}$$

2.1.7 Alcance del proyecto

Con el propósito de poder determinar el alcance del proyecto se realiza la herramienta SIPOC para dos procesos: fabricación de cereal (Ilustración 1.6) y limpieza profunda (Ilustración 2.5). Dicha herramienta permitió precisar los proveedores del proceso de limpieza profunda, que a su vez, no solo hace consideraciones respecto a la materia prima, sino que, se puede acceder a información necesaria como lo es la planificación de la limpieza; asimismo, se logra delimitar las entradas al proceso de limpieza teniendo presente el flujo constante de la información.

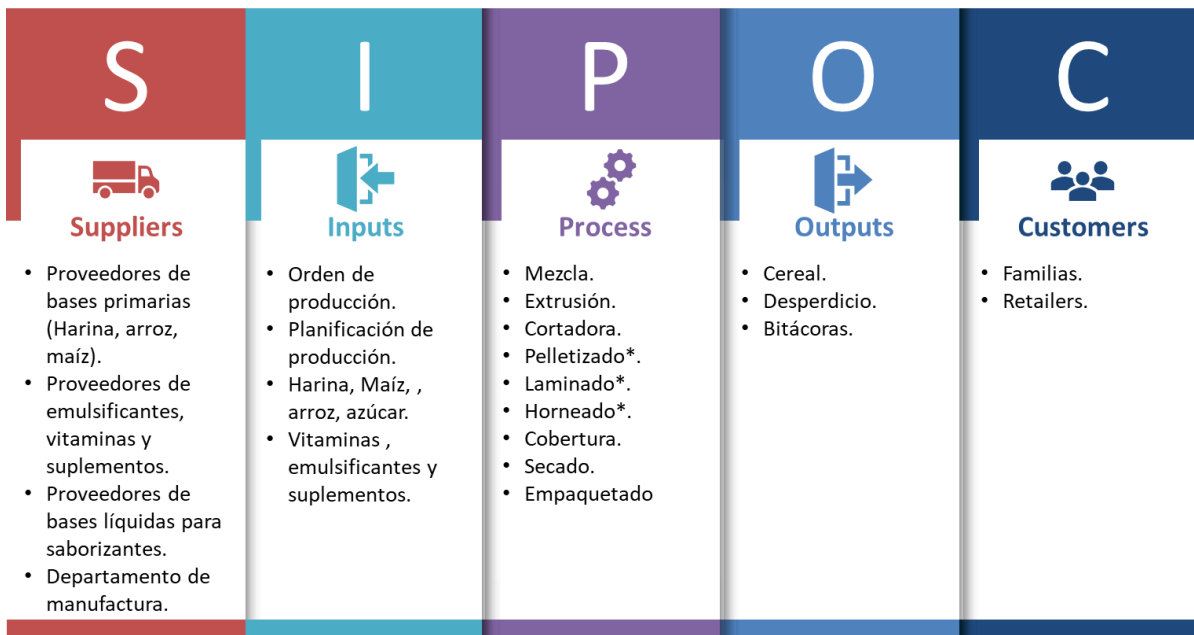


Ilustración 2.5 SIPOC del proceso de producción de cereal [Fuente: Elaboración propia]

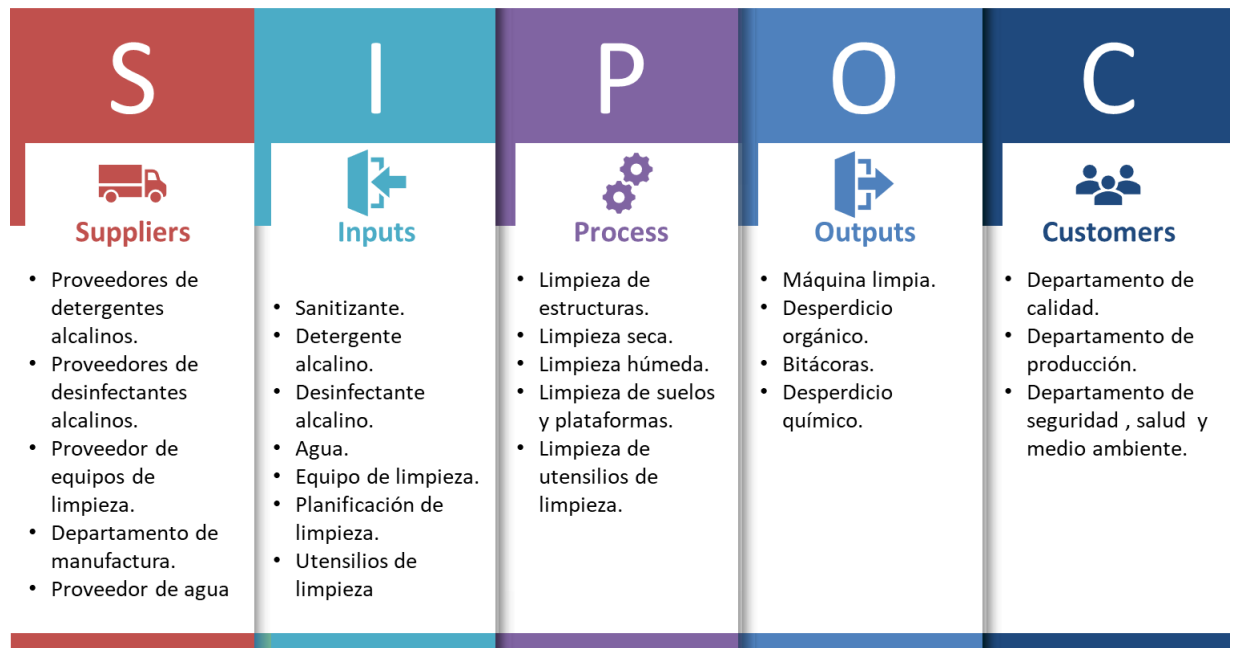


Ilustración 2.6 SIPOC del proceso de limpieza profunda [Fuente: Elaboración propia]

2.1.8 Restricciones del proyecto

Teniendo en consideración las entrevistas realizadas al cliente, se logra determinar ciertas restricciones al proyecto de tipo económico, de recurso humano y de resultados mínimos esperados. Las que se pudieron definir fueron:

- **Fuerza de trabajo limitada:** El primer obstáculo que se pudo localizar fue que la integración de nuevo personal en la línea con el objetivo de realizar las limpiezas profundas no es una opción viable, ya que, lo que se tiene concebido del proyecto es que se ejecute manteniendo o reduciendo la cantidad de operadores presentes en el proceso de limpieza profunda.
- **Maquinaria de limpieza auxiliar:** Otra limitante presente es la imposibilidad de sugerir la comprar de equipos mecánicos, para efectuar las limpiezas, ya que, durante el año 2020 se invirtió en la compra de varias hidro lavadoras y mezcladoras de químico para limpieza.
- **Presupuesto:** El presupuesto de producción considera también las limpiezas profundas, por ende, no existe la posibilidad de proceder con una

solicitud de aumento presupuestario, ya que la empresa promulga la sostenibilidad y uno de sus objetivos es la reducción de gastos.

- **Planificación de las limpiezas profundas:** La planificación de las limpiezas profundas se encuentran estrechamente relacionadas a la producción, por lo tanto, existen diversos factores externos (tales como la demanda o no demanda inesperada), que van a influir en la programación de estas.

2.2 Medición

En la etapa de medición se especifica el problema de modo más general, por lo que se procedió a concretar un plan de recolección de datos con el cual se deberá mejorar el enfoque del problema, por eso, se describen cuatro variables independientes y una dependiente:

I. Independientes:

- a) Tiempo de limpieza en extrusora 1. (X1)
- b) Tiempo de limpieza en extrusora 2. (X2)
- c) Tiempo de limpieza en revestimiento. (X3)
- d) Frecuencia de pruebas ATP negativas. (X4)

II. Dependiente:

- a) Tiempo de limpieza profunda en el área de procesos. (Y)

2.2.1 Plan de recolección de datos

Luego de haberse establecido las variables se logra determinar que la forma en que se deberán de recolectar los datos de cada una de las variables, por eso, en la Tabla 2.4 se puede constatar detalladamente el plan de recolección de datos que se llevó a cabo:

Tabla 2.3 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]

Datos				Operaciones y procedimientos						
Nomenclatura	¿Qué?	Unidad de medida	Tipo de Dato	Fuente de los datos	Factores de estratificación	Muestreo de datos	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?
X1	Tiempo de limpieza en extrusora 1	Horas	Cuantitativa-Continua	Bitácora de tiempos/Registro de limpiezas profundas	¿Qué?: Limpiezas profundas ¿Dónde?: Línea de producción ¿Cuál?: Etapa del proceso ¿Cuál?: Tipo de sabor ¿Cuándo?: Por limpieza	Tomar los tiempos de las bitácoras (tiempos y cambios)	Datos históricos (Bitácoras)	Datos históricos (Bitácoras)	Línea de producción	Líderes del proyecto (Edwin Calderón/Rubén Carcelén)
X2	Tiempo de limpieza en extrusora 2	Horas	Cuantitativa-Continua	Bitácora de tiempos/Registro de limpiezas profundas		Tomar los tiempos de las bitácoras (tiempos y cambios)	Datos históricos (Bitácoras)	Datos históricos (Bitácoras)	Línea de producción	Líderes del proyecto (Edwin Calderón/Rubén Carcelén)
X3	Tiempo de limpieza en revestimiento	Horas	Cuantitativa-Continua	Bitácora de tiempos/Registro de limpiezas profundas		Tomar los tiempos de las bitácoras (tiempos y cambios)	Datos históricos (Bitácoras)	Datos históricos (Bitácoras)	Línea de producción	Líderes del proyecto (Edwin Calderón/Rubén Carcelén)
X4	Frecuencia de pruebas ATP negativas	Frecuencia	Cuantitativa-Discreta	Registro de ATP's negativos		Registrar pruebas ATP con la caminata GEMBA	Limpiezas realizadas durante la fase de Medición- Noviembre 2021	Caminata GEMBA	Línea de producción	Líderes del proyecto (Edwin Calderón/Rubén Carcelén)
Y	Tiempo de limpiezas profundas en el área de procesos	Horas	Cuantitativa-Continua	Bitácora de tiempos/Registro de limpiezas profundas		Tomar los tiempos de las bitácoras (tiempos y cambios)	Datos históricos (Bitácoras)	Datos históricos (Bitácoras)	Línea de producción	Líderes del proyecto (Edwin Calderón/Rubén Carcelén)

Para poder corroborar la veracidad de los datos se realizó un doble registro por parte de los autores, y se validaron por medio del tiempo registrado por el operador para que coincida con el registro de los autores. (Véase lo que se muestra en los anexos 1 – 2 – 3 - 4)

2.2.2 Estratificaciones

Partiendo del plan inicial de recolección de datos se pudo determinar dos de los factores de estratificación esencial:

I. Etapa del proceso.

Para este factor tomamos los datos históricos de las etapas del proceso Extrusora 1 (EX1), Extrusora 2 (EX2) y Revestimiento (COAT), de las cuáles se realizó un Diagrama de Pareto para determinar en qué proceso se invierte la mayor parte del tiempo al momento de realizar limpiezas profundas en el área de procesos. Según la Ilustración 2.7, el proceso de revestimiento toma la mayor parte de los tiempos de limpieza con un 49.57% del total entre los tres procesos.

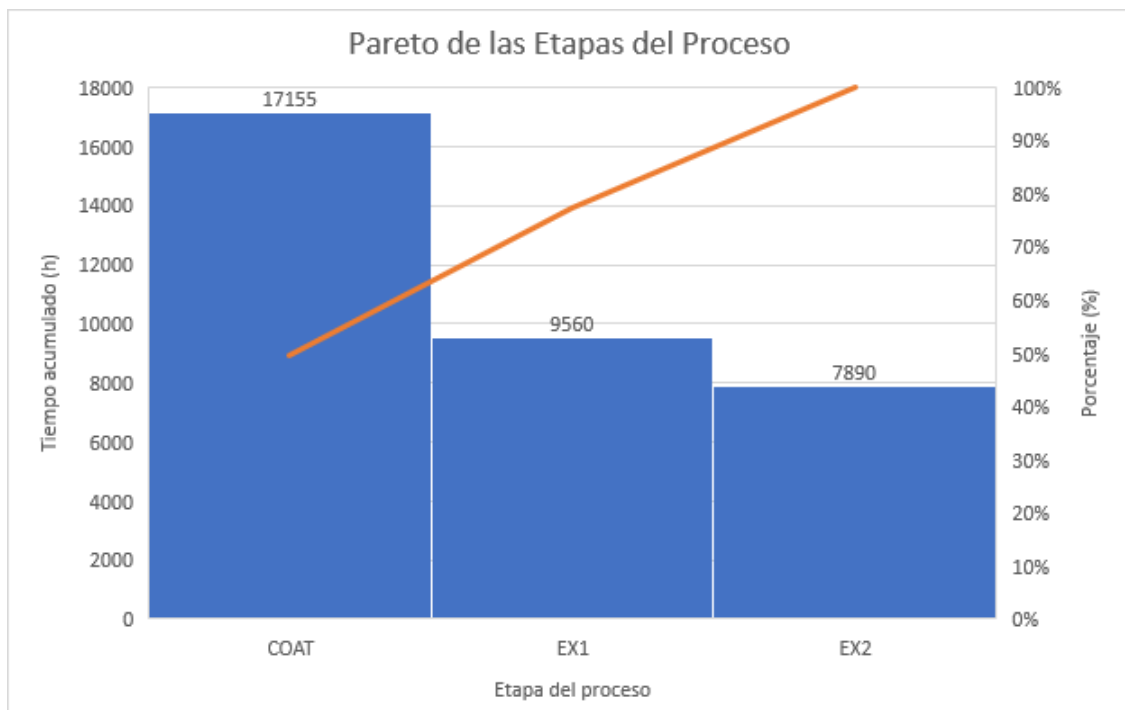


Ilustración 2.7 Pareto de las Etapas del Proceso [Fuente: Elaboración propia]

II. Tipo de sabor.

Para este factor de estratificación tomamos únicamente los datos extraídos del proceso de Revestimiento el cuál procede de la Ilustración 2.1. De esta manera obtendremos datos más específicos sobre los tiempos que toman cada cambio de sabor en la etapa de revestimiento. En la Ilustración 2.8 se evidencia que las limpiezas en la etapa de revestimiento llevan más tiempo cuando se realizan cambios de sabor desde chocolate a los otros sabores como: natural, canela y pasas, vainilla, fresa, chocolate, leche condensada y Rainbow. Los datos de las limpiezas para los cambios mencionados anteriormente toman aproximadamente 45.54% del tiempo total registrado en las bitácoras y las mismas tienen una duración promedio de 8.68 horas.

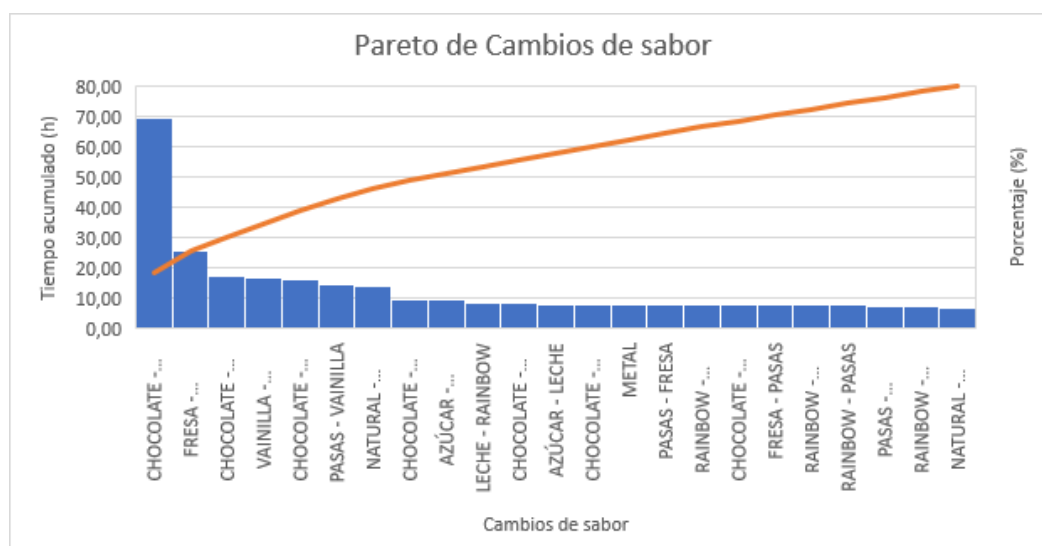


Ilustración 2.8 Pareto de Cambios de Sabor [Fuente: Elaboración propia]

2.2.3 Problema enfocado

En base a lo expuesto en la sección 2.2.2, se pudo enfocar más a detalle el problema establecido en la etapa de definición por lo que el enunciado final queda de la siguiente manera:

“Altos tiempos de limpieza en la etapa de revestimiento cuando hay un cambio de chocolate a los otros siete sabores toman en promedio 8.68 horas lo cual es 1.18 horas más elevado que el valor referencial (7.50 horas).”

De este problema enfocado se definió un objetivo SMART el cual queda enunciado de la siguiente manera:

“Reducir los tiempos de limpieza profunda en la etapa de revestimiento, a partir de enero 2022, cuando exista algún cambio de sabor desde chocolate hacia cualquiera de los otros siete sabores desde 8.68 horas a 8.085 horas de acuerdo con la reducción del GAP (1,7horas).”

2.2.4 Diagrama del proceso (OTIDA)

Una vez enfocado el problema se realizó el diagrama OTIDA del proceso para identificar las fábricas ocultas y las actividades que no agregan valor. A continuación, se muestra el detalle del proceso y un resumen de la eficiencia de este:

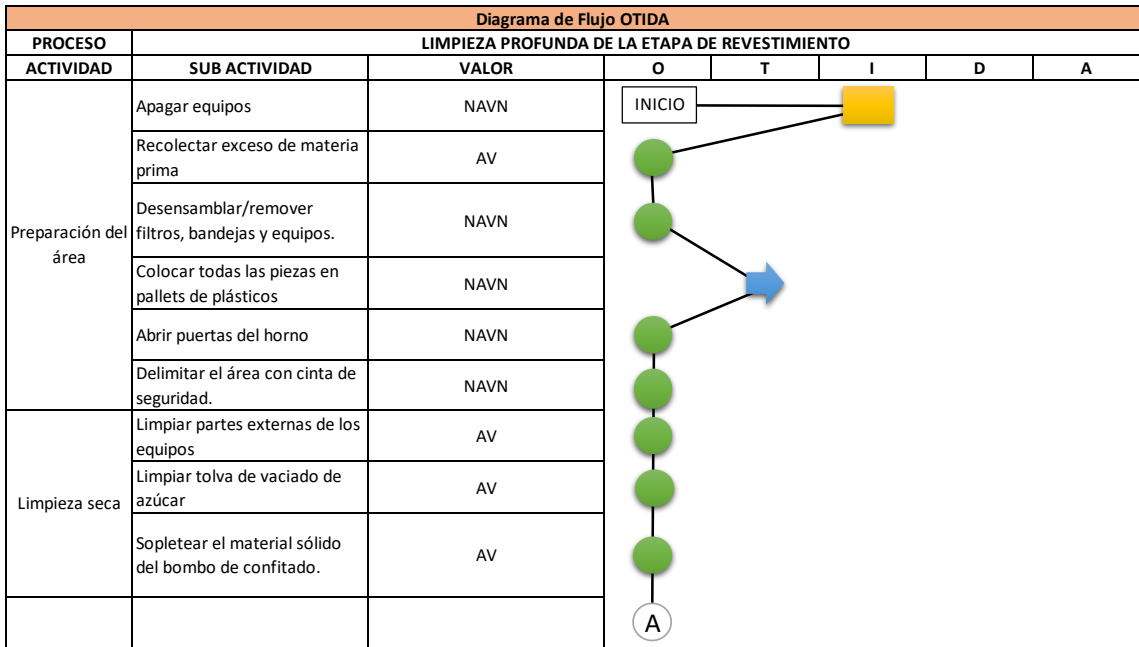


Ilustración 2.9 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 1 de 5
 [Fuente: Elaboración propia]

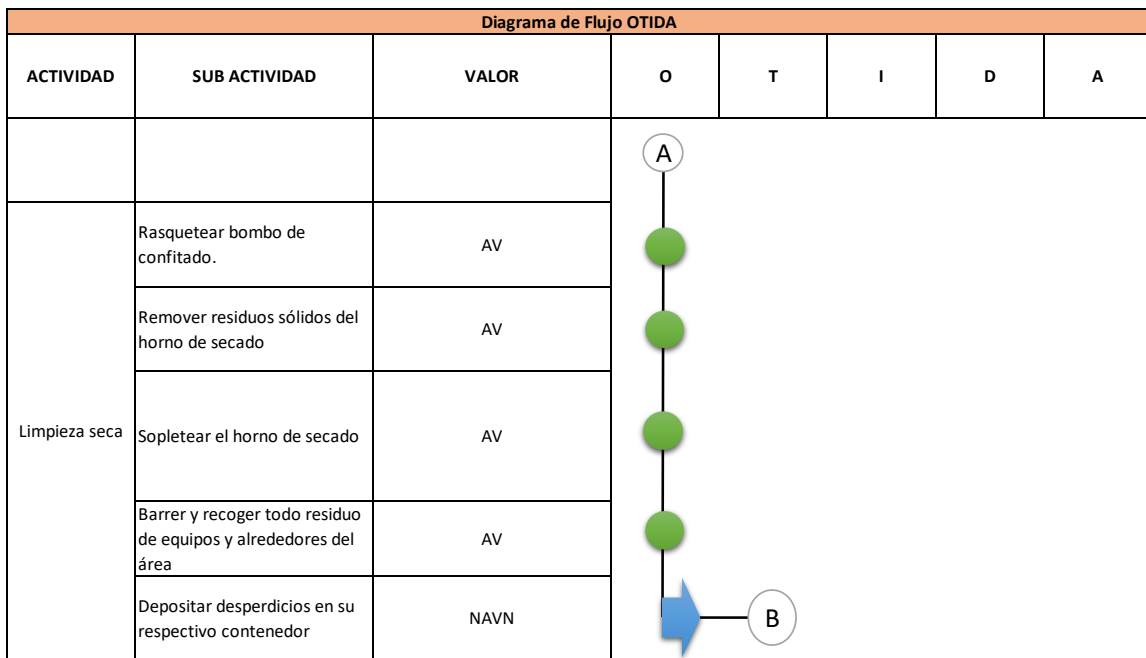


Ilustración 2.10 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 2 de 5
 [Fuente: Elaboración propia]

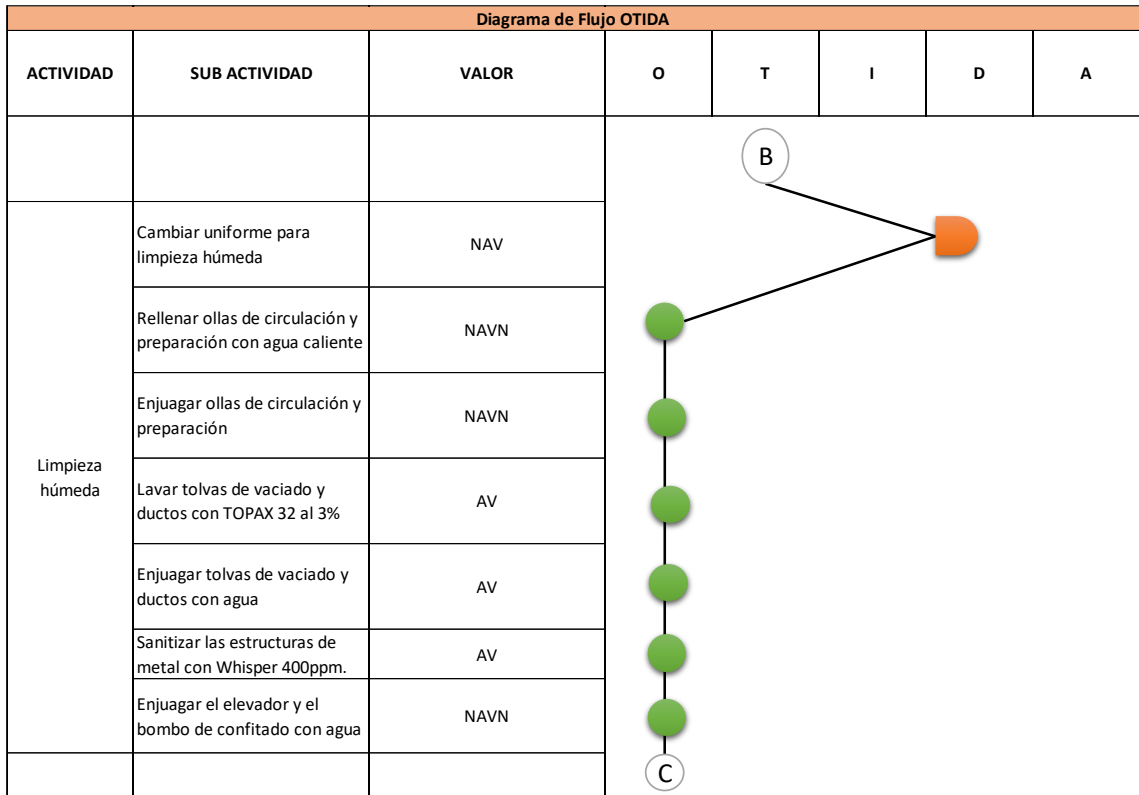


Ilustración 2.11 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 3 de 5
 [Fuente: Elaboración propia]

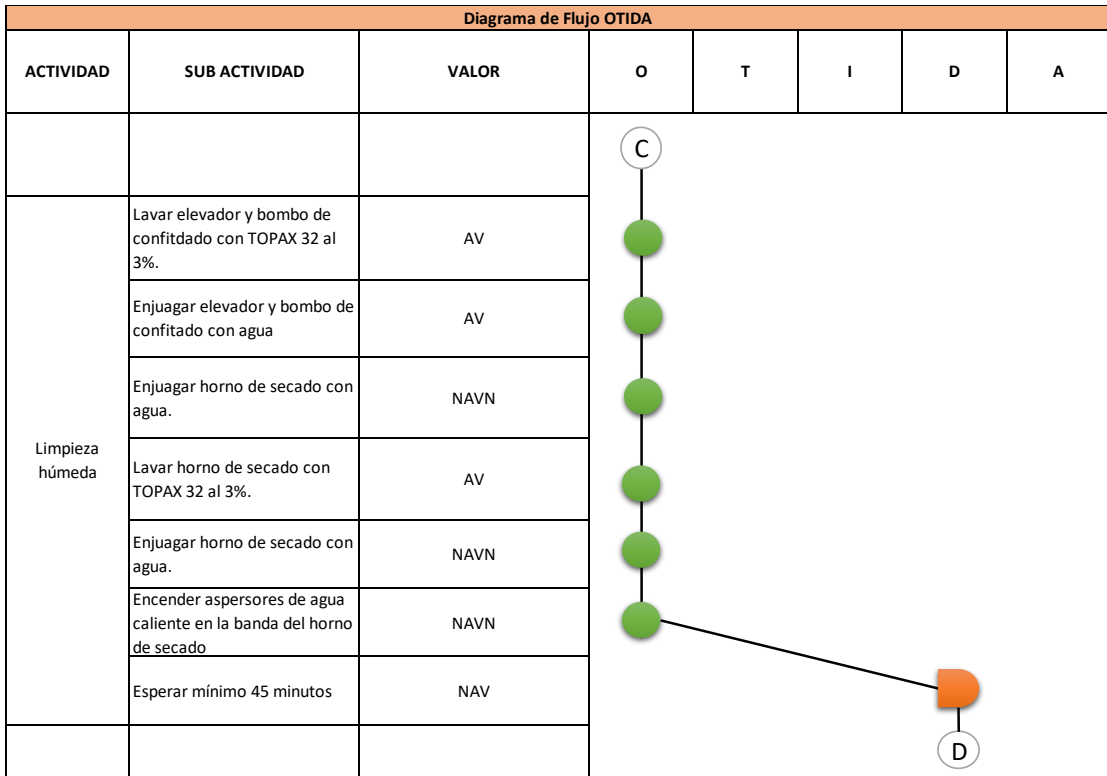


Ilustración 2.12 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 4 de 5
 [Fuente: Elaboración propia]

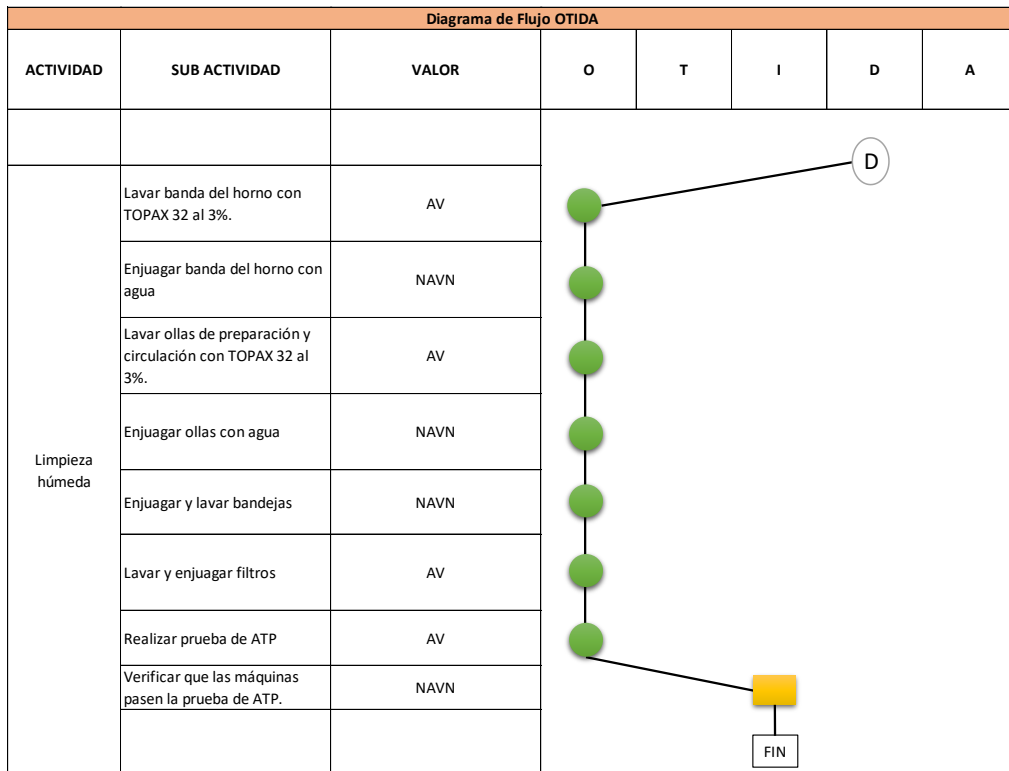


Ilustración 2.13 Diagrama OTIDA del proceso de Limpieza Profunda. Parte 5 de 5
 [Fuente: Elaboración propia]







Nombre del símbolo	Símbolo	Frecuencia	% Participación en el proceso
Operación		30	83,33%
Inspección		2	5,56%
Transporte		2	5,56%
Retraso		2	5,56%
Almacenamiento		0	0,00%
Actividades totales		36	100%
Conector		4	
AV	18	Eficiencia	50%
NAV	2		
NAVN	16		

Ilustración 2.14 Resumen del diagrama OTIDA [Fuente: Elaboración propia]

De las principales fábricas ocultas que pudimos notar tenemos:

- Falta de visibilidad del operador dentro del horno de secado.
- Existen reprocesos por fallos en pruebas de ATP.
- Liberación y escurrido de agua acumulada en alrededores de la máquina durante limpiezas húmedas.

2.2.5 Prueba de normalidad de los datos

Una vez enfocados los datos se procedió a realizar la prueba de normalidad de los datos de limpiezas en revestimiento de las ocasiones donde hubo un cambio de formato de chocolate a otro de los siete sabores. Esta prueba es necesaria ya que si los datos resultan normales se puede analizar la estabilidad del proceso y también si el proceso es capaz o requiere de mejoras y controles.

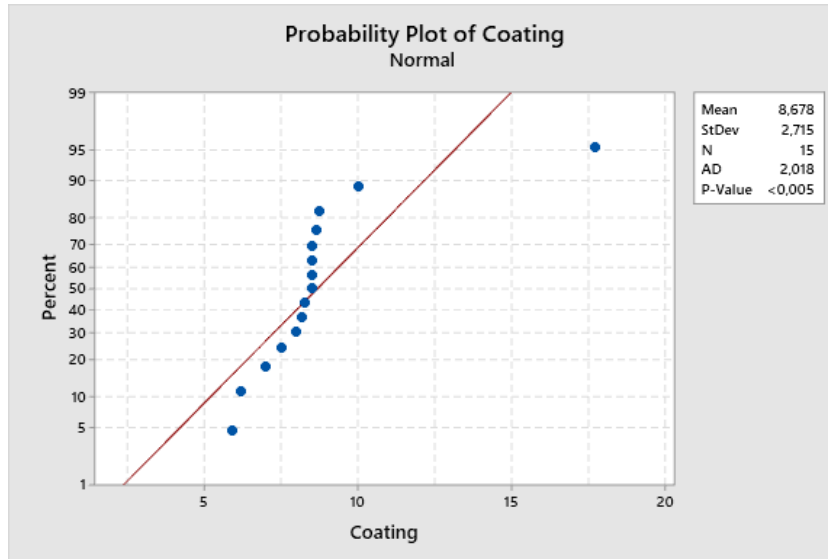


Ilustración 2.15 Prueba de normalidad de datos de limpiezas profundas en Coating
[Fuente: Elaboración propia]

Esta prueba se realizó con un nivel de confianza del 95% con la finalidad de validar si se cumplen una de las dos hipótesis las que son descritas a continuación:

- H0: Los datos proceden de una distribución normal.
- H1: $\neg H0$

Como se puede ver en la Ilustración 2.15, el valor p de la muestra a analizar es menor a 0.05 por lo que se concluye lo siguiente,

No existe suficiente evidencia estadística para no rechazar H0, lo que quiere decir que los datos no provienen de una distribución normal.

Al no ser normales, se usa la transformada de Johnson la cuál entrega datos que pueden ser considerados para pruebas de capacidad y estabilidad del proceso. Los resultados de dicha transformada se detallan en la *Ilustración 2.16*.

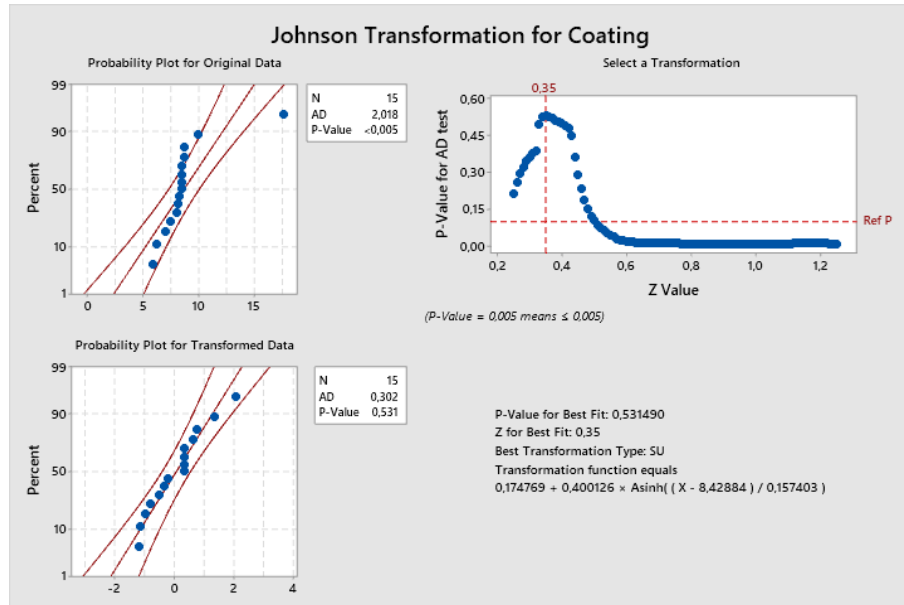


Ilustración 2.16 Transformación de Johnson [Fuente: Elaboración propia]

2.2.6 Análisis de estabilidad del proceso

Una vez que los datos han sido llevados a una función de distribución normal, se puede realizar un análisis de estabilidad como se puede ver en la Ilustración 2.17.

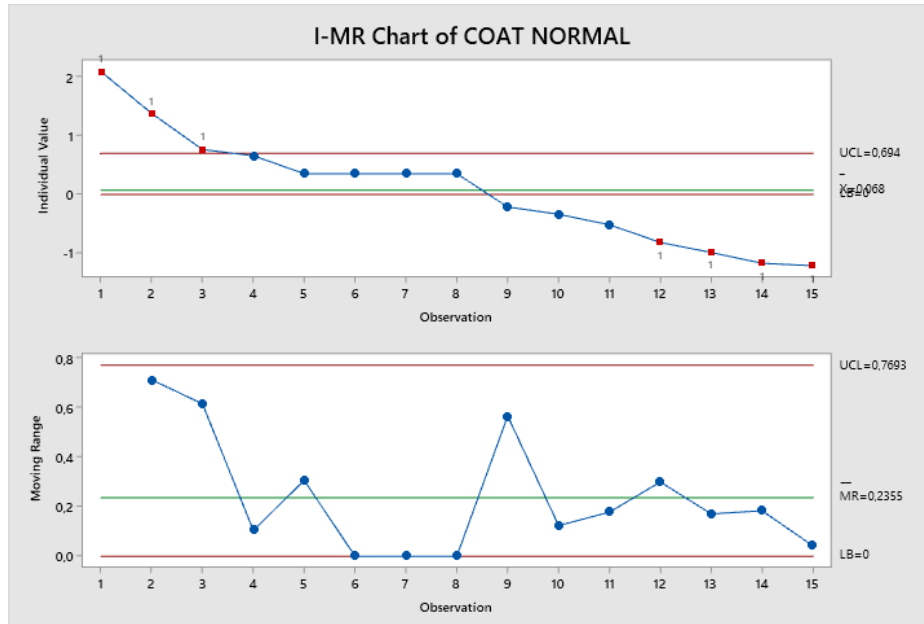


Ilustración 2.17 Prueba de estabilidad del proceso de limpieza en revestimiento en cambios desde chocolate [Fuente: Elaboración propia]

Como podemos ver en la carta de control para medias existen varios datos que exceden el límite de especificación superior, cuyo valor es de 10.56 horas aproximadamente, valor el cual fue verificado con el equipo de trabajo de la empresa. Por lo que el proceso como tal no posee una estabilidad a través del tiempo.

2.2.7 Análisis de capacidad del proceso

Dentro del análisis de capacidad se consideraron los datos normales, este análisis permite determinar si el proceso es capaz de cumplir con especificaciones determinadas.

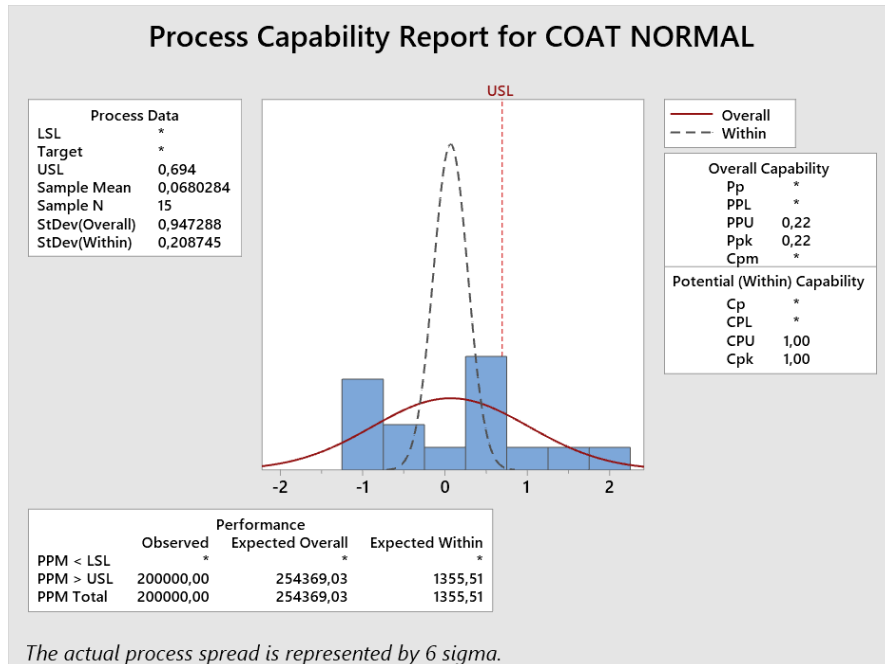


Ilustración 2.18 Análisis de capacidad del proceso de revestimiento [Fuente: Elaboración propia]

Tal como podemos ver en la Ilustración 2.18, el proceso posee un índice de capacidad C_p de 1, lo que nos lleva a concluir que el proceso es parcialmente adecuado. Sin embargo, requiere de un estricto control siempre y cuando este indicador se mantenga cerca de 1. Cabe mencionar que el límite superior (0.694) que se basa en el análisis, es equivalente a 10.56 horas de duración máxima que podría tener el proceso.

2.3 Análisis

Luego de haber establecido que el proceso de limpieza profunda durante los cambios desde chocolate a cualquiera de los otros siete sabores requería de un control, se debe proceder con el análisis respectivo para determinar cuáles son las causas que originan el principal inconveniente detallado en la fase de Medición.

2.3.1 Lluvia de ideas

Para poder tener un rumbo más claro sobre las posibles causas sobre las causas que originan los elevados tiempos de limpieza profunda en el área de revestimiento en los cambios de chocolate a cualquiera de los otros siete sabores,

se organizó una lluvia de ideas con el operador líder del área quien nos brindó sus comentarios sobre cuáles son las posibles causas que generan este problema.

Tabla 2.4 Listado de posibles causas conversadas con el operador líder [Fuente: Elaboración propia]

Número	Descripción de la causa.	CAUSA
1	La banda toma 30min en dar una vuelta completa.	Velocidad de banda en limpieza.
2	Equipos LOTO se encuentran lejos de Coating	Ubicación de equipos LOTO.
3	El preparado del TOPAX se realiza lejos de Coating	Ubicación de preparación de químico de limpieza.
4	El horno de secado posee zonas de poca visibilidad.	Visibilidad limitada en interior de horno.
5	Altos tiempos de cambio de uniforme entre limpieza seca-húmeda.	Cambios de vestimenta.
6	La cobertura se quema en la banda.	Cobertura quemada en banda del horno.
7	Bandejas laterales del horno son complicadas de sacar.	Altos tiempos de desensamble de bandejas laterales.
8	Zona que conecta con el desmoronador acumula desperdicios.	Acumulación de desperdicios en zona de desmoronador.
9	Bandejas laterales del horno son complicadas de sacar.	Complejo desmontado de bandejas laterales del horno.
10	La barra imantada de la olla se encuentra en un lugar de difícil acceso.	Difícil acceso a barra imantada para desmontar en ollas.
11	Agua utilizada se acumula constantemente.	Acumulación de agua en piso.
12	Equipo para el lavado de ollas no está en óptimas condiciones.	Mal estado de utensilios de limpieza.
13	Uso de un químico de limpieza que no corresponde al lavado de ollas.	Baja efectividad de químicos de limpieza.
14	El desmontado de barras imantadas del horno de secado es complejo.	Difícil desarmado de barras imantadas del horno.
15	Olla de preparación tiene zonas de poca visibilidad.	Visibilidad limitada en interior de ollas.
16	El lavado de ollas no empieza cuando debería.	Secuencia del procedimiento de limpieza.
17	Se acumula producto en el ducto de la tolva de vaciado de azúcar.	Acumulación de desperdicios en tolva de vaciado de azúcar.

18	Limitado puntos de aire comprimido.	Cantidad de puntos de aire comprimido.
19	El elevador posee bastantes candilones.	Desensamble de cangilones en elevador.
20	El elevador posee una apertura reducida para sacar los canguilones.	Distribución de carga de trabajo.
21	Acumulación de producto al inicio del elevador.	Acumulación de producto en elevador.
22	Acumulación de grumos en tuberías dificultan limpieza.	Acumulación de grumos de producto en tuberías.
23	Recorridos largos para buscar las herramientas de limpieza.	Ubicación de utensilios y equipos de limpieza.
24	Se comparten algunas herramientas de limpieza con BULK lo que causa tiempos de espera.	Disponibilidad de utensilios de limpieza.
25	Se acumula producto dentro de varillas o de las	Acumulación de producto en partes desmontables.
26	Existen ocasiones en las que no hay dos trabajadores que pertenecen a coating limpiando	Número de trabajadores variable.
27	Jornadas de trabajo largas y en horario de madrugada.	Horarios de trabajo.

2.3.2 Diagrama Ishikawa

El diagrama Ishikawa nos ayuda a saber en qué parte de las 5 categorías: entorno, método, máquina, mano de obra o material se concentran más las posibles causas que salieron de la lluvia de ideas y así tener más claro por dónde encaminar el análisis.

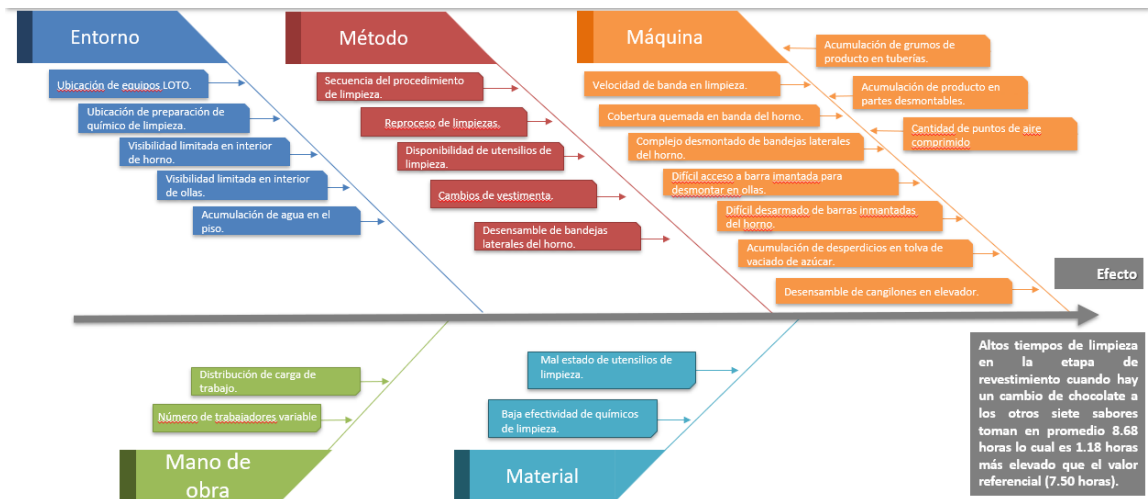


Ilustración 2.19 : Diagrama Ishikawa de las posibles causas [Fuente: Elaboración propia]

Como se observa en la *Ilustración 2.19*, la mayoría de las causas se concentran en la máquina por lo que debemos tomar en cuenta dichas causas como puntos focales, sin embargo, no basta con sólo ordenarlas en un diagrama Ishikawa por lo que se realizará una ponderación de estas a continuación.

2.3.3 Ponderación de causas

En esta sección, se solicitó al operador líder, al líder de la línea y al jefe de manufactura que califiquen en base al detalle mostrado en la Tabla 2.6.

Tabla 2.5 Descripción de ponderaciones [Fuente: Elaboración propia]

Descripción	Valor
No tiene influencia	0
De poca influencia	1
De mediana influencia	3
De alta influencia	9

Como resultado se obtuvo la Tabla 2.5, la cual muestra las ponderaciones asignadas por los tres miembros mencionados anteriormente.

Tabla 2.6 Ponderación de causas y su moda [Fuente: Elaboración propia]

Posibles Causas	Operador líder	Líder de línea	Jefe de manufact.	Moda
Ubicación de equipos LOTO.	3	0	3	3
Ubicación de preparación de químico de limpieza.	9	1	1	1
Visibilidad limitada en interior de horno.	9	1	9	9
Visibilidad limitada en interior de ollas.	9	1	3	1*
Acumulación de agua en el piso.	3	3	1	3
Ubicación de utensilios y equipos de limpieza.	3	1	1	1
Cantidad de puntos de aire comprimido.	9	9	1	9
Distribución de carga de trabajo.	3	9	1	1*
Número de trabajadores variable.	3	9	9	9
Horarios de trabajo.	3	9	1	1*
Velocidad de banda en limpieza.	3	9	0	0*
Cobertura quemada en banda del horno.	9	9	1	9
Complejo desmontado de bandejas laterales del horno.	3	3	3	3
Difícil acceso a barra imantada para desmontar en ollas.	9	3	3	3
Difícil desarmado de barras inmantadas del horno.	9	3	1	1*
Acumulación de desperdicios en tolva de vaciado de azúcar.	3	3	1	3
Desensamble de cangilones en elevador.	3	9	9	9
Acumulación de grumos de producto en tuberías.	3	9	3	3
Acumulación de producto en partes desmontables.	3	9	9	9

Mal estado de utensilios de limpieza.	9	1	3	1*
Baja efectividad de químicos de limpieza.	9	9	1	9
Cambios de vestimenta.	3	0	3	3
Secuencia del procedimiento de limpieza.	3	0	1	0*
Disponibilidad de utensilios de limpieza.	3	3	1	3
Reproceso de limpiezas.	3	1	9	1*
Acumulación de desperdicios en zona de desmoronador.	3	1	1	1
Desensamble de bandejas laterales del horno.	3	1	1	1

Para aquellas causas que no contaban con una moda definida, se optó por asignarle el menor valor acompañado por un asterisco lo que quiere decir que no entrará dentro del análisis. Posteriormente, de las causas existentes, se realizó un Pareto para establecer causas potenciales. En la Ilustración 2.20 se aprecia el resultado de la estatificación mencionada anteriormente.

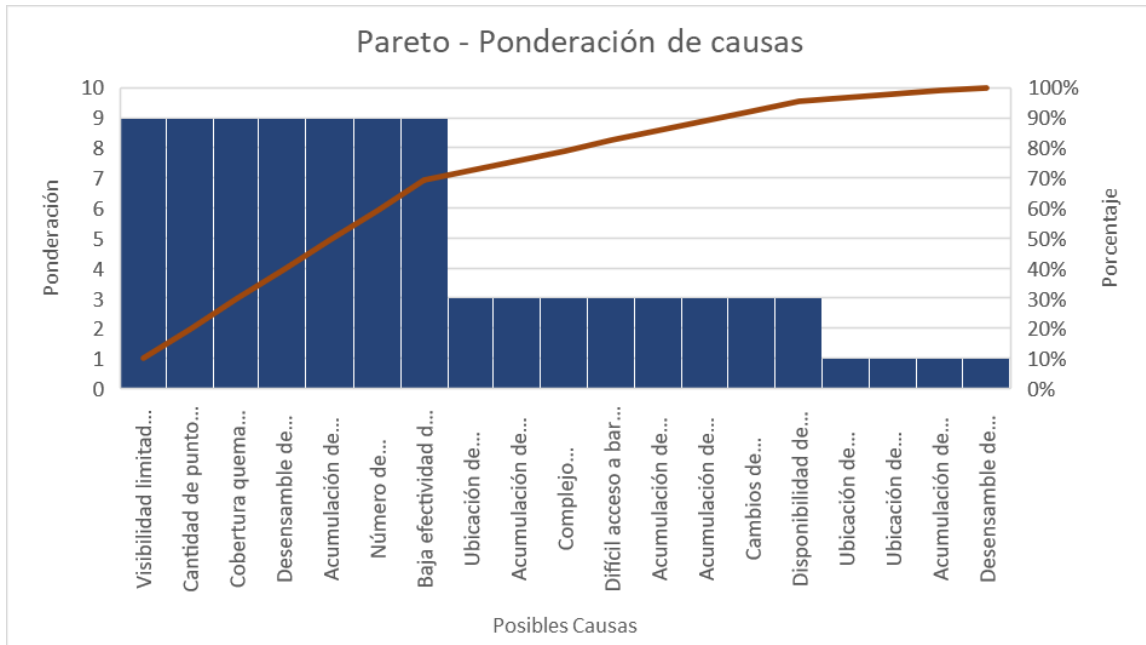


Ilustración 2.20 Gráfico Pareto de las posibles causas [Fuente: Elaboración propia]

Para tener más claro la idea del resultado del gráfico de Pareto, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Resultado del diagrama de Pareto y ponderación de causas [Fuente: Elaboración propia]

Posibles Causas	Ponderación
Visibilidad limitada en interior de horno.	9
Cantidad de puntos de aire comprimido.	9
Cobertura quemada en banda del horno.	9
Desensamble de cangilones en elevador.	9
Acumulación de producto en partes desmontables.	9
Número de trabajadores variable.	9
Baja efectividad de químicos de limpieza.	9
Ubicación de equipos LOTO.	3
Acumulación de agua en el piso.	3
Complejo desmontado de bandejas laterales del horno.	3
Difícil acceso a barra imantada para desmontar en ollas.	3
Acumulación de desperdicios en tolva de vaciado de azúcar.	3
Acumulación de grumos de producto en tuberías.	3
Cambios de vestimenta.	3
Disponibilidad de utensilios de limpieza.	3
Ubicación de preparación de químico de limpieza.	1
Ubicación de utensilios y equipos de limpieza.	1

Acumulación de desperdicios en zona de desmoronador.	1
Desensamble de bandejas laterales del horno.	1
Visibilidad limitada en interior de ollas.	1*
Distribución de carga de trabajo.	1*
Horarios de trabajo.	1*
Difícil desarmado de barras inmantadas del horno.	1*
Mal estado de utensilios de limpieza.	1*
Reproceso de limpiezas.	1*
Velocidad de banda en limpieza.	0*
Secuencia del procedimiento de limpieza.	0*

Como se aprecia en la Tabla 2.7, las causas potenciales que se obtuvieron son:

- Visibilidad limitada al interior del horno de secado.
- Cantidad de puntos de aire comprimido.
- Cobertura quemada en banda del horno.
- Desensamble de cangilones en el elevador.
- Acumulación de producto en partes desmontables.

No entran en consideración las causas “Número variable de trabajadores” y tampoco “baja efectividad de químicos de limpieza” dado que por limpieza varían provocando baja confiabilidad de los datos.

2.3.4 Plan de verificación de causas

Para verificar que en efecto las causas mencionadas antes efectivamente afectan al proceso en análisis se realiza antes un plan de verificación de causas

el cual se muestra en la Tabla 2.8, que a su vez detalla cuáles resultaron ser causas potenciales.

Tabla 2.8 Plan de verificación de causas [Fuente: Elaboración propia]

CAUSAS	TEORÍA DEL IMPACTO	¿CÓMO VERIFICO?	ESTADO
Visibilidad limitada al interior del horno de secado	Entre menor sea la visibilidad dentro del horno, mayor tiempo tomará la limpieza	Validación estadística-GEMBA	Significativa
Cantidad de puntos de aire comprimido	Entre menor cantidad de puntos de aire comprimido, mayor tiempo tomará la limpieza	Validación estadística-GEMBA	No significativa
Cobertura quemada en banda del horno	Entre mayor cantidad de cobertura quemada, mayor tiempo tomará la limpieza	Validación estadística-GEMBA	Significativa
Desensamble de cangilones en el elevador	Entre mayor número de cangilones, mayor tiempo tomará la limpieza	Validación estadística-GEMBA	No significativa
Acumulación de producto en partes desmontables	Entre mayor producto acumulado en las partes desmontables, mayor tiempo tomará la limpieza	Validación estadística-GEMBA	Significativa

2.3.5 Verificación de causas

Se procede a verificar cada causa enlistada anteriormente mediante el uso de estadística descriptiva con la prueba t de una muestra respecto de un objetivo en Minitab 19. Esta prueba nos ayuda a determinar si una muestra está sesgada o no respecto de un objetivo. Cada uno de los objetivos fue establecido por el operador líder. Para este análisis, la teoría de hipótesis es que la media de la muestra para cada dato es mayor que el objetivo planteado.

2.3.5.1 Verificación de causa: Visibilidad limitada al interior del horno de secado

Objetivo:

3.5 horas

Prueba t para medias respecto a un objetivo:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
3	4,440	0,419	0,242	3,734

μ : mean of Limited vision inside the dryer

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu = 3,5$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu > 3,5$
T-Value	3,89
P-Value	0,030

Ilustración 2.21 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Visibilidad limitada al interior del horno de secado [Fuente: Elaboración propia]

Resultado: Dado que el valor p es menor a 0.05, se concluye que la media de la muestra Sí es mayor al objetivo planteado.

2.3.5.2 Verificación de causa: Cantidad de puntos de aire comprimido

Objetivo:

1 hora

Prueba t para medias respecto a un objetivo:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
3	2,073	0,802	0,463	0,722

μ : mean of Number of compressed air points

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 1$

Alternative hypothesis $H_1: \mu > 1$

T-Value	P-Value
2,32	0,073

Ilustración 2.22 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Cantidad de puntos de aire comprimido. Cantidad de puntos de aire comprimido [Fuente: Elaboración propia]

Resultado: Dado que el valor p es mayor a 0.05, se concluye que la media de la muestra es IGUAL al objetivo planteado.

2.3.5.3 Verificación de causas: Cobertura quemada en banda del horno

Objetivo:

6 horas

Prueba t para medias respecto a un objetivo:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
3	6,850	0,427	0,247	6,130

μ : mean of Burnt cover in oven band.

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 6$

Alternative hypothesis $H_1: \mu > 6$

T-Value	P-Value
3,45	0,037

Ilustración 2.23 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Cobertura quemada en banda del horno. Cobertura quemada en banda del horno [Fuente: Elaboración propia]

Resultado: Dado que el valor p es menor a 0.05, se concluye que la media de la muestra Sí es mayor al objetivo planteado.

2.3.5.4 Verificación de causa: Desensamble de cangilones en el elevador

Objetivo:

0.5 hora

Prueba t para medias respecto a un objetivo:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
3	0,277	0,479	0,277	-0,531

μ : mean of Disassembly of elevator buckets

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 0,5$

Alternative hypothesis $H_1: \mu > 0,5$

T-Value	P-Value
-0,81	0,748

Ilustración 2.24 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Desensamble de cangilones en el elevador. Desensamble de cangilones en el elevador [Fuente: Elaboración propia]

Resultado: Dado que el valor p es mayor a 0.05, se concluye que la media de la muestra es IGUAL al objetivo planteado.

2.3.5.5 Verificación de causa: Acumulación de producto en partes desmontables

Objetivo:

1.5 horas

Prueba t para medias respecto a un objetivo:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ
3	2,720	0,548	0,316	1,796

μ : mean of Product accumulation in removab

Test

Null hypothesis $H_0: \mu = 1,5$

Alternative hypothesis $H_1: \mu > 1,5$

T-Value P-Value

3,86 0,031

Ilustración 2.25 Prueba t para la media de una muestra con respecto a un objetivo. Acumulación de producto en partes desmontables. Acumulación de producto en partes desmontables [Fuente: Elaboración propia]

Resultado: Dado que el valor p es menor a 0.05, se concluye que la media de la muestra Sí es mayor al objetivo planteado.

Para poder resumir las causas verificadas junto con su resultado, se puede verificar en la Tabla 2.8 mostrada previamente.

2.3.6 Análisis de los 5 por qué

Según lo analizado en la sección 2.3.5, las causas temporales que se definieron en base a la verificación estadística son:

- Visibilidad limitada al interior del horno.
- Cobertura quemada en la banda del horno.
- Acumulación de producto en partes removibles.

No obstante, las causas se presentan de forma muy general por lo que se procedió a realizar un análisis de 5 por qué para cada causa temporal con la finalidad de hallar causas raíz.

2.3.6.1 Análisis: Visibilidad limitada al interior del horno

El análisis de 5 por qué de esta causa se encuentra detallado en la Tabla 2.9:

Tabla 2.9 Análisis 5 por qué. Causa: Visibilidad limitada al interior del horno [Fuente: Elaboración propia]

Primera ronda	Hipótesis	Segunda ronda	Hipótesis	Tercera ronda	Hipótesis	Cuarta ronda	Hipótesis	Causa raíz
Espacio confinado	SÍ	No tiene suficientes puntos de acceso	NO					
Operadores no usan el equipo correcto	SÍ	El equipo está destinado a brigadistas	SÍ	Los brigadistas tienen prioridad sobre el uso de linternas de casco	SÍ	Limitada cantidad de linternas de casco	SÍ	Limitada cantidad de linternas de casco
La luz del entorno no es suficiente	SÍ	Equipos de luz distantes	SÍ					Equipos de luz están distantes del horno
El horno no tiene suficientes puertas	NO							

2.3.6.2 Análisis: Cobertura quemada en la banda del horno

El análisis de 5 por qué de esta causa se encuentra detallado en la Tabla 2.10:

Tabla 2.10 Análisis 5 por qué. Causa: Cobertura quemada en la banda del horno [Fuente: Elaboración propia]

Primera ronda	Hipótesis	Segunda ronda	Hipótesis	Tercera ronda	Hipótesis	Cuarta ronda	Hipótesis	Causa raíz
La banda caliente más de un lado que de otro	SÍ	Rodillos ejercen presión sobre unas partes más que en otras	SÍ	Rodillos no están uniformemente distribuidos	SÍ			Rodillos no están uniformemente distribuidos
El tiempo operativo de la banda es elevado	SÍ	Demanda del producto es elevada	NO					
Es difícil remover el desperdicio sólido	SÍ	Los rociadores son usados correctamente	SÍ	Los operadores no siguen el estándar de uso de los rociadores	SÍ			Los operadores no siguen el estándar de uso de los rociadores
Limpieza húmeda ejecutada incorrectamente	SÍ	Material sólido no es correctamente removido	SÍ	La limpieza de la banda no es uniforme	SÍ	Los operadores usan una escoba pequeña	SÍ	Los operadores usan una escoba pequeña

2.3.6.3 Análisis: Acumulación de producto en partes removibles

El análisis de 5 por qué de esta causa se encuentra detallado en la Tabla 2.11:

Tabla 2.11 Análisis 5 por qué. Causa: Acumulación de producto en partes removibles [Fuente: Elaboración propia]

Primera ronda	Hipótesis	Segunda ronda	Hipótesis	Tercera ronda	Hipótesis	Cuarta ronda	Hipótesis	Quinta ronda	Hipótesis	Causa raíz
El producto cae de las bandas	Sí	Hay espacios vacíos entre bandas	Sí	Las partes de la máquina no están cerca	Sí	No hay uniones entre máquinas	Sí	Falta de partes que eviten que caiga los costados	Sí	No hay barreras que eviten que caiga por los costados
Bandejas colectoras no cumplen su función	Sí	Bandejas recolectoras se llenan	Sí	Diseño de la bandeja colectoras no es óptimo	Sí					Diseño de la bandeja colectoras no es óptimo
Las partes principales no están correctamente ensambladas	Sí	Cada parte cumple funciones diferentes	Sí	Cada parte tiene diferente material de banda y alturas	Sí					Cada parte tiene diferente material de banda y alturas

En la Ilustración 2.26 se muestra en resumen el listado de causas raíz que surgieron a partir de la etapa de Análisis.

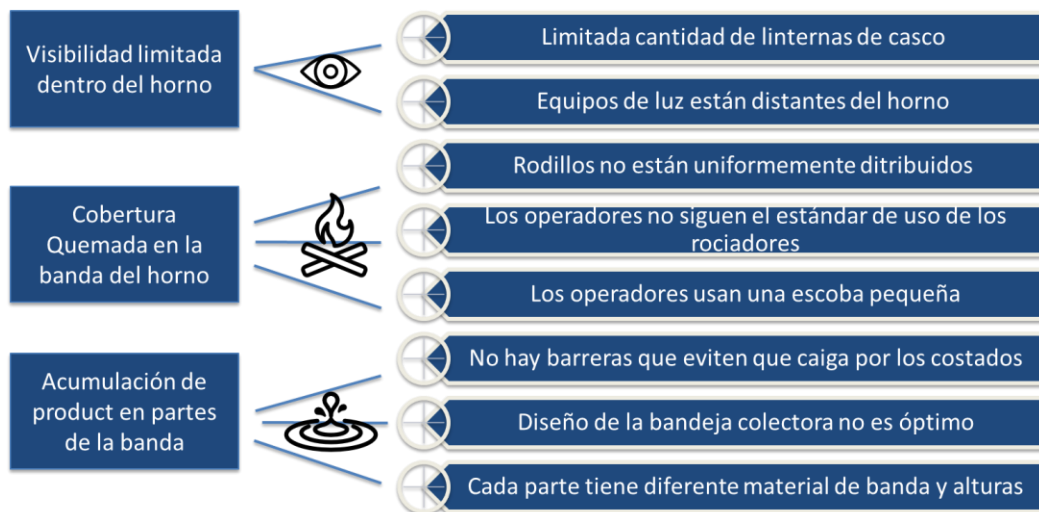


Ilustración 2.26 Listado de Causas [Fuente: Elaboración propia]

2.4 Mejoras

En esta sección se procede a realizar propuestas de mejora tomando en cuenta las ocho causas raíz que resultaron de la etapa de análisis. Dichas propuestas deben estar estrictamente relacionadas para realizar el respectivo costeo y priorización mediante la matriz de impacto esfuerzo. Con las propuestas priorizadas, se concluye con un plan de implementación que será descrito en el siguiente capítulo. A continuación, se detalla cada fase de la etapa de mejora.

2.4.1 Propuestas de mejora.

Durante las caminatas GEMBA, los operadores socializaban las posibles soluciones que podrían darle al proceso actual, asimismo durante las reuniones con el jefe de manufactura. La Tabla 2.12 detalla las soluciones por cada causa raíz.

Tabla 2.12 Soluciones propuestas para las causas raíz [Fuente: Elaboración propia]

Nº	Causa	Solución
1	Insuficiente cantidad de linternas para casco	Agregar linternas para los cascos de los operadores de coating
2	Las fuentes de luz están lejos del horno de secado	Incorporar linternas removibles al horno de secado
3	Los rodillos no están uniformemente distribuidos	Instalar rodillos uniformes de un material que no sea sensible a la temperatura
4	Los operadores no siguen un estándar de uso de flauta de rociadores	Crear política de uso de rociadores
		Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza
5	Los operadores usan una pequeña escoba	Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno
		Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador
6	Falta de partes que prevengan la caída de producto	Instalar barreras de Teflón en las juntas de cada fase
7	Cada fase del proceso tiene diferentes alturas y bandas	
8	Diseño incorrecto de las bandejas de recolección	Diseñar bandejas de recolección que se ajuste a cada fase del proceso y partes de la máquina

2.4.2 Análisis financiero de las soluciones.

Para este análisis se usaron cuatro parámetros para considerar dentro del costo total de implementación. El primer factor corresponde a la cantidad de personas necesarias para la implementación y esta tiene estrecha relación con el total de horas de implementación ya que el costo de tener a varios colaboradores implementando una solución no es un costo explícito como si se realizara una subcontratación. Dichos cálculos se hicieron en base al sueldo básico vigente al 2021. El tercer parámetro del costo total es el costo de equipo que surge de aproximados de maquinarias que se encuentran presentes en los mercados electrónicos y físicos. Por último, contamos con el costo adicional en caso de generarse transportes, materiales extras, etc. En la *Tabla 2.13*, se detalla el resumen de los costos asociados.

Tabla 2.13 Análisis financiero de soluciones propuestas [Fuente: Elaboración propia]

Causa	Solución	Mano de obra	Total de horas de implementación (h)	Costo de equipo (\$)	Costo adicional (\$)	Total (\$)
Insuficiente cantidad de linternas para casco	Agregar linternas para los cascos de los operadores de coating	2	2	\$15,00	\$-	\$21,67
Las fuentes de luz están lejos del horno de secado	Incorporar linternas removibles al horno de secado	2	2	\$42,00	\$-	\$48,67
Los rodillos no están uniformemente distribuidos	Instalar rodillos uniformes de un material que no sea sensible a la temperatura	2	14	\$480,00	\$-	\$526,67
Los operadores no siguen un estándar de uso de flauta de rociadores	Crear política de uso de rociadores	5	3	\$-	\$-	\$25,00
	Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza	5	6	\$-	\$25,00	\$75,00
Los operadores usan una pequeña escoba	Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno	2	72	\$320,00	\$159,00	\$719,00
	Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador	3	4	\$-	\$-	\$20,00
Falta de partes que prevengan la caída de producto	Instalar barreras de Teflón en las juntas de cada fase	2	12	\$70,00	\$50,00	\$160,00
Cada fase del proceso tiene diferentes alturas y bandas						
Diseño incorrecto de las bandejas de recolección	Diseñar bandejas de recolección que se ajuste a cada fase del proceso y partes de la máquina	2	72	\$150,00	\$70,00	\$460,00

2.4.3 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo.

Contando con las nueve soluciones propuestas numeradas en la Tabla 2.14, se realiza la clasificación dependiendo si su implementación requiere un esfuerzo alto o bajo o si su implementación tendrá un impacto alto o bajo. En la Ilustración 2.27, se detalla la priorización dada a cada una de las soluciones.

Tabla 2.14 Soluciones propuestas. [Fuente: Elaboración propia]

Nº	Solución
1	Agregar linternas en los cascos de los operadores de coating
2	Incorporar linternas removibles al interior del horno de secado
3	Instalar rodillos uniformes de un material que no sea sensible a la temperatura
4	Crear política de uso de flauta de vapor.
5	Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza
6	Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno
7	Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador
8	Instalar barreras de Teflón en las juntas de cada fase
9	Diseñar bandejas de recolección que se ajuste a cada fase del proceso y partes de la máquina

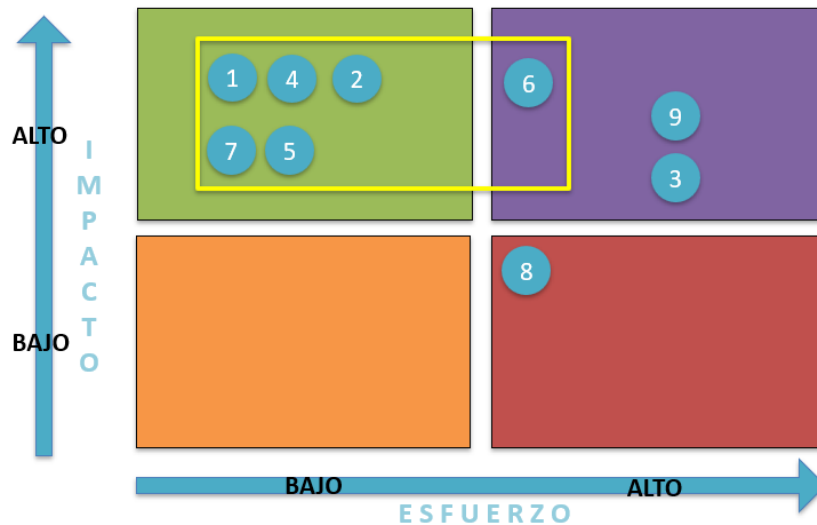


Ilustración 2.27 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo de soluciones [Fuente: Elaboración propia]

Tomando como referencia la Tabla 2.14 de soluciones y la Ilustración 2.27 podemos ver que las soluciones que resultan ideales de implementar para la resolución de este proyecto son las siguientes:

1. Agregar linternas en los cascos de los operadores de Coating.
2. Incorporar linternas removibles al interior del horno de secado.
4. Crear política de uso de flautas de vapor.
5. Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza.
6. Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno.
7. Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador.

Las soluciones y priorización mencionadas anteriormente fueron revisadas y validadas por el líder de manufactura en conjunto con los autores. (Revisar los anexos 5 – 6 – 7)

2.4.4 Plan de implementación

Durante esta fase, se programa en base a cinco preguntas esenciales (¿Por qué se implementa?, ¿Cómo se implementaría?, ¿Dónde se va a implementar?, ¿Cuándo se va a implementar?, ¿Quién realizará la implementación?) la implementación de cada una de las soluciones que resultaron de la priorización previamente enlistadas. El resumen del plan se muestra en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15 Plan de implementación [Fuente: Elaboración propia]

Nº	Solución	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Costo
1	Agregar linternas para los cascos de los operadores de coating	Para ayudar a asegurar una limpieza efectiva del horno de secado y ollas	Agregando linternas a los cascos actuales de los operadores	Casco del operador	15/1/2022-24/1/2022	Líderes del proyecto/Operador líder	\$ 21,67
2	Incorporar linternas removibles al horno de secado	Para ayudar a asegurar una limpieza efectiva del horno de secado	Agregando una linterna dentro del horno secador	Horno secador	15/1/2022-24/1/2022	Líderes del proyecto/Operador líder	\$ 48,67
4	Crear política de uso de rociadores	Para asegurarse de usar la flauta de vapor de manera correcta y durante el tiempo adecuado	Entrenar a los operadores sobre el uso de la flauta de vapor y sus beneficios	Banda	15/1/2022-24/1/2022	Líderes de proyecto /Operador líder/Técnico de mantenimiento/Líder de línea	\$ 25,00
5	Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza	Para distribuir las tareas que los operadores deben ejecutar de forma estándar	Separando actividades por operadores y máquinas en la secuencia debida	Cobertura	15/1/2022-24/1/2022	Líderes del proyecto/Operador líder/Líder de línea	\$ 75,00
6	Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno	Para limpiar de forma continua y uniforme la banda del horno de secado	Colocando el sistema bajo la banda para su limpieza	Banda	15/1/2022-24/1/2022	Líderes de proyecto /Operador líder/Técnico de mantenimiento/Líder de línea	\$ 719,00
7	Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador	Para ayudar a los operadores a seguir la mejor manera de limpiar la banda	Creando una secuencia estándar de limpieza de la banda y su correcta ejecución	Banda	15/1/2022-24/1/2022	Líderes de proyecto /Operador líder/Técnico de mantenimiento	\$ 20,00

En el capítulo 3 se detallará más a fondo las soluciones y cómo se ejecutaron en base al plan de implementación.

CAPÍTULO 3

3 IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

A raíz de la aprobación por parte del cliente, se lleva a cabo la ejecución del plan de implementación de las soluciones propuestas con la finalidad de eliminar las causas raíz de los elevados tiempos de limpieza profunda en procesos; los resultados están basados en una limpieza piloto que servirá como referencia para la presentación de conclusiones y recomendaciones del proyecto. (Véase el Anexo 15)

3.1 Explicación de las soluciones propuestas

3.1.1 Añadir linternas a los cascos de los operadores que realizan limpieza profunda en Coating.

Una de las causas más evidentes identificadas a través del GEMBA y corroborada al realizar el análisis estadístico es que la poca visibilidad dentro de equipos que conforman la fase de cobertura tales como el horno secador, bombo de confitado, ollas de preparación y ollas de recepción condicionaba el accionar de los operadores al realizar las limpiezas. La inclusión de las linternas de casco a los equipos definidos como obligatorios para ejecutar el proceso de limpieza profunda busca proporcionar mayor iluminación en áreas de los equipos a los que la luz de la planta no llega. El contexto actual es que los operadores que poseen linternas en sus cascos son únicamente los que forman parte de las brigadas de seguridad. (Véase los anexos 9 – 10 – 11)

3.1.2 Linterna removible al interior del horno secador

La casi nula visibilidad al interior del horno, además de desencadenar en reprocesos en limpiezas, condiciona la limpieza tanto seca como húmeda, ya que el operador no puede inspeccionar que el residuo de cereal ha sido retirado en su totalidad del interior del horno.

Por lo tanto, siguiendo la misma vertiente de la solución que comprende la inclusión de linternas en los cascos del operador que realiza la limpieza profunda, se plantea que mediante la introducción de una linterna removible, ajustable,

recargable y con las debidas licencias para trabajo industrial como la IP44; que garantiza la resistencia de los equipos al agua. (Véase los anexos 9 – 10 – 11)

3.1.3 Desarrollar y enunciar política de uso de flautas.

Por medio de esta solución, se busca que el uso del sistema de flautas respete el tiempo establecido según el sabor del cereal que está siendo limpiado, garantizando de esta manera que el sistema cumpla su función que es ablandar el residuo solido que se ha impregnado en la baraja, a través de vapor caliente dirigido a la banda. La política establecerá tiempos recomendados y validados con los operarios y operador líder, los cuales se definirán según la dificultad que represente la limpieza de cada sabor.

3.1.4 Implementar un control visual de la secuencia de la limpieza profunda.

La idea de esta solución surge a raíz de que, a pesar de la existencia de un manual de procedimiento para una limpieza profunda con una secuencia establecida, muchas veces los operadores encargados, no seguían el orden definido. De igual manera, en la planta, no existía ningún tipo de información referente al proceso de limpieza además de los carteles para la identificación de los utensilios. Realizar un resumen ilustrativo de la limpieza permitirá que el operario tenga un control visual del orden de las actividades de limpieza y de esta forma, siga la secuencia establecida satisfaciendo el tiempo planificado para la limpieza.

3.1.5 Instalar un sistema limpieza con cepillos para la limpieza de la baraja.

La solución enunciada en esta ocasión comprende un sistema de cepillos que complemente y facilite al operador la limpieza de la baraja, que es una de las fases críticas de este proceso. Previo a la implementación de esta solución, la baraja se limpia con un cepillo de mango largo una vez que los rociadores son apagados. A partir de este escenario, se identifica una oportunidad de no solo transformar el tiempo muerto que transcurre mientras las flautas están encendidas en tiempo que agrega valor, si no también, aprovechar que la baraja tiene una temperatura adecuada para retirar los residuos que a su vez están blandos debido al uso del sistema de flautas.

3.1.6 Estandarizar el proceso de limpieza de la baraja del horno secador.

La finalidad de la presente solución es garantizar que el operador realice el cepillado de la baraja de la mejor manera. En la fase de análisis del presente proyecto por medio del GEMBA se pudo validar que el operador que cepillaba la baraja con el químico realizaba dicha actividad enfocado únicamente en los extremos de la banda. Por lo tanto, al determinar que la manera estándar de realizar el cepillado sea de lado a lado se logrará cubrir toda la superficie de la baraja y, por ende, el satisfacer el objetivo general del proyecto que responde a reducir tiempos de limpieza profunda en procesos. (Véase el anexo 14)

3.2 Añadir linternas a los cascos de los operadores que realizan limpieza profunda en Coating

Una vez incluidas las linternas de cascos en el equipo obligatorio de los operadores que realizan la limpieza profunda, su uso significó la satisfacción total del objetivo de la implementación de esta solución que fue definido como garantizar buena visibilidad al interior de los equipos que poseen espacios confinados y a los que la iluminación general de la planta no llegaba. De la misma manera, se logró una limpieza sin retrabajos ya que, al tener buena iluminación, los operadores realizaban una sola vez las actividades de la limpieza debido a que fueron capaces de verificar que el material ha sido retirado en su totalidad. Todos los resultados mencionados convergen en la reducción del tiempo de la limpieza seca detallada en la *Tabla 3.1*. (Véase los anexos 16 – 17 – 18)

Tabla 3.1 Resultados de implementar linternas en casco [Fuente: Elaboración propia]

Limpieza seca	
Promedio de tiempo previo a implementación	Tiempo implementando solución
4,44 horas	3,65 horas
10,36% Reducción de tiempo=0,46 horas	

3.3 Linterna removible al interior del horno secador

La implementación de la linterna móvil en la limpieza al interior del horno secador significó la reducción de 0.32 horas del promedio de limpieza. Esta solución arrojó los

resultados esperados gracias a las características de la linterna al ser removible, adaptable, recargable y aprueba de agua lo que permitió que la limpieza sea integral y el equipo se amolde a cada una de las necesidades de la actividad de limpieza. (Véase anexo 19)

Tabla 3.2 Resultados de implementar linterna removible en interior de horno [Fuente: Elaboración propia]

Limpieza al interior del horno	
Promedio de tiempo previo a implementación	Tiempo implementando solución
2,25 horas	1,93 horas
14,22% Reducción de tiempo=0,32 horas	

3.4 Desarrollar y enunciar política de uso de flautas.

La elaboración de una política para el tiempo de encendido de los aspersores de vapor destinados a la limpieza de la baraja del horno permitió que se incremente el tiempo de uso en un 59.37% en comparación al tiempo promedio (32 minutos) de encendido en las limpiezas consideradas en el análisis. En la prueba piloto los aspersores estuvieron encendidos durante 51 minutos, desde las 23:17 PM hasta 00:08 AM, si bien es cierto, no se cumplieron los 60 minutos establecidos en la política para sabor de canela y pasas, el uso de las flautas de vapor puede interrumpirse una vez que el residuo de la baraja llega a la consistencia mostrada en el Anexo 20. Por tanto, un objetivo específico de esta solución es que acorde al sabor que se esté limpiando, el tiempo de encendido se aproxime a lo estipulado en la política. (Véase anexos 20 – 21)

3.5 Implementar un control visual de la secuencia de la limpieza profunda

Como se evidencia en los Anexos 22 – 23 se elaboró 6 posters con ilustraciones que referencian la secuencia de la limpieza profunda. Las ilustraciones que permiten una comunicación más amigable con el operador y brinda un contexto general del paso descrito están acompañadas por un resumen de las actividades más importantes de cada fase del proceso. Cada uno de estos posters fueron ubicados estratégicamente en el área de ollas de preparación y recirculación de jarabe, así como en el del horno de secado. Los operadores siguieron la secuencia de pasos a cabalidad y en el orden establecido.

3.6 Instalar un sistema con cepillos para la limpieza de la baraja

Los resultados de esta solución se obtuvieron a través de la elaboración de un prototipo debido al costo y tiempo de gestión requerido para la implementación. En el Anexo 26, se puede evidenciar que se realizó la simulación del sistema de cepillado de la banda desde la parte del horno que se ensambla al empaquetado debido a que el operador no está autorizado a cepillar la banda desde donde se ubican las flautas de vapor mientras estas están encendidas. El prototipo del sistema de cepillos fue elaborado en función de las dimensiones de la baraja del horno y donde iría ubicado el mismo. El prototipo se encuentra en los Anexos 24 – 25 – 26.

3.7 Estandarizar el proceso de limpieza de la baraja del horno secador

Se determina que la mejor forma de limpiar la baraja es que el operador lo haga de izquierda a derecha y viceversa como se muestra en el Anexo 27, esto sustituye el mecanismo previo a la implementación de esta solución en donde los operadores se enfocaban únicamente en los extremos de la banda. Se logra, por lo tanto, mediante la estandarización de la forma de realizar el cepillado de la banda una reducción de 0,45 horas del tiempo promedio de limpieza de la banda como es detallado en la Tabla 3.3. (Véase anexo 27)

Tabla 3.3 Resultados de limpieza de baraja del horno secador [Fuente: Elaboración propia]

Promedio de tiempo previo a implementación	Tiempo implementando solución
3,20 horas	2,75 horas
Reducción de tiempo 14,06% =0,45 horas	

3.8 Resultados generales

A manera de resumen, la implementación o prototipado de las soluciones detalladas anteriormente impactaron directamente en la variable de respuesta definida en capítulos anteriores que es el tiempo de limpieza profunda en el área de cobertura. Este impacto logró alcanzar una reducción de tiempo de 1.23 horas en comparación al tiempo promedio de limpieza previo a las mejoras el cual era de 8.68 horas. Cada una de las soluciones abona a la reducción del 14.17% del tiempo de limpieza profunda.

Tabla 3.4 Limpieza profunda en cobertura [Fuente: Elaboración propia]

Limpieza profunda en cobertura.	
Promedio de tiempo previo a implementación	Tiempo implementando soluciones
8,68 horas	7,45 horas
Reducción de tiempo 14,17% =1,23 horas	

3.9 Control de mejoras

En la Tabla 3.5 se muestra el detalle de qué soluciones, cómo se implementarán los controles, cuándo se realizarán los controles, quién es el encargado de llevar a cabo el registro y control, el por qué se lleva cada control y los documentos entregables.

Tabla 3.5 Plan de control de las soluciones implementadas [Fuente: Elaboración propia]

Solución	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Por qué?	Entregables
Agregar linternas para los cascos de los operadores de coating	Llenando el Checklist de limpieza profunda en coating	Cada vez que se ejecuta una limpieza. Al comienzo y al final de esta.	Operador líder	*Trazabilidad *Previene la pérdida de implementos *Controla las limpiezas por sabores	Checklist de limpieza profunda en Coating
Incorporar linternas removibles al horno de secado					
Crear política de uso de Flautas de vapor					
Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza	Llenando un acumulado del checklist de limpieza profunda en coating.	Mensualmente	Líder de línea	*Referencias internas del proceso *Control sobre las limpiezas en coating y sus puntos claves	Retroalimentación mensual de limpiezas en Coating
Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador					
Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno	Llenando las condiciones de los equipos de limpieza para coating.	Mensualmente	Operador líder	*Control sobre las condiciones de las herramientas *Previene contratiempos al momento de ejecutar las limpiezas.	Checklist de herramientas de limpieza-Coating

3.9.1 Entregable: Checklist de limpieza profunda Coating

En la Ilustración 3.1 se muestra el formato general del documento, el cual será explicado en detalle basándonos en las soluciones.




PERSONAL COMPLETO		SI	NO	¿TODOS LOS MATERIALES ESTÁN DISPONIBLES?		SI	NO
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA VISUAL		RESPONSABLE(S)	CANTIDAD RETIRADA	CANTIDAD DEVUELTA	
Linternas de cascos	Dos linternas ajustables para cascos marca Energizer						
Linterna Portátil	Una linterna de doble foco para interior del horno de secado						
CONTROL	TIPO DE CAMBIO DE SABOR	REFERENCIA VISUAL		TIEMPO DE EJECUCIÓN			
Tiempo de encendido de flauta de vapor para banda del horno secador							
Importante: Una vez firmado el documento el mismo NO PUEDE SER MODIFICADO							
RESPONSABLE DE REGISTRO:		PARTICIPANTES					
SUPERVISOR DE ÁREA:		NOMBRE Y firma					
Hora de Fin		Hora de registro					

Ilustración 3.1 Checklist de limpieza profunda en Coating [Fuente: Elaboración propia]

La primera sección de la plantilla, Ilustración 3.2, corresponde a la cantidad de linternas de casco como para el interior del horno que se retira y que se devuelven en cada limpieza. De manera que da una mayor visibilidad de quiénes proceden al retiro de cada linterna y si estas son devueltas al final del proceso. Esta sección busca llevar control sobre las siguientes soluciones:

- Agregar linternas para los cascos de los operadores de coating.
- Incorporar linternas removibles al horno de secado.

PERSONAL COMPLETO		SI	NO	¿TODOS LOS MATERIALES ESTÁN DISPONIBLES?		SI	NO
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA VISUAL		RESPONSABLE(S)	CANTIDAD RETIRADA	CANTIDAD DEVUELTA	
Linternas de cascos	Dos linternas ajustables para cascos marca Energizer						
Linterna Portátil	Una linterna de doble foco para interior del horno de secado						

Ilustración 3.2 Primera sección del checklist de limpieza profunda en Coating
[Fuente: Elaboración propia]

En la segunda sección, Ilustración 3.3, se deberá registrar el tiempo que se mantuvo encendida la flauta de vapor y a su vez, el tipo de cambio de sabor que se realizó. Esta sección da mayor visibilidad sobre el promedio por cada cambio de sabor y si se está cumpliendo la ejecución de la siguiente solución:



- Crear política de uso de flautas de vapor.

CONTROL	TIPO DE CAMBIO DE SABOR	REFERENCIA VISUAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN
<p>Tiempo de encendido de flauta de vapor para banda del horno secador</p>			
Importante: Una vez firmado el documento el mismo NO PUEDE SER MODIFICADO			
RESPONSABLE DE REGISTRO:	PARTICIPANTES		
SUPERVISOR DE ÁREA:	NOMBRE Y firma		
Hora de Fin		Hora de registro	

Ilustración 3.3 Segunda sección del checklist de limpieza profunda en Coating
[Fuente: Elaboración propia]

3.9.2 Entregable: Retroalimentación de limpiezas-Mensual

En la Ilustración 3.4 se muestra el formato general del documento, el cual será explicado en detalle basándonos en las soluciones.

Retroalimentación de limpiezas-Mensual				Re EHSS 067 - 02	FECHA:	BITÁCORA:
ACTIVIDAD: Limpieza Interna Horno Secador				ÁREA: Proceso		
PERSONAL COMPLETO	SI	NO	¿TODOS LOS MATERIALES ESTÁN DISPONIBLES?		SI	NO
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA VISUAL	RESPONSABLE	KIT COMPLETO		
Linternas de cascos	Dos linternas ajustables para cascos marca Energizer			SI	NO	
Linterna Portátil	Una linterna de doble foco para interior del horno de secado					
CONTROL	REFERENCIA VISUAL	CAMBIO DE SABOR MÁS FRECUENTE	TIEMPO PROMEDIO DE EJECUCIÓN			
Tiempo de encendido de flauta de vapor para banda del horno secador						
RESPONSABLE DE RETROALIMENTACIÓN:	DURACIÓN PROMEDIO:	VALOR ESPERADO:				
SUPERVISOR DE ÁREA:	LIMPIEZA MÁS RÁPIDA:	RETROALIMENTACIÓN REQUERIDA:				
		SI		NO		

*Importante: Una vez firmado el documento el mismo NO PUEDE SER MODIFICADO

Ilustración 3.4 Retroalimentación de limpiezas-Mensual [Fuente: Elaboración propia]

En la Ilustración 3.4, mostramos la verificación de la primera sección del documento mostrado en la Ilustración 3.2 asegurándonos que el kit de linternas se mantenga en orden y completo. Así mismo, se registra el tiempo promedio de la limpieza profunda que se realizó durante el cambio de formato más frecuente. Considerando lo mostrado en la etapa de resultados se registra el tiempo esperado para lo cual relaciona este formato a las soluciones:

- Implementar control visual sobre el estándar de la secuencia de actividades de limpieza.
- Estandarizar el proceso de limpieza de la banda del horno secador.

La razón de llenar el formato mensualmente se debe a que en caso de tener el cambio de formato o sabor fuera de control se requerirá una retroalimentación de las soluciones antes mencionadas en formato de capacitación. Para asegurar la realización de capacitaciones se levanta el formato mostrado en la Ilustración 3.5. La comprobación del efecto de este control se reflejará en los tiempos más controlados y el personal mejor preparado para la ejecución de sus tareas.



		Retroalimentación			FECHA: HORA INICIO:	BITÁCORA:
		Re EHSS 067 - 02				
Hora de Inicio	Hora de fin	Área	Participantes			
Tema		Expositor				
Colaborador	Área	Firma	Observación			
Responsable de retroalimentación						

Ilustración 3.5 Retroalimentación de soluciones [Fuente: Elaboración propia]

3.9.3 Entregable: Checklist de elementos de limpieza-Coating

Independientemente de si se llevase a cabo o no la elaboración del prototipado, se propone un control “Checklist de elementos de limpieza-Coating” (Ilustración 3.6), donde se detalla el estado de todos los implementos de limpieza que se disponen en el área, por lo que las secciones en blanco pueden ser llenadas con elementos como: escoba, cepillo de mano, mopas o la solución “Instalar sistema de limpiado con cepillos para la banda del horno” cuyas características se explicaron en el desarrollo de este capítulo. De esta forma prevenimos el deterioro de los insumos y aseguramos una limpieza efectiva, además de verificar la rotación de estos insumos debido a su uso en limpiezas en Coating.

PERSONAL COMPLETO		SI		NO		¿TODOS LOS MATERIALES ESTÁN DISPONIBLES?			
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA VISUAL		RESPONSABLE(S)		ESTADO			
		NO ESTÁ	CAMBIAR	SUCIO	BUENO				
Cepillo para banda	Cepillo desmontable para limpieza húmeda de la banda del horno secador								

Importante: Una vez firmado el documento el mismo **NO PUEDE SER MODIFICADO**

RESPONSABLE DE REGISTRO:
SUPERVISOR DE ÁREA:

Ilustración 3.6 Checklist de elementos de limpieza-Coating [Fuente: Elaboración propia]

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

- La implementación integral de las soluciones permitió la reducción de 1,23 horas (de 8,68 horas a 7,45 horas) del tiempo promedio de limpieza profunda en el proceso de Coating.
- La iluminación en espacios confinados, la estandarización del proceso y las guías visuales son puntos claves en el proceso de limpieza en una empresa industrial puesto que están estrechamente ligados al accionar de los operadores.
- El presupuesto destinado a las limpiezas, la fuerza de trabajo y la planificación de la producción son restricciones para la reducción de tiempos de limpieza en procesos.
- El uso de las linternas para casco garantizó visibilidad a los operadores e influyó para que la limpieza en espacios confinados se reduzca de 4,44 horas a 3,56 horas.
- La creación de una política con guía visual para el uso de la flauta de vapor garantizó un cumplimiento del 85% del valor establecido frente al 53% que se evidenciaba en las limpiezas previas a su implementación.
- La incorporación de una linterna con una potencia de iluminación de 2000 lúmenes permitió facilitar la identificación de suciedad dentro del horno de secado, lo que provocó una reducción de 2,25 horas a 1,93 horas.
- El estándar de limpieza de banda permitió al operador no solo reducir el tiempo de limpieza de 3,20 horas a 2,75 horas, sino que también mejoró la ergonomía, al poder hacerlo con una mejor postura y menores movimientos de rodilla-columna.
- La eliminación del retrabajo en las actividades, por medio de la implementación de las soluciones logró limpiezas efectivas, garantizando el mejor uso del tiempo y recursos como el agua y químicos.

- La implementación de un control visual de las actividades que conforman el procedimiento estándar establecido por la compañía asegura el cumplimiento de la secuencia de la limpieza.
- La inclusión de un kit de iluminación para limpieza garantiza que los operadores cuenten con los implementos necesarios al momento de realizar las actividades de sanitización de equipos.

4.2. Recomendaciones.

- Considerar en la propuesta del sistema de cepillado el movimiento mecánico de los cedros para conseguir una reducción adicional del tiempo de limpieza y aumentar la disponibilidad del operario para realizar otras tareas.
- Incluir la lista de comprobación de la limpieza profunda en Coating en el informe final de limpieza para garantizar un control efectivo sobre la solución.
- Considerar la posibilidad de rediseñar las bandejas de recogida para adaptarlas a las máquinas de forma que se reduzca el tiempo de limpieza en seco.
- Analizar las oportunidades de mejora en los espacios de montaje de la maquinaria en virtud de la reducción de la caída de cereal al suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Albeck, M. E. (24 de julio de 2019). Producción incaica en los Andes Centro Sur. Tecnología agrícola en Rodero y Coctaca, Argentina. *Revista Española de Antropología Americana*(29), 9-28. Accedido el 20 de diciembre, 2021, desde <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/122968>
- Burbano Criollo, R., Gómez Sánchez, E., & Rubieano Ovalle, O. (29 de marzo de 2016). Modelo de dinámica de sistemas para la gestión del emprendimiento, Fondo Emprender - SENA, Valle del Cauca. Accedido el 15 de diciembre, 2021, desde <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/3255>
- Garza Ríos, R., González Sánchez, C., Rodríguez González, E., & Hernández Asco, C. (diciembre de 2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35. Accedido el 15 de diciembre, 2021, desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233148815002>
- Garzón, T. (2009). La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), 330-338. Accedido el 15 de diciembre, 2021, desde <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324460>
- Gavidia Díaz, J. (24 de Enero de 2020). Herramientas de gestión de calidad y el incremento de la producción en la industria alimentaria en Latinoamérica en los últimos 10 años: revisiones sistemáticas. Repositorio Institucional UPN. Accedido el 29 de enero, 2022, desde <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23288>
- National Geographic. (14 de Abril de 2016). The Development of Agriculture. National Geographic. Accedido el 15 de diciembre, 2021, desde <https://web.archive.org/web/20160414142437/https://genographic.nationalgeographic.com/development-of-agriculture/>
- Ordejón, A. (2019). Bankia: La voz del cliente al alcance de la mano. *Calidad: Revista mensual de la Asociación Española para la Calidad*(5), 14-20. Accedido el 16 de diciembre, 2021, desde <https://www.aec.es/conocimiento/revista/revista-calidad-2019-no-ii-julio/>

- Pérez Samper, M. d. (20 de febrero de 2009). La historia de la historia de la alimentación. *Chronica Nova: Revista de historia moderna de la Universidad de Granada*(35), 105-162. Accedido el 15 de diciembre, 2021, desde <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cnova/article/view/1632>
- Trias, M., González, P., Fajardo, S., & Flores, L. (diciembre de 2009). Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos. *Laboratorio Tecnológico del Uruguay*(1), 20-28. Accedido el 29 de enero, 2022, desde <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC-Gestion/article/view/5>
- Wildbrett, G., Auerswald, D., Kiermeier, F., & Mrozek, H. (2000). *Limpieza y desinfección en la industria alimentaria*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Zizumbo Villareal, D., & García Marín, P. (15 de diciembre de 2008). El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*, 85-113. Accedido el 29 de enero, 2022, desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75711472007>

ANEXOS

ANEXO A

Anexo 1: Bitácora elaborada por Edwin Calderón

Fecha:
12/01/21

Motivo de limpieza:

HOJA DE REGISTRO CON FACTORES DE ESTRATIFICACIÓN

TIEMPOS DE PARA POR LIMPIEZA EN LÍNEA DE PROCESOS

Encierre la máquina en donde está realizando la limpieza

Extrusora 1	Extrusora 2	Coating	Bulk
-------------	-------------	---------	------

Encierre el tipo de limpieza

Limpieza profunda	Limpieza seca	Otra (Especifique):
-------------------	---------------	---------------------

Hora inicio general: 23:15

Hora fin general:

Operadores presentes
2

Nº	Máquina con una X			DESCRIPCIÓN	HORA INICIO	HORA FIN	OBSERVACIONES
	PARA	REPROCESO	TIEMPO MUESTRO				
1	X			Abre puertas horno extrusor	23:16	23:47	Limpieza seca
2	X			Desmontaje bandas.	23:36	23:45	
3	X			Requiereau bomba conf	23:45	23:53	
4	X			Sople leada extrusor / tolva/b. lu.	23:53	0:20	
5	X			Desmontaje bambalito lu	0:20	0:23	
6	X			Limpieza horno secador	0:40	1:02	
7			X	Espera válvula soporte LORO.	1:05	1:16	
8	X			Desmontaje barras horno secador	1:02	1:11	
9			X	Espera válvula extra	1:11	1:24	
10	X			Barren al redactor	1:24	1:36	
11	X			Sopletear horno sec	1:24	1:55	
12	X			Parrido/aspirar horno sec.	1:26	2:12	
13	X			seller partes electron	2:12	2:20	
14	X			Adyuvante reacciones vapor caliente	2:23	2:40	
15	X			Apertura cllas.	2:32	2:59	

Aprobado por:

Registrado por: Edwin Calderón

Firma:

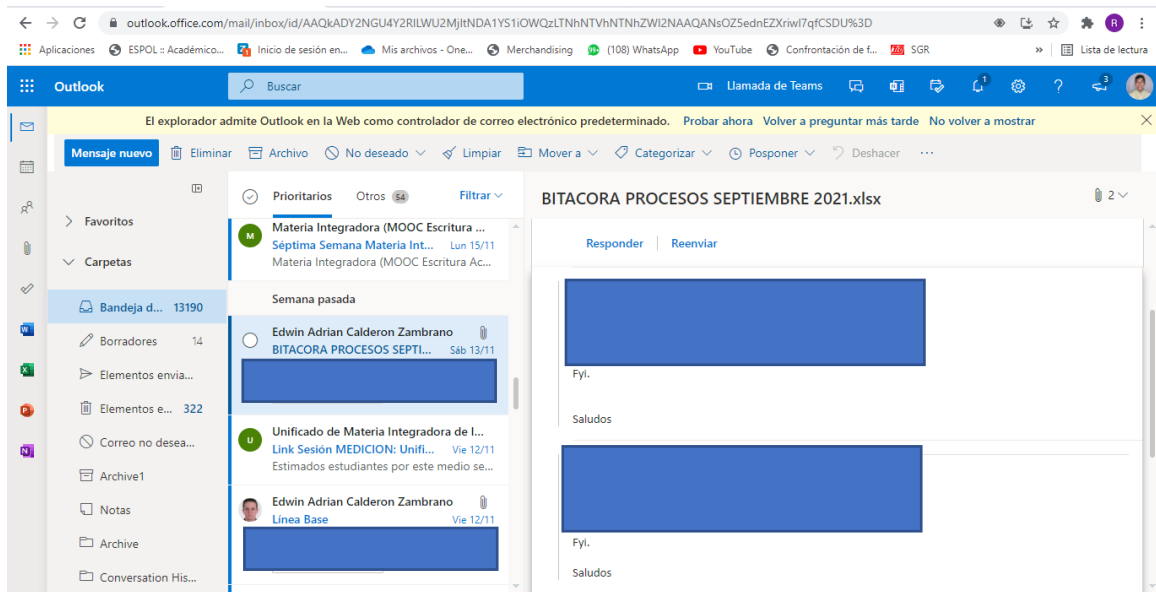
Anexo 2: Bitácora registrada por operadores de limpieza

Fecha	Linea	Turno	Producto	Kg/Ca:BT MAXxIND	Grupo	Operario	Equipo	Código Producto	Orden de proceso	Kg/Ca:R Producción	Tempo total	Trabajo min	Paso 1 [min]	Mémo 1	Paso 2 [min]		
1-Feb-21	Emuler1	D									720	330	LIMPIEZA DE LOS DOS EXTRUSORES BC R2 Y BC R2	P-ND	420		
1-Feb-21	CONF	D									720	300	LIMPIEZA	P-ND	300		
1-Feb-21	BULK	D									480	0	LIMPIEZA DE EQUIPO	P-ND	300		
1-Feb-21	Emuler2	D									480	0	LIMPIEZA DE LOS DOS EXTRUSORES BC R2 Y BC R2	P-ND	90		
2-Feb-21	CONF	N	Mod AC Vanilla Coating	1308.7	L	RV	CV	JS	10910066	12615	320	140	OCA	120	LIMPIEZA SECA POR CAMBIO DE SABOR	O-FL	60
6-Feb-21	Mier	N	Mod AC chocolate Mier	1,040.0	L	DG	CV	JS	10910050	600.16	720	120	O-U	600	LIMPIEZA DE FIN DE SEMANA	P-ND	180
6-Feb-21	CONF	N	Mod AC Chocolate Coating	1,540.0	L	RV	CV	JS	10910053	1838.5	720	195	O-U	625	LIMPIEZA PROFUNDA DE EQUIPOS	O-CD	30
6-Feb-21	BULK	N	Mod AC Chocolate M Sixt Bulk OSC	333.3	L	DM	CV	JS	1004800124	133	720	200	O-U	340	LIMPIEZA	P-ND	180
8-Feb-21	Emuler2	N	Mod AC chocolate Emuler	0.1	D	AG	CV	JS	10910055	3	720	150	O-U	330	LIMPIEZA EQUIPO	P-ND	180
10-Feb-21	Mier	D	Mod CF Pasas Mier	2,430.0	D	DG	CV	JS	10910077	2,271	480	420	O-U	60	LIMPIEZA	P-ND	30
10-Feb-21	Mier	T									480	0	O-U	450	LIMPIEZA	P-ND	30
10-Feb-21	Emuler1	D	Mod CFP Emuler	15.3	D	WV	CV	JS	10910076	15	480	450	O-U	30	LIMPIEZA SECA	P-ND	30
10-Feb-21	Emuler1	T									480	0	O-U	450	LIMPIEZA PROFUNDA DE EQUIPOS	P-ND	30
10-Feb-21	CONF	D	Mod CF Pasas Coating	2,700.0	D	RV	CV	JS	10910075	3530	480	455	O-U	75	LIMPIEZA SECA	P-ND	30
10-Feb-21	CONF	T	Mod CF Pasas Coating	2,700.0	Z	CM	CV	JS	10910075	478	480	0	O-U	480	LIMPIEZA	P-ND	30
10-Feb-21	CONF	N									480	0	O-U	480	LIMPIEZA	P-ND	30
10-Feb-21	BULK	N									480	0	O-U	480	LIMPIEZA	P-ND	30
10-Feb-21	Mier	D									720	0	O-U	720	LIMPIEZA HAMBADA	P-ND	300
10-Feb-21	Emuler1	D	Mod CFP Emuler	2.8	D	WV	MC	JS	10910055	3	720	60	O-U	360	LIMPIEZA PROFUNDA	P-ND	300
10-Feb-21	CONF	D	Mod CF Leche Coating	-	D	IM	MC	JS	10910072	840	720	0	O-U	420	LIMPIEZA PROFUNDA	P-ND	300
10-Feb-21	BULK	D	Mod CF Leche Mx1 Bulk OSC	51.0	D	AG	MC	JS	1004800119	60	720	30	O-U	480	LIMPIEZA PROFUNDA POR CAMBIO DE PRODUCTO	P-ND	90
20-Feb-21	Mier	N	Mod Choco Copo Mier	540.0	Z	GR	JS	10910769		848.45	720	120	1PR	400	LIMPIEZA PROFUNDA DE EQUIPOS CAMBIO A CHIVERA	P-ND	90
20-Feb-21	CONF	N	Mod Choco Copo Coating	2,138.3	Z	GR	JS	10910076		2262	720	260	1PR	400	LIMPIEZA PROFUNDA DE EQUIPOS CAMBIO A CHIVERA	P-ND	90

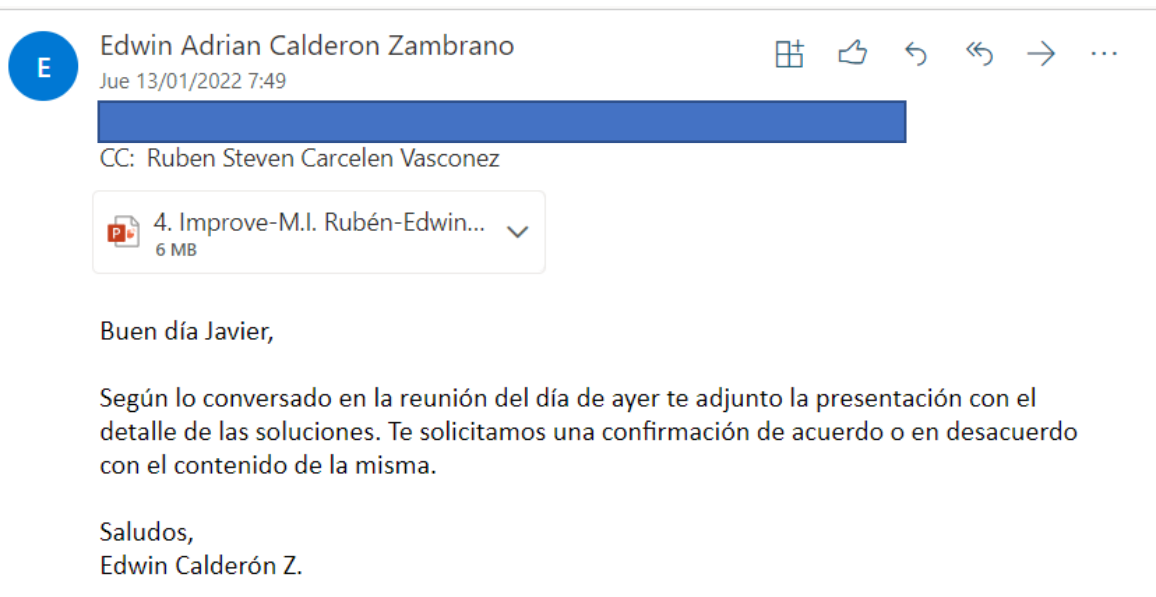
Anexo 3: Bitácoras de área de procesos desde enero a octubre 2021

Nombre	Modificado	Modificado por	Tamaño de archi...	Compartir
1. BITACORA PROCESOS ENERO 2021 FINA...	12 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	5,92 MB	Compartido
10. BITACORA PROCESOS Octubre 2021.xlsx	10 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	444 KB	Compartido
2. BITACORA PROCESOS FEBRERO 2021 FIN...	12 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	5,84 MB	Compartido
3. BITACORA PROCESOS MARZO 2021 FINA...	12 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	6,36 MB	Compartido
4. BITACORA PROCESOS ABRIL 2021 FINAL...	12 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	5,89 MB	Compartido
5. BITACORA PROCESOS MAYO 2021 FINAL...	12 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	6,15 MB	Compartido
6. BITACORA PROCESOS JUNIO 2021.xlsx	Hace 5 días	Ruben Steven Carcelen Va	6,39 MB	Compartido
7. BITACORA PROCESOS JULIO 2021.xlsx	10 de noviembre	Edwin Adrian Calderon Za	1,53 MB	Compartido
8. BITACORA PROCESOS AGOSTO 2021.xlsx	Hace 5 días	Ruben Steven Carcelen Va	5,81 MB	Compartido
9. BITACORA PROCESOS SEPTIEMBRE 2021...	Hace 5 días	Ruben Steven Carcelen Va	6,47 MB	Compartido

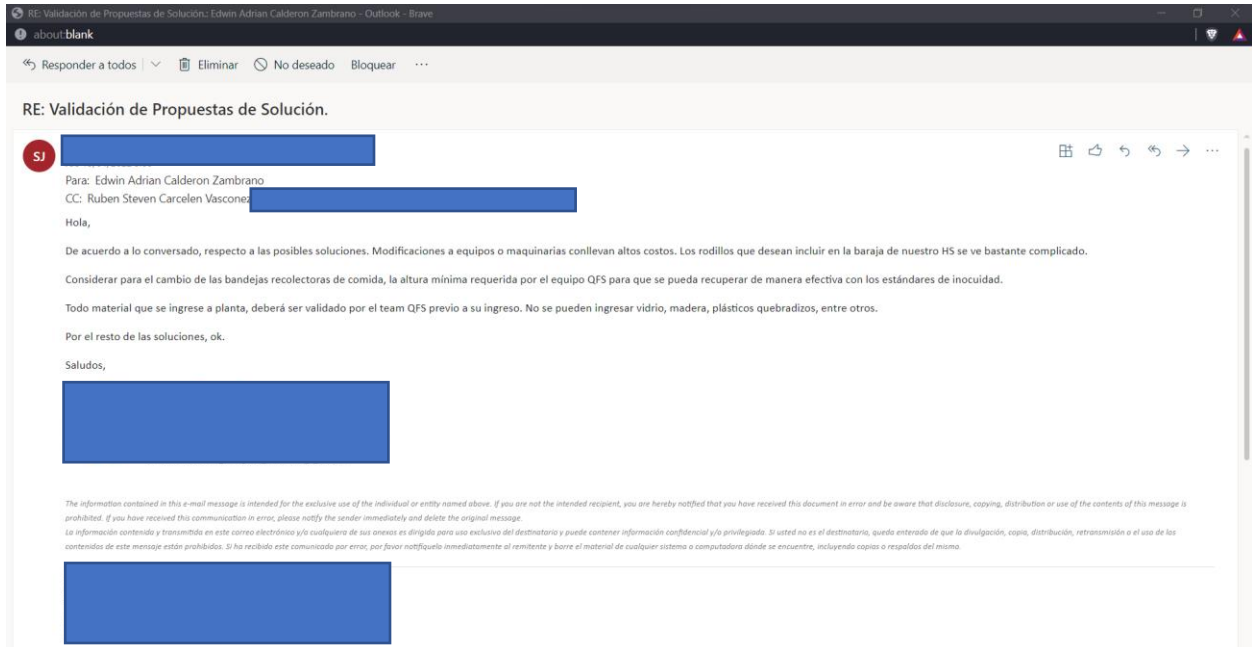
Anexo 4: Correo de socialización de bitácoras de área de procesos



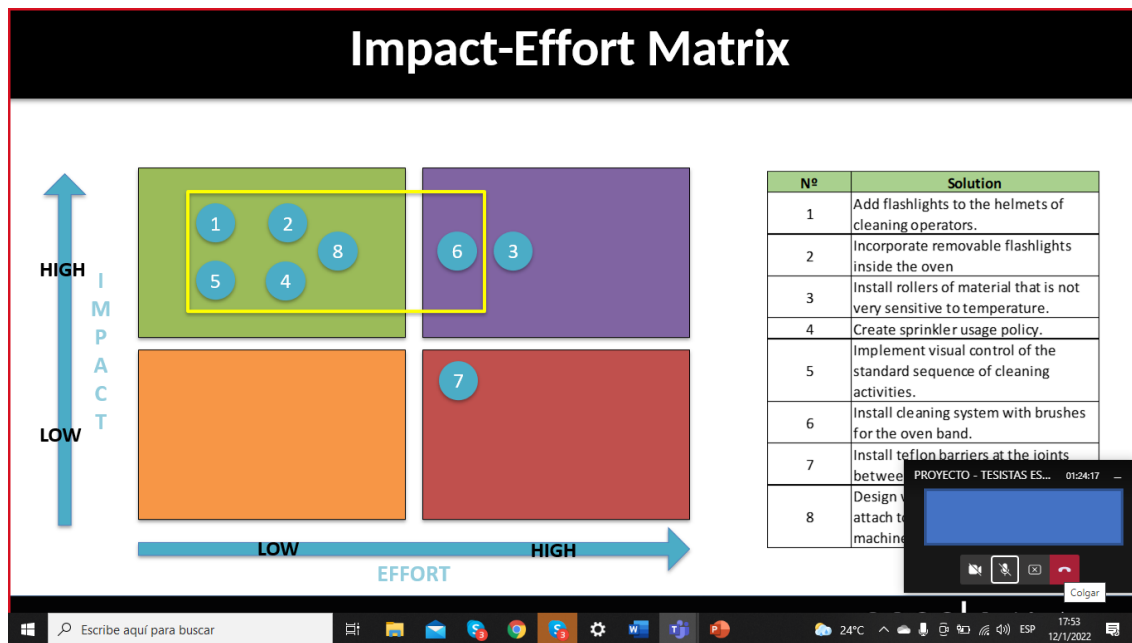
Anexo 5: Correo de solicitud de aprobación de soluciones



Anexo 6: Correo de aprobación por parte del jefe de línea



Anexo 7: Evidencia de la reunión para realizar una socialización de las propuestas de mejoras



ANEXO B

Anexo 8: Visibilidad al interior de olla de preparación de jarabe previo a implementación de solución



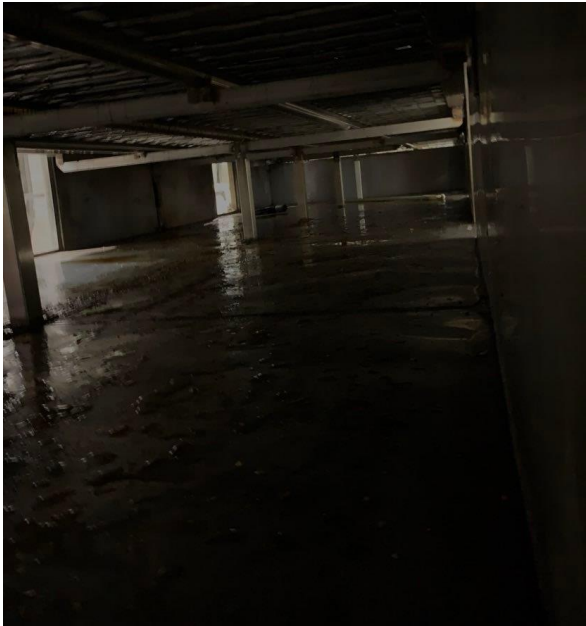
Anexo 9: Visibilidad al interior de horno secador previo a implementación de solución



Anexo 10: Visibilidad al interior de bombo de confitado previo a implementación de solución



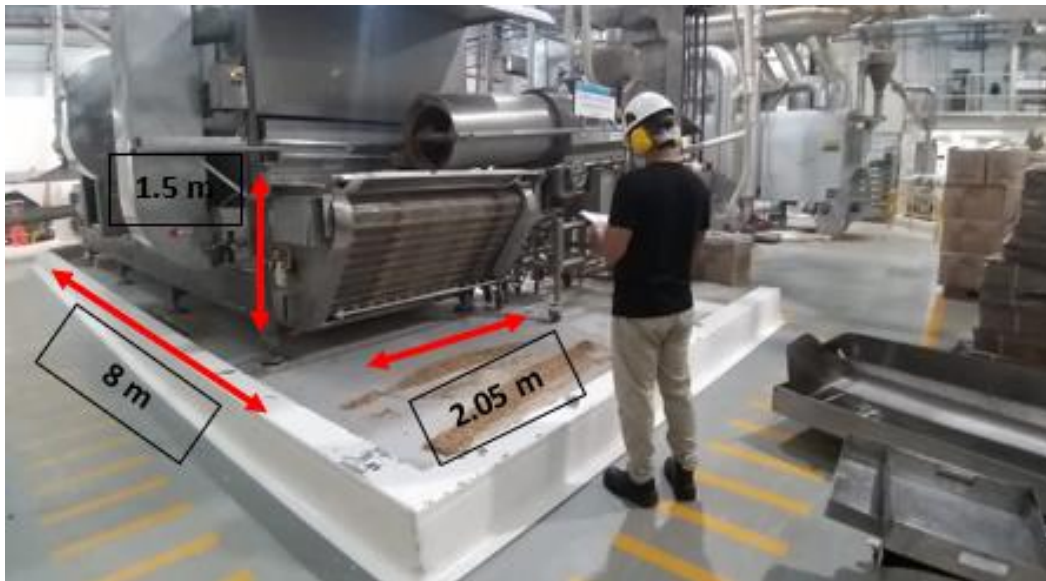
Anexo 11: Interior del horno de secado continuo previo a implementación de solución



Anexo 12: Operador realizando sopleteo con visibilidad limitada



Anexo 13: Dimensiones del horno de secado continuo



Anexo 14: Operador realizando limpieza de baraja



Anexo 15: Socialización de la implementación de las soluciones



ANEXO C

Anexo 16: Comparación de visibilidad en limpieza de ollas



Anexo 17: Limpieza seca del horno con linterna de casco



Anexo 18: Comparación de visibilidad en rasqueteo de bombo confitado



Anexo 19: Resultados de implementar linterna removible en interior de horno



ANEXO D

Anexo 20: Política de uso de flautas de baraja

5 POLÍTICA DE USO DE FLAUTAS DE BARAJA	
Las flautas de baraja permanecerán encendidas en base a la siguiente política:	
Tiempo de uso de flautas de baraja (min)	Sabores
60 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Chocolate• Canela y pasas
45 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Fresa• Leche Condensada• Rainbow
30 minutos	<ul style="list-style-type: none">• Vainilla• Natural

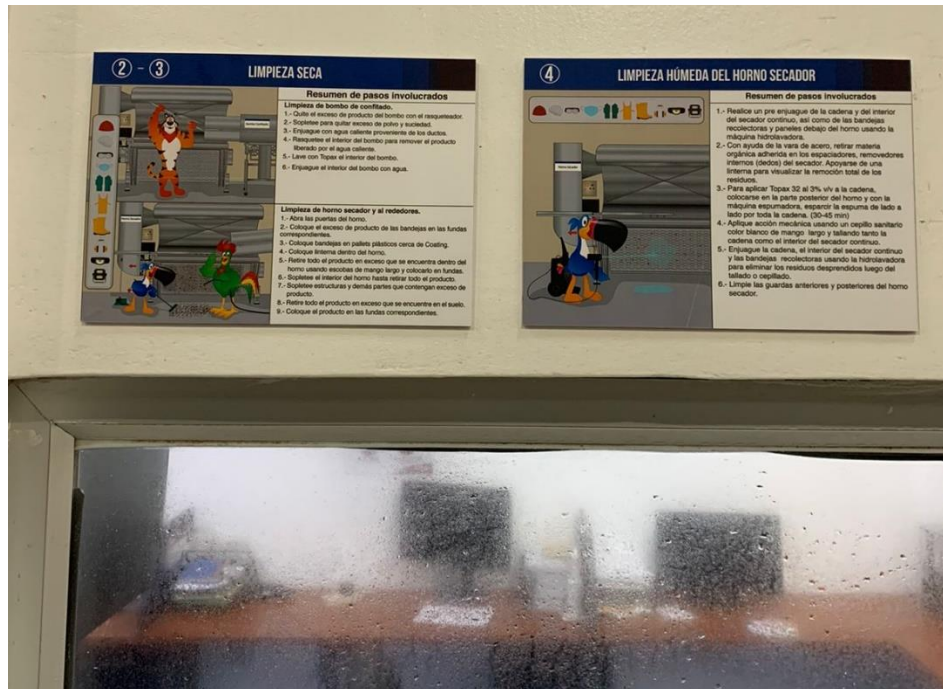
Anexo 21: Consistencia del cereal que permite apagar los rociadores



Anexo 22: Guía visual en zona de ollas de preparación y recirculación



Anexo 23: Guía visual en zona de horno secador y bombo de confitado



Anexo 24: Simulación de sistema de cepillado en baraja de horno



Anexo 25: Toma de medidas para elaboración de prototipo sistema de cepillos



Anexo 26: Simulación de ubicación en banda del prototipo de sistema de cepillado





Anexo 27: Estandarización de limpieza de la baraja en horno secador




ANEXO E

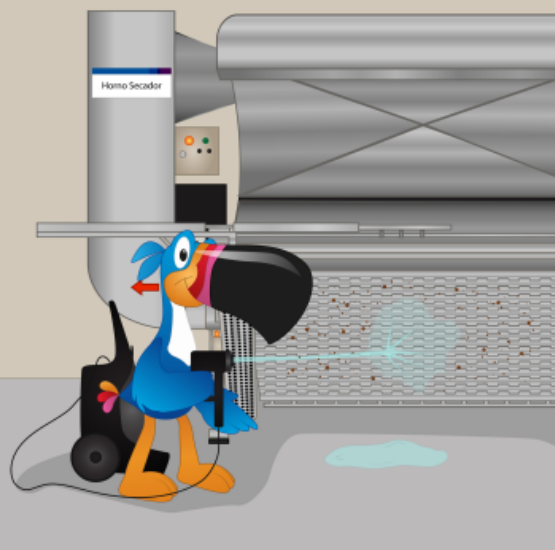
Anexo 28: Ilustraciones para solución de control visual de secuencia de limpieza 1

1 LIMPIEZA DE OLLAS DE PREPARACIÓN Y RECEPCIÓN DEL JARABE	
	Resumen de pasos involucrados.
	Previo al lavado de las ollas de preparación y recepción del jarabe.
	Lavado de olla de preparación de jarabe.
	Lavado de olla de recepción de jarabe.
	Lavado de tuberías de circulación de jarabe.

② - ③ LIMPIEZA SECA	
	<p>Resumen de pasos involucrados</p> <p>Limpieza de bombo de confitado.</p> <ol style="list-style-type: none">1.- Quite el exceso de producto del bombo con el rasqueteador.2.- Sopletee para quitar exceso de polvo y suciedad.3.- Enjuague con agua caliente proveniente de los ductos.4.- Rasqueteo el interior del bombo para remover el producto liberado por el agua caliente.5.- Lave con Topax el interior del bombo.6.- Enjuague el interior del bombo con agua.
	<p>Limpieza de horno secador y al alrededores.</p> <ol style="list-style-type: none">1.- Abra las puertas del horno.2.- Coloque el exceso de producto de las bandejas en las fundas correspondientes.3.- Coloque bandejas en pallets plásticos cerca de Coating.4.- Coloque linterna dentro del horno.5.- Retire todo el producto en exceso que se encuentra dentro del horno usando escobas de mango largo y colocarlo en fundas.6.- Sopletee el interior del horno hasta retirar todo el producto.7.- Sopletee estructuras y demás partes que contengan exceso de producto.8.- Retire todo el producto en exceso que se encuentre en el suelo.9.- Coloque el producto en las fundas correspondientes.

4 LIMPIEZA HÚMEDA DEL HORNO SECADOR





The illustration shows a worker in a blue duck costume operating a high-pressure water sprayer. The sprayer is directed at a conveyor belt system labeled 'Horno Secador'. A blue mist is visible from the nozzle, and a puddle of water is on the floor. The worker is holding a long-handled brush.



Resumen de pasos Involucrados


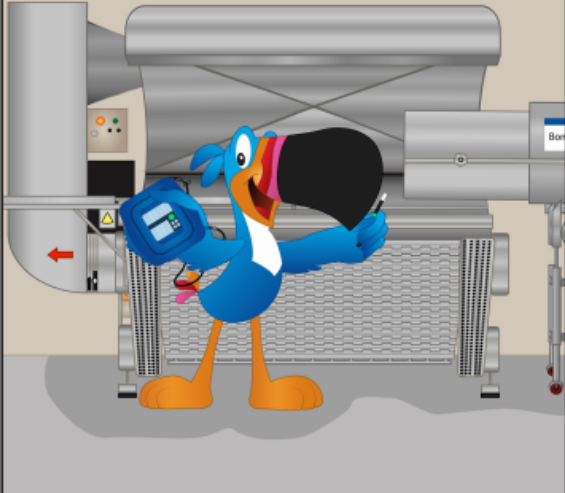
- 1.- Realice un pre enjuague de la cadena y del interior del secador continuo, así como de las bandejas recolectoras y paneles debajo del horno usando la máquina hidrolavadora.
- 2.- Con ayuda de la vara de acero, retirar materia orgánica adherida en los espaciadores, removedores internos (dedos) del secador. Apoyarse de una linterna para visualizar la remoción total de los residuos.
- 3.- Para aplicar Topax 32 al 3% v/v a la cadena, colocarse en la parte posterior del horno y con la máquina espumadora, esparcir la espuma de lado a lado por toda la cadena. (30-45 min)
- 4.- Aplique acción mecánica usando un cepillo sanitario color blanco de mango largo y tallando tanto la cadena como el interior del secador continuo.
- 5.- Enjuague la cadena, el interior del secador continuo y las bandejas recolectoras usando la hidrolavadora para eliminar los residuos desprendidos luego del tallado o cepillado.
- 6.- Limpie las guardas anteriores y posteriores del horno secador.

5
POLÍTICA DE USO DE FLAUTAS DE BARAJA

Las flautas de baraja permanecerán encendidas en base a la siguiente política:

Tiempo de uso de flautas de baraja (min)	Sabores
60 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Chocolate • Canela y pasas
45 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Fresa • Leche Condensada • Rainbow
30 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Vainilla • Natural

6		LIMPIEZA DE BANDEJAS DE RECOLECCIÓN DE DESPERDICIOS	
		Resumen de pasos involucrados	
		<ol style="list-style-type: none">1.-Elimine el polvo y residuos de las bandejas recolectoras tanto delantera como trasera del secador continuo utilizando un wypall seco.2.-Elimine los residuos en el respectivo recipiente recolector de desperdicios.3.-Realice un pre enjuague de las bandejas recolectoras.4.- Aplique luego solución espumante de Topax 32 al 3% v/v, utilizando la máquina espumadora sobre las bandejas recolectoras. Dejar actuar químico por 30-45 min.5.-Aplique acción mecánica usando un cepillo sanitario color blanco de mango largo y tallando las bandejas recolectoras.6.-Enjuague las bandejas recolectoras.	

7 TEST DE CARGA MICROBIOLÓGICA (ATP)	
	Resumen de pasos involucrados
	<ol style="list-style-type: none">1.- Enjuague los equipos con abundante agua.2.- Deje secar los equipos entre 15 y 20 minutos.3.-Realice la prueba microbiológica ATP a los equipos. <p>Importante: Si el equipo NO aprueba el test microbiológico se debe volver a enjuagar con agua y realizar nuevamente el test.</p>