

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



*Excelencia que trasciende*

**DEL VALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

**“Diseño de plan de seguridad ocupacional para las áreas de lácteos y procesos térmicos en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala”**

**Trabajo de graduación presentado por Diego José Beber Alvarado para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial**

Guatemala

2024



**“Diseño de plan de seguridad ocupacional para las áreas de lácteos y procesos térmicos en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala”**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



*Excelencia que trasciende*

**DEL VALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

**“Diseño de plan de seguridad ocupacional para las áreas de lácteos y procesos térmicos en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala”**

**Trabajo de graduación presentado por Diego José Beber Alvarado para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial**

Guatemala

2024

Vo. Bo.:



(f) \_\_\_\_\_

Dr. Raymundo Lizandro Rodríguez Baeza

Tribunal examinador:



(f) \_\_\_\_\_

Dr. Raymundo Lizandro Rodríguez Baeza



(f) \_\_\_\_\_

Inga. Vivian Judith Siguenza Tobias



(f) \_\_\_\_\_

MSc. Antonio José Medrano Garcia

Fecha de aprobación del examen de graduación: 19 de marzo de 2024

## ÍNDICE

Índice de tablas .....	x
Índice de imágenes.....	xii
Índice de gráficos.....	xiv
Índice de anexos.....	xvi
Resumen.....	xvii
I. Introducción .....	1
II. Alcances y limitaciones .....	2
III. Justificación .....	4
IV. Objetivos.....	5
A. General.....	5
B. Específicos .....	5
V. Marco teórico .....	6
A. Seguridad ocupacional .....	6
B. Administración de peligros y consecuencias .....	6
C. Características de un plan de seguridad.....	8
D. Método Bowtie.....	8
E. Matriz de riesgos.....	10
F. Matriz RACI .....	11
G. Guardas .....	12
H. Sensor para guardas .....	12
I. Señalización de peligros .....	13
J. Capacitaciones de seguridad.....	14
K. Equipo de Protección Personal (EPP).....	14
L. Aislantes térmicos.....	15
VI. Análisis situacional .....	16
A. Funcionamiento de las máquinas .....	16
B. Instalaciones.....	38

C.	EPP actual .....	40
D.	Manuales de operación .....	41
E.	Peligros identificados.....	41
VII.	Análisis de peligros.....	43
A.	Análisis Bowtie y desarrollo de barreras preventivas.....	43
B.	Desarrollo de medidas de recuperación .....	100
C.	Evaluación de riesgos por medio de la matriz .....	103
VIII.	Diseño de plan.....	108
A.	Objetivo del plan.....	108
B.	Desarrollo del plan .....	108
C.	Presupuesto .....	116
D.	Reducción del nivel de riesgo proyectado .....	118
IX.	Conclusiones .....	120
X.	Recomendaciones .....	121
XI.	Bibliografía .....	122
XII.	Anexos .....	125

## Índice de tablas

Tabla No.1: Listado de equipo de protección actual.....	40
Tabla No.2: Listado de peligros por máquina y sus medidas preventivas actuales .....	41
Tabla No.3: Análisis Bowtie de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el pulpero.....	43
Tabla No.4: Análisis Bowtie del uso de la escalera en el molino de cuchillas.....	49
Tabla No.5: Análisis Bowtie de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras.....	54
Tabla No.6: Análisis Bowtie de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor....	58
Tabla No.7: Análisis Bowtie de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor .....	65
Tabla No.8: Análisis Bowtie de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor .....	69
Tabla No.9: Análisis Bowtie del distribución de vapor .....	72
Tabla No.10: Análisis Bowtie de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos .....	77
Tabla No.11: Análisis Bowtie de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor .....	83
Tabla No.12: Análisis Bowtie del trabajo con fuego en la estufa.....	88
Tabla No.13: Análisis Bowtie de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial .....	92
Tabla No.14: Análisis Bowtie de la instalación de gas.....	97
Tabla No.15: Nivel de deficiencia .....	104
Tabla No.16: Nivel de exposición .....	104
Tabla No.17: Nivel de probabilidad.....	105
Tabla No.18: Nivel de consecuencia .....	105
Tabla No.19: Nivel de riesgo e intervención .....	105
Tabla No.20: Matriz de riesgo base .....	105
Tabla No.21: Cálculo de nivel de riesgo e intervención según el nivel de probabilidad y nivel de consecuencias .....	106
Tabla No.22: Matriz de riesgos resultante .....	106

Tabla No.24: Seguimiento a las medidas de señalización, capacitación y mantenimiento .....	109
Tabla No.25: Seguimiento a las medidas de sistemas y mejoras instaladas a las máquinas. ....	110
Tabla No.26: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención I. ....	111
Tabla No.27: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención II. ....	112
Tabla No.28: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención III y IV. ....	113
Tabla No.29: Roles actuales en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. ....	114
Tabla No.30: Leyenda de la matriz RACI .....	114
Tabla No.31: Matriz RACI de las tareas para el plan .....	115
Tabla No.32: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria.....	116
Tabla No.33: Cálculo de reducción de riesgo. ....	118
Tabla No.34: Matriz de riesgos esperada.....	119

## Índice de imágenes

Imagen No.1: Diagrama Bowtie .....	9
Imagen No.2: Matriz de riesgos.....	10
Imagen No.3: Guardas fijas .....	12
Imagen No.4: Sensores electromagnéticos para guardas .....	13
Imagen No.5: Tipos de Equipo de Protección Personal (EPP).....	15
Imagen No.6: Lavador rotatorio .....	16
Imagen No.7: Cortadora de frutas y verduras vista de frente .....	18
Imagen No.8: Cortadora de frutas y verduras vista lateral .....	19
Imagen No.9: Molino de cuchillas vista lateral .....	20
Imagen No.10: Molino de cuchillas vista de frente .....	21
Imagen No.11: Centrifugadora .....	23
Imagen No.12: Secador de tambor.....	24
Imagen No.13: Escaldadora .....	26
Imagen No.14: Marmita de vapor.....	28
Imagen No.15: Homogenizador.....	29
Imagen No.16: Marmita de gas.....	31
Imagen No.17: Estufa industrial .....	33
Imagen No.18: Pulpero .....	34
Imagen No.19: Malaxadora de quesos.....	36
Imagen No.20: Interior de la malaxadora de quesos.....	36
Imagen No.21: Instalación de vapor .....	38
Imagen No.22: Instalación de gas.....	40
Imagen No.23: Engranajes del lavador rotatorio .....	46
Imagen No.24: Zonas peligrosas del lavador rotatorio.....	46
Imagen No.25: Zonas peligrosas del pulpero .....	48
Imagen No.26: Partes rotativas de la malaxadora de quesos .....	48
Imagen No.27: Entrada de materiales del molino de cuchillas.....	51
Imagen No.28: Escalera actual .....	52
Imagen No.29: Escalera con plataforma.....	52

Imagen No.30: Banda transportadora para alimentos .....	53
Imagen No.31: Zonas peligrosas de la cortadora de frutas y verduras .....	56
Imagen No.32: Zonas peligrosas del molino de cuchillas .....	57
Imagen No.33: Zonas a altas temperaturas de la escaldadora.....	60
Imagen No.34: Zonas a altas temperaturas del secador de tambor .....	61
Imagen No.35: Zonas a altas temperaturas de la marmita de vapor .....	62
Imagen No.36: Salida de material de la malaxadora de quesos.....	63
Imagen No.37: Parte frontal de la malaxadora de quesos.....	64
Imagen No.38: Zonas peligrosas del secador de tambor .....	68
Imagen No.39: Instalación de cuchillas del secador de tambor .....	72
Imagen No.40: Partes de la instalación de vapor .....	75
Imagen No.41: Tubería de condensado desconectada del colector de vapor.....	75
Imagen No.42: Tubería de condensado desconectada del secador de tambor .....	76
Imagen No.43: Tubería de condensado desconectada del secador de tambor .....	79
Imagen No.44: Drenado de agua del enchaquetado de la marmita de gas.....	80
Imagen No.45: Drenado de agua del enchaquetado de la malaxadora de quesos.....	82
Imagen No.46: Descarga de producto de marmita de gas.....	86
Imagen No.47: Bidón de grado alimenticio .....	87
Imagen No.48: Descarga de producto en marmita de vapor.....	87
Imagen No.49: Salientes de la campana de la estufa industrial .....	91
Imagen No.50: Piloto de las hornillas de la estufa industrial .....	95
Imagen No.51: Encendido de piloto de la marmita de gas .....	96
Imagen No.52: Parte trasera de la estufa industrial .....	97

## Índice de gráficos

Gráfico No.1: Análisis Bowtie: Amenazas de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el pulpero .....	44
Gráfico No.2: Análisis Bowtie: consecuencias de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el pulpero .....	45
Gráfico No.3: Análisis Bowtie: Amenazas del uso de la escalera en el molino de cuchillas .....	50
Gráfico No.4: Análisis Bowtie: Consecuencias del uso de la escalera en el molino de cuchillas .....	51
Gráfico No.5: Análisis Bowtie: Amenazas de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras.....	55
Gráfico No.6: Análisis Bowtie: Consecuencias de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras.....	56
Gráfico No.7: Análisis Bowtie: Amenazas de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de Vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor.....	59
Gráfico No.8: Análisis Bowtie: Consecuencias de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor.....	60
Gráfico No.9: Análisis Bowtie: Amenazas de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor .....	66
Gráfico No.10: Análisis Bowtie: Consecuencias de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor.....	67
Gráfica No.11: Análisis Bowtie: Amenazas de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor .....	70
Gráfica No.12: Análisis Bowtie: Consecuencias de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor.....	71
Gráfica No.13: Análisis Bowtie: Amenazas del distribución de vapor .....	73
Gráfica No.14: Análisis Bowtie: Consecuencias del distribución de vapor .....	74
Gráfica No.15: Análisis Bowtie: Amenazas de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos .....	78
Gráfica No.16: Análisis Bowtie: Consecuencias de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos .....	78

Gráfico No.17: Análisis Bowtie: Amenazas de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor .....	84
Gráfico No.18: Análisis Bowtie: Consecuencias de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor.....	85
Gráfico No.19: Análisis Bowtie: Amenazas del trabajo con fuego en la estufa.....	89
Gráfico No.20: Análisis Bowtie: Consecuencias del trabajo con fuego en la estufa.....	90
Gráfico No.21: Análisis Bowtie: Amenazas de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial.....	93
Gráfico No.22: Análisis Bowtie: Consecuencias de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial.....	94
Gráfico No.23: Análisis Bowtie: Amenazas de la instalación de gas.....	98
Gráfico No.24: Análisis Bowtie: Consecuencias de la instalación de gas.....	98
Gráfico No.25: Clasificación de peligros según su nivel de riesgo y de intervención ....	107
Gráfico No.26: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria por nivel de riesgo e intervención.....	117
Gráfico No.27: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria por peligro .....	117

## Índice de anexos

Anexo No.1: Cotización de proveedor de instalaciones industriales.....	125
Anexo No.2: Cotización de proveedor de capacitaciones de seguridad .....	126

## Resumen

En este estudio se realizó un diseño de un plan de seguridad ocupacional para las áreas de lácteos y procesos térmicos de la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, con el objetivo de garantizar la seguridad y salud de las personas que se involucraron directa e indirectamente en la planta. Esto se logró a través de la identificación, análisis y evaluación de peligros, y con ello el desarrollo de barreras preventivas de la materialización de un accidente y barreras de recuperación que mitiguen las consecuencias ante la materialización de este. El resultado que se obtuvo fue un plan de seguridad ocupacional con el potencial de crear un espacio más seguro y controlado para estudiantes y colaboradores de la planta.

Para lograr cumplir con los objetivos que se plantearon, se realizó una investigación exhaustiva del funcionamiento y procedimientos de uso de la maquinaria, equipo e instalaciones de las áreas anteriormente mencionadas. Esto se logró con el apoyo de los colaboradores de la planta, quienes compartieron el material necesario para la comprensión de estos conceptos. De esta manera, se obtuvo un amplio y profundo conocimiento de los posibles peligros a los que se podían exponer las personas durante el uso de estas máquinas.

Para el análisis de los peligros se utilizó el método Bowtie y las matrices de riesgo. El uso de estos métodos permitió definir adecuadamente los peligros y sus estados en descontrol, para luego definir amenazas y consecuencias, y con ello las barreras que permitirían su prevención o mitigación. En cuanto a la matriz de riesgos, se pudo identificar el nivel de riesgo de cada uno de los peligros para determinar la situación de estos y la urgencia de intervención que se requiere.

A través de esto, se desarrolló cada una de las barreras para cada una de las máquinas, de modo que las acciones a tomar sean específicas y permitan reducir el nivel de riesgo de los peligros identificados.

Con esto, se logró consolidar un plan que detalla las acciones que se deben realizar para su implementación, junto con el perfil de los responsables de cada una de ellas. La implementación de este plan tiene el potencial de crear un espacio más seguro y controlado para todos los involucrados en la planta de alimentos.

# I. Introducción

Desde tiempos inmemoriales se ha intentado preservar la propiedad y la integridad de los individuos con medidas preventivas; sin embargo, es claro que desde la Revolución Industrial se marcó una etapa en la detección de nuevos peligros, la implementación de sistemas de prevención de accidentes y la mejora de condiciones laborales. La seguridad industrial es una ciencia multidisciplinaria que busca salvaguardar la integridad física en el corto, mediano y largo plazo principalmente de sus trabajadores, pero también de la propiedad. A pesar de esto, la eliminación total de peligros y su control absoluto es algo imposible, por el simple hecho de la participación de los humanos, sin embargo, se busca la minimización de las pérdidas que se puedan dar.

Se identificó que la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala requiere de un estudio exhaustivo de los peligros que se presentan en sus diversas áreas. Por esta razón, el presente estudio busca la minimización de las posibles pérdidas a través de la evaluación de los peligros que presentan las áreas de lácteos y procesos térmicos de la planta y el desarrollo de un plan de seguridad ocupacional para la mitigación de los peligros identificados.

Uno de los principales retos de este estudio radica en las internalidades que conlleva la seguridad industrial, uno de ellos, el control absoluto de los peligros por el factor del involucramiento de los humanos. Por esta razón, las medidas que se proponen buscan la mitigación del peligro y en ciertos casos evitarlos; sin embargo, se debe considerar también el factor económico para evaluar la factibilidad de la implementación de dichas medidas o métodos. Además de esto, es importante mencionar que el análisis y evaluación de peligros es una tarea que debe de ser realizado con cierta frecuencia, debido a que las plantas están sometidas a constantes cambios con el afán de incursionar en las nuevas tecnologías.

En este estudio para el diseño de un plan de seguridad ocupacional, se contará con estudios observativos para la definición de los peligros, además de investigaciones puntuales de las maquinarias utilizadas e involucradas en las áreas mencionadas. Adicionalmente a esto, se verán métodos, protocolos y equipos recolectados de casos similares en cuanto a la seguridad y salubridad de las personas.

Las herramientas que se utilizaron para el análisis de peligros permitieron una identificación puntual y eficiente de estos, de modo que la implementación de equipos o métodos de mitigación fueron óptimos para las necesidades de la planta. El método de Bowtie es una herramienta que permitió visualizar los peligros de una manera amplia, desde sus posibles causas y consecuencias, hasta las barreras con capacidad de eliminarlos o mitigarlos; además de planes de recuperación en caso de que estas barreras fallen. Adicionalmente, las matrices de riesgo podrán clasificarlos para priorizar y definir los riesgos que deben ser tratados y los que deben ser aceptados y únicamente advertidos.

## II. Alcances y limitaciones

El alcance de este proyecto se centra en el diseño de un plan de seguridad ocupacional para las áreas de lácteos y procesos térmicos de la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala. El enfoque estará dirigido específicamente a la evaluación de los riesgos presentes en la maquinaria, equipo e instalaciones involucradas en dichas áreas. El tiempo es uno de los recursos principales para el desarrollo del plan. Es importante mencionar también que se cuenta con el apoyo de la Facultad de Ingeniería, principalmente con el departamento de la carrera de Ingeniería de Alimentos, actualmente encargado de la administración de la planta. Este es un recurso importante en cuanto al acceso a las instalaciones e información para la recopilación de datos. Asimismo, se cuenta con acceso a fuentes secundarias relacionadas con el tema de seguridad ocupacional, como son normas, estudios, casos de éxito, programas de implementación y gestión del tema. En cuanto a las herramientas para el análisis de riesgos, se cuenta con un software que permite la ejecución de la metodología Bowtie para realizar el análisis de peligros. A partir de esto, es posible afirmar que se cuenta con los recursos para la realización del plan con los resultados esperados. El proyecto constará de las siguientes etapas:

1. Identificación de maquinaria, equipo e instalaciones
2. Análisis de riesgos
3. Desarrollo de barreras
4. Elaboración del plan

Una de las principales limitaciones de esta investigación radica en la disponibilidad de tiempo que tiene el personal que explicará el funcionamiento de las máquinas. Otra de las limitaciones importantes es la definición de responsables para la implementación del plan; ya que se carece de la autoridad para definir a una persona específica, por lo que el diseño de este plan se limita a elaborar el perfil de los responsables. Cabe resaltar también que las personas que realizan prácticas de laboratorio o reciben clases dentro de la planta tienen prioridad de acceso, por lo que es necesario programar las visitas que se realizarán para no interrumpir las labores de los estudiantes. En cuanto al tiempo de realización del proyecto, la evaluación, determinación de medidas de mitigación y la elaboración del plan en las áreas de lácteos y procesos térmicos se llevará a cabo en los próximos 4 meses. Es necesario realizar inspecciones detalladas de la maquinaria, equipo e instalaciones para identificar los posibles peligros asociados; es por esto, que el alcance del proyecto se limita únicamente a la identificación, evaluación y medidas de mitigación de los riesgos en la maquinaria, equipo e instalaciones de la planta. Considerando el alcance del proyecto, el factor tiempo para cumplir con los objetivos propuestos es suficiente.

Es importante señalar que toda la información presentada en este trabajo, así como cualquier información posterior identificada y desarrollada, sólo está destinada al uso interno y futuro de la Universidad del Valle de Guatemala. Considerando esto, se carece del permiso necesario para su publicación efectiva y se le pide no ser compartido sin consentimiento previo.

Este proyecto tiene como pilares tres áreas de excelencia.

1. Proyectos industriales, de servicios y sociales: Este proyecto tiene como objetivo diseñar un plan, donde el conocimiento adquirido en iniciativas académicas como Contabilidad de Costos, Ingeniería de Proyectos, entre otros; permiten aplicar técnicas y métodos de forma adecuada para el desarrollo de este. Cabe mencionar que también estas iniciativas permiten el análisis de diferentes metodologías y herramientas, las cuales establecen bases para investigación, análisis crítico y generación de propuestas concebibles.
2. Investigación y desarrollo: Las competencias que faciliten la comprensión de los procesos de la maquinaria, equipo e instalaciones; además de brindar una visión sistémica para comprender y corregir, de modo que se puedan proponer posibles vías de solución que serán indispensables para tener un diseño que se acople a las necesidades del proceso en cuestión. Cursos como Ingeniería de Métodos 1 y 2 dan lugar a analizar estos procesos y su desempeño.
3. Liderazgo y estrategias empresariales: Como parte del proceso que se debe realizar en la elaboración de este proyecto, es necesaria una comprensión del ámbito académico para el diseño de un ambiente seguro. A partir de los cursos que permiten identificar detalles que incentivan el accionar humano en cualquier contexto, se busca que los estudiantes obtengan una percepción de seguridad ocupacional, adicional a los conceptos teóricos que se imparten en sus cursos. La comunicación efectiva será de gran ayuda para lograr obtener los recursos necesarios para la elaboración del plan, además de que se busca aplicar sus competencias para que el plan sea comprensible, conciso y ejecutable.

### III. Justificación

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar y analizar los peligros y sus riesgos asociados en las áreas de lácteos y procesos térmicos de la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, y con ello diseñar un plan de seguridad ocupacional. Esto, debido a que luego de realizar varias visitas a la planta y entrevistas con la encargada, se identificó que, aunque ya existen medidas, equipos o protocolos para algunos peligros, no se cuenta con una evaluación de ellos; y ciertos equipos e instalaciones, no cuentan con las medidas suficientes de seguridad. Dicho diseño busca crear un ambiente seguro de trabajo y estudio, tanto de los estudiantes y personal docente que hace uso de las instalaciones, como de la comunidad universitaria.

La importancia de la investigación e implementación del estudio radica en la definición per se de la seguridad industrial, que, como ciencia multidisciplinaria, persigue la minimización de las pérdidas generadas dentro de la industria, mitigando la mayor cantidad de peligros cuya corrección sea física y económicamente viable. Estas pérdidas hacen referencia tanto a la propiedad como a la integridad física del trabajador, en el corto y largo plazo (Rieske, 2010). Siendo la planta de alimentos de la Universidad un espacio donde se simula la operatividad de una planta de alimentos industrial, con maquinaria, equipo, operaciones y prácticas industriales; se considera necesaria la evaluación de riesgos y la implementación de medidas que permitan la mitigación de ellos. La necesidad que se identificó en la planta radica especialmente en las personas que se pueden ver afectadas ante cualquier accidente que se pueda dar. Estas personas incluyen a los colaboradores y estudiantes que participan activamente en la planta y a toda la comunidad de la Universidad del Valle. Además de esto, al ser un espacio educativo, las personas que hacen uso de estas instalaciones no son experimentadas, por lo que la probabilidad de accidentes por ignorancia aumenta significativamente.

Como resultado del estudio, se espera crear un diseño de un plan de seguridad ocupacional, donde se incluyan las acciones que se deben tomar, el perfil de las personas encargadas de implementar el plan, los beneficios que se obtendrán y el presupuesto necesario. Con ello, se espera que este diseño garantice la seguridad y la salud de las personas involucradas anteriormente mencionadas.

## IV. Objetivos

### A. General

Diseñar un plan seguridad ocupacional en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, para garantizar la salud y seguridad de las personas involucradas, a través de una evaluación de peligros asociados a la maquinaria, equipo e instalaciones en las áreas de lácteos y procesos térmicos.

### B. Específicos

1. Identificar el funcionamiento y los protocolos de seguridad existentes del 100% de la maquinaria, equipo e instalaciones, para que se puedan identificar los peligros, a través de entrevistas con el personal de la planta y lectura de los manuales de operación.
2. Analizar el 100% de los peligros identificados para determinar sus amenazas, barreras, evento máximo y consecuencias mediante el uso de la metodología Bowtie y la definición de una matriz de riesgos.
3. Desarrollar las barreras y controles que necesiten ser implementadas o que refuercen a las existentes, que permitan reducir el riesgo en términos de probabilidad e impacto.
4. Diseñar un plan de seguridad ocupacional para administrar los riesgos en el proceso, que contemple las acciones, el perfil de los responsables, y los beneficios, y mediante la definición de una nueva matriz de riesgos que permita medir las reducciones de la implementación del plan.

## V. Marco teórico

La implementación de planes de seguridad ocupacional es un elemento clave en los entornos del lugar de trabajo, en particular en industrias sensibles como la industria alimentaria, donde la seguridad y el bienestar de los trabajadores son prioridades indiscutibles. El tema teórico general de la creación de una estrategia de seguridad operativa para la instalación de producción de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala se aborda en el marco teórico actual. A través de un análisis exhaustivo de los conceptos clave y los enfoques metodológicos, se espera proporcionar una comprensión sólida y práctica que ayudará en la gestión efectiva de la seguridad en este entorno particular del lugar de trabajo.

El enfoque principal de esta investigación gira en torno a una serie de áreas de estudio relacionadas pero diversas. Se examina primero el concepto de seguridad ocupacional, con énfasis en su importancia en el mantenimiento de la integridad física y mental de los empleados y sus efectos en la productividad y la sostenibilidad de las organizaciones. El foco se desplaza a la gestión de riesgos y consecuencias, con un enfoque en la importancia de identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con las operaciones.

Determinar las características esenciales que componen un plan de seguridad eficaz es un componente crucial en este marco teórico. Se examina cómo la planificación proactiva y la aplicación adecuada de medidas preventivas no solo reducen la probabilidad de que ocurran incidentes, sino que también fomentan una cultura organizativa que se centra en la seguridad. El método Bowtie se introdujo como una herramienta visual y analítica para crear escenarios de riesgo y desarrollar estrategias de control. Además, la matriz de riesgos se explora como un recurso valioso para clasificar y clasificar los riesgos identificados según su probabilidad y gravedad.

### A. Seguridad ocupacional

La seguridad ocupacional es una disciplina que busca controlar y mitigar los riesgos de los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de condiciones y actos inseguros. Esta disciplina no sólo se limita a cuidar las condiciones físicas, sino que también se ocupa de la cuestión psicológica. Se refiere al conjunto de normas y métodos que están orientados a reducir la incidencia de los accidentes, riesgos y enfermedades de los trabajadores, ya sea dentro o fuera del ambiente de trabajo (Crespo, 2017).

A diferencia de las condiciones inseguras, las cuales provienen del ambiente o el proceso en sí, las acciones inseguras son atribuibles a las personas. De este modo, se sabe entonces que las condiciones inseguras deben de ser reportadas por las personas, mientras que los actos o acciones inseguras deben de ser castigados (Zarazua, 2014).

### B. Administración de peligros y consecuencias

La administración de peligros se refiere a un enfoque sistemático utilizado por las organizaciones para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con las actividades laborales. El objetivo principal de esta práctica es proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, así como salvaguardar los activos y la reputación de la empresa (Terán, 2012).

Cuando los accidentes no son la meta que se persigue, sino lo que se persigue es eliminar los peligros que dan origen finalmente a los eventos adversos, las organizaciones hacen de sí la preocupación central de la gestión de la seguridad. De igual manera, Smith concluye que las condiciones de peligro representan un alto objetivo para la gestión de la seguridad y especifica que el término de gestión del peligro hace referencia a un programa de seguridad con un enfoque específico en la detección, evaluación y mitigación de los peligros (García, s.f., p.12).

La gestión de riesgos y consecuencias es esencial para garantizar que el entorno de trabajo sea seguro y saludable para los trabajadores, al tiempo que también ayuda a las empresas a cumplir con las regulaciones y normas de seguridad establecidas por las autoridades competentes. Las organizaciones pueden mejorar la productividad, la moral de los empleados y la sostenibilidad a largo plazo de sus operaciones priorizando la seguridad (Terán, 2012). Para una óptima gestión de peligros y sus consecuencias es importante considerar los siguientes pasos a seguir:

**Identificación de riesgos:** este es el primer paso en el proceso en el que se espera reconocer y comprender cualquier riesgo potencial presente en el lugar de trabajo. Los riesgos incluyen los físicos, los químicos, los biológicos, los ergonómicos y los psicológicos.

Una vez que las amenazas hayan sido identificadas, se realiza una evaluación de riesgos para determinar la probabilidad de que ocurra un accidente o evento relacionado con esas amenazas, así como la gravedad de las consecuencias que podrían resultar de ellas. Priorizar los riesgos permite una adecuada gestión de riesgos.

**Control y mitigación:** Después de la evaluación de los riesgos, deben establecerse medidas de precaución y control para reducir o eliminar la exposición a riesgos. Estas medidas podrían incluir ajustes a los procedimientos de trabajo, la utilización de equipos de protección personal (EPP), la modificación de las instalaciones del trabajo, el desarrollo de la capacidad de los trabajadores y la adopción de prácticas de trabajo seguras.

**Monitorización y revisión:** la gestión de riesgos y consecuencias es un proceso continuo. Deben establecerse sistemas para comprobar y evaluar periódicamente la eficacia de las medidas implementadas e identificar los nuevos riesgos que puedan surgir a lo largo del tiempo.

**Consecuencias:** En el contexto de la seguridad laboral, las consecuencias se refieren a los resultados de un accidente o incidente en el trabajo. Estos resultados podrían incluir lesiones, enfermedades, daños a la propiedad, pérdidas financieras y daños a la reputación de la compañía. La gestión proactiva de las amenazas tiene como objetivo reducir estos efectos previniendo o retrasando los incidentes.

## C. Características de un plan de seguridad

Un plan de implementación de seguridad ocupacional es un conjunto organizado de acciones y estrategias diseñadas para mejorar y mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable (Delgado, 2021). Para asegurar su éxito, es fundamental contar con el compromiso visible y firme de la alta dirección, quienes deben asignar recursos adecuados, establecer políticas sólidas y comunicar la importancia de la seguridad en todos los niveles de la organización.

El plan de seguridad ocupacional debe tener objetivos claros y medibles, orientados hacia la mejora de la seguridad en el lugar de trabajo. Estos objetivos permiten evaluar el progreso del plan y su éxito a lo largo del tiempo. Es importante integrar las medidas de seguridad ocupacional en los procesos de trabajo diarios. Esto implica diseñar y adaptar los procedimientos operativos para incorporar prácticas seguras en todas las actividades laborales. La evaluación continua y la mejora constante son características esenciales de un plan de seguridad ocupacional exitoso. El plan debe adaptarse a cambios en el entorno laboral y en los riesgos identificados mediante evaluaciones periódicas. Una comunicación efectiva en todos los niveles de la organización es fundamental para el éxito del plan de seguridad ocupacional (Delgado, 2021). Se deben establecer canales para que los empleados puedan expresar inquietudes, recibir información sobre riesgos y estar al tanto de las medidas de seguridad implementadas. Se debe establecer un cronograma para la definición de fechas o tiempos para el cumplimiento de los objetivos planteados. El plan debe de proponer a los responsables de su ejecución, esto implica el detalle de sus funciones. La asignación de recursos o el planteamiento de un presupuesto es fundamental para la implementación del plan (Venegas, 2010).

## D. Método Bowtie

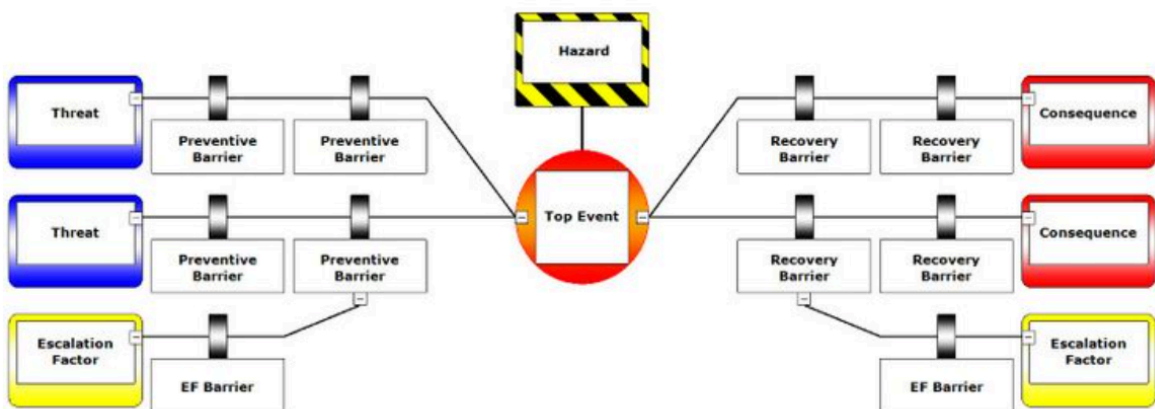
El método de Bowtie es un diagrama que permite la visualización de un riesgo en específico, donde se permite gestionarlo de manera preventiva y reactiva. Los elementos que conforman este diagrama son:

- Peligro
- Evento máximo
- Amenazas
- Consecuencias
- Barreras de control y recuperación
- Factores de escalamiento
- Barreras de los factores de escalamiento

Como primer paso para la realización de un Bowtie, se tiene que definir el peligro sometido al estudio. Según la RAE(2023), un peligro es una contingencia o proximidad de un daño. En el campo industrial, la definición de peligro hace referencia a una actividad o situación que tiene el potencial de causar daño. Para la formulación del peligro en el diagrama, es importante describirlo en su forma controlada, ya este es el objeto de estudio que puede desencadenar el evento máximo. Es recomendable que, previo a realizar dicho

método, se tenga una lista de peligros identificados en la planta en estudio. Luego de identificar el peligro, se tiene que definir el evento máximo, el cual hace referencia al momento exacto en el que se pierde control del peligro. Para definir este elemento en el diagrama, es importante considerar que es el momento previo e inminente, y no cuando ya se ha generado daño. Después de definir el evento máximo se procede a identificar las consecuencias, referidas a aquellos escenarios que se generan a partir del evento máximo y son resultados no deseados. Luego de identificar los escenarios no deseados, se buscan aquellas amenazas que pueden desencadenar el evento máximo o el momento en el que el peligro se sale de control, y que con ello se relacionen con las consecuencias identificadas. Estas tienen que ser puntuales y no ser mencionadas de manera genérica, ya que se busca por medio de las barreras ya sea eliminarlas o mitigarlas para la prevención del evento máximo o de la misma amenaza. Estas se pueden clasificar en tres categorías para una mejor identificación de estas: fallos en equipos primarios, influencia ambiental o problemas operativos. Es importante mencionar que las amenazas deben de ser de causalidad directa con el evento máximo y deben ser suficientes para su desencadenamiento. Luego de esto se procede a desarrollar las barreras preventivas, que interrumpirán el escenario para que las amenazas no den lugar al evento máximo, y las barreras de recuperación, que buscan evitar que una consecuencia ocurra o reducir la magnitud de una consecuencia ya ocurrida. Las barreras pueden ser una combinación de la conducta humana, equipo y tecnología. La elección de las barreras de control debe ser influenciada por la efectividad de la barrera y, además, la viabilidad económica. Para asegurar cualquier tipo de falla en las barreras planteadas, se utilizan los factores de escalamiento. Estos, al igual que las amenazas, representan las causas de las fallas de las barreras. Para amortiguar estos factores, se plantean barreras que permitan controlar estos posibles riesgos. De esta manera, el método Bowtie permite una mitigación más controlada para los riesgos identificados. Cabe mencionar que no es posible tener un control absoluto de los riesgos (Wolters Kluwer, 2022).

*Imagen No.1: Diagrama Bowtie*



*Fuente: (Wolters Kluwer, 2022)*

## E. Matriz de riesgos

Las matrices de riesgo son utilizadas para la evaluación de riesgos y tienen como objetivo la clasificación de éstos mediante los criterios de probabilidad de ocurrencia y el impacto que el riesgo puede desencadenar. Estas matrices permiten dicha clasificación de una manera objetiva y de fácil entendimiento. Es por eso por lo que la utilización de colores en estas matrices es indispensable para su entendimiento. Para que la matriz tenga una clasificación objetiva, el proceso de evaluación de criterios lleva una formulación específica. Las principales ventajas de las matrices de riesgo son que ayudan a simplificar la representación de los distintos niveles de riesgo, además de reducir la complejidad de realizar análisis cuantitativos (SafetyCulture, 2022).

Para el cálculo de la probabilidad, se utilizan tres niveles de clasificación.

1. Raro
2. Moderado
3. Casi seguro

Para el cálculo del impacto de igual forma se utilizan tres niveles de clasificación.

1. Insignificante
2. Significativo
3. Grave

Teniendo en cuenta las posibles clasificaciones, se procede a realizar la clasificación de cada uno de los riesgos según los parámetros establecidos. Para cada uno de ellos, se realizará la multiplicación de la probabilidad por el impacto, y de este modo se clasificará el riesgo dentro de la matriz, y se podrá tomar la debida acción según su clasificación. Los riesgos con el mayor impacto y la mayor probabilidad de ocurrencia (en color rojo) se tienen que evitar, y los riesgos con una multiplicación en color naranja, los cuales se encuentran en acción crítica, se debe buscar su mitigación. Para los riesgos con clasificación media o baja, se puede considerar la aceptación de ellos y únicamente mantenerlos advertidos (Gutierrez, 2018).

*Imagen No.2: Matriz de riesgos*

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: (GTC 45, 2012)

## F. Matriz RACI

El modelo RACI es una herramienta que se utiliza para definir y asignar responsabilidades y roles clave en un proyecto o proceso, lo que resulta especialmente valioso en la implementación de medidas de seguridad ocupacional. En este contexto, la herramienta RACI se convierte en un marco sólido que permite identificar quién es responsable de ejecutar acciones específicas, quién necesita aprobarlas, quién debe ser consultado para obtener información valiosa y quién debe estar informado sobre el progreso y los resultados. Esta metodología contribuye a una gestión más efectiva de la seguridad ocupacional, asegurando que todas las medidas sean implementadas de manera coherente y que los interesados estén debidamente involucrados y conscientes de su papel en el proceso. En este sentido, la herramienta RACI se convierte en una pieza clave para el éxito de cualquier plan de seguridad ocupacional, ya que promueve la claridad, la responsabilidad y la comunicación efectiva en todas las etapas de la implementación. En este artículo, exploraremos cómo el enfoque RACI puede aplicarse de manera efectiva en la planificación y ejecución de medidas de seguridad ocupacional, ayudando a fortalecer la cultura de seguridad en el lugar de trabajo y reducir los riesgos laborales.

- **Responsable (R - Responsible):** El responsable es la persona o el equipo que tiene la responsabilidad principal de llevar a cabo una tarea o acción específica en el marco del plan de seguridad ocupacional. Este individuo o grupo se encarga de ejecutar la tarea y garantizar que se complete con éxito. Por lo general, el responsable es alguien con el conocimiento y la capacidad necesarios para llevar a cabo la tarea de manera efectiva y segura. En el contexto de seguridad ocupacional, el responsable podría ser un supervisor, un especialista en seguridad o un trabajador con experiencia en la tarea en cuestión.
- **Aprobador (A - Accountable):** El aprobador es la persona que debe dar su consentimiento o aprobación antes de que una tarea o acción relacionada con la seguridad ocupacional se lleve a cabo. Su función principal es revisar y autorizar la implementación de medidas de seguridad. Esto garantiza que todas las acciones cumplan con las políticas y los estándares de seguridad establecidos. Los aprobadores son típicamente individuos con la autoridad para tomar decisiones sobre seguridad en el lugar de trabajo, como gerentes, supervisores de seguridad o directores de seguridad.
- **Consultado (C - Consulted):** Las personas consultadas son aquellas que poseen conocimientos o experiencia que son valiosos para la tarea en cuestión, pero no tienen la responsabilidad principal de llevarla a cabo. Los consultados brindan información y asesoramiento a los responsables y a menudo se consultan antes de que se tomen decisiones importantes relacionadas con la seguridad ocupacional. Esto puede incluir a expertos en seguridad, trabajadores con experiencia o ingenieros. Su aporte es fundamental para garantizar que las medidas de seguridad sean efectivas y apropiadas.

- Informado (I - Informed): Las personas informadas son aquellas que deben recibir actualizaciones y comunicación sobre el progreso y los resultados de las medidas de seguridad ocupacional, pero no tienen un papel activo en la implementación o la toma de decisiones. Mantener a las personas informadas es fundamental para mantener una comunicación transparente en todo el proceso de seguridad ocupacional y asegurar que todos los interesados estén al tanto de los desarrollos. Esto puede incluir a los trabajadores, los sindicatos, la alta dirección y otros miembros del equipo que no están directamente involucrados en la implementación.

## G. Guardas

Las guardas son dispositivos, generalmente metálicas o plásticas, utilizadas para la protección de los trabajadores ante posibles lesiones causadas por el contacto con las partes móviles de una máquina (Argüello, 2023). Estos dispositivos no tienen una forma estándar, sino que son diseñadas específicamente para cubrir la zona peligrosa de la máquina que lo requiera y pueden ser clasificadas entre fijas o móviles. Las guardas fijas se mantienen en su lugar de forma permanente, ya sea por medio de soldaduras o tornillos. Estas guardas son las más efectivas en cuanto a la mitigación del peligro, sin embargo, no pueden ser aplicadas cuando implique una obstrucción a la funcionalidad. En algunos casos también se puede hacer uso de las guardas móviles, las cuales están sujetas por medio de bisagras o soportes y por ende pueden ser removidas. Aunque no son tan efectivas como las guardas permanentes, si están acompañadas de otras medidas como señales de advertencia o sensores para guardas, se puede alcanzar un nivel de riesgo aceptable.

*Imagen No.3: Guardas fijas*



## H. Sensor para guardas

Los sensores electrónicos de seguridad y enclavamientos sirven para la vigilancia de seguridad de guardas móviles. Cuando se abre la guarda de seguridad, la máquina se

detiene, suprimiéndose en todos los casos su reinicio peligroso (Schmersal, 2006). En el caso contrario, cuando los sensores están en posición, es decir cuando la guarda está cerrada, el flujo eléctrico o electromagnético es detectado por el sensor y se le permite el flujo eléctrico a la máquina para su funcionamiento. El uso de guardas móviles controla los peligros asociados al área que se cubra siempre y cuando esta se encuentre cerrada y es por eso por lo que no es tan efectiva como una guarda fija; sin embargo, la combinación con estos sensores puede asemejar su efectividad.

*Imagen No.4: Sensores electromagnéticos para guardas*



*Fuente: Schmersal, 2006*

## I. Señalización de peligros

Las señales de advertencia en el campo de seguridad industrial son dispositivos visuales diseñados para alertar a las personas sobre posibles peligros, riesgos o situaciones potencialmente peligrosas en un entorno de trabajo. Estas señales desempeñan un papel fundamental en la prevención de accidentes y la promoción de la seguridad en el lugar de trabajo (ISTAS, s.f.). Según el estándar 1910.145 – Especificaciones para señales y etiquetas de prevención de accidentes de la OSHA, las señales de peligro se clasifican en tres tipos: señales de peligro, señales de precaución y señales de instrucción de seguridad. El diseño de las señales varía según su clasificación. Para las señales de peligro se utilizarán el color rojo, negro y blanco. Para las señales de precaución el color estándar será el amarillo, con letras negras. Para las señales de instrucción de seguridad el color estándar del fondo será blanco; y el panel, verde con letras blancas. En cuanto al texto dentro de la señal, este debe ser conciso y de fácil lectura, y su redacción debe hacer una sugerencia positiva y debe ser precisa en los hechos.

## J. Capacitaciones de seguridad

Las capacitaciones de seguridad y salud en el entorno laboral tienen como objetivo brindar a sus trabajadores, y en este caso a sus estudiantes, el conocimiento y las herramientas para evitar accidentes y contribuir a la cultura de seguridad preventiva (ISSEGUR, 2021). Son consideradas medidas preventivas para los peligros del entorno; sin embargo, es importante mencionar que no son un método infalible para mitigarlos. Su importancia radica en la contextualización de los peligros a los que las personas se enfrentan en su área de trabajo y la forma en la que estos tienen que ser manejados o evitados. La regularidad de las capacitaciones es un factor importante cuando la organización busca generar una cultura de seguridad, de modo que las personas asimilen el comportamiento seguro y que tengan la capacidad de identificar situaciones peligrosas.

Debido a que las situaciones peligrosas en el entorno laboral varían según la actividad o proceso que se realiza en cada organización, en muchos casos las capacitaciones deben ser específicas. En cuanto a la persona que dirige estas capacitaciones, usualmente se espera que sea alguien de la organización dedicada exclusivamente a la gestión de la seguridad, por el hecho que conoce a fondo los peligros y los procedimientos establecidos; sin embargo, muchas empresas dedicadas a la asesoría en este campo ofrecen estos servicios personalizados a cada organización (Escuela Europea de Excelencia, 2017).

## K. Equipo de Protección Personal (EPP)

El Equipo de Protección Personal (EPP) se refiere a una serie de dispositivos, prendas y accesorios diseñados para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores en entornos laborales donde puedan enfrentar riesgos o peligros que no alcanzan un nivel de control aceptable. El propósito del EPP es minimizar la exposición a peligros físicos, químicos, biológicos o ergonómicos, y reducir la probabilidad de lesiones, enfermedades o accidentes en el lugar de trabajo (SafetyCulture, 2023). A continuación, se presenta un listado de los tipos de equipo de protección personal (OIT, s.f.):

- Protección para la cabeza: Incluye cascos o casquetes que protegen la cabeza contra impactos, objetos que caen, descargas eléctricas y otros peligros. Además, existen cascos especiales para proteger de sustancias químicas y salpicaduras.
- Protección ocular y facial: Gafas de seguridad, caretas, protectores faciales y pantallas para proteger los ojos y la cara contra partículas, productos químicos, radiación, chispas y otros peligros.
- Protección auditiva: Tapones para los oídos y protectores auditivos que reducen la exposición al ruido excesivo o peligroso en entornos ruidosos.
- Protección respiratoria: Máscaras, respiradores y sistemas de suministro de aire para proteger contra la inhalación de partículas sólidas, vapores químicos, humos tóxicos o agentes biológicos.

- Protección de manos y brazos: Guantes resistentes a cortes, productos químicos, calor, electricidad y otros riesgos para las manos y antebrazos.
- Protección para pies y piernas: Botas de seguridad con punteras de acero para proteger contra caídas de objetos pesados, riesgos eléctricos y peligros en los pies.
- Protección corporal: Ropa especializada, como trajes de protección química o ignífuga, para proteger contra riesgos específicos en el cuerpo.
- Protección contra caídas: Arnéses de seguridad, líneas de vida, mosquetones y dispositivos anticaídas para prevenir caídas desde alturas elevadas.
- Protección térmica: Ropa aislante y trajes para proteger contra temperaturas extremadamente altas o bajas.

**Imagen No.5: Tipos de Equipo de Protección Personal (EPP)**



*Fuente: SafetyCulture, 2023*

## L. Aislantes térmicos

Los aislantes térmicos son materiales diseñados para reducir la transferencia de calor entre superficies (GSL Industrias, 2021). En la industria su principal función es el ahorro de energía, sin embargo, tiene beneficios a nivel de seguridad, ya que evita que las personas tengan contacto con superficies a altas o bajas temperaturas que puedan provocar quemaduras. Existe una gran variedad de materiales con baja conductividad térmica, en la industria los principales materiales son el poliuretano, lanas minerales y la celulosa (Distribuidora Térmica Acústica del Centro S.A., s.f.).

## VI. Análisis situacional

Con el propósito de desarrollar un sólido plan de seguridad ocupacional, resulta imperativo adquirir un conocimiento profundo de las metodologías de trabajo vigentes, comprendiendo a fondo los procedimientos de operación de cada máquina, sus componentes y funciones. En este sentido, se ha llevado a cabo una exhaustiva investigación destinada a comprender la correcta utilización de los equipos y a profundizar en su funcionamiento operativo, con el objetivo de modelar el entorno de los involucrados directos. Este enfoque ha permitido la comprensión de los procesos inherentes, evaluar su rendimiento en relación con las técnicas y modos de operación actuales, así como identificar las interacciones entre las actividades y la contribución de cada persona.

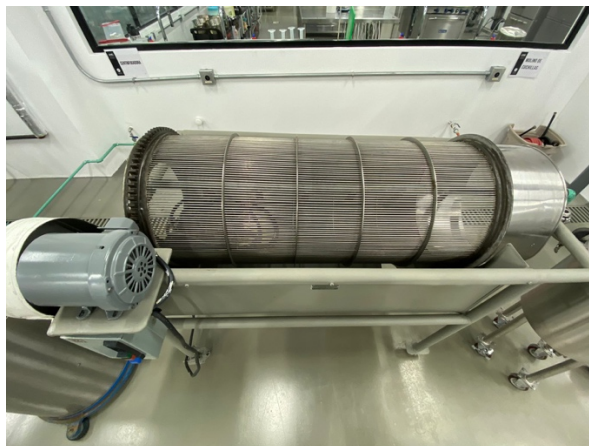
El análisis de la situación actual ha proporcionado una visión más clara de los métodos operativos en uso, destacando los posibles peligros que podrían surgir durante su ejecución. Por lo tanto, el enfoque de este análisis se centra en la identificación preliminar de estos peligros, considerando minuciosamente todos los factores que puedan incidir en la seguridad ocupacional en este entorno. Este panorama nos servirá de plataforma para abordar los desafíos de seguridad vigentes, a través de la propuesta de cambios y mejoras concebidos para garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente para todos los involucrados.

### A. Funcionamiento de las máquinas

- **Lavador rotatorio:**

Un lavador rotatorio es una máquina que permite el movimiento constante de frutas o vegetales que se coloque en su interior. Su principal función es limpiar, lavar o descontaminar diferentes tipos de materiales sólidos, como granos, semillas, frutas, verduras u otros productos alimenticios, mediante la aspersion de diversos rociadores. La máquina cuenta con un tambor cilíndrico que gira alrededor de su eje horizontal. Este tambor tiene ranuras que permiten el paso del agua o del líquido de lavado.

*Imagen No.6: Lavador rotatorio*



### Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza: Con un cepillo se limpia la superficie del tambor y la placa debajo con el fin de retirar todos los residuos. Con un agente de limpieza y esponja se restriega la superficie para finalmente enjuagar con abundante agua.
2. Se conecta el equipo a una fuente eléctrica de 120V y se verifica que esté conectada la fuente de agua.
3. Se enciende el equipo presionando el botón verde.
4. Alimentación del material: El material que se desea lavar se introduce en el tambor por el extremo superior. Se le llama extremo superior porque el tambor presenta una leve inclinación.
5. Rotación del tambor: Una vez que el material está dentro del tambor y verificar que la fuente de agua esté conectada, éste comienza a girar rápidamente. La rotación del tambor permite que el líquido de lavado entre en contacto con todo el material, asegurando una limpieza más efectiva y uniforme.
6. Descarga del material lavado: Una vez que el ciclo de lavado ha finalizado, el material lavado se descarga del otro extremo del tambor. Este sería el extremo inferior donde por medio de gravedad el material pueda ser descargado con mayor facilidad.
7. Se apaga el equipo presionando el botón rojo.
8. Recolección de líquido de lavado usado: Durante el proceso de lavado, el líquido utilizado puede acumular impurezas y contaminantes del material. Por tanto, se recoge y trata adecuadamente para su posterior reutilización o eliminación.

### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la lavadora debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la lavadora cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la lavadora la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Ir colocando el material poco a poco dentro de la lavadora para no sobrecargarla.
- Apagar cuando no se esté utilizando.

### Observaciones:

- Zonas convergentes expuestas al operario.

- **Cortadora de frutas y verduras:**

La cortadora de frutas y verduras automática con banda transportadora es una máquina diseñada para optimizar y automatizar el proceso de corte y preparación de diversos tipos de productos frescos. Su operación se inicia en la banda transportadora de ingreso, donde las frutas y verduras a procesar son colocadas para su transporte continuo. La máquina cuenta con dos roscas de velocidad, una para regular la velocidad de la banda transportadora y la otra para la velocidad de las cuchillas. Mediante sistemas de detección y alineación, se asegura que los elementos estén dispuestos de manera uniforme y adecuada para el corte. Una vez en la zona de corte, la máquina está equipada con cuchillas ajustables y rejillas para realizar más de 70 tipos de cortes y rallados diferentes.

*Imagen No.7: Cortadora de frutas y verduras vista de frente*



***Imagen No.8: Cortadora de frutas y verduras vista lateral***



Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza: Se lava la cuchilla con jabón desinfectante y agua. Cepillar la superficie de la banda transportadora para luego lavarla con agua y jabón. Se remueven los residuos que pudieran quedar en el resto del equipo.
2. Se conecta la máquina a una fuente eléctrica de 120V.
3. Se coloca un recipiente de recolección al final de la banda transportadora, debajo de las cuchillas.
4. Ajustar ambas roscas de velocidades a 0 previo a su uso.
5. Subir la palanca de arranque y verificar que la luz roja esté encendida.
6. Graduar la velocidad entre la cinta transportadora y la velocidad de rotación de la cuchilla.
7. Colocar el producto en la cinta transportadora y asegurar el avance del producto hacia las cuchillas giratorias, ubicadas en el extremo de salida de la cinta.
8. Recepción del material cortado en la salida.
9. Se baja la palanca de arranque para apagar el equipo y se desconecta de la fuente eléctrica.
10. Se realiza el procedimiento de limpieza.

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la cortadora debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la cortadora cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.

- No dejar que personas ajenas a la cortadora la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Ir colocando el material poco a poco dentro de la cortadora para no sobrecargarla.
- Apagar cuando no se esté utilizando.

Observaciones:

- El equipo cuenta con una guarda para evitar la exposición de las cuchillas al operario. Tiene un sistema de contacto para apagar la máquina en caso la guarda sea retirada.

- **Molino de cuchillas:**

El molino de cuchillas consiste en un sistema de corte que utiliza cuchillas afiladas para triturar y reducir el tamaño de los materiales introducidos. Estas cuchillas giran a alta velocidad en el interior de una cámara de corte. El material para procesar se introduce en la máquina a través de una abertura de alimentación que se encuentra a dos metros de altura, por lo que se utiliza una escalera para el ingreso de materiales. Una vez dentro de la cámara de corte, el material es atrapado y cortado por las cuchillas en movimiento. La acción de corte resulta en una reducción del tamaño de las partículas, convirtiendo el material en fragmentos más pequeños y manejables. Es común en la industria alimentaria para la producción de harinas, trituración de especias, preparación de ingredientes para mezclas y más. Después de que el material ha sido reducido al tamaño deseado, las partículas resultantes son expulsadas de la cámara de corte a través de una abertura de descarga.

*Imagen No.9: Molino de cuchillas vista lateral*



***Imagen No.10: Molino de cuchillas vista de frente***



Procedimientos de operación:

1. Verificar la limpieza del equipo.
2. Se conecta la máquina a una fuente eléctrica de 120V.
3. Se enciende la máquina.
4. Se coloca una bandeja en la parte inferior de la máquina para recibir el producto terminado.
5. Se vierte el producto en la parte superior de la máquina, utilizando la escalera.
6. Se retira la bandeja con el producto terminado.
7. Se apaga la máquina y se desconecta de la fuente eléctrica.

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra el molino de cuchillas debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar solo el molino de cuchillas cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas al molino lo estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Ir colocando el material poco a poco dentro del molino para no sobrecargarla.
- Apagar cuando no se esté utilizando.

### Observaciones:

- El equipo cuenta con una guarda para evitar la exposición de las cuchillas al operario. Tiene un sistema de contacto para apagar la máquina en caso la guarda sea retirada.
- La altura a la que se carga el material es considerablemente elevada.

- **Centrifugadora:**

La centrifugadora es un instrumento cuya función se basa en la separación de componentes con diferentes densidades en una muestra, ya sea líquida o sólida, mediante la aplicación de fuerza centrífuga. Su operación se basa en un rotor que gira a alta velocidad en torno a un eje central. En este rotor, se alojan los tubos o contenedores específicamente diseñados para resistir las intensas fuerzas generadas durante la centrifugación. El proceso inicia con la carga de las muestras en los tubos del rotor, las cuales pueden consistir en mezclas heterogéneas con componentes de variadas densidades. Es esencial lograr un equilibrio en el rotor antes de iniciar la centrifugación, lo cual se logra mediante la distribución uniforme de las muestras y la inclusión de tubos de control en las posiciones restantes del rotor. Esta etapa previa asegura la estabilidad durante la rotación y evita vibraciones indeseadas. Con el rotor equilibrado, se inicia la centrifugación al activar el equipo. El rotor gira a alta velocidad, lo que da origen a la fuerza centrífuga. Esta fuerza desplaza los componentes más densos de las muestras hacia el fondo de los tubos, separándolos de los menos densos. Durante este proceso, los componentes se separan en capas distintas en función de su densidad, generando así la separación esperada. Al finalizar la centrifugación, el rotor se detiene de forma gradual y las muestras pueden ser retiradas cuidadosamente. Los componentes separados, que ahora se encuentran distribuidos en las diferentes capas de los tubos, pueden ser recuperados de manera sencilla para análisis posteriores o para su uso en otros procedimientos.

*Imagen No.11: Centrifugadora*



Procedimientos de operación:

1. Verificar la limpieza del equipo.
2. Verificar que el equipo esté conectado a tomacorriente.
3. Abrir tapadera.
4. Cargar la canasta.
5. Cerrar tapadera y asegurar con tornillo de rosca.
6. Se encienda la máquina con el botón de “on”.
7. Esperar a que el ciclo de centrifugación termine para apagar la máquina con el botón de “off”.
8. Utilizar el pedal para bajar la velocidad del rotor hasta que se detenga por completo.
9. Abrir la tapadera y descargar el material.

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la centrifugadora debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la centrifugadora cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la centrifugadora la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Apagar cuando no se esté utilizando.

Observaciones:

- La tapadera del equipo se puede abrir, aunque la máquina esté en funcionamiento.

- **Secador de tambor:**

El secador de tambor con doble cilindro es una máquina utilizada para secar materiales sólidos, especialmente aquellos que requieran un secado suave y uniforme. Ambos cilindros giran a una velocidad controlada en direcciones opuestas y se calientan internamente a través de una fuente de vapor. La distancia entre ambos cilindros puede ser graduada según el material que se introduzca y el nivel de secado que se espera obtener. El material ingresa entre ambos tambores, de modo que este pueda ser comprimido y por medio del calor se reduzca la humedad del material. Para evitar que el material se desplace hacia las esquinas de los tambores, se colocan dos soportes en las caras planas de los cilindros. Cuando el material ingresa a la máquina, el choque de calor entre los tambores y el material genera la evaporación de la humedad en este y consecuentemente la expulsión de vapor. En la parte superior de cada tambor se coloca una cuchilla sostenida por una base atornillada, la cual puede ser graduada, para despegar el material del tambor y de esa forma obtener el producto final. Se coloca una bandeja de cada lado de los tambores para recibir el producto terminado.

*Imagen No.12: Secador de tambor*



Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza:
  - a. Asegurar que el equipo se encuentre apagado.
  - b. Añadir agua con una manguera a presión.
  - c. Añadir un agente de limpieza y con una esponja limpiar la superficie interna y externa de los tambores, con el fin de retirar todos los residuos.

- d. Enjuagar con abundante agua, por medio de una manguera y eliminar el agua en el equipo.
  - e. Secar el equipo con toallas de papel.
2. Verificar que el equipo no esté conectado a una fuente eléctrica ni con la válvula de vapor abierta.
  3. Se colocan las cuchillas en las bases, asegurando que el filo esté orientado hacia el tambor, y se atornilla para asegurarlas.
  4. Se colocan las bases de las caras planas de los tambores y se aprietan con los tornillos ubicados en los costados.
  5. Se abre la válvula de vapor y se conecta la máquina a una fuente eléctrica de 120V.
  6. Asegurar que la línea de vapor se encuentre entre 5 - 12 psi.
  7. Esperar que el equipo alcance altas temperaturas (mayores a 85°C)
  8. Se enciende la máquina.
  9. Se regula la velocidad de los tambores.
  10. Se regula la apertura de los tambores.
  11. Cuando los tambores estén calientes, lentamente se vierte el producto entre los tambores.
  12. Cuando el producto esté caliente y se haya terminado de secar, se coloca una bandeja en la parte inferior de cada uno de los tambores y se bajan las cuchillas para despegar el material y obtener el producto final.
  13. Se cierra la válvula de vapor y se apaga la máquina.
  14. Se desconecta la máquina de la fuente eléctrica.
  15. Para iniciar el procedimiento de limpieza se tiene que dejar enfriar la máquina, se abre la válvula de la tubería de condensado para enfriar más rápido.

#### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra el secador de tambor debe ser limpio.
- Utilizar EPP adecuado: guantes térmicos, lentes y botas de seguridad.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar solo el secador de tambor cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas al secador de tambor lo estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Apagar cuando no se esté utilizando.

#### Observaciones:

- La superficie de los tambores a altas temperaturas está expuesta a los operarios.
- Las tuberías y mangueras de vapor que conectan a la máquina están expuestas a los operarios.

- La zona convergente entre ambos tambores está expuesta.
  - Las cuchillas tienen filo y no tienen protección.
  - La máquina genera vapor al entrar en contacto con el producto.
  - La tubería que expulsa el excedente de vapor con agua no está conectada a la manguera residual, expulsa el vapor al piso.
  - Para regular las presiones del vapor que ingresa a la máquina, se tiene que solicitar apoyo al personal de la planta.
- **Escaldadora:**

La tina escaldadora escald o precuece por lote de frutas y verduras sumergiéndolas en agua caliente para ablandarlas, reafirmar su color natural, reducir la presencia de microorganismos, retardar el daño enzimático y eliminar el aire atrapado en su interior. Consta de dos tinas de acero inoxidable que se calientan por medio de vapor.

*Imagen No.13: Escaldadora*



Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza:
  - a. Asegurar que el equipo se encuentre apagado.
  - b. Añadir agua con una manguera a presión.
  - c. Añadir un agente de limpieza y con una esponja limpiar la superficie interna y externa de la escaldadora, con el fin de retirar todos los residuos.
  - d. Enjuagar con abundante agua, por medio de una manguera y bajar la palanca para descargar el contenido del equipo.
  - e. Secar el equipo con toallas de papel.
2. Asegurarse que todos los componentes del equipo estén correctamente instalados.
3. Verificar que el regulador de presión de la línea de vapor no exceda una presión de 20-30 inHg (84-100 kPa) previo a abrir la válvula de vapor (una lectura más alta indica que hay aire en la chaqueta de la escaldadora).

4. Llenar con agua hasta la cantidad necesaria para realizar el escaldado, dependiendo de la cantidad de producto que se procesará.
5. Verificar que el llenado se mantenga durante toda la operación de escaldado.
6. Gradualmente abrir la válvula de vapor hasta llegar a la presión y temperatura de operación adecuada.
7. Estando correctos todos los pasos anteriormente descritos, esperar el tiempo necesario hasta alcanzar la temperatura de escaldado deseada (dependerá de la cantidad de vapor que esté siendo suministrado a la máquina).
8. Cuando la temperatura deseada se logre alcanzar, empezar a medir el tiempo del proceso y mantener la temperatura deseada durante el tiempo de proceso (algunas veces será necesario abrir y cerrar la válvula de vapor para regular la temperatura).
9. Cuando el proceso haya sido completado, cerrar la válvula de vapor. Permitir que el vapor escape por la válvula de purga, hasta que la presión manométrica llegue a cero, después abrir la válvula de drenado.

#### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la escaldadora debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que la llave de vapor esté apagada.
- No permitir que personas ajenas a la escaldadora la estén manipulando, principalmente cuando esté siendo utilizada.
- El equipo deberá estar separado de la pared como mínimo unos 30 cm debido a las altas temperaturas de operación.
- Revisar que el equipo no contenga ningún objeto extraño dentro previo a su uso.
- Graduar la apertura de la llave de vapor de agua, ya que de esto dependerá el tiempo y la temperatura del escaldado.
- Revisar la temperatura y el tiempo durante el funcionamiento del equipo.
- Cerrar la llave de vapor cuando no se esté utilizando.

#### Observaciones:

- El agua residual del proceso se vierte en el piso.
- El regulador de presión de entrada a la máquina está antes de la válvula (debería estar al revés).
- Hay superficies a altas temperaturas expuestas al operario.

- **Marmita de vapor:**

La marmita de vapor es una máquina utilizada para la preparación, a volumen industrial, de distintos alimentos. Como su nombre lo indica, esta máquina utiliza vapor como método de calefacción. La marmita esta sostenida por las tuberías de entrada y salida de vapor, y estas por bases sobre una mesa, de tal manera que esta puede ser inclinada para facilitar la descarga de producto. En la parte inferior de la marmita, hay un espacio donde fluye el vapor, por el cual se realiza el intercambio de calor.

*Imagen No.14: Marmita de vapor*



Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza:
  - a. Asegurar que las válvulas de vapor estén cerradas y que el equipo esté frío.
  - b. Añadir agua con una manguera a presión.
  - c. Añadir un agente de limpieza y con una esponja limpiar la superficie interna y externa de la marmita, con el fin de retirar todos los residuos.
  - d. Enjuagar con abundante agua, por medio de una manguera y bajar la palanca para descargar el contenido de la marmita.
  - e. Secar el equipo con toallas de papel.
2. Se abre la válvula de vapor de la línea y luego la llave de vapor de la marmita.
3. Verificar que el regulador de presión de la línea de vapor esté encendido y no exceda una presión de 20-30 inHg (84-100 Kpa) previo a abrir la válvula de vapor.
4. Se vierte el producto dentro de la marmita, controlar temperatura con termómetro.
5. Al terminar el proceso, se cierra la llave de vapor de la marmita.
6. Colocar el recipiente donde se descargará el producto.
7. Descargar el producto de la marmita, inclinandola lentamente con la palanca.
8. Cerrar las válvulas de la línea de vapor.
9. Iniciar procedimiento de limpieza.

### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la marmita debe ser limpio.
- Utilizar EPP adecuado: guantes térmicos, lentes y botas de seguridad.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que las valvulas de vapor estén cerradas y que la máquina esté fría.
- Por ningún motivo dejar sola la marmita cuando esté operando, siempre vigilarla por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la marmita la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Mantener cerradas todas las válvulas de vapor cuando no se esté utilizando.
- El equipo deberá estar separado de la pared como mínimo unos 30 cm debido a las altas temperaturas de operación.
- Revisar que el equipo no contenga ningún objeto extraño dentro previo a su uso.
- Graduar la apertura de la llave de vapor de agua, ya que de esto dependerá el tiempo y temperatura del tratamiento térmico.
- Revisar la temperatura y el tiempo durante el funcionamiento.

### Observaciones:

- La llave de vapor de la marmita llega a altas temperaturas, actualmente se evita que el operario se queme por el uso de guantes térmicos.
  - Las zonas que llegan a altas temperaturas están expuestas al operario.
- **Homogenizador:**

El homogenizador es una máquina utilizada para la homogenización de sustancias líquidas mediante el uso de presión. Las sustancias son colocadas lentamente en la tolva de ingreso de materiales, y se regulan las presiones de la máquina según el nivel de homogenizado que se desea alcanzar.

*Imagen No.15: Homogenizador*



### Procedimientos de operación:

1. Asegurar que hay producto en la tolva de alimentación.
2. Conectar el equipo a la corriente y esperar que arranque.
3. Se arranca el equipo girando el hongo de emergencia.
4. Girar la válvula de ajuste de presión de la SEGUNDA ETAPA a la derecha, hasta llegar a la presión deseada (máximo 100bar o 1400psi).
5. Girar la válvula de ajuste de presión de la PRIMERA ETAPA a la derecha, hasta llegar a la presión deseada (máximo 100bar o 1400psi).
6. Una vez el producto ha sido procesado por completo, remover la presión en la válvula de PRIMERA ETAPA girando a la izquierda.
7. Remover la presión en la válvula de la SEGUNDA ETAPA girando a la izquierda, hasta que la presión llegue a cero.
8. Apagar el equipo presionando el botón de emergencia.
9. Desconectar el equipo de la corriente.

### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra el homogenizador debe ser limpio.
- Por ningún motivo dejar solo el homogenizador cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas al homogenizador lo estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Siempre hacer los ajustes de presión primero en la segunda etapa y después en la primera etapa.
- Parada de emergencia: en caso el equipo tenga alguna falla, presionar el botón de emergencia, luego de eso remover las presiones como se ha indicado anteriormente. Al haber solucionado el problema el botón de emergencia es desconectado, el equipo queda habilitado para funcionar en las condiciones normales de arranque.
- No sobrepasar el máximo de presión en las válvulas.

### Observaciones:

- La pantalla táctil no funciona, por lo que se utiliza el botón de emergencia para encender y apagar la máquina.
- No hay señalización para indicar el máximo de las presiones.

- **Marmita de gas:**

La marmita de gas es una máquina utilizada para la preparación, a volumen industrial, de distintos alimentos. Este equipo cuenta con una capacidad de 80 litros, dispone de una tapadera abatible y compensada, quemador de acero inoxidable controlado por una válvula de seguridad, alimentación de agua fría y caliente por electroválvula y grifo de vaciado de cuba. Esta máquina funciona para una cocción de calor indirecto, tipo baño maría. Los quemadores que están ubicados en la parte inferior dentro de la marmita calientan el agua, y subsecuentemente el agua calienta la superficie metálica donde se colocan el producto que se busca cocer.

*Imagen No.16: Marmita de gas*



Procedimientos de operación:

1. Procedimiento de limpieza:
  - a. Cerrar válvula de vaciado.
  - b. Llenar marmita con agua y jabón grado alimenticio.
  - c. Restregar con esponja hasta remover cualquier suciedad visible.
  - d. Desaguar, eliminar cualquier resto de jabón.
  - e. Abrir válvula de vaciado y dejar salir agua.
2. Llenar chaqueta con agua.
3. Encender gas.
4. Encender marmita con un fósforo y regulando con el controlador de gas.

5. Comenzar a utilizar cuando cese la salida de vapor.
6. Cerrar válvula de gas.
7. Iniciar procedimiento de limpieza.

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la marmita debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la marmita cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la marmita la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Cerrar llave de gas cuando no se esté utilizando.

Observaciones:

- El método de encendido del piloto se realiza de manera manual.
- El vaciado de agua cae sobre el piso, no existe conexión para expulsar el agua residual.

- **Estufa industrial:**

Una estufa industrial es una herramienta culinaria diseñada específicamente para satisfacer las demandas de alta producción en la industria alimentaria. A diferencia de las estufas domésticas, estas máquinas están dimensionadas para manejar grandes volúmenes de cocción de manera eficiente y consistente. Su estructura es de acero inoxidable, lo que garantiza durabilidad y resistencia a las condiciones de uso intensivo y la limpieza frecuente. Estas estufas industriales están equipadas 4 quemadores, 1 plancha y 1 horno, los cuales permiten un calentamiento rápido y uniforme de grandes recipientes y volúmenes de alimentos. Los reguladores de salida gas no cuentan con una medición precisa para controlar la temperatura de los quemadores, a excepción del regulador del horno. Cada estufa cuenta con una campana extractora de olor y humo.

***Imagen No.17: Estufa industrial***



Procedimientos de operación:

1. Abrir la válvula de gas.
2. Con un fósforo, encender los pilotos de todos los quemadores.
3. Abrir los quemadores que se utilizarán.
4. Colocar el producto en un recipiente (sartén, olla, etc.).
5. Cuando se termine de utilizar, cerrar los quemadores.
6. Cerrar la válvula de gas.

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la estufa debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la estufa cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la estufa la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.
- Durante el uso de la máquina, asegurar que los quemadores que no se estén utilizando tengan una llama en el piloto.
- Cerrar la válvula y los reguladores de gas cuando no se esté utilizando la máquina.

Observaciones:

- La campana está a 170cm del piso y tiene 4 esquinas puntiagudas.
- Los pilotos se encienden de forma manual, y todos tienen que encenderse, aunque no se esté utilizando algún quemador.
- Siempre que la válvula de gas esté abierta, existe salida de gas a través de los pilotos.

- **Pulpero:**

El pulpero es una máquina diseñada para extraer la pulpa de diversas frutas, simultáneamente separar las pepas y cáscaras e impedir que se mezclen con la pulpa y evacuarlas de forma separada. La máquina cuenta con dos tipos de tamices según el nivel de filtrado que se requiera hacer al producto. El proceso para extraer la pulpa consiste en el ingreso de la fruta, en donde se encuentra un aspa giratoria, cubierta por el tamiz, de modo que el aspa hace la función de extraer el jugo de la fruta y el tamiz la separación.

*Imagen No.18: Pulpero*



### Procedimientos de operación:

1. Verificar la limpieza del equipo.
2. Verificar que el equipo esté conectado a una fuente eléctrica de 120V.
3. Colocar un recipiente en la parte inferior del equipo para recibir la pulpa y colocar otro recipiente en la parte posterior para recibir la parte no útil del producto.
4. Encender, presionando el botón de color verde.
5. Agregar las frutas o vegetales por la tolva de ingreso de materia prima.
6. Apagar la máquina presionando el botón rojo.
7. Desconectar la máquina de la fuente eléctrica.
8. Realizar la limpieza del equipo.

### Cambio de tamices:

1. Verificar que el equipo esté apagado.
2. Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.
3. Desenroscar las perillas de ajuste para tamices.
4. Remover la tapa de tamices.
5. Remover el protector de tamices.
6. Quitar el tamiz que se desea cambiar y colocar el nuevo.
7. Cada tamiz cuenta con una abertura que debe coincidir con el seguro que se encuentra en la estructura del pulpero.
8. Colocar tapa de tamices verificando que el eje coincida con el agujero de dicha tapa.
9. Enroscar las perillas de ajuste de tamices hasta que dicha tapa se encuentre pegada a la estructura del equipo.
10. Colocar el protector de tamices.

### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra el pulpero debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar solo el pulpero cuando esté operando, siempre vigilarlo por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas al pulpero lo estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.

### Observaciones:

- Las guardas de la máquina pueden ser removidas aún así esté operando.

- **Malaxadora de quesos:**

La malaxadora de quesos es una máquina utilizada para el proceso de mezclado, amasado, hilado, y cocimiento de quesos de pasta hilada o fundida, natural o extendida. Esta máquina utiliza dos aspás automáticas con velocidad y giro controlados, que permiten la homogenización del producto. De igual forma, se cuenta con un sistema de control de temperatura para calentar o enfriar el queso durante el proceso, según la consistencia que se busca dar al producto final. El método de calefacción que utiliza la máquina es eléctrico, a través de una resistencia que se encuentra dentro del enchaquetado en la parte baja. Esta resistencia calienta el agua dentro del enchaquetado para distribuir calor al producto de manera indirecta.

*Imagen No.19: Malaxadora de quesos*



*Imagen No.20: Interior de la malaxadora de quesos*



### Procedimientos de operación:

1. Verificar la limpieza del equipo.
  - a. Con la placa puesta, se debe colocar en remojo la malaxadora durante 1 hora con jabón y agua.
  - b. Una vez agregada el agua se debe modificar la temperatura a 50 grados.
  - c. Luego lavar con esponja y lija de agua No. 60 para eliminar cualquier tipo de residuo adherido a las aspas.
  - d. Para darle brillo y extraer la dureza del producto trabajado utilizar jabón.
  - e. Descargar el agua del equipo las veces que sean necesaria y repetir el procedimiento para asegurar la limpieza adecuada del equipo.
2. Verificar que el equipo tenga agua en el sistema.
  - a. En la parte de atrás de la máquina se encuentran dos tuberías, una de salida y otra de entrada de agua.
  - b. Se abre la tubería de entrada con una llave inglesa y se llena con agua.
  - c. Se cierra la tubería.
3. Se conecta la máquina a una fuente eléctrica de 120V.
4. Se enciende la máquina.
5. Se selecciona la temperatura deseada, la dirección de giro y la velocidad.
6. Se vierte el material.
7. Se apaga la máquina.
8. Se descarga el producto.
9. Se desconecta la máquina.
10. Se inicia el procedimiento de limpieza.

### Normas de seguridad para el uso del equipo:

- El lugar en donde se encuentra la malaxadora debe ser limpio.
- Antes de limpiar el equipo asegurarse que esté apagado.
- Por ningún motivo dejar sola la malaxadora cuando esté operando, siempre vigilarla por cualquier imprevisto.
- No dejar que personas ajenas a la malaxadora la estén manipulando, principalmente cuando está trabajando.

### Observaciones:

- La máquina puede operar, aunque la tapadera se encuentre levantada.
- Existen superficies expuestas a los operadores que llegan a altas temperaturas.
- La tubería de agua residual de la máquina no está conectada al drenaje.
- La puerta de salida de producto está cercana a las superficies calientes.

## B. Instalaciones

- **Instalación de vapor:**

La instalación de vapor en la planta de alimentos consta de tres tuberías principales, cada una con sus válvulas. La primera conecta la caldera en el laboratorio de Ingeniería Química con el colector de vapor en la planta de alimentos, donde se tiene un medidor de temperatura y un medidor de presión. Las otras dos, distribuyen el vapor desde el colector hacia cada una de las máquinas que requieren de esta instalación. En el colector, se tiene además una tubería de condensado que desecha el condensado remanente de las tuberías y el colector. Cada máquina cuenta con dos tuberías, una de entrada y flujo de vapor y la otra de condensado. En la tubería de entrada se cuenta con una llave de apertura y un medidor de presión, seguido por una válvula reguladora de presión y un medidor de presión, cuyo objetivo es regular la presión del vapor que ingresará en la máquina. En las tuberías de condensado, fluye el condensado que se va generando conforme el uso de la máquina y se expulsa a una manguera que conecta todas las tuberías de condensado. Finalmente, esta manguera desecha el condensado dentro de las rejillas del sistema de drenajes.

*Imagen No.21: Instalación de vapor*



Procedimiento de operación:

1. Se tiene que solicitar al departamento de Ingeniería Química que se encienda la caldera (10 días antes para alumnos independientes).
2. Se gira un poco la válvula de la tubería que conecta con la caldera.

3. Se abre la llave de la tubería de condensado del colector de vapor para expulsar el condensado remanente en las tuberías.
4. Cuando termine de expulsar agua con vapor, se cierra la válvula de la tubería de condensado y se abre completamente la válvula de la caldera (Asegurar que la presión se encuentre entre 30-40psi).
5. Se abre la válvula de la tubería que conecta con la máquina que se desea utilizar.
6. Una vez se haya terminado de usar la máquina,

Normas de seguridad para el uso del equipo:

- Utilizar el EPP adecuado (guantes térmicos, casco, botas industriales, bata y lentes de seguridad)
- Verificar las presiones del colector de vapor.

Observaciones:

- Hay tuberías a altas temperaturas que no tienen recubrimiento térmico.
- No hay señalización de advertencia para las presiones máximas ni de las salidas expuestas de vapor y agua.

- **Instalación de gas:**

La instalación de gas en la planta de alimentos es una parte esencial de las operaciones en este entorno de investigación y desarrollo. Este sistema de gas está diseñado para proporcionar una fuente confiable de gas a las máquinas y equipos que se utilizan en la planta. El sistema de tuberías o ductos que compone la instalación se encuentra estratégicamente ubicado en el techo de la planta y está pintado de color amarillo para facilitar su identificación y seguimiento. Estas tuberías descienden de manera controlada desde el techo hacia cada una de las máquinas y equipos que requieren gas para su funcionamiento, garantizando así que cada dispositivo tenga acceso al suministro de gas necesario para sus procesos específicos. La fuente principal de suministro de gas se encuentra en el tanque de gas, el cual está ubicado en la parte externa del edificio. Esta ubicación exterior se ha seleccionado cuidadosamente para garantizar la seguridad de los ocupantes del edificio, evitando la presencia de tanques de gas en el interior de la planta.

**Imagen No.22: Instalación de gas**



Observaciones:

- Algunas válvulas se encuentran a 200 cm sobre el piso.

C. EPP actual

**Tabla No.1: Listado de equipo de protección actual**

EPP	Descripción	Ocasión de uso
Casco	Equipo diseñado para proteger la cabeza de lesiones en entornos de trabajo donde existe el riesgo de caídas de objetos, impactos o golpes en la cabeza.	Siempre
Bata	Es una prenda de vestir utilizada en entornos de trabajo donde se manejan sustancias químicas, alimentos u otros materiales que puedan salpicar o contaminar la ropa o extremidades del cuerpo.	Siempre
Botas de hule	Las botas de hule están diseñadas para proteger los pies de la humedad, el agua y otros líquidos, también brindan protección contra la electricidad. Estos son utilizados entre primer y tercer año de carrera.	Siempre
Botas industriales	Las botas con punta de acero son un calzado diseñado para proteger los pies de impactos, aplastamientos o caídas de objetos pesados. Estos son obligatorios a partir de cuarto año de carrera.	Siempre
Lentes	Son gafas diseñadas para proteger los ojos de lesiones en entornos de trabajo donde existen riesgos de salpicaduras químicas, partículas voladoras u otros peligros oculares	Algunas veces
Guantes térmicos	Son guantes con aislantes térmicos que protegen las manos de superficies a altas temperaturas o incluso de llamas.	Algunas veces

## D. Manuales de operación

La planta de alimentos cuenta con manuales de operación para la mayoría de las máquinas, los cuales tienen como objetivo proveer la información necesaria para que el usuario pueda utilizar adecuadamente cada una de ellas. Estos manuales fueron elaborados por diferentes personas y autorizados por la coordinadora de la planta piloto. En estos manuales se encuentra una breve descripción de la funcionalidad de la máquina, el procedimiento de uso de la máquina, datos técnicos, especificaciones del equipo, recomendaciones de mantenimiento y normas de seguridad para el uso de la máquina. Estos manuales se encuentran de manera física en la planta piloto.

## E. Peligros identificados

*Tabla No.2: Listado de peligros por máquina y sus medidas preventivas actuales*

<b>Descripción</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Medidas preventivas actuales</b>
Lavador rotatorio	Partes rotativas Manejo de agua en el sistema	Manual de operación EPP Guarda fija
Cortadora de frutas y verduras	Aspas filosas rotativas	Manual de operación EPP Guardas móvil Sensor de guarda
Molino de cuchillas	Aspas filosas rotativas Uso de escalera	Manual de operación EPP Guarda fija Señalización (No operar sin guardas) Sensor de guarda
Secador de tambor	Superficies a alta temperatura Partes rotativas a altas temperaturas Instalación y limpieza de cuchillas	Manual de operación EPP, guantes térmicos y lentes Señal de advertencia de partes rotativas
Escaldadora	Superficies a alta temperatura Manejo de agua en el sistema	Manual de operación EPP, guantes térmicos

<b>Descripción</b>	<b>Peligro identificado</b>	<b>Medidas preventivas actuales</b>
Marmita de vapor	Superficies a alta temperatura Manejo de líquidos a altas temperaturas	Manual de operación EPP, guantes térmicos
Marmita de gas	Presencia de gas en la máquina Manejo de agua en el sistema Manejo de líquidos a altas temperaturas	Manual de operación EPP
Estufa industrial	Trabajo con fuego Superficies a alta temperatura Presencia de gas en la máquina	EPP Campana extractora
Pulpero	Partes rotativas	Manual de operación EPP Guarda móvil
Malaxadora de quesos	Partes rotativas Superficies a alta temperatura Manejo de agua en el sistema	Manual de operación EPP
Instalación de vapor	Superficies a alta temperatura Distribución de vapor	EPP Barómetro Termómetro Válvulas
Instalación de gas	Gas	EPP Válvulas

El equipo de protección personal que se señala en las barreras actuales hace referencia a todo el equipo que sea de uso obligatorio.

## VII. Análisis de peligros

### A. Análisis Bowtie y desarrollo de barreras preventivas

Al haber identificado los peligros de cada una de las máquinas, estos se analizaron por medio del método Bowtie. A partir de este análisis, se pudo definir el momento en el que el peligro se sale de control, y con ello detectar las amenazas que causan este descontrol y las consecuencias que genera. A partir de esto, se proponen barreras preventivas, las cuales evitan que el peligro se salga de control, y barreras de recuperación, que mitigan o eliminan las consecuencias derivadas de esta pérdida de control.

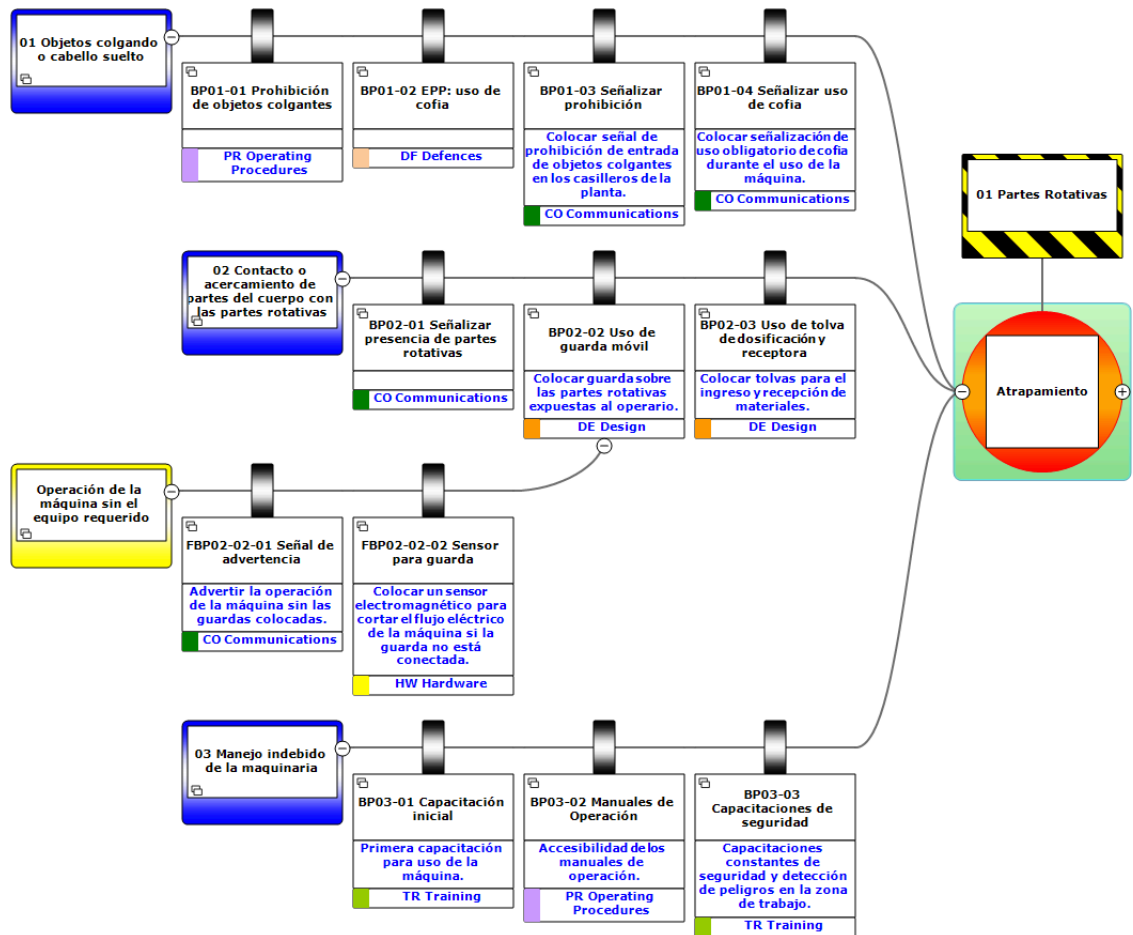
Debido a que el análisis se hace sobre el peligro y no sobre la máquina, algunas de las máquinas que presentan un peligro similar, fueron agrupadas, ya que el análisis es el mismo. A continuación, se presenta el análisis realizado para cada uno de los peligros identificados:

#### Análisis Bowtie: Partes rotativas

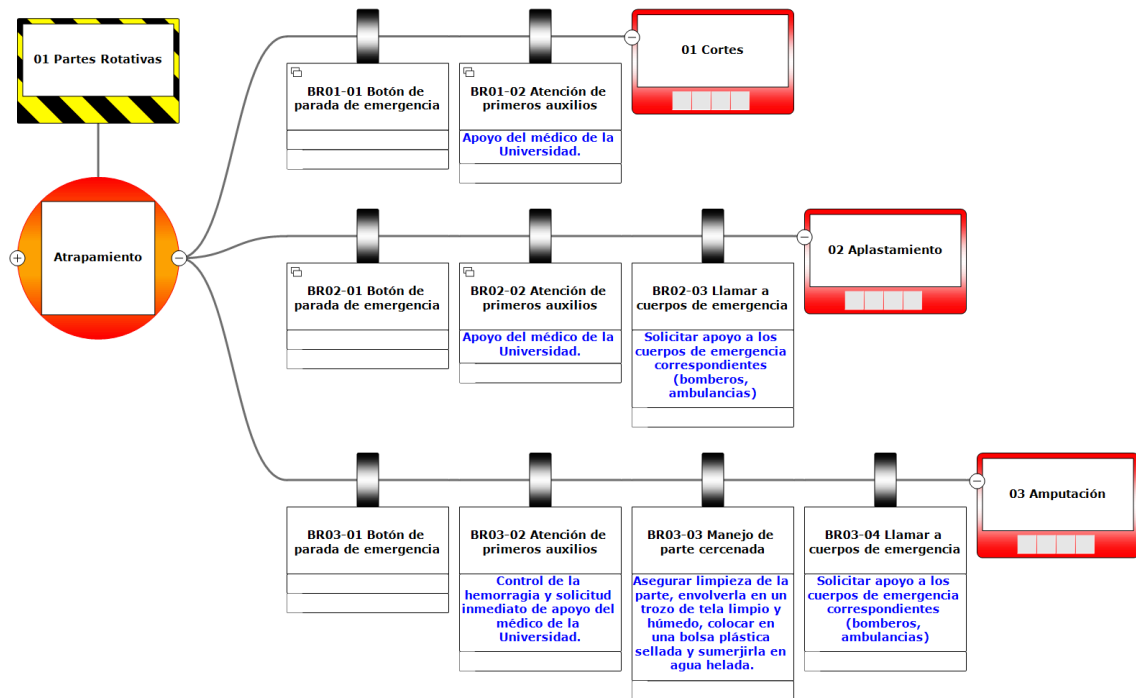
**Tabla No.3: Análisis Bowtie de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el pulpero**

<b>Lavador rotatorio, pulpero, malaxadora de quesos</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Partes rotativas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Atrapamiento
Amenazas	Objetos o cabello suelto o colgando Contacto o acercamiento de partes del cuerpo con las partes rotativas Manejo indebido de la maquinaria
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición de objetos colgantes, uso de cofia (mejora de medida actual)</li> <li>• Colocar guardas móviles que permitan el uso de la máquina pero que minimice la exposición al operario (medida existente para el pulpero)</li> <li>• Colocar sensor para la guarda (nueva medida)</li> <li>• Utilizar tolva de dosificación y recepción (medida existente para el pulpero)</li> <li>• Señalizar las partes rotativas (nueva medida)</li> <li>• Capacitaciones de seguridad y funcionamiento del equipo (mejora de medida actual)</li> </ul>
Consecuencias	Aplastamiento Cortes Amputaciones
Barrera de recuperación	Botón de parada de emergencia, procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados, cuerpos de emergencia

**Gráfico No.1: Análisis Bowtie: Amenazas de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el Pulpero**



**Gráfico No.2: Análisis Bowtie: Consecuencias de las partes rotativas en el lavador rotatorio, malaxadora de quesos y el Pulpero**



**Desarrollo de barreras: Partes rotativas**

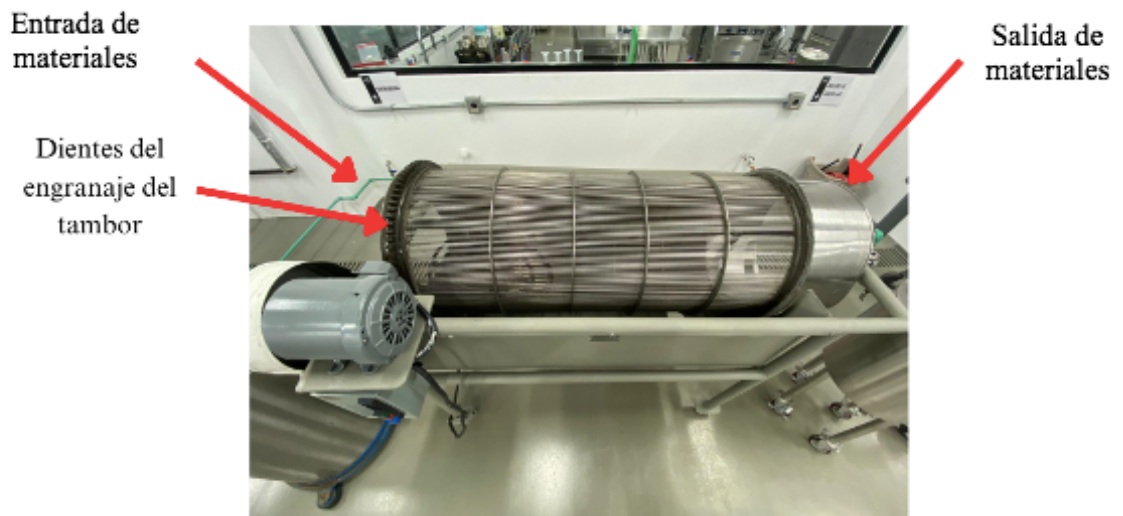
- Lavador rotatorio**

Como se puede observar en las imágenes 23 y 24, las partes rotativas de la máquina se encuentran expuestas y cercanas al área de carga de materiales. A pesar de que el engranaje del motor se encuentra dentro de la base, el engranaje del tambor está completamente expuesto al área de carga de materiales.

***Imagen No.23: Engranajes del lavador rotatorio***



***Imagen No.24: Zonas peligrosas del lavador rotatorio***



Con el fin de eliminar la exposición a las partes rotativas en el lavador rotatorio se proponen las siguientes medidas de seguridad:

Prohibición de objetos colgantes y cabello suelto

Para evitar el atrapamiento tanto en las ranuras del tambor como en el engranaje, se debe prohibir el ingreso de objetos colgantes a la planta, al igual que mantener el cabello suelto. Para ello, se recomienda colocar señales de prohibición en el área de casilleros.

### Señalización de partes rotativas

Colocar señales que indiquen la existencia de partes rotativas con el fin de asegurar que las personas que utilizarán la máquina estén conscientes del peligro. Es importante mencionar que es una señal de advertencia ante un peligro, por lo que el fondo de esta debe de ser color amarillo y las letras de color negro.

### Instalación de tolvas de dosificación y recepción

El uso de una tolva de dosificación y recepción eliminaría la exposición de las partes rotativas en el procedimiento de carga y descarga de materiales. Estas tolvas tendrían que mantener un grado de inclinación similar al del tambor para evitar que el producto se desplace más rápido de lo normal.

### Instalación de guardas móviles

Considerando que la función de la máquina es el lavado de frutas y vegetales y los procedimientos de limpieza de esta son frecuentes, se recomienda el uso de guardas móviles en lugar de guardas fijas. Esto con el fin de implementar medidas de seguridad efectivas, sin entorpecer el proceso que actualmente se lleva y evitar que las personas decidan utilizar la máquina sin guardas por ineficiencia en sus procesos. Es importante mencionar también que el tambor cuenta con ranuras y es el componente más expuesto, por lo que, para incrementar la efectividad de la guarda, esta debería cubrir todo el tambor.

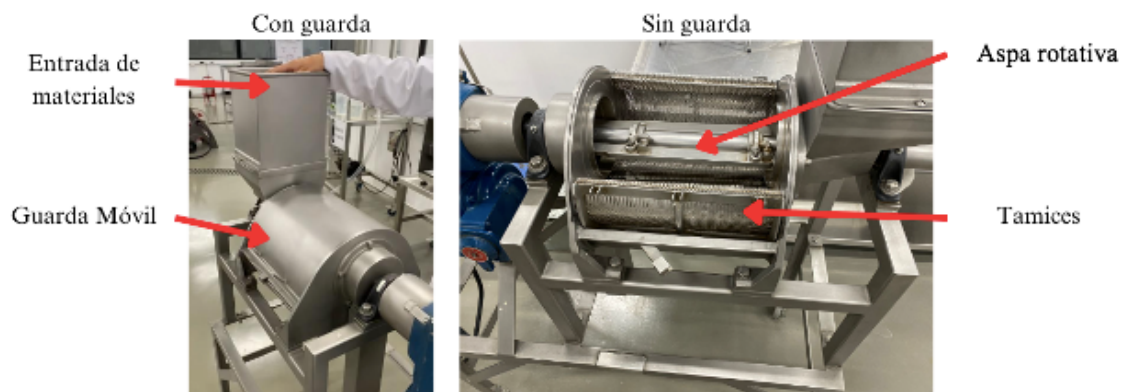
### Medidas complementarias de la guarda

Como medida complementaria a la implementación de guardas móviles, se sugiere la instalación de un sensor electromagnético para evitar el uso de la máquina sin la guarda. De igual manera la colocación de una señal de advertencia para evitar el uso de la máquina sin guarda es una forma de hacer incrementar la efectividad de la medida.

- **Pulpero**

La funcionalidad del pulpero y su método de descarga permite el uso de guardas para el aislamiento de las partes rotativas; sin embargo, por temas de limpieza y ajuste de tamices actualmente se hace uso de guardas móviles. Cabe mencionar que la máquina puede operar sin las guardas, dejando expuestas las partes rotativas como se puede observar en la Imagen 25. Debido a que los procedimientos de limpieza y ajustes de tamices se realizan cada vez que se hace uso de la máquina, se describen las siguientes medidas para evitar la materialización de un accidente:

### ***Imagen No.25: Zonas peligrosas del pulpero***



#### Sensor de guarda

La instalación de un sensor electromagnético o eléctrico que bloquee el flujo de energía de la máquina cuando la guarda no está colocada. Esta medida evitaría posibles errores por parte de los operarios en el momento de realizar la limpieza o cambiar los tamices de la máquina.

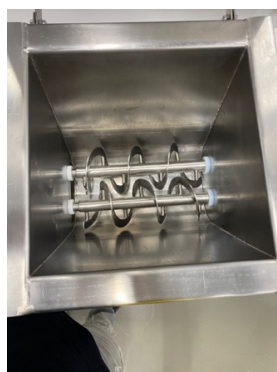
#### Señales de advertencia

Para conscientizar y contextualizar a los operarios de la máquina, se puede optar por la implementación de señales que adviertan la presencia de partes rotativas. Adicionalmente, como medida complementaria a la guarda, se puede advertir el uso peligroso de la máquina sin guardas (“no utilizar sin guardas”).

- **Malaxadora de quesos**

El funcionamiento de la malaxadora de quesos depende de la rotación de sus aspas y del calor que recibe el producto con el fin de cambiar sus propiedades. Como se puede observar en la Imagen 26, las aspas se encuentran hasta el fondo de la máquina; sin embargo, la altura de la máquina es de aproximadamente 60 cm, por lo que es una zona alcanzable para los operarios. Por esta área se ingresa el material, y se cuenta con una tapadera para cerrar durante la operación.

### ***Imagen No.26: Partes rotativas de la malaxadora de quesos***



### Sensor de tapadera

La instalación de un sensor electromagnético o eléctrico que bloquee el flujo de energía de la máquina cuando la tapadera no está colocada. Esta medida evitaría posibles errores por parte de los operarios durante el funcionamiento de la máquina.

### Señales de advertencia

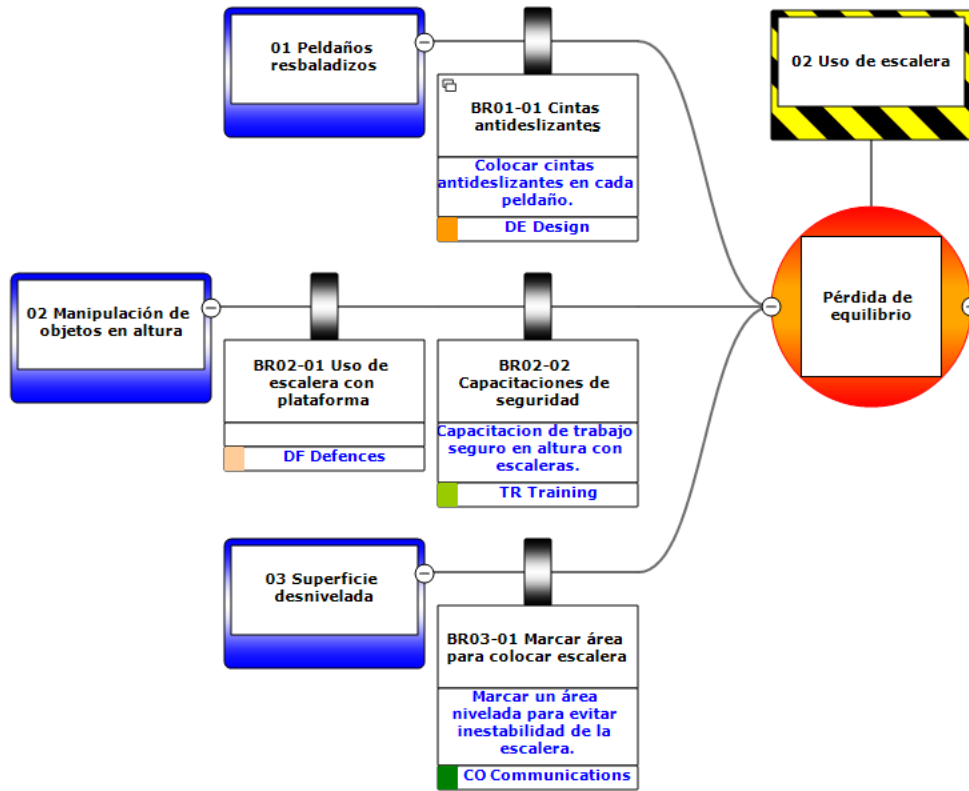
Para conscientizar y contextualizar a los operarios de la máquina, se puede optar por la implementación de señales que adviertan la presencia de partes rotativas. Adicionalmente, como medida complementaria a la guarda, se puede advertir el uso peligroso de la máquina sin tapadera (“no utilizar sin tapadera colocada”).

### **Análisis Bowtie: Uso de la escalera**

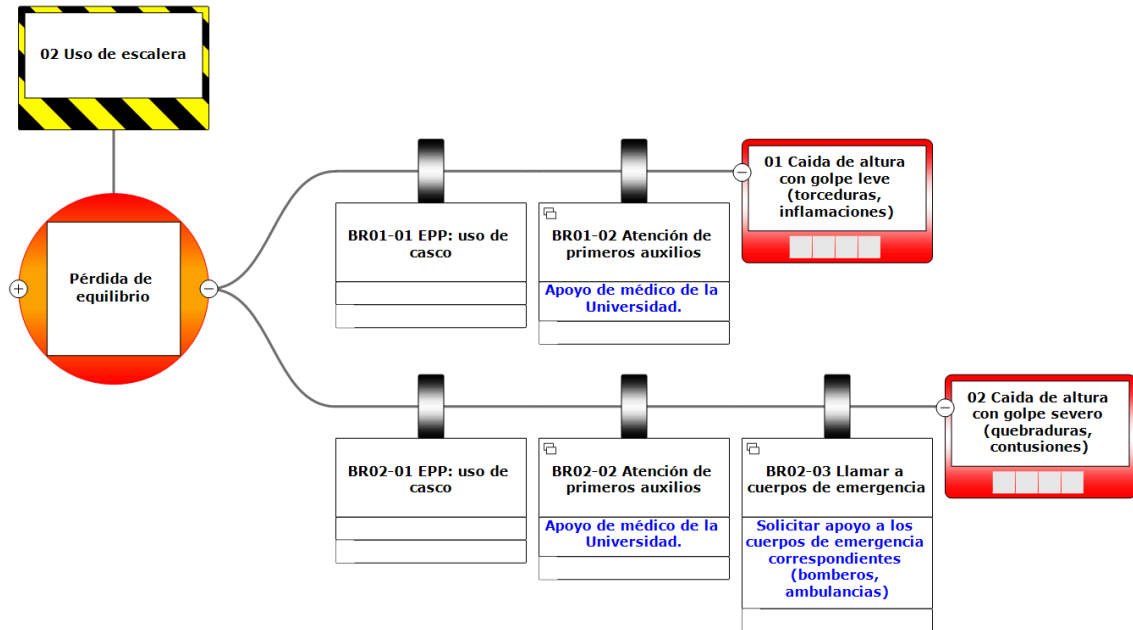
*Tabla No.4: Análisis Bowtie del uso de la escalera en el molino de cuchillas*

<b>Molino de cuchillas</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Uso de escalera</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Perdida de equilibrio
Amenazas	Peldaños resabaladizos Manipulación de objetos en altura Superficie desnivelada
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de escalera con plataforma y barandilla (nueva medida)</li><li>• Escalones y plataforma con material antideslizante (mejora de medida actual)</li><li>• Definir y señalar el área para hacer uso de la escalera en la máquina (nueva medida)</li><li>• Capacitaciones de seguridad (mejora de medida actual)</li></ul>
Consecuencias	Golpe leve (torcedura, inflamaciones, cortes superficiales), golpe severo (quebradura, contusión)
Barrera de recuperación	Uso de EPP: casco Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfico No.3: Análisis Bowtie: Amenazas del uso de la escalera en el molino de cuchillas**



**Gráfico No.4: Análisis Bowtie: Consecuencias del uso de la escalera en el molino de cuchillas**



**Desarrollo de barreras: Uso de la escalera**

- Molino de cuchillas**

El procedimiento actual para el ingreso de materiales en el molino de cuchillas requiere el uso de escalera, actualmente se hace uso de la escalera en la Imagen 28. El problema con esta escalera es que no tiene las medidas necesarias cuando se manipulan objetos en las alturas.

**Imagen No.27: Entrada de materiales del molino de cuchillas**



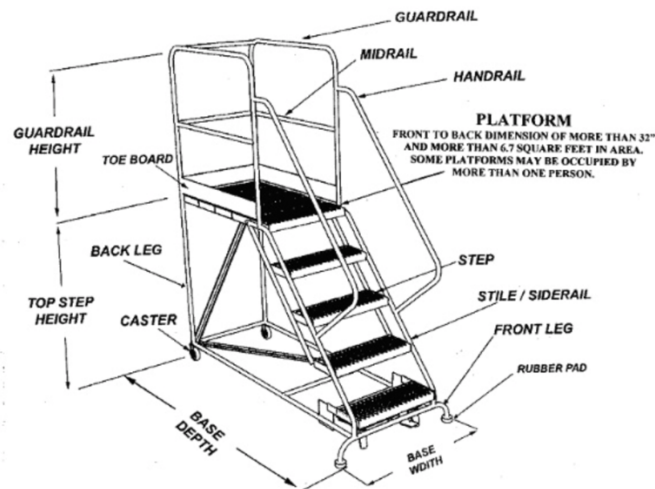
**Imagen No.28: Escalera actual**



Escalera con plataforma

Por el hecho que se tienen que manipular objetos en las alturas, una escalera con plataforma es la mejor solución para evitar que los operarios se desequilibren y por ende tengan una caída. La Imagen 29 muestra como ejemplo una escalera con plataforma que cuenta con agarres y con una plataforma que permite un mayor rango de movimiento y estabilidad en la altura, además de tener guardas alrededor que protege al operario y brindan mayor estabilidad. Es importante también asegurar que los peldaños y la plataforma tengan material antideslizante para evitar resbalones.

**Imagen No.29: Escalera con plataforma**



### Señalización de área para colocar la escalera

Para el uso seguro de escaleras, esta debe ser colocada en una superficie estabilizada y nivelada, para evitar desplazamientos durante su uso. Para garantizar que la escalera siempre será colocada en una superficie como se describe, se puede optar por la señalización del área en la que debe ser colocada.

### Implementación de banda transportadora

Existe la alternativa de implementar una banda transportadora para eliminar por completo el peligro el uso de la escalera. Como se puede ver en la imagen 30, este equipo brindaría el apoyo mecánico para subir los productos a la tolva del molino. De esta manera los operarios podrían alimentar la máquina sin tener que exponerse a la manipulación de objetos en las alturas.

***Imagen No.30: Banda transportadora para alimentos***

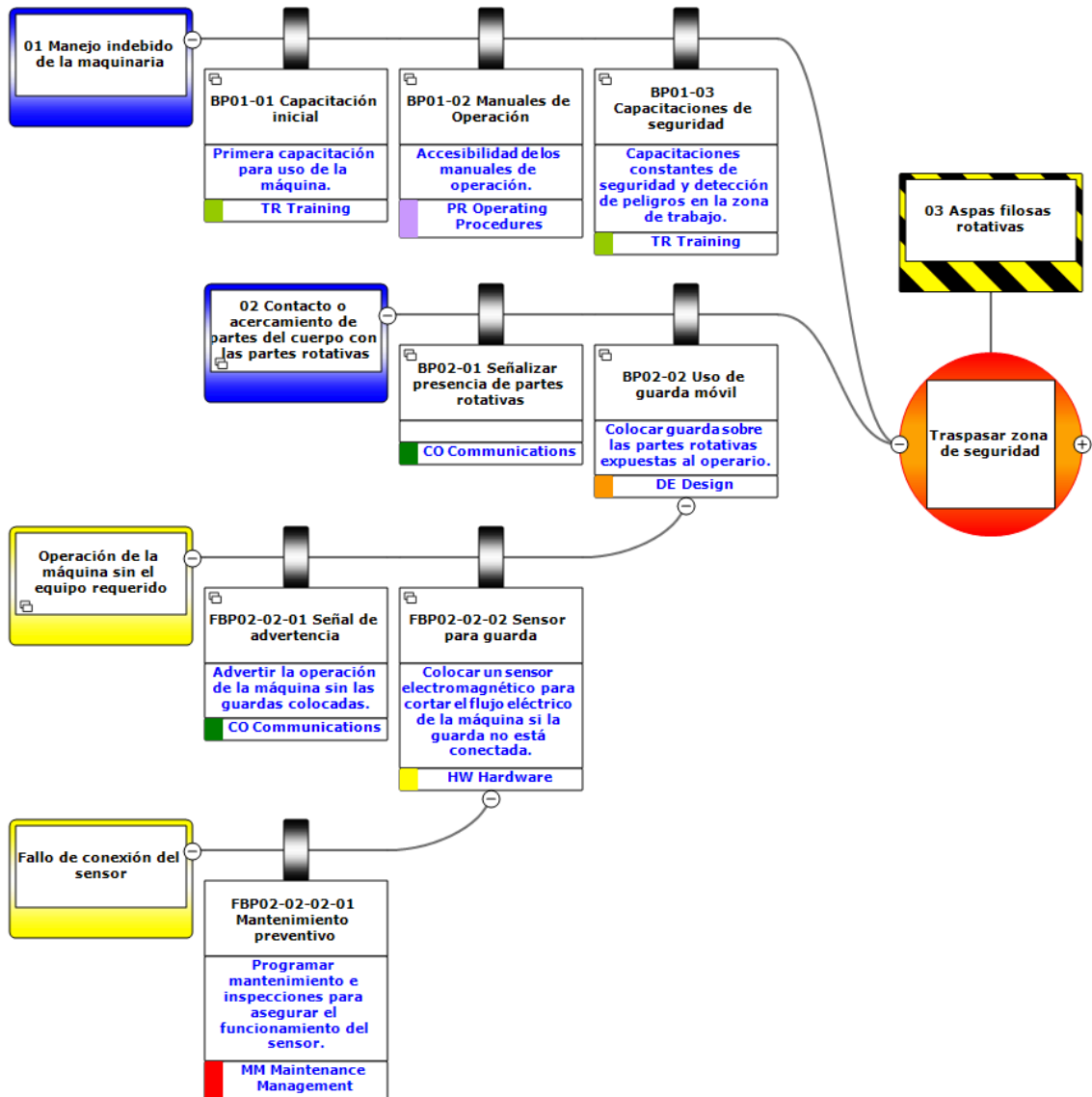


**Análisis Bowtie: Aspas filosas rotativas**

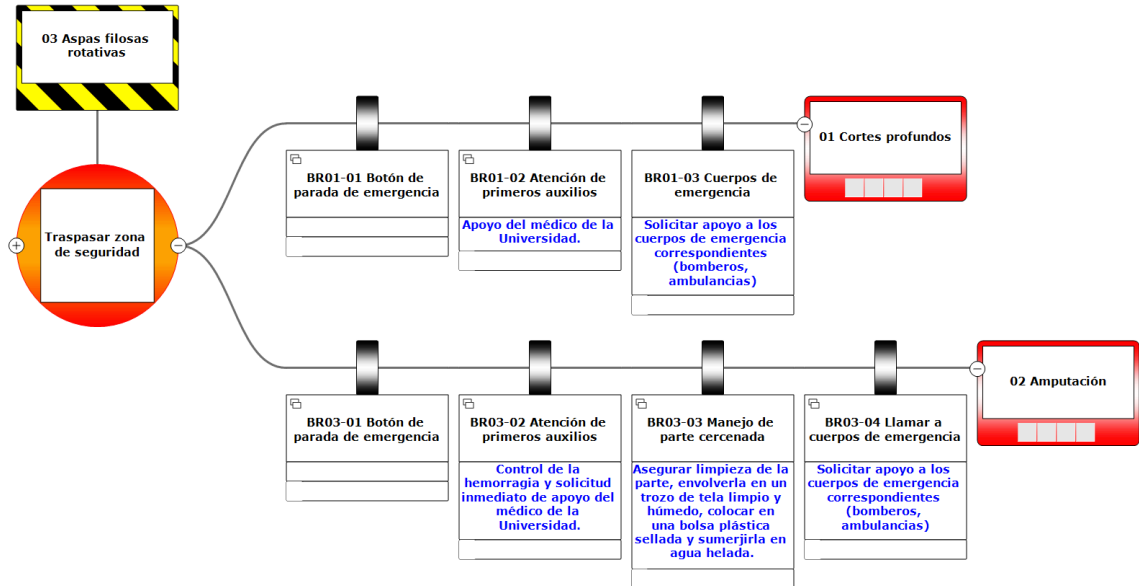
*Tabla No.5: Análisis Bowtie de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras*

<b>Molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Aspas filosas rotativas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Traspasar zona de seguridad
Amenazas	Manejo indebido de la maquinaria Contacto o acercamiento de partes del cuerpo con las partes rotativas
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones de seguridad y funcionamiento de la máquina (mejora de medida actual)</li> <li>• Uso de guarda móvil (medida existente)</li> <li>• Sensor para guarda (medida existente)</li> <li>• Señal de advertencia (medida existente para el molino de cuchillas)</li> <li>• Mantenimiento preventivo (mejora de medida actual)</li> </ul>
Consecuencias	Cortes profundos o amputaciones
Barrera de recuperación	Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfico No.5: Análisis Bowtie: Amenazas de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras**



**Gráfico No.6: Análisis Bowtie: Consecuencias de las aspas filosas rotativas en el molino de cuchillas y cortadora de frutas y verduras**

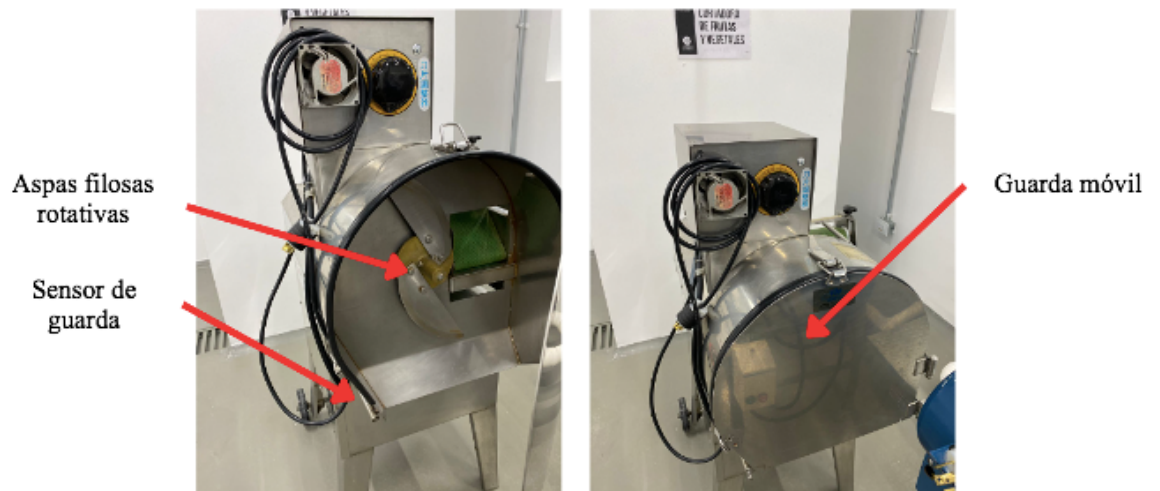


**Desarrollo de barreras: Aspas filosas rotativas**

- **Cortadora de frutas y verduras**

Aunque en el análisis realizado se obtuvo que el riesgo estaba controlado y por ende se debían mantener las medidas de control actuales, es importante realizar chequeos y análisis periódicos para verificar que el peligro se mantiene bajo control.

**Imagen No.31: Zonas peligrosas de la cortadora de frutas y verduras**



De igual forma, con el fin de mantener el riesgo de esta manera, se describen las siguientes medidas:

### Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo a la máquina en general es una medida importante para evitar el surgimiento de peligros inesperados. De igual forma, brindarles mantenimiento preventivo a las medidas de control es importante para evitar su fallo y el descontrol del peligro. En este caso, el mantenimiento a la guarda móvil y al sensor de la guarda.

### Medidas complementarias a la guarda

La máquina actualmente cuenta con una guarda móvil y un sensor. La colocación de una señal para advertir el uso peligroso sin guarda complementaría estas barreras e incrementaría su efectividad.

- **Molino de cuchillas**

El molino de cuchillas es una máquina con el potencial de causar daños severos por la rotación de sus cuchillas; sin embargo, este peligro se encuentra controlado por sus guardas y sensor de guardas como se puede observar en la Imagen 32.

*Imagen No.32: Zonas peligrosas del molino de cuchillas*



### Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo a la máquina en general es una medida importante para evitar el surgimiento de peligros inesperados. De igual forma, brindarles mantenimiento preventivo a las medidas de control es importante para evitar su fallo y

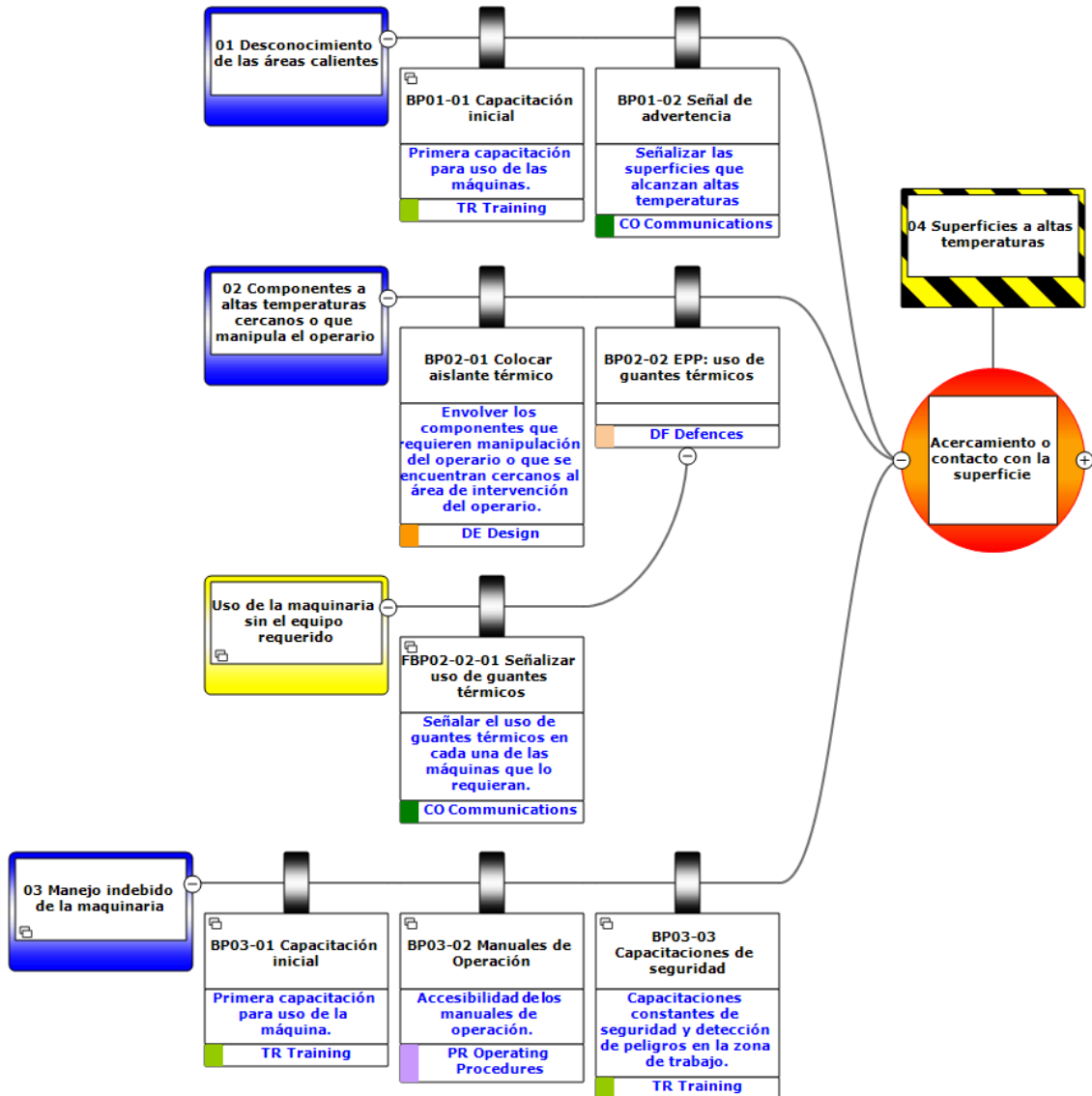
el descontrol del peligro. En este caso, el mantenimiento a la guarda móvil y al sensor de la guarda.

### **Análisis Bowtie: Superficies a altas temperaturas**

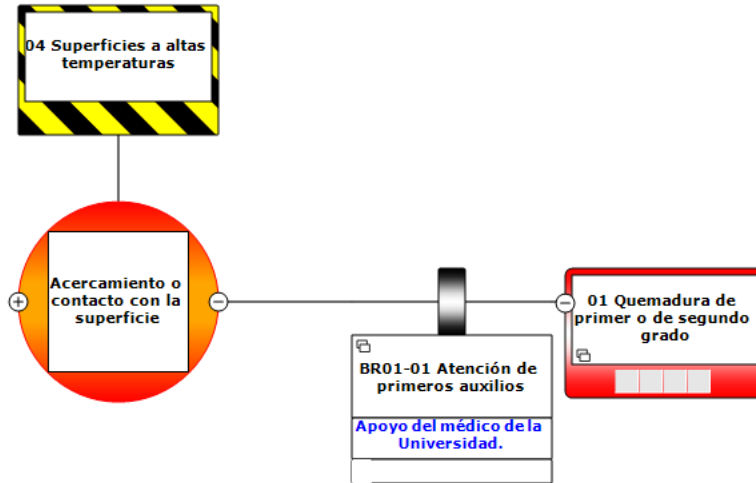
*Tabla No.6: Análisis Bowtie de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor*

<b>Secador de tambor, escaldador, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Superficies a altas temperaturas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Acercamiento con la superficie
Amenazas	Desconocimiento de las superficies a altas temperaturas Manejo indebido de la maquinaria Distracción de los operarios
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de las superficies calientes (nueva medida)</li> <li>• Señalización preventiva luego de utilizar la máquina (nueva medida)</li> <li>• Instalar material aislante a las superficies calientes (nueva medida)</li> <li>• Capacitaciones de seguridad y funcionamiento del equipo (mejora de medida actual)</li> </ul>
Consecuencias	Quemadura de primer o segundo grado
Barrera de recuperación	Uso de EPP: guantes térmicos Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfico No.7: Análisis Bowtie: Amenazas de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor**



**Gráfico No.8: Análisis Bowtie: Consecuencias de las superficies a altas temperaturas en el secador de tambor, escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor**

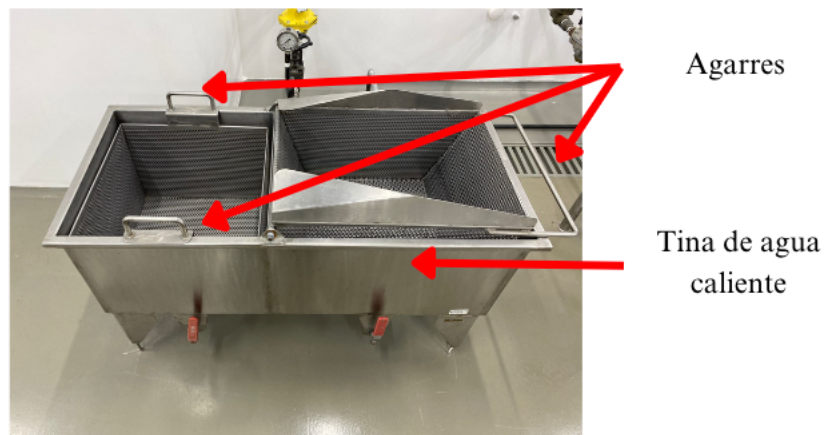


**Desarrollo de barreras: Superficies a altas temperaturas**

- **Escaldadora**

Esta máquina utiliza el método de baño maria para el cocimiento de frutas o verduras por lote, por lo que el flujo de vapor pasa por un enchaquetado que transfiere calor al agua en las tinas. Este intercambio también ocurre en las paredes externas de la tina, por lo que toda el área externa de la tina es una superficie que alcanzan altas temperaturas y está expuesta al operario.

**Imagen No.33: Zonas a altas temperaturas de la escaldadora**



### Colocar aislantes térmicos

Para prevenir que las personas tengan contacto con las superficies calientes, el recubrimiento con material aislante de la superficie externa de las tinas puede ayudar no solo a esto si no también al ahorro de energía y mantener el calor dentro de la tina. Es importante también considerar el recubrimiento de las piezas que requieren la manipulación de las personas, como las válvulas o específicamente las agarrederas de las canastas (imagen 33). De igual forma, para reducir la cantidad de superficies calientes expuestas se puede optar por el recubrimiento de las tuberías de vapor.

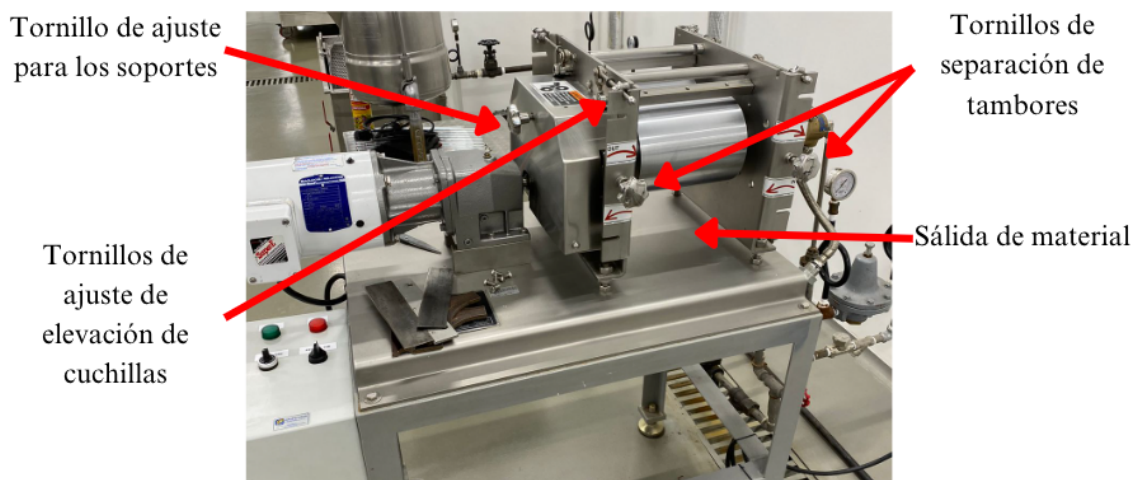
### Señalización de las superficies calientes

La señalización de las superficies que alcanzan altas temperaturas es una medida de advertencia ante el peligro para las personas, busca poner alerta a las personas para evitar que entren en contacto con estas.

- **Secador de tambor**

El secador de tambor es una máquina cuya funcionalidad depende del calor y de la rotación de sus tambores además de las cuchillas, las cuales tienen que ser removidas constantemente para su limpieza. El área específica para la cual se requiere el calor son los tambores, sin embargo, existe intercambio de calor entre las piezas aledañas a los tambores y en las tuberías que transportan el vapor.

*Imagen No.34: Zonas a altas temperaturas del secador de tambor*



Con el fin de mitigar los peligros asociados a la máquina se describen las siguientes medidas:

#### Colocar aislantes térmicos

Aunque esta barrera no sería aplicable para los tambores, se podría optar por recubrir con materiales de baja conductividad térmica las partes aledañas a ellos, como se puede observar en la Imagen 34. especialmente los componentes en los que las personas manipulen, como los tornillos para graduar los tambores y la altura de las cuchillas. De igual forma, para reducir la cantidad de superficies calientes expuestas se puede optar por el recubrimiento de las tuberías de vapor.

#### Señalización de las superficies calientes

La señalización de las superficies que alcanzan altas temperaturas es una medida de advertencia ante el peligro para las personas, busca poner alerta a las personas para evitar que entren en contacto con estas.

- **Marmita de vapor**

La marmita de vapor utiliza un enchaquetado para el flujo del vapor que permite el intercambio de calor con el producto que se coloca dentro de la máquina; sin embargo, el calor se distribuye de igual manera en la parte externa de la marmita, en las tuberías e incluso en la válvula que regula la entrada de vapor a la marmita. Esta válvula, hecha de acero, se manipula constantemente para regular la temperatura del producto.

*Imagen No.35: Zonas a altas temperaturas de la marmita de vapor*



Para mitigar el contacto con las superficies calientes se describen las siguientes medidas:

#### Colocar aislantes térmicos

El recubrimiento con material aislante la superficie externa de la marmita, puntualmente el área del enchaquetado permite aislar la superficie caliente del operario, además del ahorro de energía y mantener el calor dentro de la marmita. Es importante también considerar el recubrimiento de la válvula de vapor, al ser una pieza de constante manipulación por el operario mientras la máquina está en funcionamiento como se puede observar en la Imagen 35. De igual forma, para reducir la cantidad de superficies calientes expuestas se puede optar por el recubrimiento de las tuberías de vapor.

#### Señalización de las superficies calientes

La señalización de las superficies que alcanzan altas temperaturas es una medida de advertencia ante el peligro para las personas, busca poner alerta a las personas para evitar que entren en contacto con estas.

- **Malaxadora de quesos**

En cuanto al método de calefacción, la máquina cuenta con un enchaquetado, el cual se llena de agua y a través de una resistencia se realiza el intercambio de calor, tanto en las superficies internas como en las superficies externas. Es importante mencionar, que el área de salida del material se encuentra en un costado de la máquina como se puede ver en la imagen 36, y es una superficie cercana al enchaquetado y por ende suele calentarse. Las partes que el operario tiene que manipular están aisladas del calor con un material aislante.

***Imagen No.36: Salida de material de la malaxadora de quesos***



***Imagen No.37: Parte frontal de la malaxadora de quesos***



Con el fin de mitigar los peligros asociados a esta máquina, se describen las siguientes medidas:

#### Colocar aislantes térmicos

El recubrimiento con material aislante la superficie externa de la malaxadora, puntualmente el área del enchaquetado como se puede observar en la Imagen 37, permite aislar la superficie caliente del operario, además del ahorro de energía y mantener el calor dentro de la máquina. Es importante también considerar el recubrimiento de las zonas aledañas al enchaquetado.

#### Señalización para uso de guantes térmicos

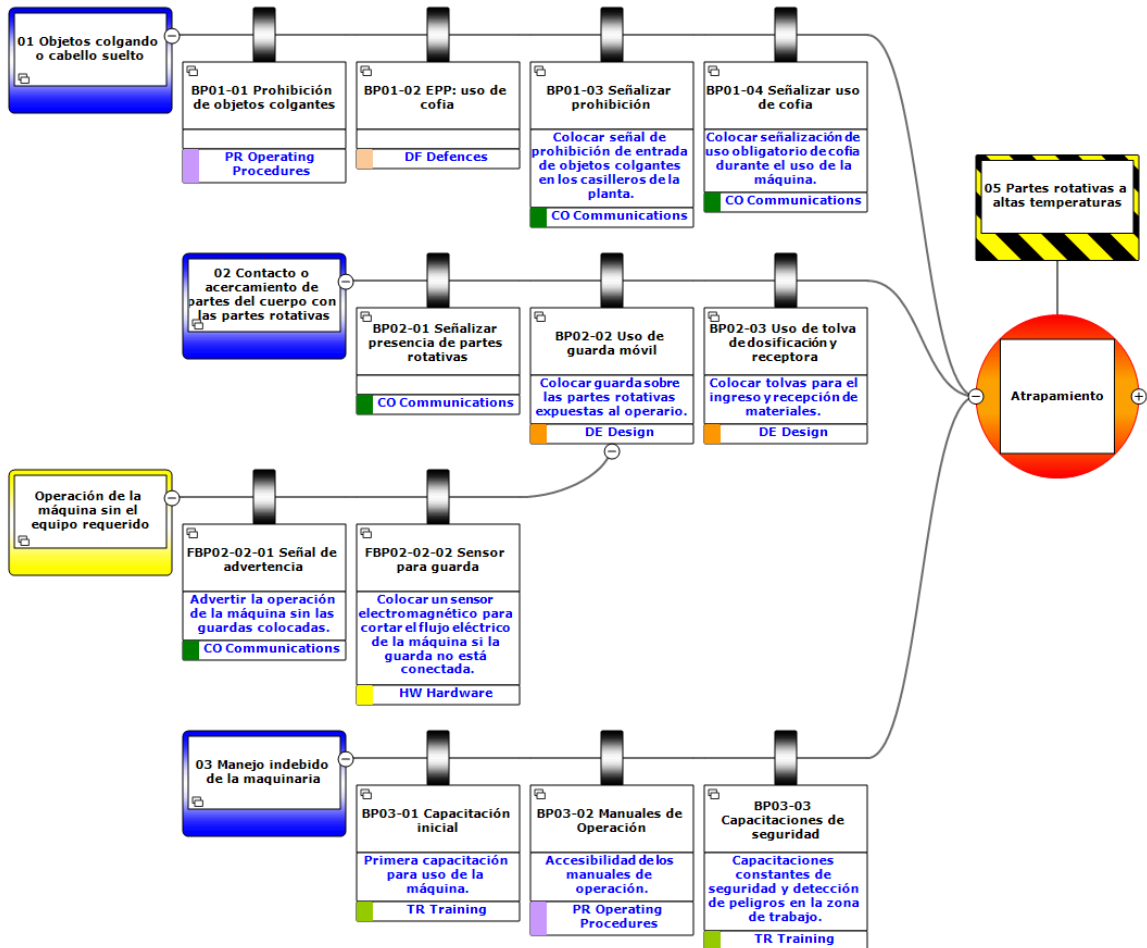
Como medida complementaria al uso de guantes térmicos, es importante señalar las máquinas en las que se intervienen objetos de este tipo para evitar descuidos por parte de los operarios.

## Análisis Bowtie: Partes rotativas a altas temperaturas

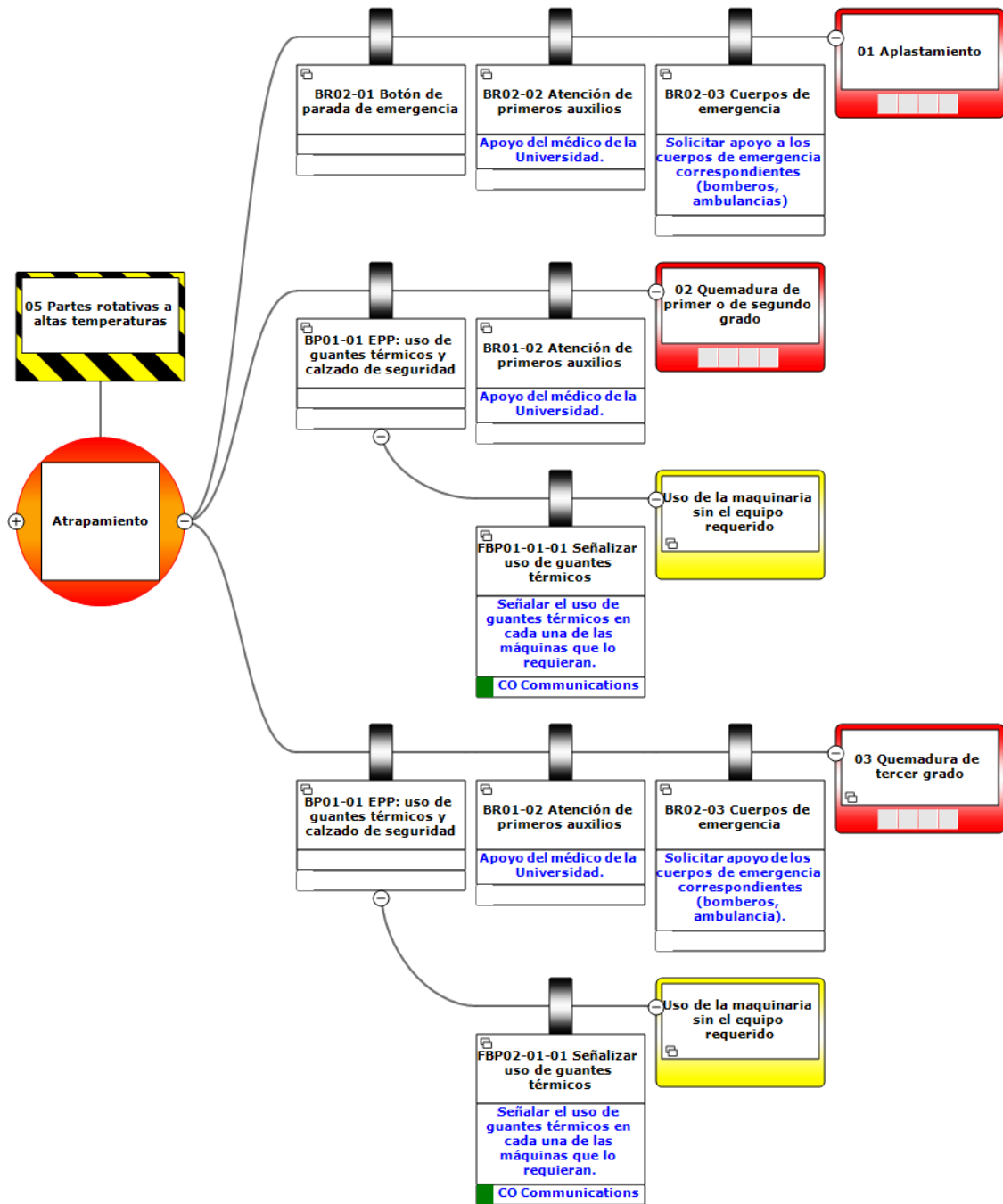
*Tabla No.7: Análisis Bowtie de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor*

<b>Secador de tambor</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Partes rotativas a altas temperaturas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Atrapamiento
Amenazas	Objetos o cabello suelto o colgando Contacto o acercamiento de partes del cuerpo con las partes rotativas Manejo indebido de la maquinaria
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición de objetos colgantes, uso de cofia (mejora de medida actual)</li> <li>• Colocar guardas móviles que permitan el uso de la máquina pero que minimice la exposición al operario (medida existente para el pulpero)</li> <li>• Colocar sensor para la guarda (nueva medida)</li> <li>• Utilizar tolva de dosificación y recepción (medida existente para el pulpero)</li> <li>• Señalizar las partes rotativas (nueva medida)</li> <li>• Capacitaciones de seguridad y funcionamiento del equipo (mejora de medida actual)</li> </ul>
Consecuencias	Aplastamiento Quemaduras de primer y segundo grado Quemaduras de tercer grado
Barrera de recuperación	Uso de EPP: Guantes térmicos, cofia Botón de parada de emergencia, procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados, cuerpos de emergencia

**Gráfico No.9: Análisis Bowtie: Amenazas de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor**



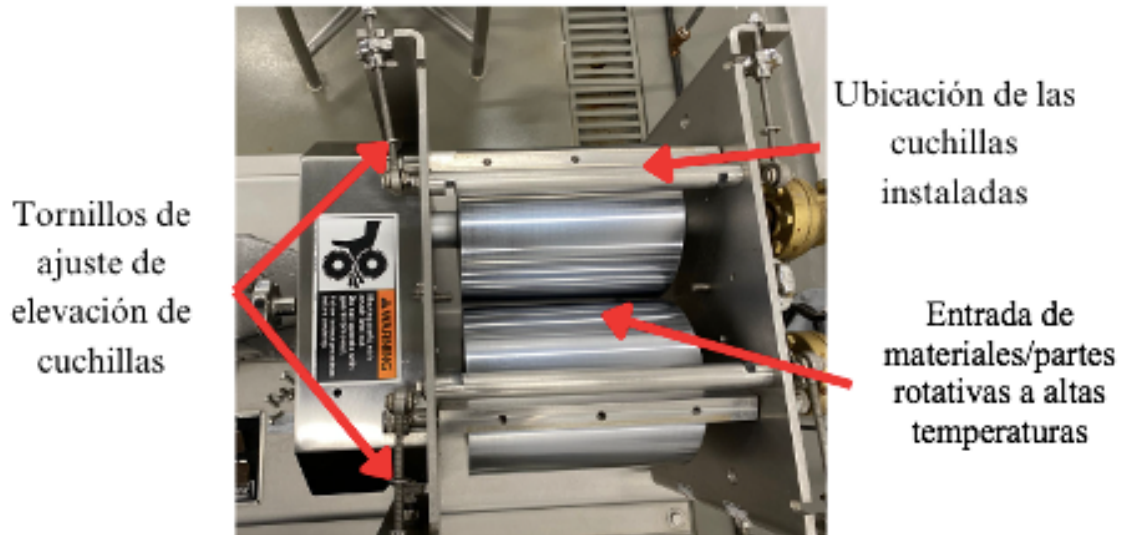
**Gráfico No.10: Análisis Bowtie: Consecuencias de las partes rotativas a altas temperaturas en el secador de tambor**



## Desarrollo de barreras: Partes rotativas a altas temperaturas

- Secador de tambor

*Imagen No.38: Zonas peligrosas del secador de tambor*



### Instalación de guarda móvil

Debido a que el producto ingresa y sale donde están los tambores, el uso de guardas móviles es una opción que no interrumpiría la operatividad y limpieza de la máquina. Esta guarda tiene que poder removerse por completo para poder realizar el proceso de limpieza. Como medida complementaria, se puede hacer uso de un sensor electromagnético que inhiba el flujo de electricidad a la máquina cuando la guarda no esté colocada.

### Instalación de tolvas de dosificación y recepción

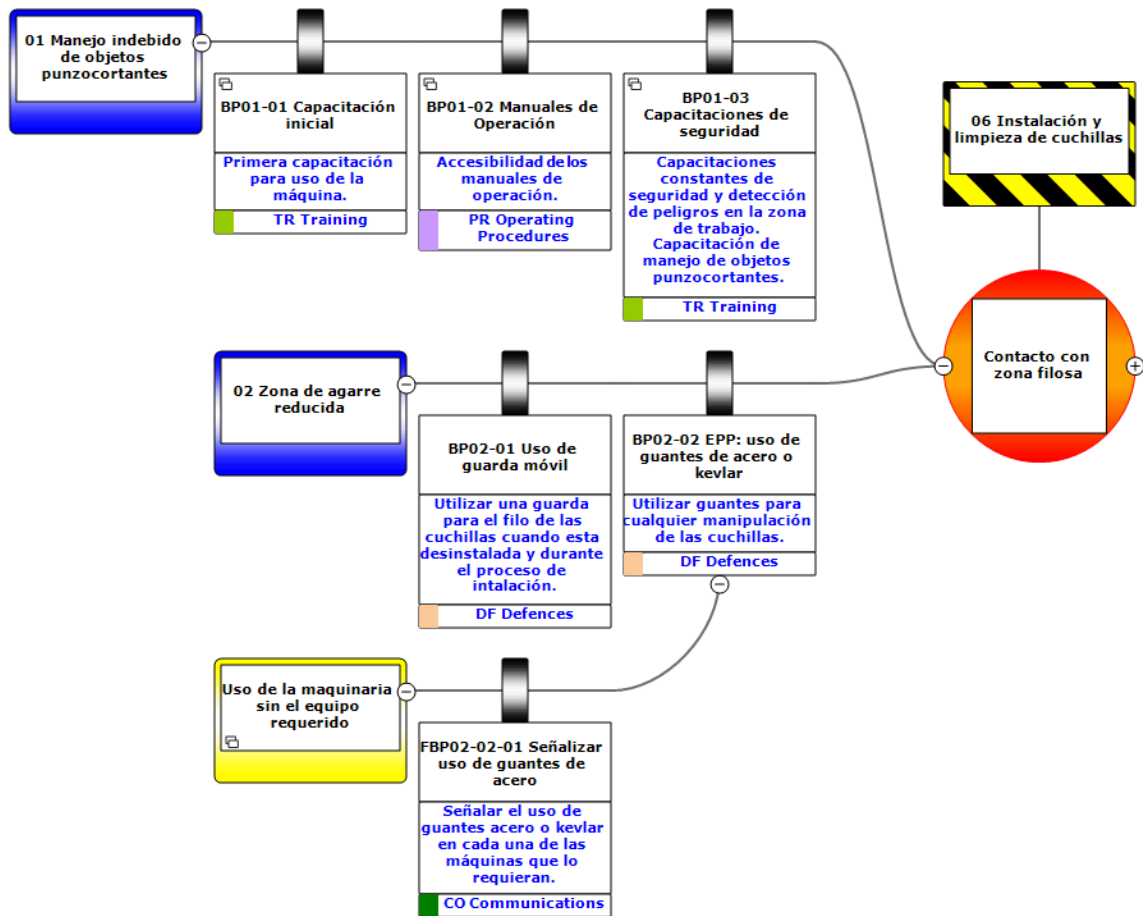
El uso de una tolva de dosificación y recepción eliminaría la exposición de las partes rotativas en el procedimiento de carga y descarga de materiales. La tolva de dosificación tendría que ubicarse en la parte superior de los tambores para que el producto pueda ingresar sin complicaciones a estos. En cuanto a las tolvas de recepción, se tendría que colocar una en cada lado del tambor para recibir el producto en una zona que la manipulación de los operarios esté fuera del alcance de los tambores.

## Análisis Bowtie: Instalación y limpieza de cuchillas

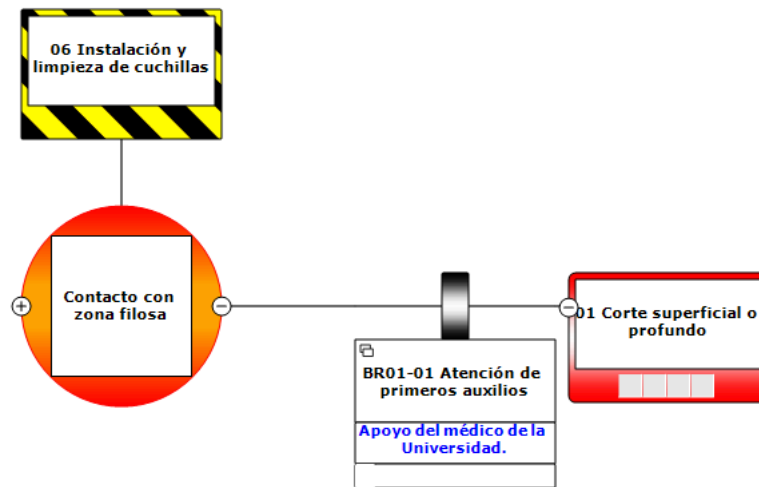
*Tabla No.8: Análisis Bowtie de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor*

<b>Secador de tambor</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Instalación y limpieza de cuchillas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Contacto con zona filosa
Amenazas	Manejo indebido de objetos punzocortantes Zona de agarre de la cuchilla reducida
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones para el manejo de objetos punzocortantes (mejora de medida actual)</li> <li>• Procedimiento para la instalación de las cuchillas en los tambores (mejora de medida actual)</li> <li>• Uso de guardas móviles (nueva medida)</li> <li>• Uso de EPP: guantes de acero o kevlar (nueva medida)</li> <li>• Señalizar el uso de guantes de acero o kevlar (nueva medida)</li> </ul>
Consecuencias	Corte superficial o profundo
Barrera de recuperación	Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfica No.11: Análisis Bowtie: Amenazas de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor**



**Gráfica No.12: Análisis Bowtie: Consecuencias de la instalación y limpieza de cuchillas en el secador de tambor**



### **Desarrollo de barreras: Instalación y limpieza de cuchillas**

#### Guardas para cuchillas

Considerando que las cuchillas deben ser montadas cada vez que se hará uso de la máquina, como se puede observar en la Imagen 39, el recubrimiento de la parte filosa con una guarda es una medida que mitigaría el riesgo de cortes a la hora de la instalación. Es importante mencionar que estas guardas no serían utilizables para el procedimiento de limpieza de las cuchillas.

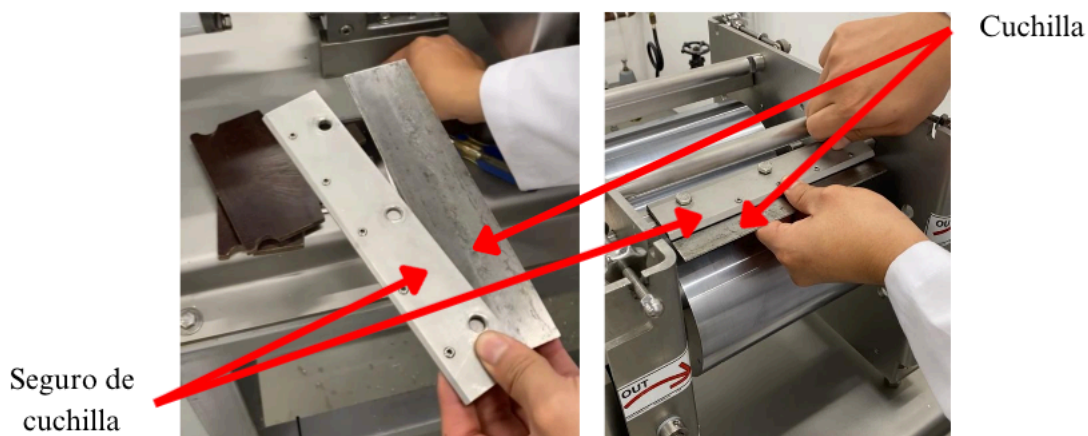
#### Capacitación de manejo de objetos punzocortantes

El manejo de objetos punzocortantes es una práctica que se lleva a cabo con frecuencia y especialmente en la planta de alimentos. Para ello existen buenas prácticas que reducen el riesgo de cortes. Un programa de capacitaciones constantes puede impactar positivamente en la cultura de seguridad en la planta y en el conocimiento de las buenas prácticas para el manejo de objetos punzocortantes.

#### Señalización para uso de guantes de acero o kevlar

Como medida complementaria al uso de guantes de acero o kevlar, es importante señalar las máquinas en las que se intervienen objetos de este tipo para evitar descuidos por parte de los operarios.

**Imagen No.39: Instalación de cuchillas del secador de tambor**

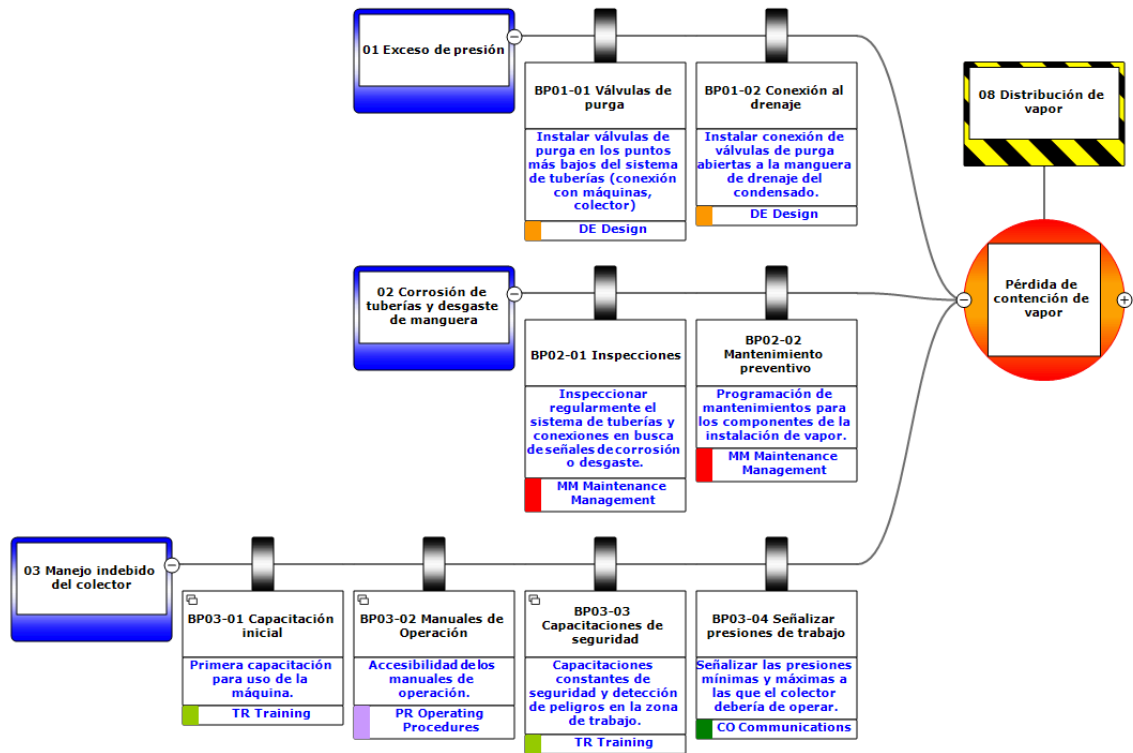


**Análisis Bowtie: Distribución de Vapor**

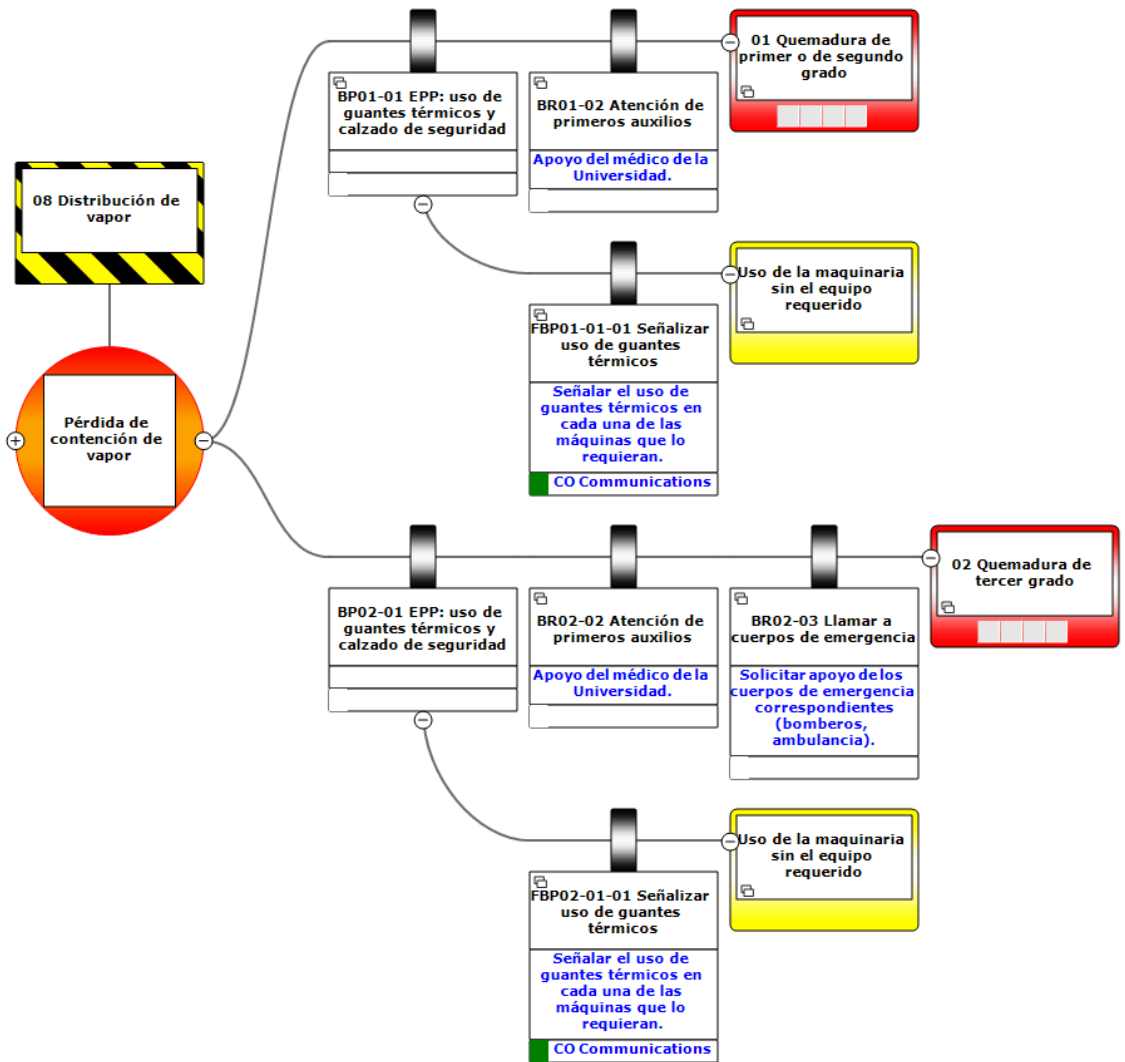
**Tabla No.9: Análisis Bowtie del distribución de vapor**

<b>Instalación de vapor</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Distribución de vapor</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Pérdida de contención de vapor
Amenazas	Manejo indebido del colector de vapor Exceso de presión Corrosión de tuberías y desgaste de manguera
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar válvulas de purga a cada máquina en el punto más bajo de la tubería. (mejora de medida actual)</li> <li>• Instalar conexión de las válvulas de purga a la manguera de condensado (nueva medida)</li> <li>• Mantenimiento preventivo de las tuberías, colector de vapor y válvulas (mejora de medida actual)</li> <li>• Colocar señalización que indique las presiones normales de trabajo del colector y de cada una de las máquinas.</li> <li>• Capacitaciones del funcionamiento del equipo (mejora de medida actual)</li> </ul>
Consecuencias	Quemaduras de primer y segundo grado
Barrera de recuperación	Uso de EPP: guantes térmicos, calzado de seguridad Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

*Gráfica No.13: Análisis Bowtie: Amenazas del distribución de vapor*



Gráfica No.14: Análisis Bowtie: Consecuencias del distribución de vapor

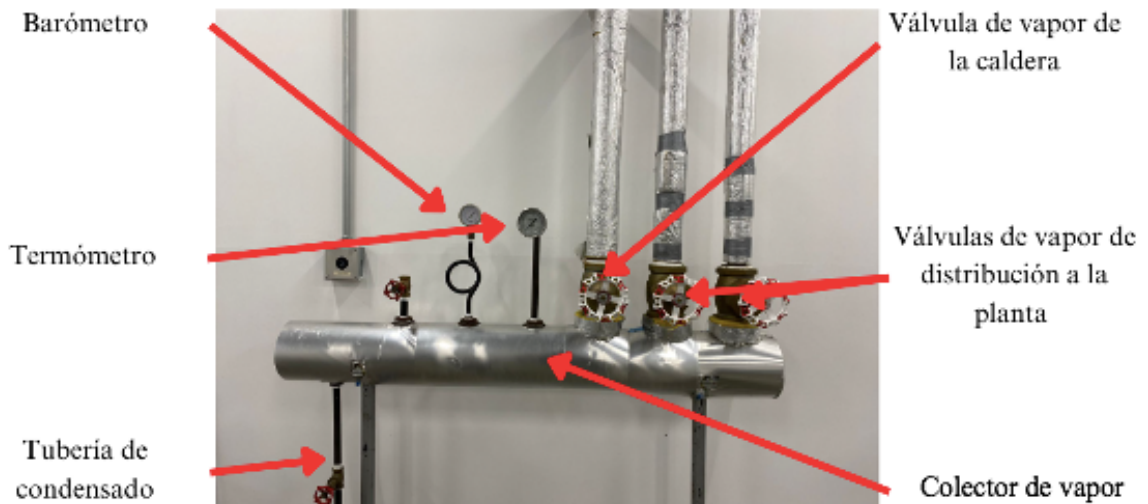


## Desarrollo de barreras: Distribución de vapor

- **Instalación de vapor**

La instalación de vapor en la planta cuenta con el colector de vapor, las tuberías principales, las tuberías de condensado y las tuberías de distribución para cada una de las máquinas. Los peligros identificados en ella son las superficies calientes y la exposición al vapor. En cuanto a las superficies calientes, actualmente las tuberías principales cuentan con un recubrimiento de lana de vidrio y aislante térmico reflexivo, las tuberías de condensado y de distribución para cada una de las máquinas se encuentran expuestas. Actualmente se tienen dos tuberías de condensado que se encuentran desconectadas de la manguera de drenaje, como se puede observar en las imágenes 41 y 42, una es en el colector de vapor y la otra es en el secador de tambor.

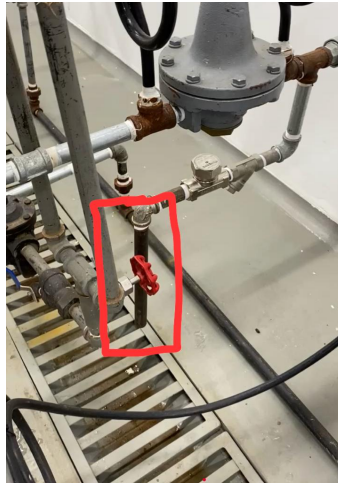
*Imagen No.40: Partes de la instalación de vapor*



*Imagen No.41: Tubería de condensado desconectada del colector de vapor*



*Imagen No.42: Tubería de condensado desconectada del secador de tambor*



Para mitigar los peligros asociados a esta instalación se describen las siguientes medidas:

#### Colocar aislante térmico

Uno de los componentes más importantes en el que se debería colocar aislante térmico son las válvulas, ya que estas son de constante manipulación por lo operarios en el momento del uso de la instalación. De igual forma debido a que las tuberías que se encuentran expuestas son las que conectan cada una de las máquinas, los operarios tienen más tiempo de exposición a ellas. Para ello, el recubrimiento con aislante térmico reduciría la exposición de superficies calientes para los operarios.

#### Instalación de válvulas de purga

Las válvulas de purga son utilizadas para eliminar el condensado que se genera en las tuberías de una instalación de vapor. La implementación de las válvulas es una medida importante, ya que en el momento que el vapor choca con el agua, si esta es excesiva, puede generar golpes de ariete, los cuales generan grandes presiones en las tuberías. En el peor de los casos, dicha presión puede causar una explosión en el punto del golpe. Para ello, la instalación de válvulas de purga en las zonas con mayor potencial de acumulación de agua puede prevenir esto.

#### Conexión de tubería de condensado y válvulas de purga

La conexión de la tubería de condensado con la manguera de condensado eliminaría esta área de exposición de vapor para las personas que operan esta máquina.

### Señalización de presiones mínimas y máximas

El colector trabaja con un rango de presiones establecidas. Para asegurar que estas presiones se estén en el rango establecido, se tiene un barómetro; sin embargo, actualmente no hay señalización que indique el rango de presiones. Es importante considerar la señalización de estas presiones para garantizar que todas las personas que operarán el colector tengan conocimiento de ellas y estén alertas al barómetro.

### Mantenimiento preventivo

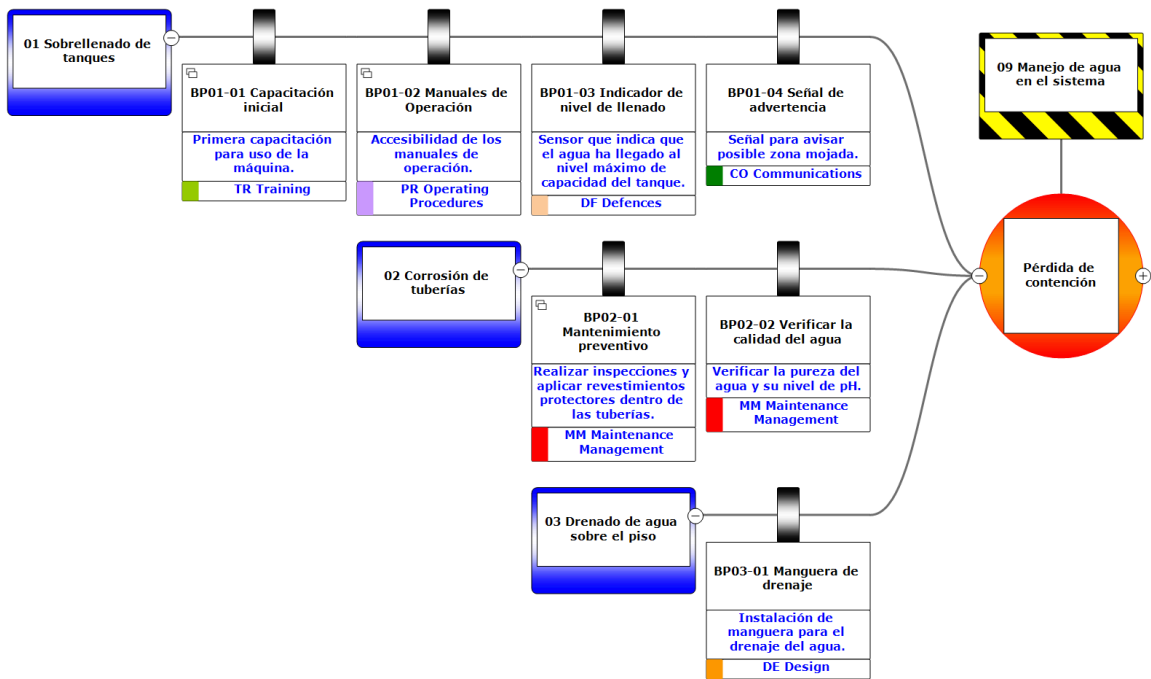
Una de las principales barreras para combatir posibles fugas de vapor en la instalación debe ser el mantenimiento preventivo, tanto de las tuberías como de los tanques y válvulas. Con un debido mantenimiento, se asegura que no existan fugas por el desgaste de las piezas que componen el sistema.

### **Análisis Bowtie: Manejo de agua en el sistema**

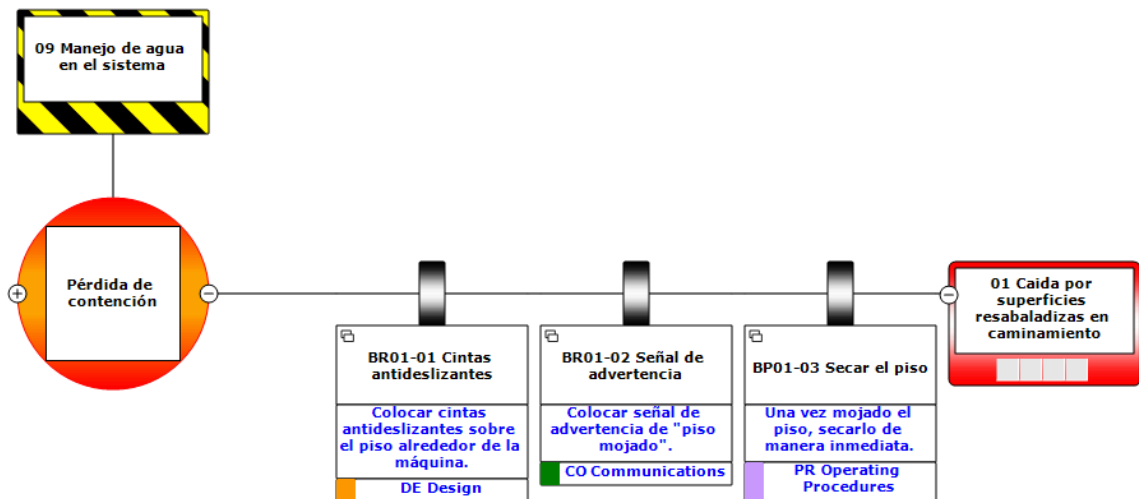
***Tabla No.10: Análisis Bowtie de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos***

<b>Escaldadora, marmita de gas, lavador rotatorio y malaxadora de quesos</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Manejo de agua en el sistema</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Pérdida de contención de agua
Amenazas	Sobrellenado de los tanques Drenado del agua sobre el piso Corrosión de tuberías
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"><li>• Operación manual: Conectar una manguera a la salida de agua de la máquina y dirigirla a un drenaje directo (mejora de medida actual)</li><li>• Instalar conexión de la salida de agua de la máquina a un drenaje directo (nueva medida)</li><li>• Mantenimiento preventivo (mejora de medida actual)</li><li>• Indicador de nivel de llenado (nueva medida)</li><li>• Señalización preventiva “precaución posible zona mojada”</li></ul>
Consecuencias	Golpes leves (torcedura, inflamaciones, cortes superficiales)
Barrera de recuperación	Colocar cintas antideslizantes en la zona de caminamiento que se pueda ver afectada (nueva medida) Colocar señalización cuando se generen superficies resbaladizas (nueva medida) Uso de EPP: calzado con antideslizante, casco Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfica No.15: Análisis Bowtie: Amenazas de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos**



**Gráfica No.16: Análisis Bowtie: Consecuencias de manejo de agua en el sistema de la escaldadora, marmita de gas y malaxadora de quesos**

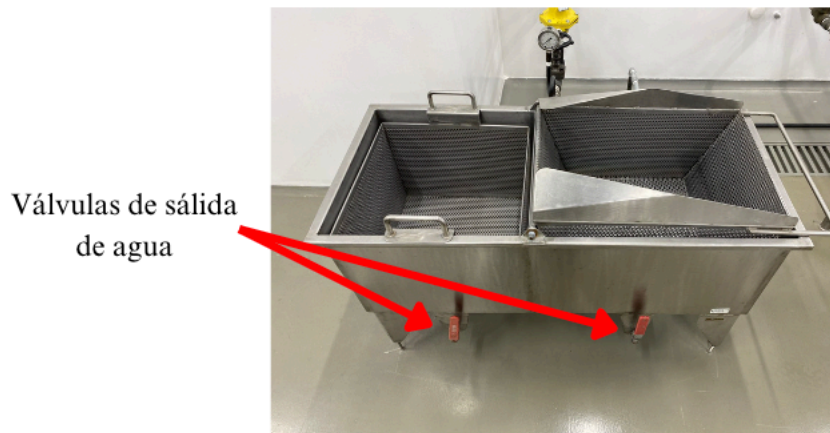


## Desarrollo de barreras: Manejo de agua en el sistema

- **Escaldadora**

En la etapa de limpieza de la máquina, actualmente se deja enfriar el agua para luego abrir la llave para drenar el agua de las tinas. El agua cae en el piso, y con una escoba se dirige al sistema de drenaje más cercano; sin embargo, el área suele quedar húmeda, además que el área de caminamiento suele ser afectada igualmente.

*Imagen No.43: Tubería de condensado desconectada del secador de tambor*



### Descarga de agua: Operación manual

La creación de superficies resbaladizas es un peligro que puede derivarse en múltiples consecuencias que muchas veces pueden ser inesperadas. Una forma en la que esto puede evitarse es a través de la modificación del proceso de vaciado. Para ello se tendría que establecer como parte del procedimiento de limpieza lo siguiente:

1. Conexión de una manguera a la salida de agua.
2. Colocar la terminación de la manguera dentro del drenaje.
3. Abrir la válvula de salida de agua.
4. Asegurar que toda el agua haya terminado de salir del sistema.
5. Cerrar válvula de salida de agua.
6. Desconectar manguera.

Esto sería un procedimiento que se tendría que aplicar cada vez que se descarga el agua en las máquinas que lo requieran.

### Descarga de agua: Conexión fija

La medida más efectiva para prevenir la generación de superficies resbaladizas sería la instalación de una manguera fija, cuya terminación esté en un drenaje directo.

Esta medida ahorraría tiempo para los operarios de las máquinas y evitaría errores a la hora de la conexión de una manguera provisional.

### Indicador de nivel de llenado

En el caso de la escaldadora, por el proceso de llenado que se maneja y que es posible la visualización del llenado, se puede marcar el límite máximo al que se debería llenar las tinas. De esta manera se puede asegurar un nivel de llenado estándar y evitar que sobrellenados y con ello generar una pérdida de contención de agua.

### Mantenimiento preventivo

Una de las principales barreras para combatir posibles fugas de agua en la instalación debe ser el mantenimiento preventivo, tanto de las tuberías como de los tanques y válvulas. Con un debido mantenimiento, se asegura que no existan fugas por el desgaste de las piezas que componen el sistema, además de evitar la corrosión de otros componentes internos de las máquinas por la fuga de agua.

- **Marmita de gas**

La marmita de gas caliente utiliza el método de baño maría para el cocimiento del producto. Dentro de la marmita se encuentra un depósito de agua y un contenedor, que, a través de un quemador, calienta el agua y por ende se transfiere el calor al producto de manera indirecta. Periódicamente se realiza el vaciado de agua de la marmita, como se puede observar en la Imagen 44. Actualmente el agua cae en el piso, y con una escoba se dirige al sistema de drenaje más cercano; sin embargo, el área suele quedar húmeda, además que el área de caminamiento suele ser afectada igualmente.

*Imagen No.44: Drenado de agua del enchaquetado de la marmita de gas*



### Descarga de agua: Operación manual

La creación de superficies resbaladizas es un peligro que puede derivarse en múltiples consecuencias que muchas veces pueden ser inesperadas. Una forma en la que esto puede evitarse es a través de la modificación del proceso de vaciado. Para ello se tendría que establecer como parte del procedimiento de limpieza lo siguiente:

1. Colocar un depósito de agua con conexión a manguera debajo de la salida de agua.
2. Conexión de una manguera a la salida de agua.
3. Colocar la terminación de la manguera dentro del drenaje.
4. Abrir la válvula de salida de agua.
5. Asegurar que toda el agua haya terminado de salir del sistema.
6. Cerrar válvula de salida de agua.
7. Desconectar manguera.

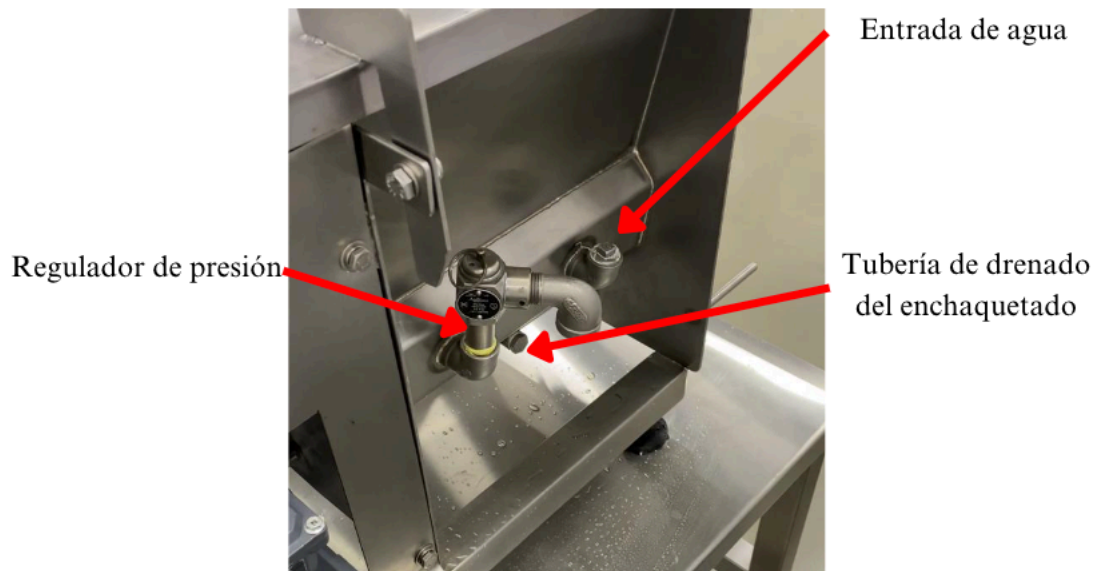
### Indicador de nivel de llenado

En el caso de la marmita de gas, por el proceso de llenado que se maneja y que no es posible la visualización del llenado, se puede implementar un sensor que permita identificar y estandarizar el llenado de la máquina. De esta manera se evita la pérdida de contención de agua por sobrellenado de los tanques.

#### • **Malaxadora de quesos**

La malaxadora de quesos cuenta con un enchaquetado, el cual se llena de agua para realizar un calentado tipo baño maría. Como se puede observar en la imagen 45, se cuenta con tres tuberías, una de llenado, una de regulación de presión y la otra para el drenado del enchaquetado. El proceso de drenado se realiza esporádicamente, sin embargo, no se tiene una conexión para drenar el agua directamente hacia un drenaje.

***Imagen No.45: Drenado de agua del enchaquetado de la malaxadora de quesos***



Descarga de agua: Operación manual

La creación de superficies resbaladizas es un peligro que puede derivarse en múltiples consecuencias que muchas veces pueden ser inesperadas. Una forma en la que esto puede evitarse es a través de la modificación del proceso de vaciado. Para ello se tendría que establecer como parte del procedimiento de limpieza lo siguiente:

1. Conexión de una manguera a la salida de agua.
2. Colocar la terminación de la manguera dentro del drenaje.
3. Abrir la válvula de salida de agua.
4. Asegurar que toda el agua haya terminado de salir del sistema.
5. Cerrar válvula de salida de agua.
6. Desconectar manguera.

Esto sería un procedimiento que se tendría que aplicar cada vez que se descarga el agua en las máquinas que lo requieran.

Descarga de agua: Conexión fija

La medida más efectiva para prevenir la generación de superficies resbaladizas sería la instalación de una manguera fija, cuya terminación esté en un drenaje directo. Esta medida ahorraría tiempo para los operarios de las máquinas y evitaría errores a la hora de la conexión de una manguera provisional.

### Instalación de cintas antideslizantes

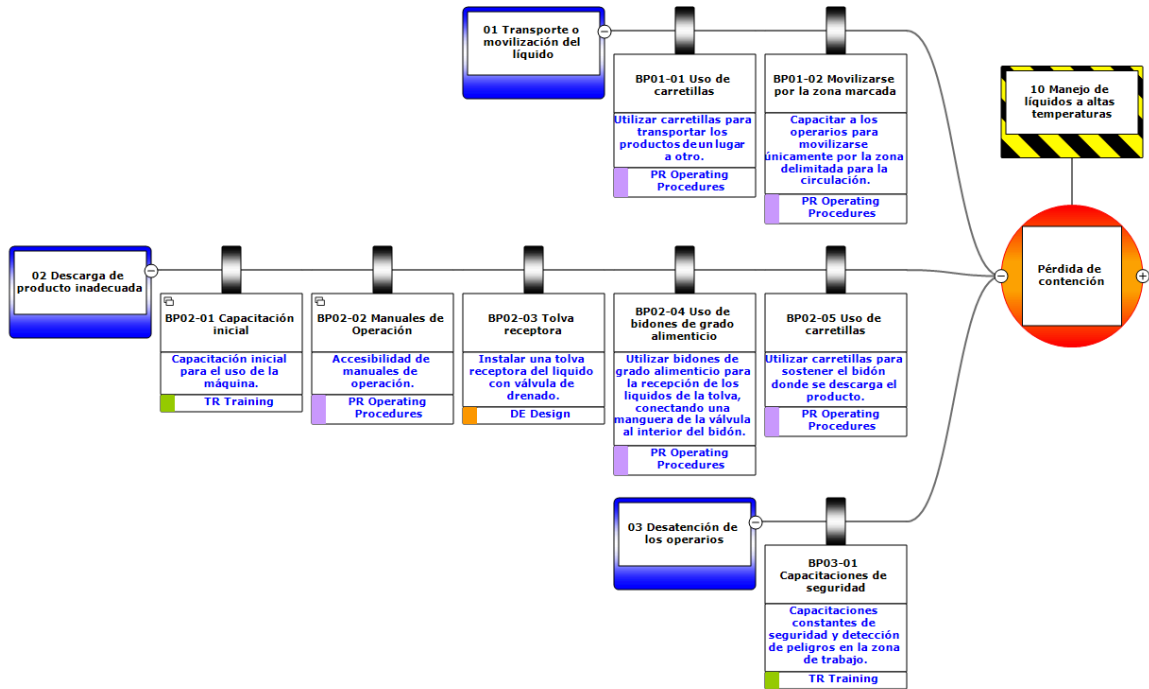
Como medida de recuperación ante la pérdida de contención del agua en alguna de estas máquinas, se pueden instalar cintas antideslizantes en el piso que se encuentra bajo las máquinas y especialmente en el área de caminamiento aledaña a esta zona. De esta manera se puede evitar que la superficie sea resbaladiza. De igual forma, es importante que los líquidos sean limpiados de manera inmediata y colocar la señal de advertencia durante y luego de la limpieza del área, con el objetivo de poner en alerta a las personas que caminen por la zona.

### **Análisis Bowtie: Manejo de líquidos a altas temperaturas**

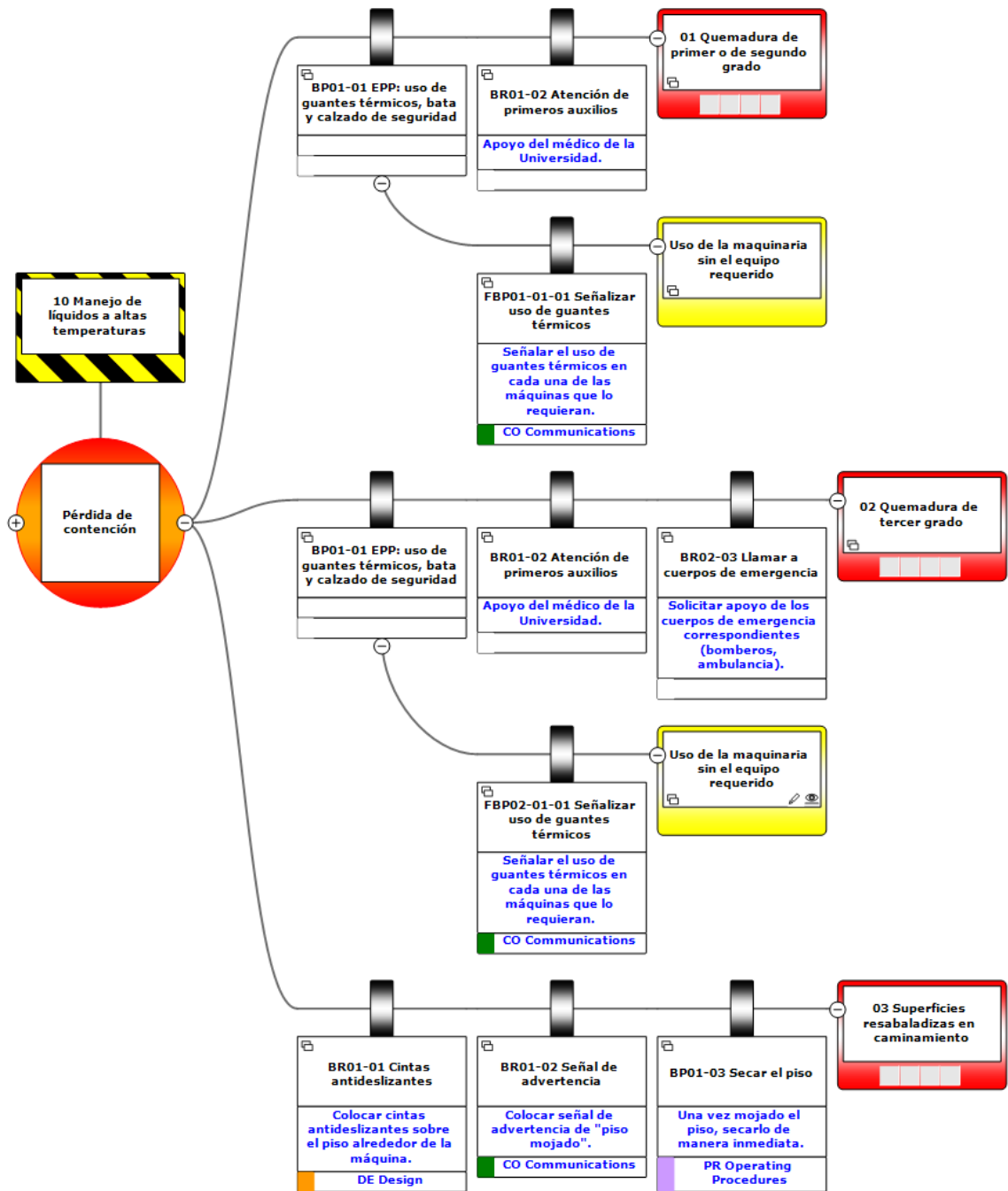
***Tabla No.11: Análisis Bowtie de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor***

<b>Marmita de gas, marmita de vapor</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Manejo de líquidos a altas temperaturas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Pérdida de contención
Amenazas	Transporte o movilización del líquido Descarga de producto inadecuada Desatención de los operarios
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de carretillas (nueva medida)</li><li>• Tolva receptora del líquido (nueva medida para marmita de vapor)</li><li>• Uso de bidones de grado alimenticio (nueva medida)</li><li>• Capacitaciones de seguridad y funcionamiento de la maquinaria (mejora de medida actual)</li></ul>
Consecuencias	Quemaduras de primer, segundo o tercer grado Superficies resbaladizas sobre caminamiento
Barrera de recuperación	Implementar cintas antideslizantes Uso de EPP: guantes térmicos, botas industriales Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados

**Gráfico No.17: Análisis Bowtie: Amenazas de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor**



**Gráfico No.18: Análisis Bowtie: Consecuencias de manejo de líquidos a altas temperaturas de la marmita de gas y marmita de vapor**



## Desarrollo de barreras: Manejo de líquidos a altas temperaturas

- **Marmita de gas**

La marmita de gas es una máquina diseñada para la cocción de alimentos, generalmente en la planta se utiliza para cocer lácteos y derivados, por lo que el producto final generalmente son líquidos. Estos líquidos son extraídos calientes, y se utiliza la válvula de extracción de la Imagen 46. El proceso que actualmente se realiza consiste en la colocación de un contenedor debajo del grifo y el llenado de este.

*Imagen No.46: Descarga de producto de marmita de gas*



### Movilización del líquido

Con el fin de prevenir que estos líquidos se derramen o salpiquen sobre los operarios, la movilización de estos debe realizarse de manera segura y estable. Para ello, como parte del procedimiento se debe establecer el uso de carretillas para el movimiento de estos. Al utilizar carretillas se facilita la movilización del producto, pero principalmente se reduce la posibilidad que se caiga o derrame el líquido dentro del contenedor. Es importante considerar que para circular en la planta con las carretillas se debe utilizar la zona marcada para la circulación. Además de ser una zona libre de desniveles que puedan provocar el derrame del líquido o incluso la caída del contenedor, se pueden evitar accidentes con otras personas que usan otra maquinaria.

### Uso de bidones de grado alimenticio

Para evitar que los líquidos se derramen, el uso de contenedores con tapaderas es una medida efectiva. Los bidones de grado alimenticio como se muestra en la Imagen 47, deben contar con una tapadera y una agarradera para facilitar su

manipulación. Es importante considerar la cantidad de líquido que se colocará en el bidón y seleccionar uno con la capacidad suficiente.

***Imagen No.47: Bidón de grado alimenticio***



- **Marmita de vapor**

Al igual que la marmita de gas, la marmita de vapor se utiliza para la cocción de alimentos y generalmente líquidos. El procedimiento de descarga actual es por medio de la inclinación de la marmita con el uso de la palanca, y un operario sostiene una cubeta para recibir el producto. La cubeta no puede ser colocada en la mesa por el ancho de esta y por la altura, ya que si la cubeta se coloca en la mesa no permite la inclinación total de la marmita. La descarga de los productos de la marmita se puede observar en la Imagen 48.

***Imagen No.48: Descarga de producto en marmita de vapor***



### Contenedor de recepción de líquido

Para evitar que los operarios tengan que sostener una cubeta durante la descarga de producto, se puede fabricar un contenedor a la altura de la mesa con válvula de drenado y rodos para poder movilizarlo. El objetivo de esto sería establecer un nuevo procedimiento para la descarga de este. Como primer paso se vierte el producto dentro del contenedor. Luego de esto, el contenedor puede ser trasladado al área donde se necesita manipular el líquido. Para descargar el producto se conectaría una manguera a la válvula de drenado y se vierte en un bidón para una manipulación fácil y segura del líquido.

### Señalización para uso de guantes térmicos

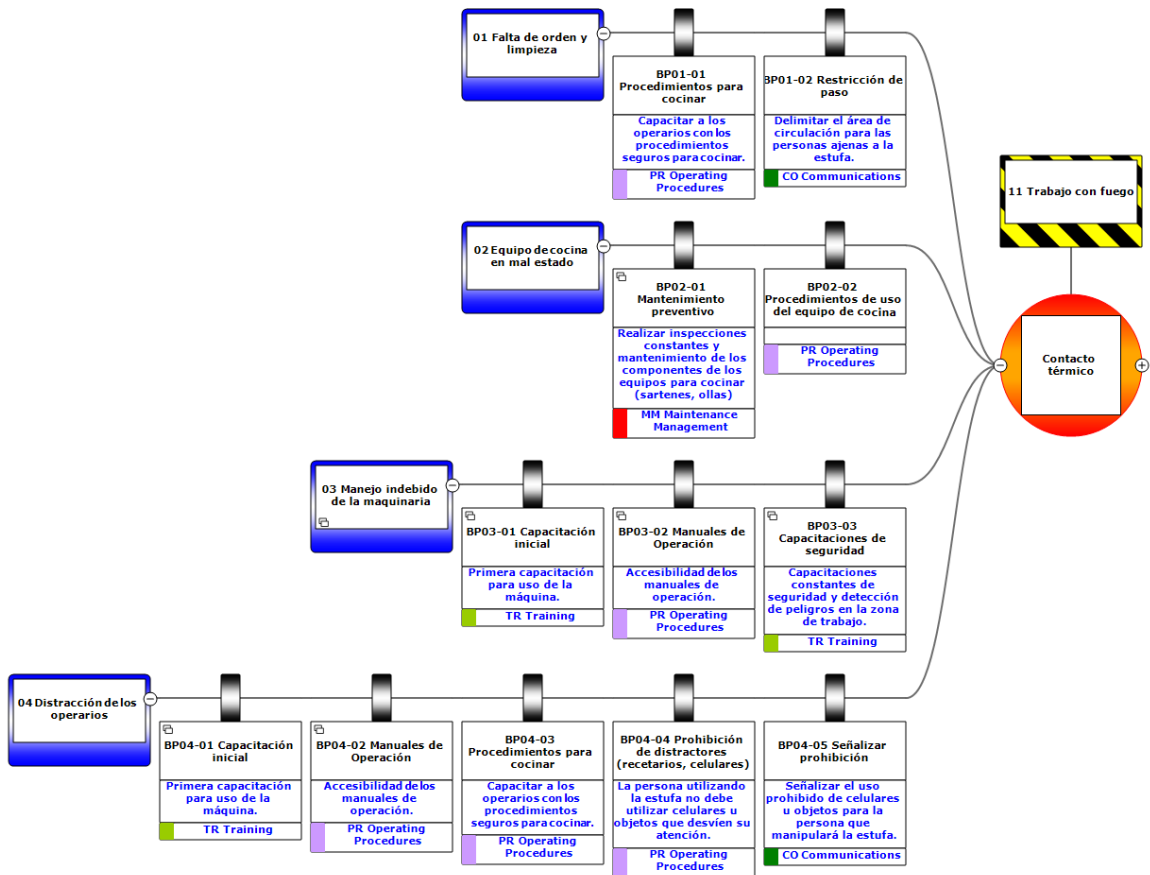
Como medida complementaria al uso de guantes térmicos, es importante señalar las máquinas en las que se intervienen objetos de este tipo para evitar descuidos por parte de los operarios.

### **Análisis Bowtie: Trabajo con fuego**

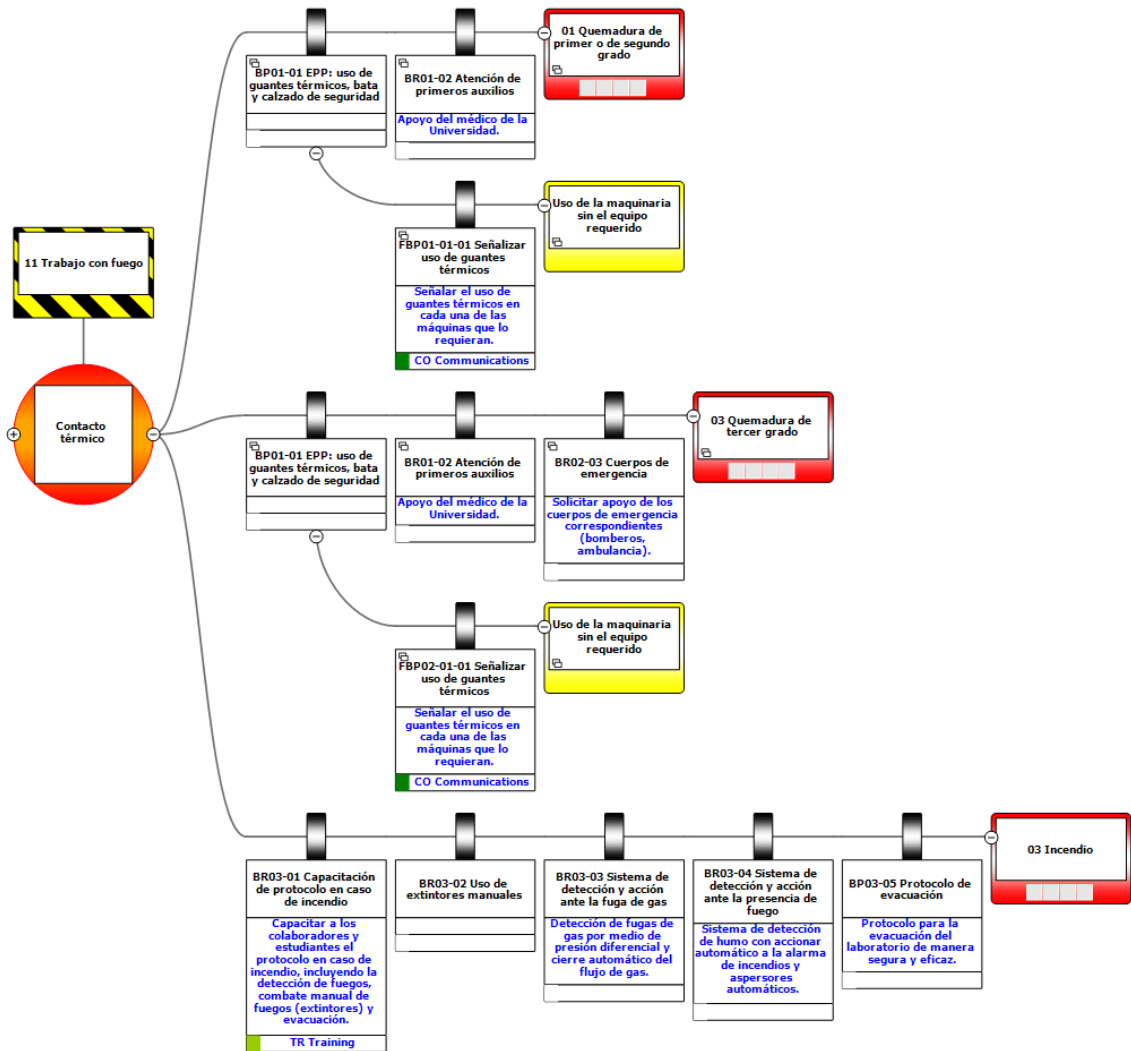
*Tabla No.12: Análisis Bowtie del trabajo con fuego en la estufa*

<b>Estufa industrial</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Trabajo con fuego</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Contacto térmico
Amenazas	Falta de orden y limpieza (derrames, salpicaduras, suciedad) Equipo de cocina en mal estado (sartenes, cazuelas, ollas) Manejo indebido de la estufa Distracción de los operarios
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procedimiento seguro para cocinar</li><li>• Mantenimiento preventivo e inspección de los equipos de cocina</li><li>• Procedimiento seguro para el manejo de los equipos de cocina</li><li>• Capacitaciones de seguridad y uso de la máquina</li><li>• Restricción de circulación para personas ajenas a la estufa</li></ul>
Consecuencias	Golpe en la cabeza Quemaduras Incendio
Barrera de recuperación	Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados, llamar a cuerpos de emergencia, instalación de detectores de gas con alarma que corte el flujo de gas, instalación de aspersores automáticos en la campana y en la planta, protocolo de seguridad ante incendios.

**Gráfico No.19: Análisis Bowtie: Amenazas del trabajo con fuego en la estufa**



**Gráfico No.20: Análisis Bowtie: Consecuencias del trabajo con fuego en la estufa**



## Desarrollo de barreras: Trabajo con fuego

- **Estufa industrial**

El uso de la estufa es un peligro por el trabajo con fuego, el uso de gas, el manejo de objetos calientes, el uso de líquidos inflamables (aceites), etc. Para el manejo seguro de una estufa, se requiere principalmente de conocimiento de los procedimientos adecuados para cocinar, aunque también medidas físicas que puedan evitar accidentes. A continuación, se presentan las medidas para la prevención del desencadenamiento del evento máximo:

### Capacitaciones para cocinar de forma segura

Para el manejo seguro de la estufa a la hora de cocinar, una de las medidas más importantes es el conocimiento que los operarios tienen con respecto a los procedimientos y uso adecuado de los equipos para ello. Para ello, es importante la capacitación constante de los operarios que den lugar al conocimiento y aplicación de acciones seguras, además de la creación de una cultura de seguridad que permita la identificación de situaciones peligrosas, que, a su vez, evite consecuentemente las acciones inseguras. Es importante además de la labor de instruir, el motivar y comunicar la realización de estas acciones.

### Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo para la máquina es esencial para garantizar que su funcionamiento es el adecuado, y de tal manera evitar peligros inesperados y consecuentemente accidentes. De igual manera, los equipos como sartenes u ollas deben de ser revisados constantemente para evitar que su desgaste genere una situación peligrosa inesperada. El desgaste de los sartenes y ollas puede darse principalmente en el mango, generando así superficies calientes o incluso el derrame de líquidos.

### Señalización de área de paso

Como se puede observar en la imagen 49, las dimensiones de la campana de extracción superan las dimensiones de la estufa, además que la campana se encuentra a 173 cm sobre el piso. A pesar de que la planta cuenta con la zona de caminamiento marcado, una medida que puede mitigar posibles golpes en la cabeza es el marcado del área en el que se debe colocar la estufa, para evitar que tanto las personas que operan la máquina como las personas que circulen se golpeen la cabeza.

***Imagen No.49: Salientes de la campana de la estufa industrial***



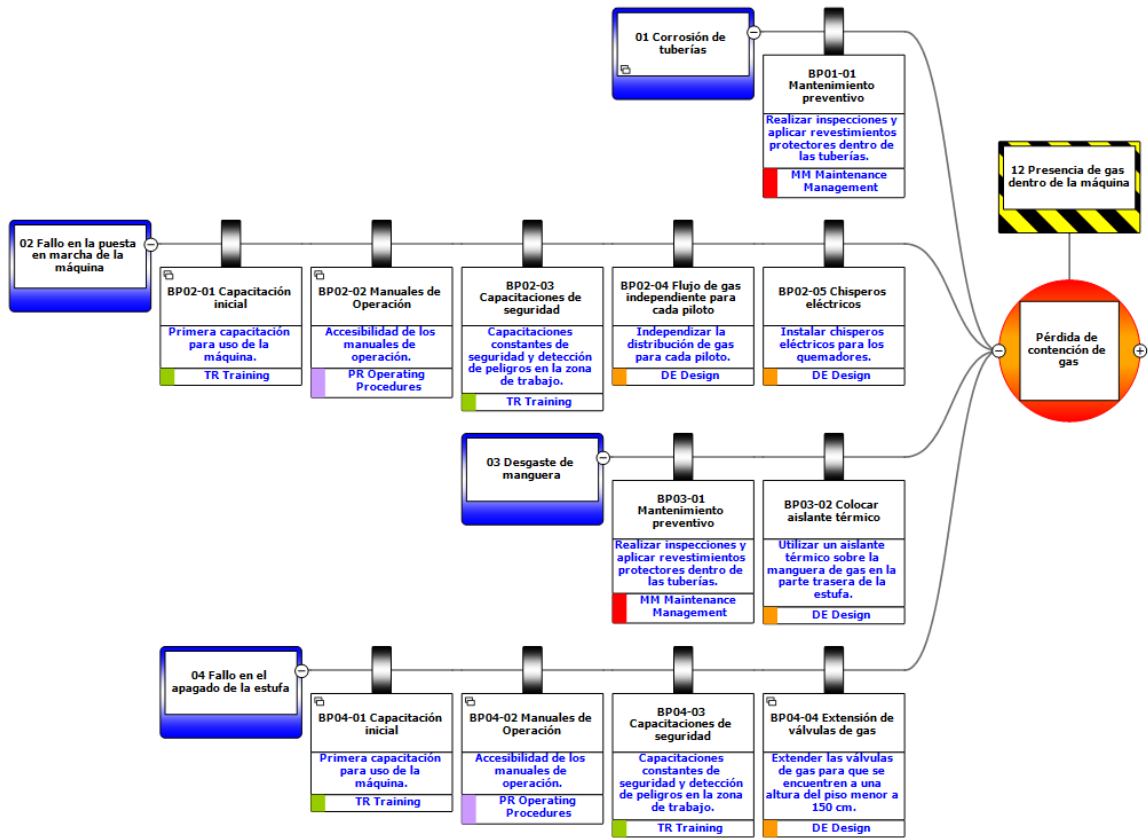
Salientes de la campana

## Análisis Bowtie: Presencia de gas dentro de la máquina

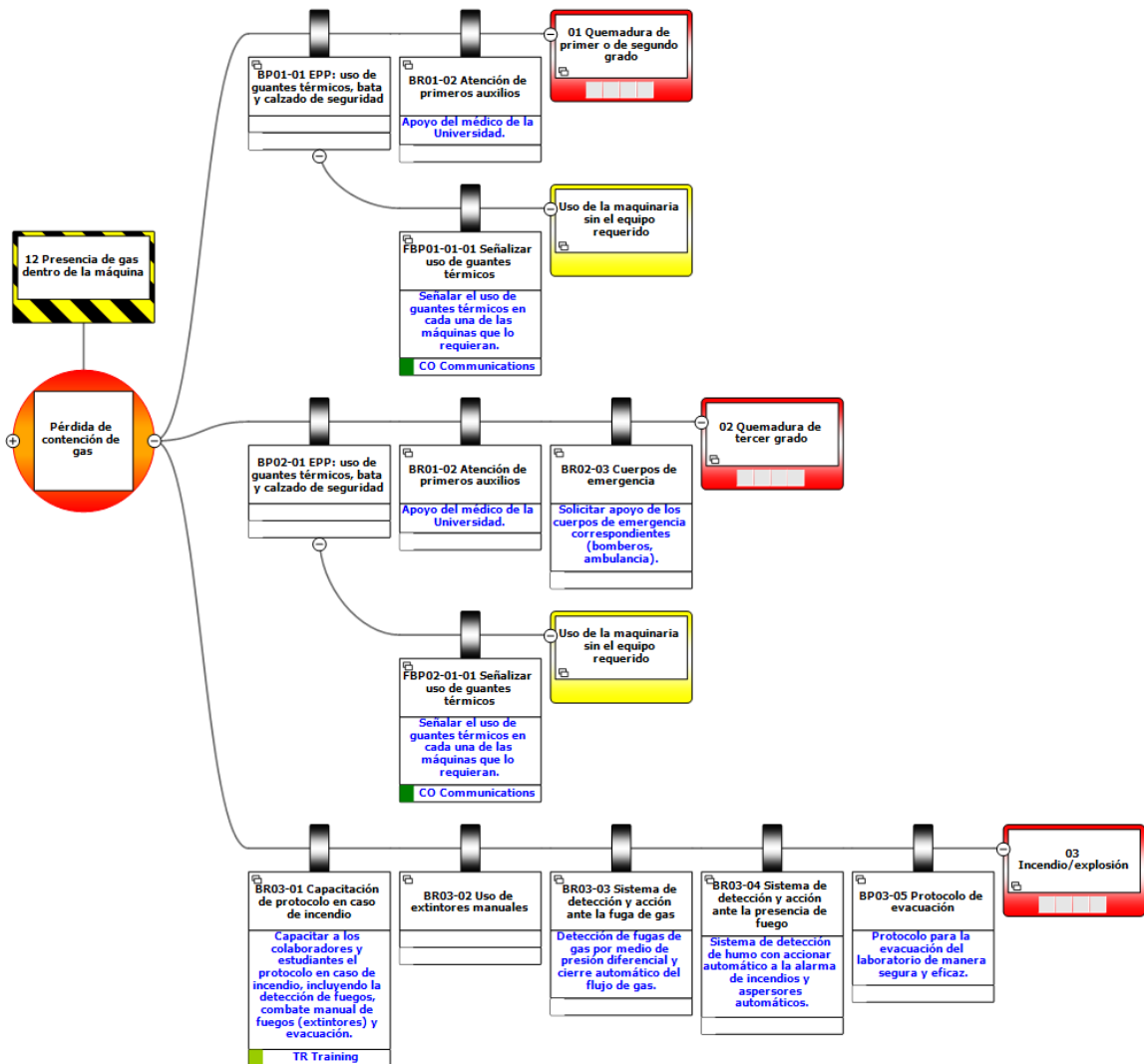
*Tabla No.13: Análisis Bowtie de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial*

<b>Estufa industrial, marmita de gas</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Presencia de gas dentro de la máquina</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Pérdida de contención de gas
Amenazas	Corrosión de tuberías Fallo en la puesta en marcha de la máquina Desgaste de manguera Fallo en el apagado de la máquina
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones de seguridad y uso de la máquina (mejora a medida actual)</li> <li>• Instalación de chisperos eléctricos (nueva medida)</li> <li>• Uso de la campana de extracción (mejora a medida actual)</li> <li>• Independizar la distribución de gas para cada piloto/quemador (nueva medida para la estufa)</li> <li>• Instalación de aislante térmico sobre la manguera de gas en la parte trasera de la estufa (nueva medida)</li> <li>• Mantenimiento preventivo para las mangueras y sistema de tuberías de gas (mejora a medida actual)</li> <li>• Extensión de válvulas de gas (nueva medida para la estufa)</li> </ul>
Consecuencias	Quemaduras de primer, segundo y tercer de grado Incendio Explosión
Barrera de recuperación	Procedimiento de atención de primeros auxilios, notificación a los encargados, cuerpos de emergencia Instalación de detectores de gas con alarma que corte el flujo de gas Instalación de aspersores automáticos en la campana y en la planta Protocolo de seguridad ante incendios

**Gráfico No.21: Análisis Bowtie: Amenazas de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial**



**Gráfico No.22: Análisis Bowtie: Consecuencias de la presencia de gas en la marmita de gas y estufa industrial**



### Desarrollo de barreras: Presencia de gas dentro de la máquina

- Estufa industrial**

Actualmente la estufa utiliza un sistema de encendido manual (fósforos), donde primero se abre la llave de gas y luego se procede a encender los cuatro pilotos de cada hornilla, ver Imagen 50, independientemente de la cantidad de hornillas que se utilizarán. Luego se procede a la apertura de los quemadores para utilizar una hornilla en específico.

***Imagen No.50: Piloto de las hornillas de la estufa industrial***



Para mitigar los riesgos asociados al uso de la estufa se describen las siguientes medidas:

Capacitaciones de seguridad

El uso de la estufa involucra la intervención de las personas, por lo que el uso seguro de la estufa depende de los conocimientos que ellos tengan. Por ello, es importante brindar los recursos, en este caso capacitaciones para el uso seguro de la estufa, de modo que reducir el factor de error humano. Aunque las capacitaciones no garantizan la eliminación de la actividad peligrosa, se busca como principal objetivo la generación de una cultura de seguridad en las personas. Para alcanzarla, estas capacitaciones se deben de realizar constantemente.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de las conexiones de gas es una barrera indiscutible para evitar la materialización de un accidente grave. De igual manera, todos los componentes que tienen relación a la manipulación de gas, como lo son las válvulas, los quemadores y los pilotos, deben de ser revisados constantemente para identificar zonas con el peligro de corroerse o de dañarse.

Independizar el flujo de gas de los pilotos

Actualmente, una vez que se abre la válvula de gas ubicada en la parte trasera de la estufa, este comienza a fluir por los pilotos de las cuatro hornillas sin tener ningún dispositivo para contener el flujo hacia el exterior, por lo que el procedimiento establece que se deben encender los cuatro pilotos por medio de un fósforo. Para evitar esto, se puede independizar el flujo de gas de cada piloto y conectarlos a los reguladores, de modo que únicamente empieza a fluir gas al exterior si el operario gira el regulador para el encendido de cada piloto.

### Instalación de chispero

Para evitar el uso de fosforos, y reducir el factor del error humano, se puede optar por la instalación de un chispero para la estufa y la marmita de gas que permita el encendido inmediato de los pilotos, considerando además que para el correcto y seguro uso de la máquina ser requiere el encendido de los cuatro pilotos en el caso de la estufa. De esta manera también se puede reducir el consumo de gas por errores en el encendido manual.

***Imagen No.51: Encendido de piloto de la marmita de gas***



### Cambiar la manguera de caucho por una manguera de caucho trenzado de acero

Como se puede observar en la Imagen 49, se utilizan dos tipos de mangueras para conectar la tubería de gas con la estufa. En medio de estas mangueras, se tiene el regulador de presión de gas. La manguera que está conectada a la tubería de gas es de caucho reforzada con hilo textil duradero, mientras que la manguera que conecta la estufa con el regulador es de caucho vulcanizado trenzado en el exterior con hilos de acero. Las mangueras de caucho tienen un menor tiempo de vida, además que suelen agrietarse con mayor facilidad. Es recomendable que se utilice una manguera de caucho trenzado de acero para incrementar su tiempo de vida y su resistencia ante las presiones que provienen directamente de la tubería.

**Imagen No.52: Parte trasera de la estufa industrial**



**Análisis Bowtie: Gas**

**Tabla No.14: Análisis Bowtie de la instalación de gas**

<b>Instalación de gas</b>	
<b>Peligro:</b>	<b>Gas</b>
<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
Evento máximo	Perdida de contención de gas
Amenazas	Corrosión de sistema de tuberías Fallo en el cierre de las válvulas Impacto sobre las tuberías
Barrera preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo a las tuberías y válvulas (mejora a medida actual)</li> <li>• Mando centralizado de gas en la planta (nueva medida)</li> <li>• Extensión de las válvulas de gas que se encuentran a más de 150 cm del piso (nueva medida)</li> <li>• Prohibición de fuentes de ignición (cigarros, fosforos, etc.) (existente)</li> </ul>
Consecuencias	Incendio o explosión
Barrera de recuperación	Instalación de detectores de gas con alarma que corte el flujo de gas Instalación de aspersores automáticos en la planta Protocolo de seguridad ante incendios

Gráfico No.23: Análisis Bowtie: Amenazas de la instalación de gas

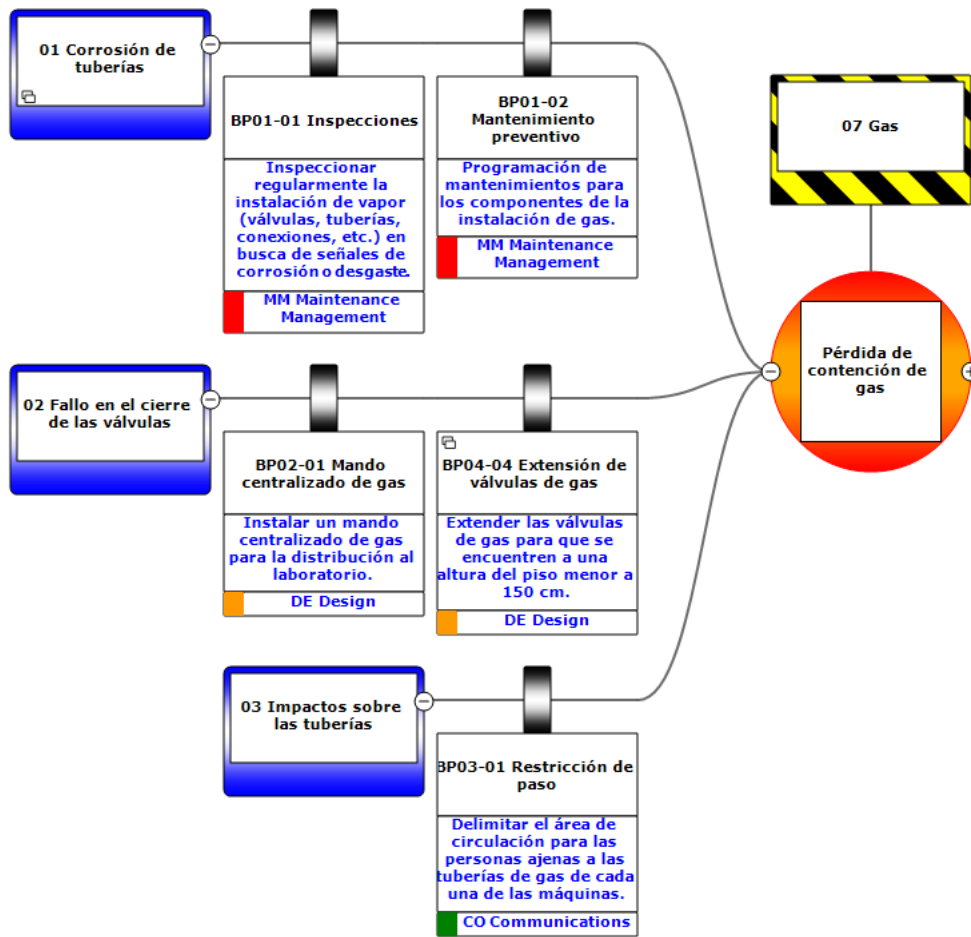
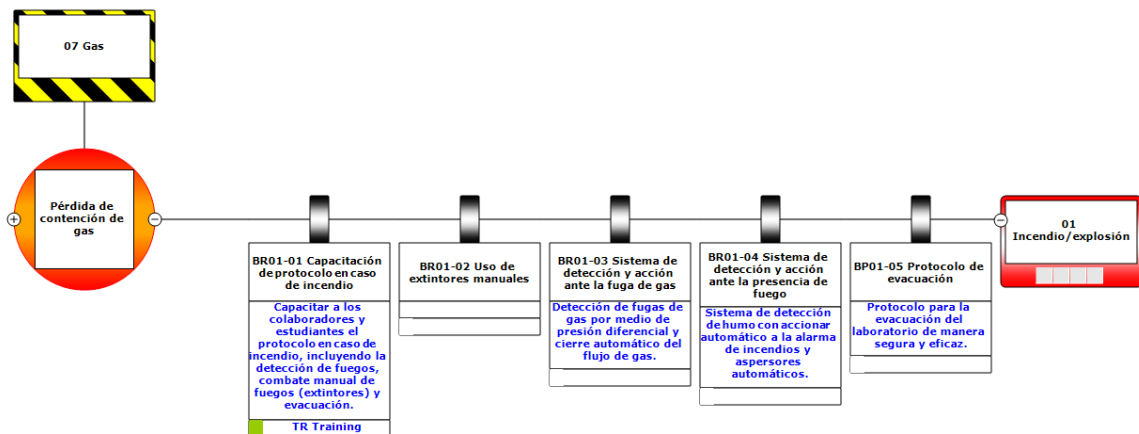


Gráfico No.24: Análisis Bowtie: Consecuencias de la instalación de gas



## **Desarrollo de barreras: Gas**

- **Instalación de gas**

El flujo de sustancia inflamable es una de las actividades más peligrosas, y por ello se deben implementar medidas preventivas que eviten la materialización de un accidente, ya que estos suelen ser los más aparatosos y con consecuencias catastróficas.

### Mantenimiento preventivo

Una de las principales barreras para combatir posibles fugas de gas en la instalación debe ser el mantenimiento preventivo, tanto de las tuberías como de los tanques y válvulas. Con un debido mantenimiento, se asegura que no existan fugas por el desgaste de las piezas que componen el sistema.

### Mando centralizado de gas

Considerando que la instalación de gas tiene muchas terminaciones para cada una de las máquinas que requiere de esta sustancia, una medida que puede prevenir fugas de gas por el cierre incompleto de las llaves es un mando centralizado. Este mando consistiría de una electroválvula neumática con mando remoto para su cierre y apertura, ya que actualmente la entrada de la instalación se encuentran en el techo.

### Extensión de las válvulas

En la planta hay algunas válvulas que están a 200 cm del piso, lo que puede ocasionar que las personas no logren un cierre completo de la llave y por ende una fuga de gas. Para evitar esto, se puede optar por la extensión de las tuberías que se encuentren a esta altura, de modo que la altura máxima sea de 150 cm, para asegurar que todas las personas tengan la facilidad para cerrar la llave de gas de cada máquina.

## **Medidas para todas las máquinas**

La comprensión del funcionamiento de cada una de las máquinas es un aspecto crucial en términos de seguridad del operador. Actualmente, las personas que no han recibido una capacitación para el uso de alguna de las máquinas no están autorizadas para hacer uso de ellas; sin embargo, los técnicos y personal de apoyo de la planta comentaba que en muchas ocasiones, los estudiantes solicitan apoyo para recapitular el uso de las máquinas. Con el fin de evitar errores en el uso de estas, los manuales de operación de cada máquina deben de estar a la mano tanto de los colaboradores como de los estudiantes. Para ello, se puede optar por tener los manuales de operación de cada una de las máquinas en una carpeta compartida a todos los estudiantes y colaboradores. De esta manera se garantiza que el material de apoyo con los procedimientos de operación, normas de seguridad para el uso de la máquina y la descripción de los peligros asociados al uso de las máquinas esté al alcance de todas las personas involucradas directamente en la planta. Es importante resaltar que, durante el uso de las máquinas, el uso de celulares, computadoras u objetos que puedan desviar la atención debe ser terminantemente prohibido, y por ende el uso de

estos materiales de apoyo debe ser previo al uso de la máquina y únicamente si se ha recibido capacitación previa. En caso de que los materiales de apoyo no sean suficientes para la comprensión del uso de la máquina, se debe consultar con los colaboradores. Para garantizar que estas restricciones se cumplan, es importante llevar a cabo capacitaciones de seguridad de manera constante para generar una cultura de seguridad, tanto en estudiantes como en colaboradores.

El desgaste de los componentes de las máquinas es una amenaza inminente que tiene el potencial de crear peligros que en muchas ocasiones no son detectables hasta que se materializa en un accidente. Es por esto por lo que, el mantenimiento preventivo es una medida que debe ser aplicada para todas las máquinas, con el objetivo de preservar el funcionamiento adecuado de ellas y a su vez la seguridad en la planta.

## **B. Desarrollo de medidas de recuperación**

Las medidas de recuperación son aquellas buscan minimizar las consecuencias asociadas a los peligros. Una medida de recuperación efectiva puede marcar la diferencia entre un incidente y un accidente. Según el análisis previamente realizado, se describen a continuación las medidas de recuperación capaces de mitigar las consecuencias.

### **Botón de parada de emergencia**

Los botones de parada de emergencia son una medida de recuperación que puede mitigar o incluso prevenir consecuencias desastrosas, específicamente para las máquinas con el peligro de partes rotativas. Estos botones proporcionan una forma rápida y efectiva de detener la máquina en cuestión de segundos, lo que puede marcar la diferencia entre una lesión menor y una tragedia.

### **Equipo de protección personal**

A partir del análisis de peligros realizado, se obtuvo que el equipo de protección personal sería una barrera de recuperación, ya que cumple su función luego del evento máximo y evita o mitiga las consecuencias de cada peligro. A continuación, se detalla el equipo de protección personal para cada máquina.

#### Casco:

Aunque el uso de casco actualmente es obligatorio para ingresar en la planta de alimentos, se identificó que es una barrera de recuperación para las siguientes máquinas:

- Molino de cuchillas
- Escaldadora
- Marmita de gas
- Malaxadora de quesos
- Estufa industrial

### Guantes térmicos:

Actualmente el uso de guantes térmicos no es obligatorio para ingresar a la planta; sin embargo, se utiliza para ciertas máquinas. Es importante mencionar, que no hay señalización en las máquinas que se debe utilizar este EPP, por lo que una medida complementaria para garantizar su uso es la señalización en las máquinas que requieren su uso. En el caso del área de lácteos y procesos térmicos estas son las máquinas que los requieren:

- Secador de tambor
- Escaldadora
- Marmita de vapor
- Malaxadora de quesos
- Instalación de vapor

### Calzado de seguridad

Actualmente el calzado de seguridad es un elemento obligatorio para ingresar en la planta; sin embargo, las botas industriales de punta de acero son obligatorias hasta el tercer año de la carrera, previo a eso se utilizan botas de hule. Para las máquinas que se mencionarán, el calzado de seguridad debe de ser botas industriales con punta de acero por la exposición a altas temperaturas y al vapor.

- Secador de tambor
- Escaldadora
- Marmita de vapor
- Malaxadora de quesos
- Instalación de vapor

### Cofia

Además de ser un elemento para preservar la inocuidad de los alimentos, la cofia es una medida que sujeta el cabello y por ende evita que sea un medio para el enrollamiento en máquinas con partes rotativas o en movimiento. Este EPP debe ser utilizado en las siguientes máquinas:

- Lavador rotatorio
- Secador de tambor
- Malaxadora de quesos
- Pulpero

### Guantes de acero o kevlar

Actualmente estos guantes no son utilizados en la planta, pero puede ser una medida efectiva para la prevención de cortes en el manejo de cuchillas o cualquier objeto filoso. Se

identificó que su uso puede mitigar el riesgo de cortes, específicamente en el procedimiento de limpieza de las cuchillas del secador de tambor.

### Lentes y protección facial

Los lentes de seguridad son elementos que actualmente se utilizan en ciertas máquinas de la planta. En el análisis realizado se identificó que, para el secador de tambor, debido a la exposición al vapor durante la operación de la máquina, el uso de lentes o preferiblemente protección facial, puede mitigar las consecuencias asociadas a este peligro.

### **Primeros auxilios**

La universidad cuenta con una enfermería con los suministros adecuados para la atención de primeros auxilios. Esta medida de recuperación ante cualquier tipo de accidente ocasionado en la planta está cubierta, sin embargo, con el fin de una intervención inmediata, se puede optar por capacitar a los colaboradores de la planta en atención de primeros auxilios. Esto permitiría que ante un accidente el colaborador pueda actuar y mantener la calma de las demás personas dentro de la planta. Cabe resaltar que la medida de recuperación primaria sería la enfermería de la universidad.

### **Detectores de fuga de gas**

Una detección temprana de una fuga de gas puede marcar la diferencia entre una simple fuga y un accidente catastrófico. Los detectores de fuga de gas son dispositivos esenciales que cumplen un papel crucial en este proceso. Estos dispositivos emplean sensores especializados para monitorear la concentración de gases en el aire, y si detectan niveles peligrosos, activan alarmas para alertar a las personas presentes. Además, la integración con válvulas de cierre automático permite mitigar el riesgo de manera más efectiva. La instalación estratégica de detectores de fuga de gas en áreas críticas, como espacios cerrados donde pasan tuberías o los espacios abiertos dentro de la planta, es esencial para garantizar una respuesta rápida y la protección de vidas y propiedades. Además, es necesario realizar un mantenimiento regular de estos dispositivos para asegurarse de que estén en pleno funcionamiento. Los detectores de fugas de gas desempeñan un papel fundamental en la prevención de situaciones potencialmente catastróficas y son una parte esencial de cualquier estrategia de seguridad en entornos donde se maneja gas.

### **Extractores de aire**

Los extractores de aire estarían enfocados para una posible fuga de gas en las tuberías dentro de la planta. Estos estarían conectados a los detectores de fugas de gas para que cuando esta sea detectada, los extractores se activen, de modo que se evite la concentración de gas dentro de la planta. Para ello, es necesario colocarlos en puntos clave donde se abarque cierto tamaño de área para extraer el gas de manera efectiva. El mantenimiento regular y el cumplimiento de las normativas son fundamentales para garantizar su eficacia y confiabilidad en la prevención de la concentración de gas en un espacio cerrado y con ello prevenir posibles explosiones.

## Extintores manuales

El uso adecuado de extintores manuales y la capacitación de colaboradores y estudiantes en su manejo son aspectos críticos en el contexto de la seguridad en la planta de alimentos, especialmente en lo que respecta a la protección de dos elementos esenciales para la operación de la planta: la estufa industrial y la instalación de gas. Estos equipos, fundamentales en la preparación de alimentos y procesos relacionados, conllevan un riesgo intrínseco debido a la posibilidad de un incendio o una fuga de gas.

La estufa industrial, al estar expuesta a altas temperaturas y al uso constante, representa un punto de vulnerabilidad. En caso de un mal funcionamiento, puede desencadenar un incendio de gran magnitud, poniendo en peligro tanto la integridad de las personas como la infraestructura de la planta. Por otro lado, la instalación de gas, utilizada para suministrar combustible a diversos equipos, es un elemento crucial que, si no es manejado adecuadamente, puede desencadenar fugas peligrosas o, en el peor de los casos, explosiones.

Capacitar a colaboradores y estudiantes en el uso correcto de los extintores no solo les proporciona las habilidades necesarias para intervenir en situaciones de emergencia de manera efectiva, sino que también les sensibiliza sobre la importancia de prevenir y mitigar riesgos. Esto es particularmente relevante cuando se trata de la seguridad de la estufa industrial y la instalación de gas, ya que un manejo inadecuado puede tener consecuencias catastróficas. La formación adecuada en el uso de extintores es esencial para mantener un entorno de trabajo seguro y garantizar la continuidad de las operaciones en la planta de alimentos.

### C. Evaluación de riesgos por medio de la matriz

Para la valoración de los peligros en la matriz de riesgos, se utilizó el método de la Guía Técnica Colombiana (GTC 45). Este método se basa en la evaluación de los peligros mediante la determinación de la probabilidad de ocurrencia de eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias (ICONTEC, 2012). Para la demostración de los cálculos, se utilizará el uso de la estufa como peligro de ejemplo:

Para determinar el nivel de probabilidad (NP), se realiza el siguiente cálculo:

$$NP = ND * NE$$

$$NP = 6 * 4$$

$$NP = 24$$

*ND = Nivel de Deficiencia* (vease Tabla No. 15)

*NE = Nivel de Exposición* (vease Tabla No. 16)

*NP = Nivel de Probabilidad* (vease Tabla No. 17)

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se realiza el siguiente cálculo:

$$NR = NP * NC$$

$$NR = 24 * 100$$

$$NR = 2400$$

*NC = Nivel de Consecuencia* (vease Tabla No. 18)

*NR = Nivel de Riesgo* (vease Tabla No. 19)

Para la determinación del nivel de deficiencia (ND), nivel de exposición (NE) y nivel de consecuencia (NC); se utilizaron las siguientes tablas:

**Tabla No.15: Nivel de deficiencia**

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativa(s) o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) Véase tabla 8.

**Tabla No.16: Nivel de exposición**

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Con el fin de ajustar los criterios de los valores del nivel de exposición, en lugar de considerar la jornada laboral como el lapso en el que se presenta el nivel de exposición, se considera el tiempo de operación de la máquina.

**Tabla No.17: Nivel de probabilidad**

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

**Tabla No.18: Nivel de consecuencia**

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

**Tabla No.19: Nivel de riesgo e intervención**

Nivel de riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

**Tabla No.20: Matriz de riesgo base**

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

**Tabla No.21: Cálculo de nivel de riesgo e intervención según el nivel de probabilidad y nivel de consecuencias**

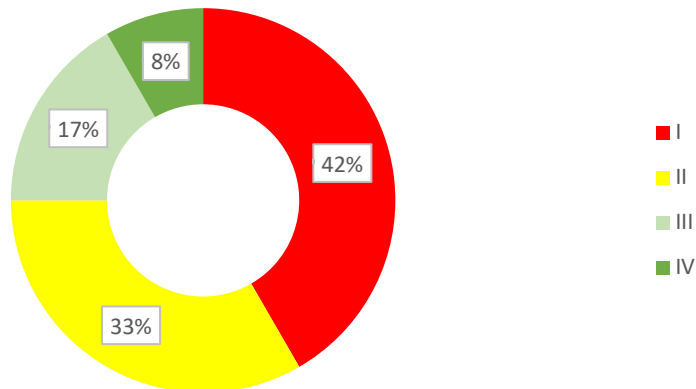
Peligro	Máquina(s)	ND	NE	NP	NC	NR	Nivel de riesgo y de intervención	Interpretación
Gas	Instalación de gas	6	4	24	100	2400	I	Mejorar de inmediato
Presencia de gas en la maquinaria	Estufa industrial y marmita de gas	10	2	20	100	2000	I	Mejorar de inmediato
Partes rotativas a altas temperaturas	Secador de tambor	6	4	24	60	1440	I	Mejorar de inmediato
Partes rotativas	Lavador rotatorio pulpero	6	2	12	60	720	I	Mejorar de inmediato
Trabajo con fuego	Estufa industrial	6	4	24	25	600	I	Mejorar de inmediato
Uso de escalera	Molino de cuchillas	6	2	12	25	300	II	Mejora importante
Manejo de líquidos a altas temperaturas	Marmita de gas y marmita de vapor	6	2	12	25	300	II	Mejora importante
Distribución de vapor	Instalación de vapor	10	3	30	10	300	II	Mejora importante
Manejo de agua en el sistema	Escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos	6	4	24	10	240	II	Mejora importante
Superficies a altas temperaturas	Secador de tambor, escaldador, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor	2	4	8	10	80	III	Mejorar si es posible
Instalación y limpieza de cuchillas	Secador de tambor	2	3	6	10	60	III	Mejorar si es posible
Aspas filosas rotativas	Molino de cuchillas, cortadora de frutas y verduras			0		0	IV	Riesgo controlado

**Tabla No.22: Matriz de riesgos resultante**

Nivel de riesgo		Nivel de probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencia	100	1	1	0	0
	60	1	1	0	0
	25	1	2	0	0
	10	2	0	2	1

**Gráfico No.25: Clasificación de peligros según su nivel de riesgo y de intervención**

Nivel de riesgo y de intervención de peligros



La evaluación de riesgos que involucra un total de 12 peligros destaca que un 42% de estos peligros se encuentran en un nivel de riesgo crítico, lo que señala la existencia de amenazas significativas que requieren atención urgente. Además, un 33% de los peligros están en un nivel de riesgo importante, lo que indica que también son preocupantes y necesitan intervención inmediata. El 17% restante se encuentra en un nivel de riesgo considerable, lo que sugiere áreas donde es necesario mejorar, aunque no son tan críticas como las dos categorías anteriores. Por último, un 8% se considera como riesgo controlado, lo que es positivo, pero aún requiere una supervisión continua. Dada la alta proporción de riesgos en los niveles crítico e importante (75% en total), es imperativo establecer un plan de acción que priorice estos peligros y defina medidas correctivas para garantizar un entorno de trabajo más seguro y eficiente. La gestión de riesgos y la seguridad deben ser una prioridad para prevenir problemas graves y promover la seguridad de los trabajadores y el entorno laboral en general.

## VIII. Diseño de plan

### A. Objetivo del plan

El objetivo principal de este plan de seguridad ocupacional es implementar medidas efectivas para mitigar los peligros a los que se exponen los operarios de las máquinas en la planta de alimentos. Simultáneamente, busca reducir al máximo las posibles consecuencias derivadas del descontrol de estos peligros. El plan se centra en crear un entorno de trabajo seguro y saludable, garantizando la integridad y bienestar de los trabajadores, así como la continuidad segura de las operaciones en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala.

### B. Desarrollo del plan

Como primer factor de priorización se tomó el nivel de riesgo de cada peligro, lo que divide el plan en tres etapas. Luego, las medidas se clasificaron en dos tipos para tener un segundo nivel de priorización.

- Señalización, capacitación y programas de mantenimiento
- Sistemas y mejoras instaladas a las máquinas

Las medidas de sistemas y mejoras instaladas a las máquinas requieren de inversión por parte de la Universidad, implicando un proceso más largo para la aprobación y disponibilidad de presupuesto. Considerando que en el estudio de riesgos realizado, los peligros en el nivel de riesgo I y II requieren de atención inmediata, esta clasificación permitiría avanzar con las medidas de señalización, capacitación y programas de mantenimiento, ya que pueden ser llevadas a cabo por el personal de la planta, requiriendo únicamente la inversión de tiempo por parte de los colaboradores. De esta manera, se puede comenzar a ejecutar el plan y actuar sobre estos peligros; sin embargo es importante mencionar que las medidas de señalización, capacitación y programas de mantenimiento son complementarias con las medidas de sistemas y mejoras instaladas a las máquinas.

Se recomienda que el plan que se presenta a continuación se ejecute en el orden que está establecido para cubrir con los peligros de mayor riesgo lo más pronto posible. Dentro del plan se incluyen una serie de pasos para ejecutar las medidas propuestas.

- Señalización, capacitación y mantenimiento:
  - Desarrollar la medida: este paso se refiere al diseño de la medida previo a ser implementada. En el caso de las señalizaciones, sería el diseño de la señal que se colocará. Para las capacitaciones, sería el desarrollo del programa de capacitación que se impartiría tanto a los estudiantes como a los colaboradores. Finalmente, sería la revisión a detalle de los programas de mantenimiento preventivo que actualmente se tienen y en el caso que se necesiten reforzar, agregar estas mejoras.
  - Implementar la medida: como la instrucción lo indica, se procede a implementar la medida en la planta, ya sea colocar señalizaciones, impartir capacitaciones y llevar a cabo los mantenimientos preventivos o inspecciones según el programa elaborado.
  - Darle seguimiento a las medidas: por la naturaleza de estas medidas, este paso es de los más importante. Para las señalizaciones es importante asegurarse constantemente que se encuentren colocadas donde deberían, que el mensaje que transmite sea adecuado y además que las personas interactúen de acuerdo al objetivo de ella. En el caso de las capacitaciones, es importante que estas se lleven a cabo de manera constante, y asegurando que las personas reciban el mensaje y lo apliquen. Para los programas de mantenimiento es importante llevarlos a cabo en el tiempo establecido en el programa y siempre buscar áreas de oportunidad.

**Tabla No.24: Seguimiento a las medidas de señalización, capacitación y mantenimiento**

<b>Medida</b>	<b>Descripción de seguimiento</b>	<b>Frecuencia</b>
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la señalización esté colocada correctamente.</li> <li>• Verificar que el mensaje sea legible.</li> <li>• Corroborar que el mensaje comunicado sea claro y que se cumpla.</li> </ul>	Mensual
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que las capacitaciones se estén brindando con la frecuencia definida.</li> <li>• Identificar áreas de oportunidad en el contenido de las capacitaciones y modificar de ser necesario.</li> </ul>	Semestral
Programas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que los mantenimientos se estén llevando a cabo dejando registros como constancia de ellos.</li> <li>• Identificar áreas de oportunidad en los programas de mantenimiento y modificarlos en caso de ser necesario.</li> </ul>	Según recomendación de fabricante

- Sistemas y mejoras instaladas a las máquinas:
  - Diseñar el sistema o la forma de instalación: al tratarse de medidas físicas que serán aplicadas sobre las máquinas o como instalaciones, algunas de ellas como las guardas, requieren de un diseño personalizado a las medidas de la máquina en la que será instalada. En otros casos, es necesario diseñar la forma en la que los dispositivos o sistemas serán instalados, como el caso del mando centralizado de gas, que requiere del cableado para el botón remoto. Esta etapa entonces contempla el diseño que se tiene que realizar para la instalación o la fabricación de las medidas.
  - Compra de materiales: se refiere a la compra de los materiales o a los dispositivos que se planean instalar para cada medida.
  - Instalar el sistema: implementar la medida.
  - Comprobar funcionamiento: siendo medidas de seguridad, es importante comprobar que estas funcionen adecuadamente para garantizar que se está mitigando el riesgo.
  - Realizar inspecciones de su funcionamiento: al igual que la maquinaria, es importante realizar inspecciones y desarrollar programas de mantenimiento preventivo para los dispositivos que lo requieran.

**Tabla No.25: Seguimiento a las medidas de sistemas y mejoras instaladas a las máquinas**

<b>Medida</b>	<b>Descripción de seguimiento</b>	<b>Frecuencia</b>
Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo según las recomendaciones de los fabricantes.</li> <li>• Verificar que los mantenimientos se estén llevando a cabo dejando registros como constancia de ellos.</li> <li>• Realizar pruebas de funcionamiento a los sistemas. (semestral)</li> </ul>	Según recomendación de fabricante
Mejoras instaladas a las máquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar pruebas de funcionamiento de las mejoras instaladas a las máquinas.</li> <li>• Identificar áreas de oportunidad en las mejoras instaladas, por medio de los registros de incidentes y accidentes.</li> </ul>	Semestral

**Tabla No.26: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención I.**

Clasificación de medida	Peligro	Maquina	Medida	Pasos
Señalización, capacitación y mantenimiento	Partes rotativas	Lavador Rotatorio, Malaxadora de Quesos y Pulpero	Prohibición de objetos colgantes o cabello suelto Señalización de partes rotativas	1. Desarrollar la medida 2. Implementar la medida 3. Darle seguimiento a la medida
	Trabajo con fuego	Estufa industrial	Capacitación de cocina segura Inspección de utensilios de cocina Señalización de caminamiento Capacitación para uso de extintores	
	Todos los peligros	Todas la máquinas	Programa de mantenimiento preventivo Capacitación de seguridad Capacitación de uso de máquina Acceso a manuales de operación de máquinas	
Sistemas y mejoras instaladas a las máquinas	Gas	Instalación de gas	Mando centralizado de gas Extensión de válvulas Detectores de fugas de gas Extractores de aire	1. Diseñar el sistema o la forma de instalación 2. Comprar materiales 3. Instalar el sistema
	Presencia de gas dentro de la máquina	Estufa industrial	Chispero Cambiar a manguera de caucho trenzado de acero Independizar el flujo de gas de los pilotos	
		Marmita de gas	Chispero	
	Partes rotativas a alta temperatura	Secador de tambor	Guarda móvil Tolvas de dosificación y recepción	3. Comprobar funcionamiento
	Partes rotativas	Lavador rotatorio	Tolvas de dosificación y recepción Guardas móviles Sensor de guarda	4. Realizar inspecciones de su funcionamiento
Pulpero		Sensor de guarda		

#### **Beneficios de su implementación:**

- Reducción de la probabilidad de desgaste de los componentes de la maquinaria e instalación y de los equipos asociadas a ellas.
- Concientización y generación de cultura de seguridad, que reduce la probabilidad de acciones inseguras.
- Reducción de amenazas asociadas al desconocimiento del funcionamiento de las máquinas.
- Reducción de la probabilidad quemaduras durante el uso de la estufa.
- Reducción a la exposición de partes rotativas.
- Automatización del proceso de encendido de la estufa, de la detección de fugas de gas o fuegos y del combate a fuegos.
- Fácil manipulación de las válvulas de gas de las máquinas.
- Reducción de la probabilidad de concentración de gas en el ambiente.
- Reducción de la probabilidad del uso de las máquinas sin guarda.

#### **Plazo para cumplimiento:**

Debido al nivel de riesgo e intervención obtenido es recomendable la ejecución del proyecto a partir del inicio del segundo semestre de 2024.

**Tabla No.27: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención II.**

Clasificación de medida	Peligro	Maquina	Medida	Pasos
Señalización	Manejo de líquidos a alta temperatura	Marmita de gas y marmita de vapor	Señalización de uso de EPP (Guantes térmicos)	1. Desarrollar la medida
	Distribución de vapor	Instalación de vapor	Señalización de presiones máximas y mínimas	2. Implementar la medida 3. Darle seguimiento a la medida
Sistemas y mejoras instaladas a las máquinas	Uso de la escalera	Molino de cuchillas	Escalera con plataforma Señalización del área para colocar la escalera	1. Diseñar el sistema o la forma de instalación
	Manejo de líquidos a alta temperatura	Marmita de gas	Bidones de grado alimenticio	2. Comprar materiales
		Marmita de vapor	Contenedor de recepción de líquido	3. Instalar el sistema
	Distribución de vapor	Instalación de vapor	Aislante térmico Válvulas de purga Conexión de tuberías de condensado y válvulas de purga	3. Comprobar funcionamiento
	Manejo de agua en el sistema	Escaldadora, malaxadora de quesos y marmita de gas	Cintas antideslizantes	4. Realizar inspecciones de su funcionamiento
			Conexión de tubería a drenaje	
	Escaldadora	Indicador de nivel de llenado		

#### **Beneficios de su implementación:**

- Eliminación de la exposición del vapor ocasionada por las tuberías de condensado abiertas.
- Reducción de las probabilidades de una caída a causa de inestabilidad de la escalera o por la manipulación de objetos pesados en altura.
- Reducción de las fuentes de derrames de líquidos que generan superficies resbaladizas en la zona de caminamientos.
- Reducción de la probabilidad de una caída ocasionada por superficies resbaladizas.
- Reducción de la probabilidad e impacto de una quemadura ocasionada por el contacto con líquidos a altas temperaturas.

#### **Plazo para su cumplimiento:**

Debido al nivel de riesgo e intervención obtenido es recomendable la ejecución del proyecto a partir del inicio del primer semestre del 2025.

**Tabla No.28: Plan de seguridad ocupacional para los peligros con nivel de riesgo e intervención III y IV.**

Clasificación de Medida	Peligro	Maquina	Medida	Pasos
Señalización y Capacitaciones	Superficies a alta temperatura	Escaldadora, Secador de Tambor, Malaxadora de quesos, Marmita de Vapor	Señalización de superficies calientes Señalización de uso de EPP (Guantes térmicos)	1. Desarrollar la medida 2. Implementar la medida 3. Darle seguimiento a la medida
	Instalación y limpieza de cuchillas	Secador de tambor	Capacitación para manejo de objetos punzocortantes	
	Aspas filosas rotativas	Cortadora de frutas y verduras	Señalización de uso de máquina con guardas	
Mejoras instaladas a las máquinas	Superficies a alta temperatura	Escaldadora, Secador de Tambor, Malaxadora de quesos, Marmita de Vapor	Aislante térmico	1. Definir áreas a cubrir con aislante térmico 2. Compra de materiales 3. Instalar las mejoras 4. Comprobar funcionamiento 5. Realizar inspecciones de su funcionamiento
	Instalación y limpieza de cuchillas	Secador de tambor	Guardas para cuchillas	

**Beneficios de su implementación:**

- Reducción de la cantidad de superficies calientes y por lo tanto el nivel de exposición.
- Conscientización de peligros en el área de trabajo mediante la señalización.
- Reducción de manejo peligroso de objetos filosos.
- Mantener bajo control los peligros en el nivel de riesgo IV.

**Plazo para su cumplimiento:**

Debido al nivel de riesgo e intervención obtenido es recomendable la ejecución del proyecto a partir del inicio del segundo semestre del 2025.

**Tabla No.29: Roles actuales en la Planta de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala.**

<b>Nombre del rol</b>	<b>Descripción de responsabilidad</b>
Director del Departamento de Ingeniería en Alimentos	Dirección de las actividades académicas y de investigación del departamento y sus carreras, incluyendo la gestión de los espacios asignados y la adquisición de equipos de laboratorio.
Coordinador de planta piloto	Coordinar el uso correcto de las instalaciones ubicadas en la planta piloto de Ingeniería en Alimentos, así como el mantenimiento de equipo y asignación de espacios.
Técnico 1	Asegurar la disponibilidad de recursos y materiales para la elaboración de prácticas de laboratorio del Departamento de Ingeniería en Alimentos.
Técnico 2	Realizar el mantenimiento de equipos e instalaciones de los espacios asignados al Departamento de Ingeniería en Alimentos y apoyar a estudiantes y profesores con el uso correcto.

**Tabla No.30: Leyenda de la matriz RACI**

<b>Responsabilidad</b>	<b>Descripción de responsabilidad</b>
Responsable (R)	Persona responsable de ejecutar la tarea.
Accountable (A)	Persona con responsabilidad última de ejecutar o aprobar la tarea.
Consulted (C)	Persona a la que se consulta de la tarea.
Informed (I)	Persona a la que se debe informar de la tarea.

**Tabla No.31: Matriz RACI de las tareas para el plan**

Diagrama RACI	Responsable			
	Director del Departamento de Ingeniería en Alimentos	Coordinador de planta piloto	Técnico 1	Técnico 2
Desarrollar señalizaciones	I	A	R	I
Desarrollar capacitaciones	A	R	I	
Desarrollar programa de mantenimiento preventivo	I	A		R
Implementar señalizaciones	I	A	R	I
Implementar capacitaciones	I	R	I	
Implementar programa de mantenimiento preventivo	I	A		R
Dar seguimiento a las señalizaciones		A	R	
Dar seguimiento a las capacitaciones	A	R	I	
Dar seguimiento al programa de mantenimiento preventivo	I	A	I	R
Diseño del sistema o forma de instalación de medidas	A	R		C
Compra de materiales	A	C		R
Instalación de los sistemas y mejoras a las máquinas	I	A	I	R
Comprobación de funcionamiento de sistemas y mejoras a las máquinas	I	A	I	R
Inspecciones a los sistemas y mejoras a las máquinas	I	A	I	R

## C. Presupuesto

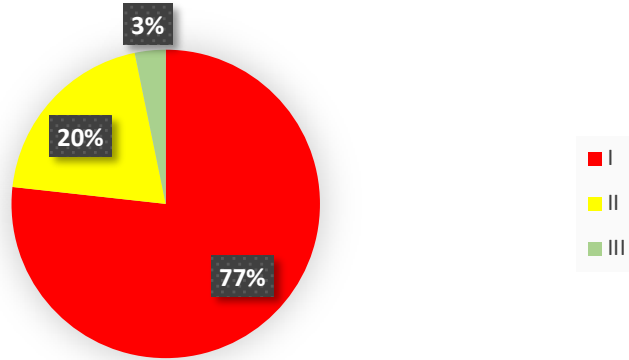
**Tabla No.32: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria**

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Total</b>
5	Unidad	Extractores de aire	Q 6,650.00	Q 33,250.00
1	Unidad	Mando centralizado de gas	Q 12,840.00	Q 12,840.00
5	Unidad	Detectores de fuga de gas	Q 875.00	Q 4,375.00
2	Unidad	Extensión de tuberías de gas	Q 990.00	Q 1,980.00
1	Unidad	Guarda para el lavador rotatorio	Q 9,750.00	Q 9,750.00
2	Unidad	Sensor para guarda	Q 850.00	Q 1,700.00
1	Unidad	Guarda para el secador de tambor	Q 3,200.00	Q 3,200.00
1	Unidad	Tolva de dosificación para el secador de tambor	Q 2,900.00	Q 2,900.00
3	Unidad	Chisperos en estufa y marmita de gas	Q 1,200.00	Q 3,600.00
2	Unidad	Cambio de manguera para estufa	Q 290.00	Q 580.00
1	Hora	Capacitación de procedimientos seguros en una cocina	Q 1,000.00	Q 1,000.00
1	Hora	Capacitación de uso de extintores	Q 1,000.00	Q 1,000.00
1	Hora	Capacitación de procedimiento en caso de emergencia por incendio	Q 1,000.00	Q 1,000.00
1	Unidad	Válvula de purga para distribuidor de vapor	Q 3,800.00	Q 3,800.00
3	Unidad	Conexión de tuberías de vapor	Q 675.00	Q 2,025.00
100	mL	Cinta antideslizante	Q 18.00	Q 1,800.00
1	Unidad	Contenedor de recepción de líquido	Q 9,200.00	Q 9,200.00
1	Unidad	Escalera con plataforma	Q 3,300.00	Q 3,300.00
50	mL	Aislante térmico	Q 45.00	Q 2,250.00
1	Hora	Capacitación de manejo de objetos punzocortantes	Q 1,000.00	Q 1,000.00
<b>Total</b>				<b>Q 100,550.00</b>

Las cotizaciones enviadas por los proveedores se pueden revisar en los anexos 1 y 2.

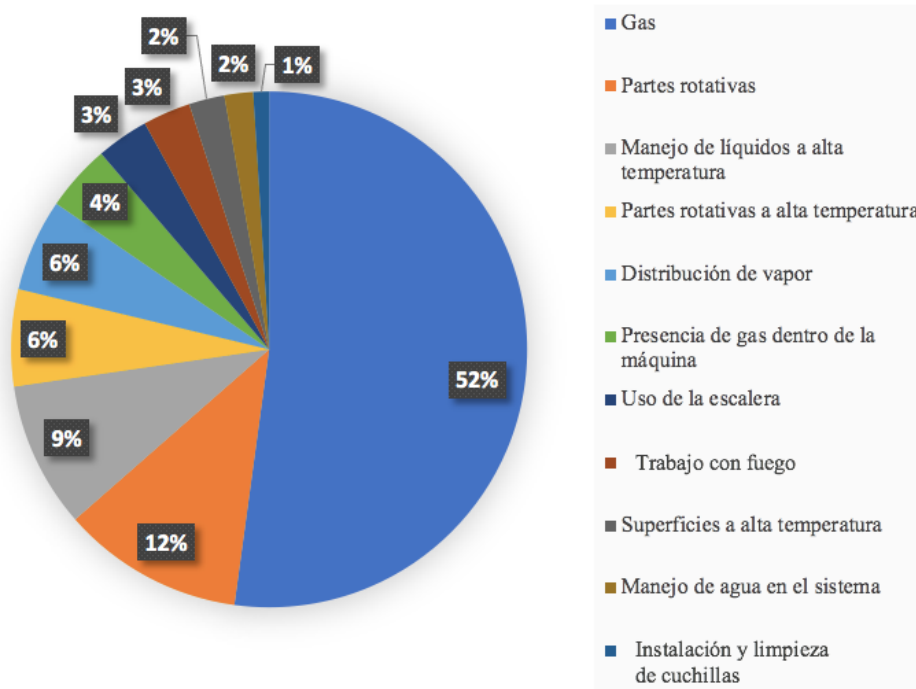
**Gráfico No.26: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria por nivel de riesgo e intervención**

**Inversión en medidas por nivel de riesgo e intervención**



**Gráfico No.27: Presupuesto para las medidas de sistemas o mejoras instaladas a la maquinaria por peligro**

**Inversión por peligro**



## D. Reducción del nivel de riesgo proyectado

Como resultado de la implementación de este plan, se espera tener reducciones en los niveles de riesgo de cada peligro, como se puede observar en la Tabla 31:

**Tabla No.33: Cálculo de reducción de riesgo.**

Peligro	Máquina(s)	ND	NE	NP	NC	NR	Nivel de riesgo y de intervención	Reducción NR
Gas	Instalación de gas	2	4	8	60	480	II	80%
Presencia de gas en la maquinaria	Estufa industrial y marmita de gas	2	4	8	25	200	II	67%
Partes rotativas a altas temperaturas	Secador de tambor	2	2	4	25	100	III	95%
Partes rotativas	Lavador rotatorio pulpero	2	2	4	25	100	III	67%
Trabajo con fuego	Estufa industrial	2	4	8	10	80	III	67%
Uso de escalera	Molino de cuchillas	2	4	8	10	80	III	0%
Manejo de líquidos a altas temperaturas	Marmita de gas y marmita de vapor	2	3	6	10	60	III	80%
Distribución de vapor	Instalación de vapor	2	2	4	10	40	III	87%
Manejo de agua en el sistema	Escaldadora, marmita de vapor, malaxadora de quesos	2	1	2	10	20	IV	67%
Superficies a altas temperaturas	Secador de tambor, escaldador, marmita de vapor, malaxadora de quesos e instalación de vapor	0	4	0	60	0	IV	100%
Instalación y limpieza de cuchillas	Secador de tambor	0	2	0	60	0	IV	100%
Aspas filosas rotativas	Molino de cuchillas, cortadora de frutas y verduras	0		0	60	0	IV	0%

A continuación, se presentan dos ejemplos de la realización de los cálculos para obtener estos datos para el peligro del gas y las partes rotativas:

Para determinar el nivel de probabilidad (NP) del gas se toma un nivel de deficiencia medio, donde se considera que la eficacia del conjunto de medidas preventivas es moderada, ya que estas se basan en el mantenimiento preventivo y el chequeo constante del sistema. En cuanto al nivel de exposición se toma el “ocasional” ya que el peligro fuera de control se daría por un tiempo muy corto considerando que se tiene el detector de fugas y el sistema de bloqueo de flujo ante esta situación. Dando esto como resultado lo siguiente:

$$NP = ND * NE$$

$$NP = 2 * 2$$

$$NP = 4$$

*ND = Nivel de Deficiencia* (vease Tabla No. 18)  
*NE = Nivel de Exposición* (vease Tabla No. 19)  
*NP = Nivel de Probabilidad* (vease Tabla No. 20)

En el caso del nivel de consecuencia, este se mantiene, ya que las consecuencias siguen siendo las mismas, únicamente se reduce la probabilidad de que el peligro se materialice. Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se realiza el siguiente cálculo:

$$NR = NP * NC$$

$$NR = 4 * 100$$

$$NR = 400$$

*NC = Nivel de Consecuencia* (vease Tabla No. 21)  
*NR = Nivel de Riesgo* (vease Tabla No. 22)

En el caso de las partes rotativas, el conjunto de medidas preventivas que se proponen tendrían una eficacia alta, debido a que las guardas y las tolvas de dosificación y recepción eliminan la exposición de los operarios a estas zonas. Según la Tabla 18 del nivel de deficiencia, esto correspondería a un nivel bajo, en el cual se categoriza el peligro directamente en el nivel de riesgo e intervención IV.

**Tabla No.34: Matriz de riesgos esperada.**

Nivel de riesgo		Nivel de probabilidad			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencia	100	0	0	0	1
	60	0	0	0	0
	25	0	0	1	2
	10	0	0	2	6

## IX. Conclusiones

1. Se identificaron 12 peligros asociados a la maquinaria, equipo e instalaciones por medio de demostraciones y explicaciones detalladas del uso y funcionamiento por parte de los técnicos de la planta.
2. Se identificó que el 42% de los peligros se encuentran en el nivel de riesgo alto, es decir nivel I, y el 33% en el nivel II de riesgo, según los criterios definidos en la matriz de riesgos.
3. Se desarrollaron 48 barreras para 14 máquinas de la planta para la mitigación de los peligros y consecuencias, y con esas barreras se ha diseñado un plan que permite administrar y reducir el riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia y consecuencias.
4. El 45.83% de las barreras propuestas en el plan se basan en el desarrollo de capacitaciones de seguridad y funcionamiento de la maquinaria, asimismo en la señalización de peligros, requerimientos técnicos o de EPP para el uso del equipo.
5. Las capacitaciones representan el 3.98% del presupuesto total para la ejecución del plan, siendo la mayoría clasificadas como medidas en el nivel de prioridad I.
6. El 60.87% de las barreras propuestas para los peligros en el nivel I de riesgo, requieren que se realice un trabajo de diseño específico según las particularidades de cada máquina, ya que son barreras físicas que se tienen que instalar en las máquinas.
7. La implementación de las medidas de nivel I de riesgo requieren de una inversión de por lo menos Q.75,000, siendo las medidas destinadas para la instalación del gas las que mayor inversión representan.
8. El 53% de la inversión será destinada al peligro del gas, el cual es de riesgo más alto, tendría una reducción de riesgo esperada del 80%.
9. Como resultado de la implementación del plan, se espera que el 50.00% de los peligros estén en el nivel III y el 33.33% en el nivel IV de riesgo.

## X. Recomendaciones

1. Realizar una evaluación de peligros de manera periódica para monitorear la efectividad de las barreras propuestas y determinar si se cumplieron las reducciones de riesgo proyectadas.
2. Implementar una vía de comunicación directa entre los estudiantes y colaboradores con el encargado de la planta para reportar situaciones o comportamientos de peligro.
3. Es recomendable mantener un registro de accidentes e incidentes que permita la identificación de patrones y tendencias, para que, oportunamente y en subsiguientes evaluaciones se identifique medidas nuevas o más robustas. Además de esto, los registros permiten el desarrollo de indicadores de desempeño sobre las medidas que se tienen implementadas.
4. Considero importante realizar una evaluación de peligros adicional enfocada a las prácticas de laboratorio que ejecutan los estudiantes en los diferentes cursos, debido a que estas actividades están fuera del alcance de este estudio.
5. Se recomienda tener un registro del mantenimiento preventivo y constante de la caldera, que se realiza por parte del departamento de Ingeniería Química, ya que tiene impacto directo en la planta de alimentos.
6. Con el objetivo de enriquecer y dinamizar la accesibilidad de las capacitaciones de uso de máquinas, creo importante el uso de material audiovisual, donde se muestre tanto el funcionamiento como las recomendaciones y requerimientos de seguridad para el uso de la misma.
7. Con el fin de garantizar que los conocimientos obtenidos de las capacitaciones iniciales se mantengan vigentes, efectivos y útiles, se recomienda que la planta de alimentos mantenga un registro de estos; de modo que se cumpla el objetivo de elevar el nivel de consciencia y desempeño en términos de seguridad ocupacional.
8. Llevar un control de los avances del proyecto para asegurar que el plan se está ejecutando de la manera correcta, mediante reuniones constantes con el equipo de trabajo, dejando constancias a través de minutas y con ello brindar un seguimiento adecuado al proyecto.
9. En el momento de la implementación del proyecto, creo importante hacer saber que estoy en la disposición de colaborar ante cualquier duda con relación al análisis realizado.
10. Se considera importante que la dirección del Departamento de Ingeniería en Alimentos integre el alcance de esta evaluación dentro de su plan de trabajo anual o semestral.

## XI. Bibliografía

- American Ladder Institute. (2023). *Mobile Ladder Stand & Platforms - American Ladder Institute*. [www.americanladderinstitute.org](http://www.americanladderinstitute.org).  
<https://www.americanladderinstitute.org/page/MobileLadder/Mobile-Ladder-Stand--Platforms.htm>
- Arellano Asfahl, Ray. & Rieske, David. 2010. *Seguridad Industrial y administración de la salud*. Pearson Educación. Recuperado de:  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54112708/0\\_Libro\\_Seguridad\\_industrial\\_y\\_administracion\\_de\\_la\\_salud-libre.pdf?1502405973=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DC\\_Ray\\_Asfahl\\_Seguridad\\_industrial\\_y\\_admi.pdf&Expires=1677088998&Signature=g0zJkUJhimv1IzfXYpjd4bG69v10G5mkR1v4KIoFqLEYPrdFEcKZ0b6-GKp50lve4Vc-iy9Ae5RFT8D5z7LHBbod-qSttyGJOuqB22OUqaUoLxo0V9pVVN9czLzVg7JVrv5gtjjRaDm55R5UUJqeOtbx-cHk4-HB0oAcv2QU1HntcgX1zFETegqbJTV28CZWrhJZVrDI9jYfxToAQ7sZHMTgzgMwbpSMZ~EdmCMbt7hJgyUNZ4~6uMbX311QqPDA2puACys3Y4qA21RMV6ZTnCu3slnORjcyj4hIT8J4nzQTGYUi9k9MCjd4jOQGPCponNf-tYIzy-ES4tOTHFiQP3w\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54112708/0_Libro_Seguridad_industrial_y_administracion_de_la_salud-libre.pdf?1502405973=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DC_Ray_Asfahl_Seguridad_industrial_y_admi.pdf&Expires=1677088998&Signature=g0zJkUJhimv1IzfXYpjd4bG69v10G5mkR1v4KIoFqLEYPrdFEcKZ0b6-GKp50lve4Vc-iy9Ae5RFT8D5z7LHBbod-qSttyGJOuqB22OUqaUoLxo0V9pVVN9czLzVg7JVrv5gtjjRaDm55R5UUJqeOtbx-cHk4-HB0oAcv2QU1HntcgX1zFETegqbJTV28CZWrhJZVrDI9jYfxToAQ7sZHMTgzgMwbpSMZ~EdmCMbt7hJgyUNZ4~6uMbX311QqPDA2puACys3Y4qA21RMV6ZTnCu3slnORjcyj4hIT8J4nzQTGYUi9k9MCjd4jOQGPCponNf-tYIzy-ES4tOTHFiQP3w_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Argüello, F. (2023). *Importancia de las Guardas de Seguridad Industrial - Infotecnico*. Infotecnico. <https://www.infotecnico.com/guardas-de-seguridad/>
- Crespo, E. (2017). *Importancia de la Seguridad y la Salud Ocupacional*. AMCHAMDR. <https://amcham.org.do/index.php/es/sala-de-prensa-noticias-amcham/noticias-amcham/1041-seguridad-saludocupacional-edwincrespo-zebrahill-revista64-amchamdr>
- Delgado, A. (2021). *Aspectos a considerar en la planificación e implementación de la salud ocupacional | HSE Software*. HSE Software. <https://hse.software/2021/04/05/aspectos-a-considerar-en-la-planificacion-e-implementacion-de-la-salud-ocupacional/>
- DISMET. (2023). *Guardas de seguridad – DISMET*. DISMET. <https://www.dismet.com/portfolio/guardas-de-seguridad/>
- Distribuidora Térmica Acústica del Centro, S.A. de C, V. (2023). *Aislamientos Térmicos Industriales – DTA México | Su Solución Al Ahorro de Energía*. Distribuidora Térmica Acústica Del Centro, S.A. De C, V. <https://www.dtamexico.com.mx/aislamientos-termicos-industriales/>
- Ensinger. (2022). *Plástico PES - TECASON E | Ensinger*. [www.ensingerplastics.com](http://www.ensingerplastics.com). <https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plasticos-de-altas-prestaciones/pes>
- EPA, 2012. Safety Data Sheets (SDSs). <https://www.epa.gov/chemical-data-reporting/safety-data-sheets-sdss>
- García Acosta, G. (s.f) *Modelo de Seguridad Participativa basado en la Gestión del Peligro (MSPGP)*. [https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Garcia-Acosta/publication/306311836\\_Participative\\_Safety\\_Model\\_based\\_on\\_Danger\\_Management\\_PASAMODAM/links/5902c35daca2725bd72243f9/Participative-Safety-Model-based-on-Danger-Management-PASAMODAM.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Garcia-Acosta/publication/306311836_Participative_Safety_Model_based_on_Danger_Management_PASAMODAM/links/5902c35daca2725bd72243f9/Participative-Safety-Model-based-on-Danger-Management-PASAMODAM.pdf)

- Gutiérrez, Yolanda E., & Sánchez-Ortiz, Aurora. 2018. *Diseño de un Modelo de Gestión de Riesgos basado en ISO 31.000:2012 para los Procesos de Docencia de Pregrado en una Universidad Chilena*. Formación universitaria, 11(4), 15-32. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000400015>
- Hart, J. (2021). *Conceptos básicos de protección contra incendios en restaurantes*. Wwww.nfpajla.org. <https://www.nfpajla.org/blog/1878-conceptos-basicos-de-proteccion-contra-incendios-en-restaurantes>
- ICONTEC. (2021). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional*. Consejo Colombiano de Seguridad. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf;jsessionid=9533986C9D9332F39C973D09BB7BB8F6?sequence=2>
- Industrias GSL. (2021). *Materiales aislantes térmicos*. Industrias GSL. <https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/materiales-aislantes-termicos>
- ISSEGUR. (2021). *LA IMPORTANCIA DE LAS CAPACITACIONES EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO – Instituto Superior de Seguridad*. Instituto Para La Seguridad. <https://www.institutodeseguridad.edu.pe/la-importancia-de-las-capacitaciones-en-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/#:~:text=La%20capacitaci>
- Medline Plus. (2021). *Cortaduras y heridas penetrantes: MedlinePlus enciclopedia médica*. Medlineplus.gov; Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000043.htm#:~:text=La%20cortadura%20puede%20ser%20profunda>
- Muñoz Arjona, A. (2021). *Aplicación de la herramienta BOW-TIE para la identificación y gestión de los riesgos en instalaciones de procesos*. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/127303/TFM-2119-MU%c3%91OZ%20ARJONA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NIOSH, 2011. *Chemical Safety Data Sheets: Information that Could Save Your Life*. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-174/pdfs/2011-174.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). *¿Cómo gestionar la seguridad y salud en el trabajo? (Administración e inspección del trabajo)*. Wwww.ilo.org. <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/how-can-osh-be-managed/lang--es/index.htm#ch6>
- OSHA, 2012. *Hazard Communication Standard: Safety Data Sheets*. <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3514.html>
- OSHA. (2022). *eTool : Young Worker Safety in Restaurants - General Hazards | Occupational Safety and Health Administration*. Osha.gov. <https://www.osha.gov/etools/young-workers-restaurant-safety/general#accordion-77845-collapse2>
- Pladevall, X. 2020. *4 tipos de indicadores para lograr tus objetivos preventivos*. Consultora en Prevención de Riesgos Laborales en Barcelona. <https://www.acciopreventiva.com/4-tipos-de-indicadores-para-lograr-tus-objetivos-preventivos/>
- SafetyCulture. 2022. *Matriz de riesgo: Importancia y ejemplos*. <https://safetyculture.com/es/temas/evaluacion-de-riesgos/matriz-de-riesgo/>

- Terán, I. (2012). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional bajo la norma OHSAS 18001 en una empresa de capacitación técnica para la industria [Tesis para título de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Peru]*. Repositorio institucional de Pontificia Universidad Católica del Peru. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1620>
- Toro, R. (2017). *¿Cuál es la importancia que tiene la seguridad laboral en la organización? Nueva ISO 45001*. <https://www.nueva-iso-45001.com/2017/12/importancia-seguridad-laboral/>
- Villafuerte, E. (2019). *CONSIDERACIONES SOBRE FUEGOS EN EQUIPOS DE COCINAS INDUSTRIALES. SISTEMAS de PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO*. <https://eduardovillafuerteblog.wordpress.com/2019/09/27/consideraciones-fuegos-en-equipos-de-cocinas-industriales/>
- Wolters Kluwer, 2022. *The Bowtie Method*. <https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/enablon/bowtie/expert-insights/barrier-based-risk-management-knowledge-base/the-bowtie-method>
- Zarazúa, J. (2014). *Seguridad Industrial: Concepto y Resignificaciones Prácticas*. Repositorio Institucional Zaloamati. <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/2643>

## XII. Anexos

### *Anexo No.1: Cotización de proveedor de instalaciones industriales*



14 av 39-60 zona 12, Villasol  
Teléfono:(502) 2476-7202

**COTIZACION  
No. 08-24**

**IMS, SOCIEDAD ANONIMA**

Fecha: 24 de enero del 2024

e-mail: [operacionesims@gmail.com](mailto:operacionesims@gmail.com)

NIT: 10215289-6

**DATOS DEL CLIENTE**

**NOMBRE DEL CLIENTE O EMPRESA: DIEGO BEBER**  
**DIRECCION: UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**  
**TELEFONO: 4520-4058**  
**CORREO:**  
**NIT:**  
**ATENCION A: Diego Beber**

**ESTIMADOS SEÑORES:**

Deseándole éxitos en sus labores cotidianas le saludo.

A continuación encontrará el detalle de los trabajos descritos, esperando sean de su interés

Cant.	Unidad	Mano de obra	Precio U.	TOTAL
1	Unidad	Instalacion de apertura y cierre remoto a traves de electrovalvula neumatica en tuberia de gas. Incluye: Circuito electrico y circuito neumatico	Q 12,840.00	Q 12,840.00
2	Unidad	Extension en tuberia de gas a terminal	Q 990.00	Q 1,980.00
5	Unidad	Suministro e instalacion de detector de fuga de gas	Q 875.00	Q 4,375.00
5	Unidad	Extractores de aire, incluye: Circuito electrico para activacion con sensor electronico	Q 6,650.00	Q 33,250.00
1	Unidad	Fabricacion e instalacion de cubierta metalica de acero inoxidable de 1.5 x 0.6 m (según diseño)	Q 9,750.00	Q 9,750.00
1	Unidad	Suministro e instalacion de sensor de proximidad SIK	Q 850.00	Q 850.00
1	Unidad	Suministro e instalacion de cubierta de proteccion en acrilico, puertas abatibles	Q 3,200.00	Q 3,200.00
1	Unidad	Suministro e instalacion de tolvas de dosificacion en	Q 2,900.00	Q 2,900.00
2	Unidad	Instalacion de chisperos en estufa industrial	Q 1,200.00	Q 2,400.00
2	Unidad	Suministro e instalacion de manguera con trenzado de	Q 290.00	Q 580.00
50	mL	Suministro e instalacion de aislante termico a tuberias	Q 45.00	Q 2,250.00
1	Unidad	Reacondicionamiento de circuitos de tuberia de vapor, modificacion de tubera de 1/2" a 3/4"	Q 3,800.00	Q 3,800.00
3	Unidad	Instalacion de tuberia de 1/2" para condensado de vapor	Q 675.00	Q 2,025.00
100	mL	Suministro e instalacion de cinta antideslizante	Q 18.00	Q 1,800.00
1	Unidad	Fabricacion de mesa en acero inoxidable de 0.8m x 0.4m x 0.9m, incluye rodos, tolva de descarga.	Q 9,200.00	Q 9,200.00
1	Unidad	Fabricacion de escalera metalica, con huella de madera y antideslizante (4 escalones)	Q 3,300.00	Q 3,300.00
				Q -
<b>Régimen de ISR Sujeto a pagos trimestrales</b>				
Noventa y cuatro mil quinientos exactos			<b>TOTAL</b>	<b>Q 94,500.00</b>

**TERMINOS**

**TIEMPO DE ENTREGA:** 30 Dias habiles  
**TERMINOS DE PAGO:** Contra Entrega  
**UBICACIÓN:** Ciudad San Cristobal  
**SOSTENIMIENTO DE LA OFERTA:** 15 Dias Calendario  
**EMITIR CHEQUE A NOMBRE DE:** IMS, SOCIEDAD ANONIMA

## Anexo No.2: Cotización de proveedor de capacitaciones de seguridad



Generando Cultura de Autocuidado

### **Capacitaciones para trabajo seguro en cocina.**

Cotización 2024737

Guatemala, 19 de marzo del 2024

#### **Atención: Diego Beber.**

Buen día, sírvase atender la cotización adjunta.

Descripción	Tiempo	Modalidad	Costo
Introducción a la Seguridad. Énfasis en procedimientos seguros en una Cocina.	1 hora	Presencial	Q1,000.00
Manejo de herramientas punzocortantes	1 hora	presencial	Q1,000.00
Manejo de Extintores, énfasis en Tipo K	1 hora	presencial	Q1,000.00
Procedimiento en caso de Emergencia por Incendio.	1 hora	presencial	Q1,000.00
<b>Subtotal</b>	<b>4 horas</b>		<b>Q4,000.00</b>
<b>IVA</b>			<b>Q480.00</b>
<b>Total</b>			<b>Q4,480.00</b>

1. Monto en letras: cuatro mil cuatrocientos ochenta quetzales exactos.
2. Con orden de compra
3. Forma de pago, transferencia bancaria
4. Entregable: diplomas de participacion
5. Con orden de compra.

Atentamente: Mauricio Valdez  
Instructor registrado en el MINTRAB con el Numeral 0162

