



**BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
COLEGIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTO EN
ÁREA DE MEZCLADO DE
ADITIVOS ALIMENTARIOS.”**

TESINA

**Para obtener el título de la
Licenciatura en Ingeniería Ambiental**

Presenta:

Julio Rodolfo Ortega Ramírez

Director de tesina

M.I.A. Miriam Vega Hernández

Puebla, Pue 08 agosto de 2022.

ÍNDICE	
Introducción.....	4
Planteamiento del Problema.....	5
Justificación.....	5
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
Hipótesis.....	6
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	7
1.4 Importancia de la inocuidad en los alimentos.....	17
1.4.1 Aditivos Alimentarios.....	18
1.4.2 Clasificación de aditivos alimentarios.....	18
1.5 Metodologías de Análisis de Riesgo	19
1.7 Método Análisis de Modo de Falla y Efecto	20
1.8 Riesgo y peligro	25
1.9 Diagrama de Ishikawa.	26
Capítulo II Metodología	27
2.1. Fases de la metodología.....	27
2.2 Desarrollo de metodología.....	29
Capítulo III Resultados y discusión	47
3. Discusión de resultados.....	47
3.1 Conclusiones	47
3.2 Recomendaciones	48
Bibliografía.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Fundamentos de la normatividad mexicana.....	10
TABLA 2.	Apartados ISO 45001:2018.....	11
TABLA 3.	Normas en materia de seguridad y salud en el trabajo.....	13
TABLA 4.	Simbología y Descripción DTI	30
TABLA 5.	Clasificación de Gravedad	34
TABLA 6.	Clasificación de Ocurrencia.....	34
TABLA 7.	Clasificación de Exposición	35
TABLA 8.	Evaluación del Riesgo.....	35
TABLA 9.	Evaluación AMEF(Golpe-Contusión).....	39
TABLA 10.	Evaluación AMEF(Caídas en área de trabajo)	42
TABLA 11.	Evaluación AMEF (Falla de Equipo)	44
TABLA 12.	a) .Evaluación AMEF (Atrapamiento)	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Pirámide legislativa en materia de seguridad y salud en el trabajo.	9
FIGURA 2.	Fases del Análisis de Modo y Efecto de Falla	28
FIGURA 3.	Organigrama del equipo interdisciplinario	29
FIGURA 4.	DTI del proceso.....	31
FIGURA 5.	Diagrama de Ishikawa	32
FIGURA 6.	Parte 1 AMEF	36
FIGURA 7.	Parte 2 AMEF	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	Riesgos de trabajo registrados en IMSS por ocurrencia (Sanchez, 2019)	14
GRÁFICO 2.	Promedio de distribución de Riesgos de Trabajo por: accidentes de trabajo, accidentes en trayecto y enfermedades de trabajo (Sanchez, 2019)	15
GRÁFICO 3.	Defunciones por Riesgos de Trabajo registrados en el IMSS por año de ocurrencia del riesgo de trabajo (Sanchez, 2019).....	15
GRÁFICO 4.	Distribución de defunciones por accidentes de trabajo, accidentes en trayecto y enfermedades de trabajo (Sanchez, 2019)	16
GRÁFICO 5.	Dirección de prestaciones económicas (IMSS, 2020)	16

Introducción

La Seguridad Industrial estudia los accidentes de trabajo, peligros, riesgos con un enfoque preventivo y de investigación y la salud ocupacional estudia las enfermedades ocupacionales basándose en un diagnóstico y el tratamiento pertinente, por lo que la salud ocupacional y la seguridad industrial, conforman una unión inseparable que minimiza los riesgos laborales y la prevención de accidentes de trabajo.

Los análisis de riesgo son técnicas importantes dentro de la rama de la Seguridad Industrial empeladas para la búsqueda, identificación, evaluación de riesgos en un proceso determinado para así tomar las acciones correspondientes y poder minimizar los riesgos.

Según Calle (2020) “Existen diversas Metodologías de Análisis de Riesgo las cuales se divide en What If, Análisis Preliminar de Riesgos (APR), 5 W (¿Por qué?), Análisis de Modo Falla y Efecto (AMEF) y Listas de Verificación” (sección 5 métodos de análisis de riesgos, párr.2)

En este caso de estudio se opta por la metodología Análisis de Modo de Falla y Efecto (AMEF) para identificar, analizar, evaluar y minimizar los riesgos en el proceso de mezclado de aditivos alimentarios, mediante la integración de un equipo interdisciplinario se realizó un Diagrama de Ishikawa para después aplicar de la metodología AMEF, identificando oportunidades de mejora, como la implementación de controles operacionales y como sugerencia el seguimiento de la aplicación de esta metodología como acción preventiva y la intervención segura con base a los procedimientos de mantenimiento de maquinaria y equipo como acción correctiva.

Planteamiento del Problema

Según la Organización Internacional del Trabajo ocurren cerca de 868 mil accidentes en todo el mundo de los cuales 1,100 suceden en México” (Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS], 2020, párr.1) Prevención de accidentes (IMSS, 2020).

La Seguridad e Higiene Ocupacional debe ser considerada por que puede llegar a generar accidentes de trabajo que impactan directamente en la productividad de los trabajadores (P. Fithri, 2018, pág. 385).

Es por ello la importancia de implementar una metodología de análisis de riesgo para poder identificar, jerarquizar y evaluar los riesgos, el siguiente caso de estudio se realiza en el área de producción en su proceso de mezclado con un Análisis de Modo Falla y Efecto, metodología sencilla y versátil de comprender derivado de este establecer la toma de acciones y evitar posibles accidentes, incidentes.

En la industria alimentaria un Análisis de Modo Falla y Efecto se adapta a clasificar los riesgos en función de las variables del proceso (Cartín Rojas et al., 2014, pág. 148), se acopla a este sector industrial, particularmente en este caso de estudio se acopla a la identificación y evaluación de análisis de riesgos laborales.

Justificación

Al observar la falta de implementación de una metodología de análisis de riesgos en el área de producción, los altos riesgos del proceso de mezclado, los posibles accidentes, incidentes.

En la práctica es de gran utilidad en las empresas de giro alimentario, la aplicación de la metodología AMEF, el cual es empleado para gestionar los riesgos ocupacionales por ser un procedimiento de análisis de un sistema para identificar los modos potenciales de fallo sus causas y efectos. (Gandhi & Agrawal, 1992, pág. 147).

Según Fithiri et al. (2021) afirma, lo siguiente:

“Su caso de estudio en una industria de la panificación con el uso de la Metodología AMEF, se basa en la identificación de problemas y que riesgos pueden presentarse durante la producción, incluyendo la importancia de la Seguridad e Higiene Ocupacional en el ambiente de trabajo, y poder incrementar la productividad laboral y proveyendo beneficios a la empresa evitando accidentes”. (pág. 1).

El desarrollar una Metodología de Análisis de Modo Falla y Efecto en el área de mezclado de aditivos alimentarios que por su naturaleza y las características del proceso pueden presentar accidentes o incidentes lo que representa altos costos para subsanar, ayudará a brindar seguridad de las personas, proteger las instalaciones y bienes en general, garantizar una correcta operación, establecer controles operacionales, así como evitar lesiones o decesos.

Objetivo General

Aplicar la metodología de Análisis de Modo de Falla y Efecto en el proceso de mezclado de aditivos una Industria Alimentaria.

Objetivos Específicos

Identificar los probables riesgos en el proceso de mezclado

Jerarquizar y evaluar los probables riesgos en el proceso de mezclado

Establecer medidas preventivas y/o correctivas para evitar la presencia de un riesgo en el proceso de mezclado.

Hipótesis

La identificación de riesgos con metodología de Análisis de Modo Falla y Efecto, permitirá tomar acciones preventivas y correctivas correspondientes para disminuir las tasas de accidentes, incidentes que se puedan suscitar en el proceso de mezclado, del resultado proponer los controles operacionales que se ajusten a las necesidades y recursos de la empresa.

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1 Historia de Seguridad e Higiene en México

Durante la época del Porfiriato 1876-1911 la tierra mayormente era la fuente de riqueza en México y estaba concentrada en las manos de un pequeño sector de la sociedad, lo que provocaba una explotación desmedida de trabajadores del campo, las jornadas eran por lo menos de 14 horas diarias y los salarios eran decadentes; niños, mujeres y hombres eran sometidos a condiciones inhumanas.

Tras el movimiento de la revolución mexicana y asumiendo la presidencia de la república Francisco I Madero en 18 de diciembre de 1911 decreto la creación del Departamento del Trabajo.

En el mandato de Venustiano Carranza en 1915, el Departamento del Trabajo se incorporó a la Secretaría de Gobernación y al mismo tiempo se elaboró un proyecto sobre el contrato de trabajo. Dos años después fue promulgada la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos donde se establece en su artículo 123:

- Fijación máxima de 8 horas
- Indemnización por despido injustificado
- Derecho de asociación y de huelga
- Establecimiento de normas en materia de Previsión y Seguridad Social

La implementación de esta genero problemas para interpretar las disposiciones constitucionales en los que por ámbito geográfico de las entidades federativas por ello en 1927 se creó la Junta de Federal de Conciliación y Arbitraje con el propósito de regular la resolución de conflictos laborales en el ámbito federal.

La primera Ley Federal del Trabajo se promulgo el 18 de agosto de 1931, el presidente en turno Pascual Ortiz Rubio otorga plena Autonomía al Departamento del Trabajo hecho al que se atribuyó tareas bien definidas:

- Vigilar el cumplimiento de la Ley Federal del Trabajo
- Buscar soluciones a los conflictos laborales mediante la conciliación

- Desarrollar una política de previsión social e inspección
- Crear comisiones mixtas y órganos preventivos y conciliadores

Sin embargo, con el constante avance, la autonomía con el transcurrir de los años la estructura ya no cubría la complejidad y las características del Sector Laboral. Así el presidente Manuel Ávila Camacho promulgo en 1940 una Ley de Secretarías de Estado, en la que se estableció que el Departamento del Trabajo se convertía en la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), cuya estructura y organización permitirían responder a las demandas sociales producto de la evolución del sector y producto del desarrollo del sector movimiento obrero nacional. (Secretaria de Trabajo y Previsión Social [STPS], 2010,párr.1).

La Seguridad y Salud se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
- Ley Federal del Trabajo
- Ley Federal sobre la Metrología y Normalización
- Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Normas Oficiales Mexicanas.

En la (**FIGURA 1**), se muestra la pirámide legislativa laboral en materia de seguridad y salud en el trabajo en México y en la (**TABLA 1**), se detallan los fundamentos para comprender el contexto de la legislación y sus diferentes jerarquías aplicaciones.

PIRAMIDE LEGISLATIVA LABORAL EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN MÉXICO

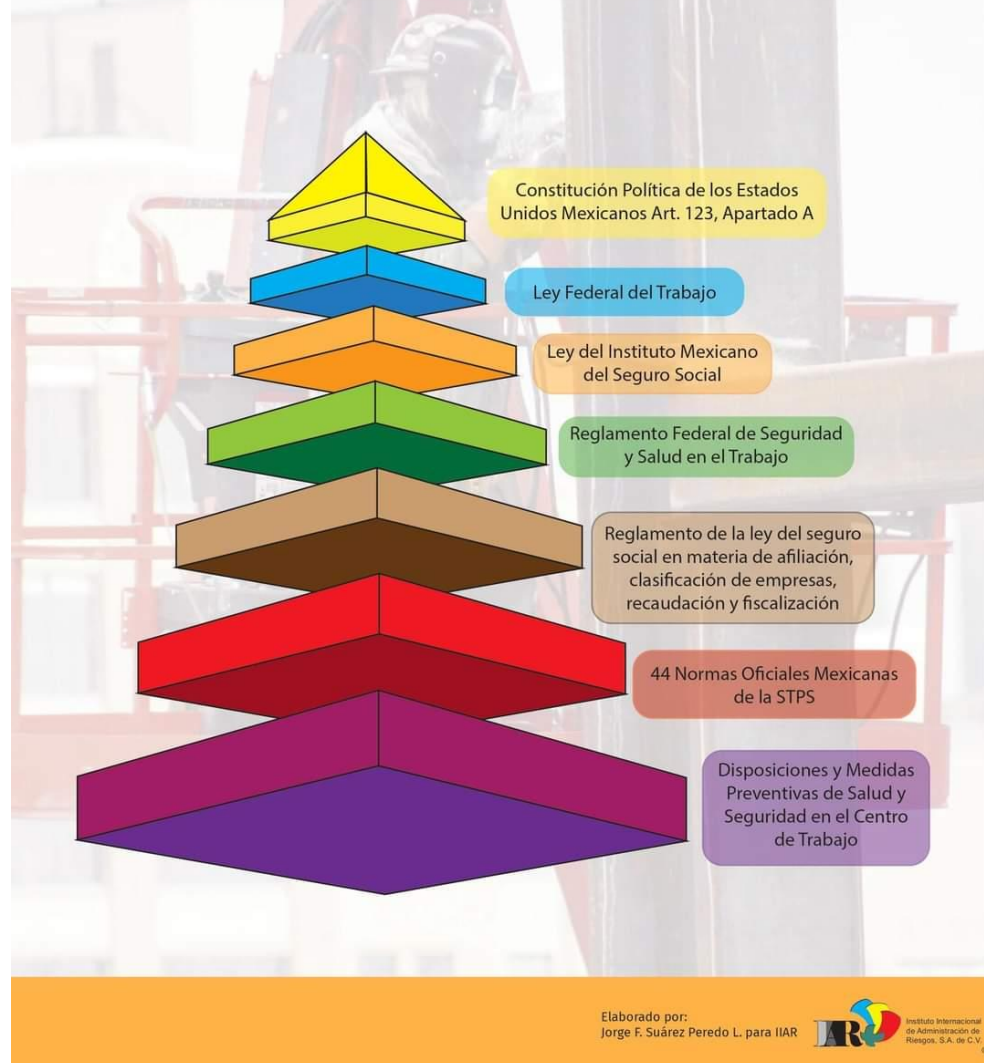


FIGURA 1. Pirámide legislativa en materia de seguridad y salud en el trabajo
Fuente: <https://twitter.com/BETANZOSCRGO/status/1323048812416434177/photo/1>

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Artículo 123 , Apartado “A”, fracción XV, de la Ley Suprema dispone que el patrono estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.
Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	Establece que la Secretaría de Trabajo y Previsión Social en su Artículo 40 , fracción XI, para estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales para la protección de los trabajadores.
Ley Federal del Trabajo	Artículo 132 , fracción XVI, consigna la obligación del patrón de instalar y operar las fábricas, talleres, oficinas, locales y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales, así como de adoptar las medidas preventivas y correctivas que determine la autoridad laboral.
Ley General de Salud	Artículo 128. El trabajo o las actividades sean comerciales, industriales, profesionales o de otra índole, se ajustarán, por lo que a la protección de la salud se refiere, a las normas que al efecto dicten las autoridades sanitarias, de conformidad con esta Ley y demás disposiciones legales sobre salud ocupacional.
Ley Federal sobre la Metrología y Normalización	Artículos 38 , fracción II, 40, fracción VII, y 43 al 47, la competencia de las dependencias para expedir las normas oficiales mexicanas relacionadas con sus atribuciones; la finalidad que tienen éstas de establecer, entre otras materias, las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo, así como el proceso de elaboración, modificación y publicación de estas.
Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo	Establecer disposiciones en materia de seguridad y salud en el trabajo que eviten riesgos que pongan en peligro la vida, integridad física o salud de los trabajadores, y cambios adversos y sustanciales en el ambiente laboral, que afecten o puedan afectar la seguridad o salud de los trabajadores o provocar daños a las instalaciones, maquinaria, equipos y materiales del centro de trabajo.
Normas Oficiales Mexicanas	Determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores.

TABLA 1. Fundamentos de la normatividad mexicana.

Fuente: Adaptado de <https://mexico.justia.com/>

A nivel internacional, se implementa una nueva norma en materia de seguridad y salud en el trabajo y es la ISO 45001 que fue publicada en 2018, en la norma queda especificados los requisitos de la implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, cuyo principal objetivo es garantizar condiciones seguras y saludables donde los trabajadores desarrollen sus actividades y es aplicable a cualquier tipo de empresa, en la (**TABLA 2**), describe apartados de la ISO 45001:2018.

<p>ISO 45001 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo</p>	<p>El propósito de un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos y oportunidades de la Seguridad y Salud en el Trabajo.</p> <p>El objetivo y los resultados previstos del sistema de gestión de SST son prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con los trabajos a los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables; en consecuencia, es de importancia crítica para la organización eliminar los peligros y minimizar los riesgos para la Seguridad y Salud en el Trabajo tomando medidas de prevención y protección eficaces.</p>
---	---

TABLA 2. Apartados ISO 45001:2018.

Fuente: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>

1.2 Normativa en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

“A continuación, se presenta un listado de normatividad de seguridad e higiene de la República Mexicana” (STPS, 2012). Ver **TABLA 3**:

Normas de Seguridad:

Número	Título de la norma
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios
NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales
NOM-009-STPS-2011	Trabajos en altura
NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión y calderas
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática
NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de instalaciones eléctricas
NOM-033-STPS-2015	Trabajos en espacios confinados
NOM-034-STPS-2016	Acceso y desarrollo de actividades de trabajadores con discapacidad

Normas de Salud:

Número	Título de la norma
NOM-010-STPS-2014	Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral
NOM-011-STPS-2001	Ruido
NOM-012-STPS-2012	Radiaciones ionizantes
NOM-013-STPS-1993	Radiaciones no ionizantes
NOM-014-STPS-2000	Presiones ambientales anormales
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones
NOM-025-STPS-2008	Iluminación
NOM-035-STPS-2018	Factores de Riesgo Psicosocial
NOM-036-STPS-2018	Factores de riesgo ergonómico. Parte 1: Manejo manual de cargas

Normas de Organización:

Número	Título de la norma
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal
NOM-018-STPS-2015	Peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas
NOM-019-STPS-2011	Comisiones de seguridad e higiene
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad
NOM-028-STPS-2012	Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud

TABLA 3. Normas en materia de seguridad y salud en el trabajo

Fuente: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>

1.2.1 Normativa en materia de Maquinaria y Equipo

Con base al Diario Oficial de la Federación (DOF, 1999). La NOM-004-STPS-1999, la cual se enfoca al análisis de riesgo en maquinaria y equipo, en la cual se establece en sus numerales:

5.2 Elaborar un estudio para analizar el riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo en el que se debe hacer un inventario de todos los factores y condiciones peligrosas que afecten a la salud del trabajador.

5.2.1. En la elaboración del estudio de riesgo potencial se deberá analizar:

- a) partes en movimiento, generación de calor y electricidad estática de la maquinaria y equipo
- b) las superficies cortantes, proyección y calentamiento de materia prima, subproducto y producto terminado
- c) el manejo y condiciones de herramienta

5.2.2 Para todo riesgo que se haya detectado, se debe determinar:

- a) el tipo de daño
- b) la gravedad del daño

c) la probabilidad de la ocurrencia (párr.1).

Es importante el gestionar los riesgos y peligros derivados de la maquinaria y equipo, para poder establecer controles operacionales que garanticen un producto terminado de calidad salvaguardando la seguridad y salud de los trabajadores.

1.3 Problemática de México en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo

Con base Joel (2019) afirma que:

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), representa el 79.7% de la población trabajadora con empleo formal por lo cual la Base de Datos de Riesgos de trabajo que administra es relevante para fines estadísticos a nivel nacional y utilizado por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), es por ello por lo que el IMSS anualmente publica su memoria estadística de los riesgos de trabajo ocurridos a su población afiliada (sección. Estadísticas de riesgo de Trabajo en México, párr.1).

Donde se ha reportado que del 2008 a 2018 han ocurrido 527, 802 riesgos de trabajo por año, distribuyéndose en accidentes en el trayecto, de trabajo y enfermedades de laborales. Se predice que en promedio ocurren 1,446 riesgos de trabajo por día en todo el territorio nacional (**GRÁFICO 1**).



GRÁFICO 1. Riesgos de trabajo registrados en IMSS por ocurrencia (Sanchez, 2019)
Fuente: <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>

Los riesgos de trabajo se distribuyen en accidentes en el trayecto, de trabajo y enfermedades de laborales, como se observa en la **GRÁFICA 2**. Se predice que en promedio ocurren 1,446 riesgos de trabajo por día en todo el territorio nacional.

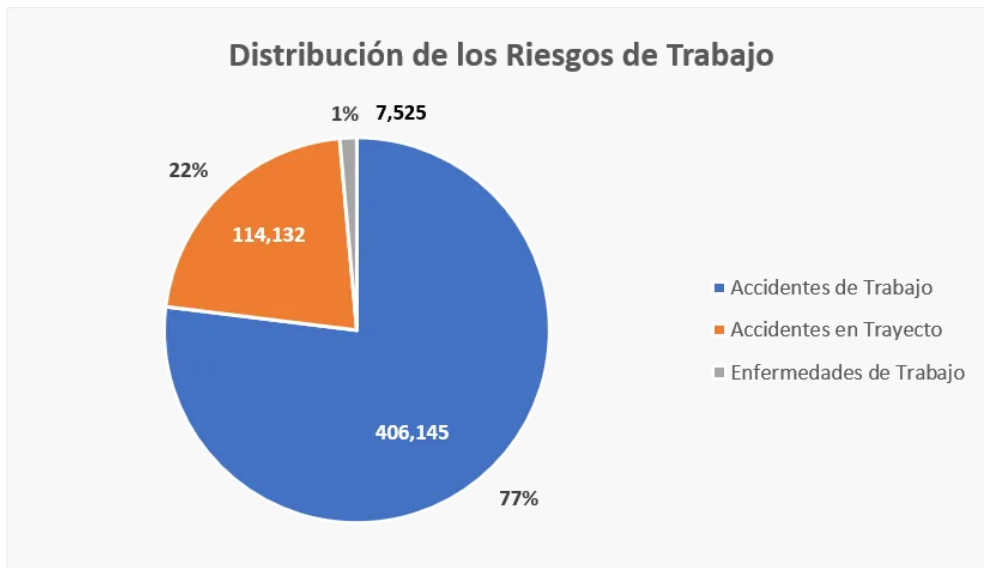


GRÁFICO 2. Promedio de distribución de Riesgos de Trabajo por: accidentes de trabajo, accidentes en trayecto y enfermedades de trabajo (Sanchez, 2019)
Fuente: <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>

Como resultado de los riesgos de trabajo, durante el mismo periodo, han ocurrido en promedio 1,364 defunciones por año con base en la (**GRÁFICO 3**), se podría decir entonces que ocurren 4 defunciones por día como resultado de los riesgos de trabajo (**GRÁFICO 4**).



GRÁFICO 3. Defunciones por Riesgos de Trabajo registrados en el IMSS por año de ocurrencia del riesgo de trabajo (Sanchez, 2019)
Fuente: <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>

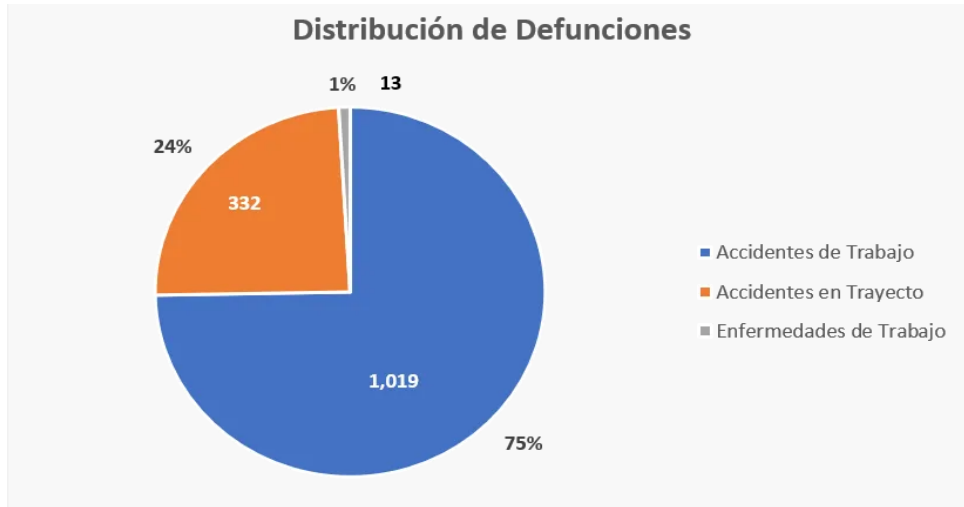


GRÁFICO 4. Distribución de defunciones por accidentes de trabajo, accidentes en trayecto y enfermedades de trabajo (Sanchez, 2019)
Fuente: <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>

Así como los gastos que se realizaron en el periodo 2006-2018 por incapacidad temporal para el trabajo fue 6.5% mayor, en términos reales, a lo observado en 2017, derivado del incremento en la prescripción de días subsidiados descritos en el (**GRAFICO 5**).

Gasto en subsidios por riesgos de trabajo, 2006-2018¹
(millones de pesos de 2018)

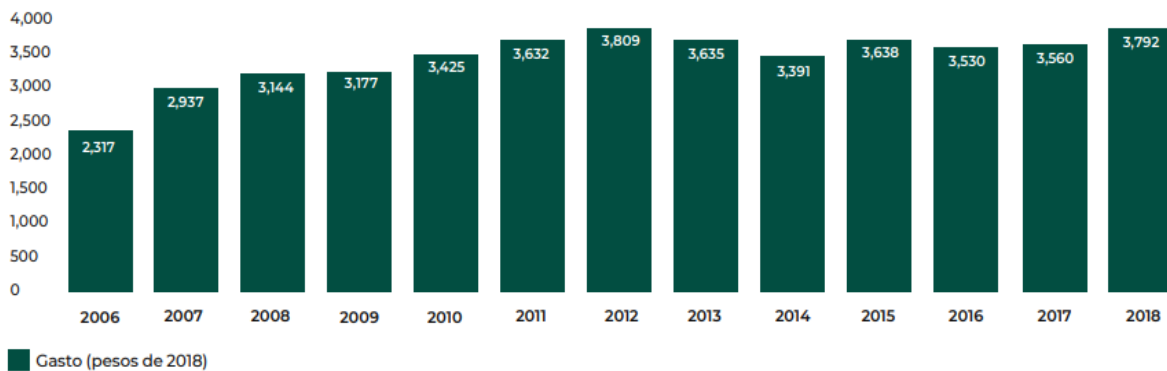


GRÁFICO 5. Dirección de prestaciones económicas (IMSS, 2020)
Fuente: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/informes/20192020/21-InformeCompleto.pdf>

1.3.1 Principales riesgos laborales de la elaboración y manipulación de alimentos

Según (Argote, 2020) establece que:

La mayoría de los accidentes que produjeron una lesión son debidos a sobreesfuerzos, choque contra objetos móviles e inmóviles y cortes con herramienta y equipo de igual manera por caída y por atrapamientos, los cuales serán descritos a continuación:

Caídas

Son acciones involuntarias en la cual se genera un impacto hacia el suelo o hacia alguna otra superficie.

Se deben al estado y condiciones del suelo; a pozos y canales de drenaje descubierto, trabajos en altura, al vapor o polvo, iluminación insuficiente o irregular.

Choque contra objetos móviles e inmóviles

Es una acción de la persona de una parte o todo su cuerpo con diversos objetos ya sean móviles o fijos.

Los elementos móviles de los equipos de trabajo como lo son hojas de sierra, cuchillos, los dispositivos de corte mecánico también implican un riesgo.

Atrapamientos

Se genera cuando una persona o alguna parte de su cuerpo sufren un aprisionamiento o sujeción ocasionado por causada por la maquinaria.

Los accidentes en los que se interviene la maquinaria de transmisión pueden producirse: por las partes móviles accesibles a equipos de trabajo, tales como son rodillos, ejes, cadenas. (sección Seguridad y salud en el trabajo en la industria alimentaria: principales riesgos y su prevención, párr. 1).

1.4 Importancia de la inocuidad en los alimentos

La inocuidad alimentaria es más importante en la medida que en la producción de alimentos evoluciona de un ámbito local a uno globalizado, cuando la disponibilidad de alimentos de buena calidad sanitaria es un reclamo universal y su demanda es mayor conforme la población adquiere consciencia de lo dañino que es para la salud consumir alimentos contaminados con cualquier tipo de patógenas sustancias tóxicas.

La inocuidad alimentaria se puede entender como la implementación de medidas que reducen los riesgos provenientes de estresores biológicos y químicos tales como aditivos alimenticios para proteger a los consumidores de peligros involuntarios.

En la actualidad la comercialización de alimentos con altos estándares de calidad e inocuidad se está convirtiendo en el éxito del comercio internacional siendo así que los países son los principales gestores de regulaciones y normas estrictas para garantizar el cumplimiento de los estándares de producción que se introducen a los mismos. (Organización Mundial de la Salud [OMS] , 2020, párr.1).

1.4.1 Aditivos Alimentarios

Son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, frescura, textura, o su aspecto y pueden obtenerse de plantas, animales, minerales o sintéticamente y se añaden de forma intencionada con un determinado propósito tecnológico para dotar al alimento en cuestión de características. (OMS, 2018).

1.42 Clasificación de aditivos alimentarios

Con base al propósito del producto se dividen en:

De origen Natural: Son todos aquellos se obtienen de recursos presentes en la naturaleza

De origen Artificial: Se producen a través del uso de productos no presentes en la naturaleza

Indistintamente de su origen pueden clasificarse con base a su función:

Colorantes: Proporcionan color para que llegue a dar una imagen más atractiva

Conservantes: Se añaden con la finalidad de evitar alguna alteración biológica que pueden poner en riesgo los alimentos

Antioxidantes: Impiden o retrasan la oxidación y la ranciedad provocados por el contacto con la luz o aire

Emulsificantes: Permiten que ingredientes que no se mezclan entre si, se mantengan unidos sin separarse

Espesantes: Aumentan la viscosidad de los alimentos para garantizar su textura

Potenciadores de sabor: Se añaden para potenciar el sabor. (Vega, 2021).

1.5 Metodologías de Análisis de Riesgo

La metodología de análisis de riesgo se aplica en la parte operativa para profundizar el conocimiento del riesgo y de esta manera encontrar las mejores soluciones o medidas de control para ellos

Método ¿qué pasaría SÍ? (What If)

Consiste en el planteamiento de las posibles desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones y operación de unas instalaciones industriales utilizando una pregunta de origen ¿Qué pasaría sí?, requiere un conocimiento básico del sistema y cierta disposición mental para combinar o sintetizar posibles desviaciones por lo que normalmente es esencial la participación del personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

Se puede aplicar a área, instalaciones proceso: instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, mecánica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc.

El equipo de trabajo lo conforman 2 o 3 personas especialistas en el área a analizar con documentación detallada, proceso, equipos, procedimiento, seguridad, etc.

El resultado es un listado de posibles escenarios o sucesos incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción o eliminación del riesgo.

Metodología para análisis de tareas

Tiene como fin establecer un procedimiento o una forma específica de realizar una actividad de tal forma que disminuyan los riesgos y es aplicable a todo tipo de empresa y a todo tipo de tareas.

Para su realización se deben seguir los siguientes pasos: Seleccionar las tareas de la empresa ser analizadas y dividir las tareas seleccionadas en pasos, identificar exposiciones a pérdida en cada uno de los pasos, plantear soluciones

para evitar dichas exposiciones a pérdidas, establecer procedimientos o prácticas según sea el caso para aplicar dichas soluciones e implementar los procedimientos y prácticas establecidas.

En cada ocupación se identifican las tareas con el fin de determinar cuáles son críticas y se deben escoger las tareas más críticas de acuerdo con las siguientes características:

- Si puede ocasionar pérdida grave durante o después de realizarse
- Probabilidad de que se afecten otras personas o secciones diferentes a la que desarrolla la tarea
- Frecuencia con la que puede llegar a ocurrir una pérdida durante la realización de la tarea.

Análisis de Modo Falla y Efecto (AMEF)

Esta es una herramienta tradicional empleadas en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de las posibles desviaciones de funcionamiento o fallos. Se trata de un método cualitativo por lo que resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

En la actualidad es un método básico de análisis en el sector automotriz que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores, este método por su enorme sencillez es aplicado a elementos o procesos clave donde los fallos pueden llegar a generar consecuencias logran tener repercusiones importantes en los resultados esperados.

El principal interés es resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo para evitar su aparición o minimizar las consecuencias. (Hernao Robledo, 2013).

1.7 Método Análisis de Modo de Falla y Efecto

Con base a (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2002), Es un análisis de ingeniería el cual su motivo es ser una guía de desarrollo

para concretar acciones y sirve para reducir el riesgo asociado con sistemas, subsistemas, los principales objetivos son:

- Identificar, comprender las fallas potenciales, las causas y sus efectos en los sistemas
- Priorizar la importancia de las fallas más impactantes
- Identificar y prevenir peligros de seguridad
- Minimizar las pérdidas de productos
- Desarrollar planes de mantenimiento.
- Consecuencias Potenciales
- Niveles de Riesgo
- Aplicación de controles actuales

Parte de la evaluación del análisis de riesgos misma. El punto importante es que conduzca a una discusión en relación con el diseño (producto, proceso o riesgos), cada AMEF debe asegurar que se ha dado atención a cada componente para aquellos puntos críticos o relacionados con la seguridad se les debe dar una alta prioridad.

Uno de los factores esenciales para una implementación exitosa de un AMEF es tiempo y oportunidad esto significa que debe ser una acción “antes del evento” y no un ejercicio “después del evento”

El AMEF puede también ser aplicado a áreas que no son de Manufactura. Por ejemplo, puede utilizarse para analizar riesgos en el proceso de administración o para evaluación de sistemas de seguridad

Un punto importante a resaltar el desarrollo del AMEF es responsabilidad de un equipo multidisciplinario cuyos miembros abarcan los conocimientos del tema necesarios. Esto debe incluir el conocimiento y experiencia en la facilitación del proceso AMEF. Se recomienda un el enfoque de un equipo para beneficiar, facilitar e implementar el desarrollo de este y asegurar las entradas y colaboración de todas las áreas funcionales afectadas.

Descripción de procesos de AMEF

Identifica Funciones Requerimientos y especificaciones.

Identifica y entiende las funciones, requerimientos, y especificaciones definidas dentro del alcance de este. El fin de este paso es clarificar la intención del diseño o propósito del proceso. Esto ayuda a la determinación de los modos y fallas potenciales para cada atributo o aspecto de la función.

Identifica Modo de Fallas Potenciales

El modo de falla está definido como la manera en la cual un producto o proceso podría fallar para cumplir con la intención del diseño o requerimientos del proceso. Se hace el supuesto de que falla podría generarse, pero no que necesariamente ya ocurrió.

Una identificación de una falla concisa y entendible es importante dado que enfoca el análisis apropiadamente. Los modos de fallas potenciales debería ser descritos en términos técnicos un largo modo de fallas puede indicar que el requerimiento definido no es claro.

Identifica Efectos Potenciales

Los efectos potenciales de fallas son definidos como las fallas descritas en el proceso en término de las áreas involucradas podrían notar o experimentar.

La determinación de efectos potenciales incluye el análisis de consecuencias de las fallas y la severidad o seriedad de dichas consecuencias

Identifica Causas Potenciales

La causa potencial de una falla es definida como una indicación de como la falla podría ocurrir, descrita en términos de algo que podría ser corregido o controlado. Una causa potencial de una falla podría ser la indicación de una debilidad en el diseño, la consecuencia de lo que sería el modo de falla.

Existe una relación directa entre la causa y su modo de falla resultante. La identificación de las causas raíz del modo de la falla, en suficiente detalle, permite la identificación de controles apropiados y planes de acción.

Identifica Controles

Los controles son aquellas actividades que previenen o detectan las causas de las fallas o modos de fallas. En el desarrollo de los diferentes tipos de controles es importante identificar porque está mal, porque y cómo prevenirlo y detectarlo, los controles que enfocan a la prevención son los que ofrecen un mayor retorno.

Identificación y Evaluación de Riesgos

La evaluación de riesgos es uno de los pasos más importantes de AMEF, la cual se divide en:

Severidad: Es una evaluación del nivel de impacto de una falla en el impacto

Ocurrencia: Con que periodicidad puede que suceda una falla

Gravedad: Como impacta al proceso

Acciones Recomendadas y Resultados

La intención de acciones recomendadas es reducir el riesgo global y la probabilidad de que el modo de falla suceda y abordan la reducción de la severidad, ocurrencia y gravedad.

Tipos de AMEF

Existen los 3 tipos de AMEF más comunes son:

Sistema AMEF:

La diferencia de este tipo de AMEF, es el enfoque de interrelaciones que son únicas de un sistema como un todo, incluye modos de falla asociados con interfaces que además de considerar puntos de fallas individuales las cuales son el enfoque principal.

Se centra en el sistema el cual está compuesto por varios subsistemas y se basa en las deficiencias del sistema, los cuales:

Analiza las interacciones de los subsistemas y el ambiente

Fallas en un solo punto que puede desencadenar en la falla del sistema

Relaciones entre el sistema y subsistemas.

Diseño de AMEF:

Este tipo de AMEF no se confía en los controles del proceso para sobre ver las debilidades potenciales del diseño, aunque toma en cuenta las limitaciones técnicas y físicas, las tareas de prerrequisitos para un análisis efectivo incluyen la integración de un equipo, el alcance y la creación de diagramas de bloques así mismo es usado para documentar los resultados de los análisis incluyendo acciones recomendadas y responsabilidades.

El desarrollo óptimo de este tipo de AMEF debiera iniciar entendiendo el sistema, subsistema o componente siendo analizado y definir características y requerimientos de funcionalidad que explique:

¿Qué procesos o componentes anexados o sistemas están en interface del producto?

¿Existen funciones o propiedades del producto que afecten otros componentes del sistema?

¿Existen entradas ofrecidas por otros componentes los sistemas que son necesarios para ejecutar las funciones esperadas del producto?

¿Las funciones del producto incluyen la prevención o detección de algún modo de falla posible en algún componente o sistema ligado?

Enfocado a las deficiencias del diseño del producto, los principales objetivos son:

Mejorar el diseño

Garantizar que la operación del producto sea confiable.

AMEF de Proceso:

Soporta el desarrollo del proceso de manufactura en la reducción de riesgos de las fallas, asume que el producto como está diseñado. Los modos de fallas potenciales que pueden ocurrir por la debilidad del diseño pueden ser incluidos en los mismos.

Toma a consideración las características del diseño relativas al proceso para asegurar que, en un alcance posible, el producto resultante cumpla con las necesidades y expectativas.

Enfocado en las deficiencias relacionadas con la fabricación, el principal énfasis:

Identificando y evaluando modos de falla potenciales relacionadas con el producto y proceso.

Identificando las variables del proceso en las cuales se enfocan los controles del proceso para reducción de ocurrencia de las condiciones de falla.

Mejora de proceso de fabricación.

Operaciones, transporte, envío, almacenaje, mantenimiento de herramienta.

1.8 Definiciones Riesgo y peligro

Es importante entender los conceptos de riesgo y peligro, con base a (Hernao Robledo, 2013), la definición de peligro la describe como todo lo que puede generar un daño o un deterioro de la calidad de vida de individuo de riesgo es la probabilidad de que suscite un evento con características que sean negativas.

Para (García Prado, 2018) el peligro se refiere a todo aquel factor que tiene la capacidad de propiciar un daño en la calidad de vida o la salud de un individuo y se tiene entendido que el riesgo como la posibilidad de que un trabajador sufra un acontecimiento dañino.

1.9 Diagrama de Ishikawa.

Este diagrama fue creado por el doctor Kauro Ishikawa en 1953, el cual consiste en una representación sencilla y grafica en la que puede verse la relación central conectado con diversas líneas representando un problema a analizar, permite un análisis participativo mediante grupos de trabajo se definen las causas de un problema (Herna Robledo, 2013).

El diagrama también conocido como causa-efecto, es una herramienta que ayuda a estructurar la información y así dar un concepto más claro mediante un esquema gráfico de las causas que generan un problema, esta herramienta provee:

- Representación visual de aquellos factores que pueden contribuir a un efecto observado o un fenómeno
- La interrelación entre los posibles factores causantes queda claramente especificada
- Visualizar no solo causa principal sino también las secundarias
- Generar mejores continuas

Los pasos para realizar este diagrama son:

- Identificar el problema
- Hay que destacar la causa principal
- Dividirlo con sus 6 tipos de causas las cuales son:
 - a) **Método:** Secuencia de cómo se realiza el proceso
 - b) **Máquina:** Diversos problemas relacionados con la maquinaria
 - c) **Mano de Obra:** Relacionado con el factor humano
 - d) **Materiales:** Materia prima o material fundamental
 - e) **Mediciones:** Como se mide procesos específicos
 - f) **Medio Ambiente:** Entorno donde se desarrollan las actividades
- Reunirse en un equipo interdisciplinario de las personas involucradas, establecer una lluvia de ideas para abordar causas
- Evaluar las probables problemáticas con una metodología específica (Valenzuela, 2002, sección Text Of Ishikawa, párr.4).

Capítulo II Metodología

Con base en la metodología propuesta por (Fortea, Unifikas, 2008) se retoman las fases y etapas que se ajustan a las condiciones en las que se desarrolla el análisis de riesgos en el proceso de mezclado de la empresa de aditivos alimentarios.

1. Determinación del producto o proceso a analizar
2. Análisis de condiciones actuales de trabajo
3. Determinar modos potenciales de falla
4. Causa-efecto de la falla
5. Determinación de la severidad, ocurrencia y grado de detección de las fallas
6. Cálculo del NPR inicial
7. Entrega del plan de acciones
8. Cálculo de NPR después de las acciones correctivas o preventivas

Las fases de las que consta la metodología propuesta se encuentran gráficamente representadas en la **FIGURA 2**

2.1. Fases de la metodología

A continuación, se describe el proceso desarrollado para la aplicación de la metodología de análisis de riesgo enfocado al proceso de mezclado de aditivos alimentarios.

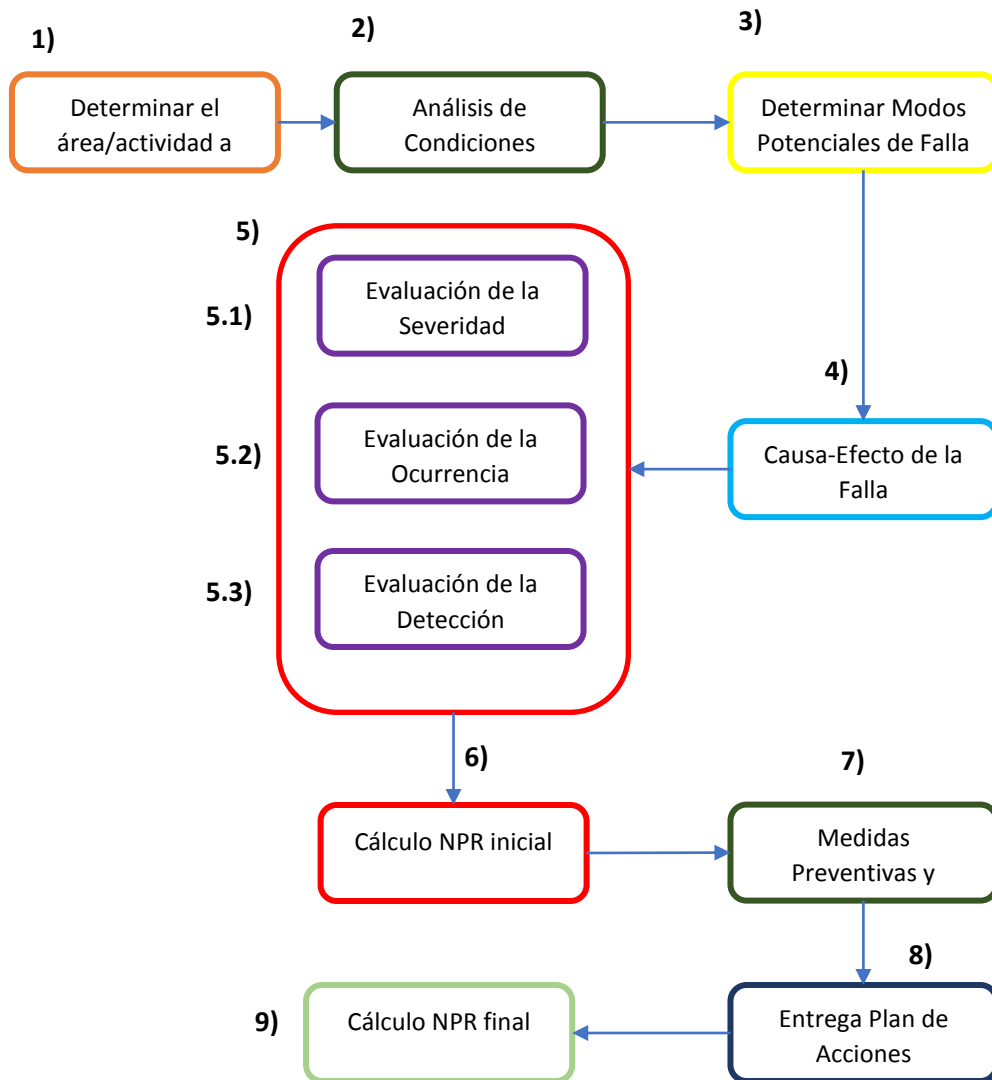


FIGURA 2. Fases del Análisis de Modo y Efecto de Falla
 Fuente: (Acuña, 2003)

El inicio de la realización del AMEF se da con la identificación del proceso en el cual el personal se encuentre bajo condiciones laborales de riesgo.

2.2 Desarrollo de metodología

1. Se establece un equipo interdisciplinario conformado por 2 colaboradores del área de Seguridad e Higiene y uno por cada área de Mantenimiento, Calidad, Inocuidad y producción (**Ver FIGURA 3**).

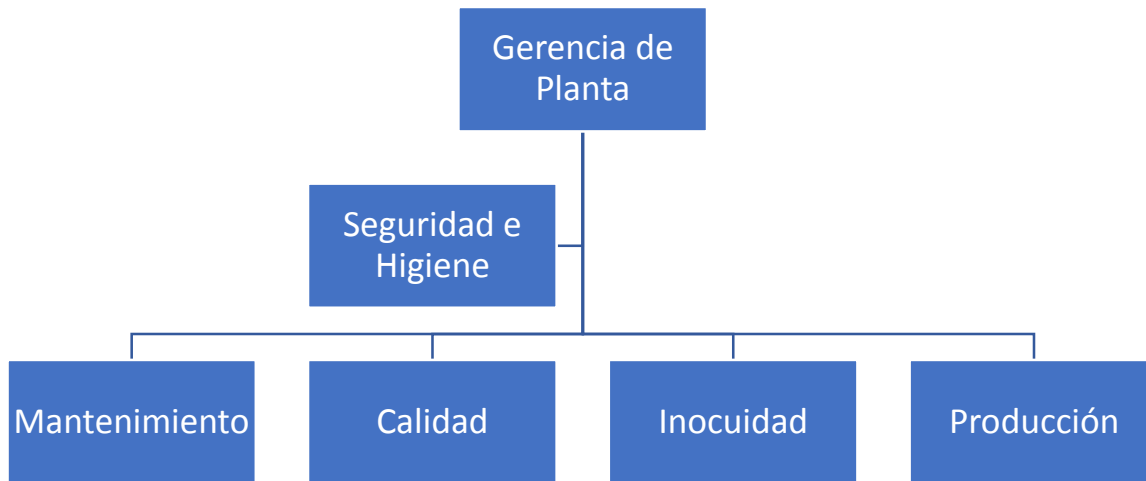


FIGURA 3. Organigrama del equipo interdisciplinario

2. Se realiza una reunión con el equipo interdisciplinario, se explica la intención del diseño del equipo de mezclado y sus características para su operación (capacidad de 1000kg, alimentación 220V y 40 revoluciones por minuto (rpm) con listones de mezclado de acero inoxidable, se opera con 3 colaboradores y se cuenta con un mantenimiento anual y con operación en 3 turnos laborales con tiempo de lavado por motivos de inocuidad dependiendo las necesidades del cliente).

Se describe el proceso de mezclado en el área de producción:

- **Envió a la línea de producción:** Se establece una orden de producción conforme a las necesidades del cliente y se comunica con el área de almacén para solicitar en cantidades específicas la Materia Prima (**MP**) para la elaboración de Producto Terminado (**PT**).

- **Vacío de material a la mezcladora:** Con base al programa de producción con los diversos insumos y siendo los requerimientos del cliente, generar el producto solicitado.
- **Inicio de mezclado:** Con las cantidades establecidas de insumos y mediante una programación sistemática donde coexisten la inocuidad y producción se realiza el proceso de mezclado.
- **Fin de mezclado:** Con los tiempos establecidos de mezclado, y los insumos adicionados en cantidades proporcionadas, se genera el producto terminado **(PT)**.

La **FIGURA 4**, muestra la representación gráfica del proceso de mezclado mediante el diagrama de tubería e instrumentación (DTI), donde se observa las interacciones de las entradas de Materia Prima **(MP)** y los servicios auxiliares de Iluminación, Servicio de Agua Potable y Aire Comprimido, así como la salida del Producto Terminado **(PT)**. En la **TABLA 4** se describe la simbología del diagrama de tubería e instrumentación.

Simbología	Descripción
	EQUIPO DE MEZCLADO
FV	VÁLVULA DE FLUJO
LL	CONTROL DE ILUMINACIÓN

TABLA 4. Simbología y Descripción DTI

Fuente: Elaboración propia

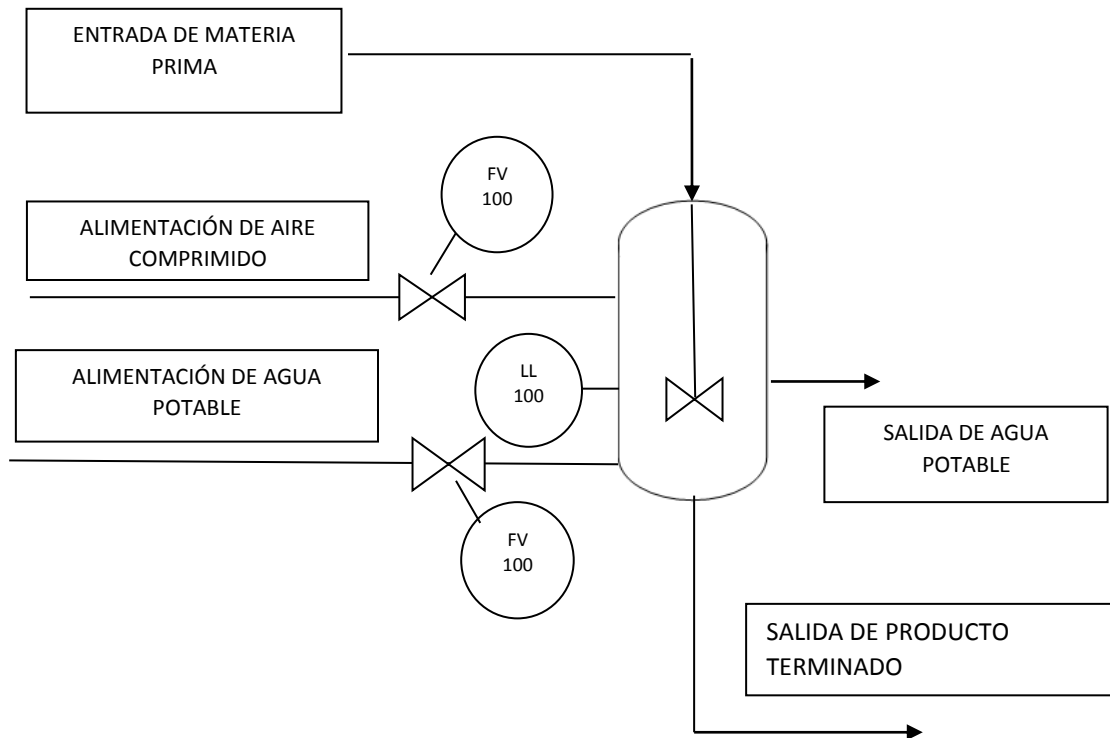


FIGURA 4. DTI del proceso

3. Se elabora un diagrama de causa y efecto con la metodología de lluvia de ideas con la finalidad de identificar los modos de fallos, causas y efectos (**FIGURA 5**), que generan desviaciones en la etapa crítica del proceso de mezclado.

Se agruparon en las siguientes categorías: materia prima (material), mano de obra (personal), medio ambiente, método, mediciones, Maquinaria.

- a. **Medio ambiente:** Enlista las causas probables relacionadas con factores ambientales y laborales como, por ejemplo: alta temperatura y humedad en las áreas de trabajo, ambiente laboral, prácticas de seguridad operacional, etc.
- b. **Mano de obra:** Se agrupan las causas con un trasfondo generado por el material humano de la planta, los operarios. Por ejemplo: falta de experiencia, nivel de capacitación, etc.
- c. **Método:** Se refiere a un error generado de la forma de operar el equipo o la metodología de trabajo.

- d. **Materia Prima:** Corresponde a la calidad de la materia prima usada para generar el producto final. Por ejemplo, cambio de proveedor.
- e. **Mediciones:** Conjunto de elementos que se miden con ayuda e representaciones de medidas dentro de los procesos.
- f. **Máquina:** Contempla las fallas que pueden tener la maquinaria y equipo en su funcionamiento y operación.

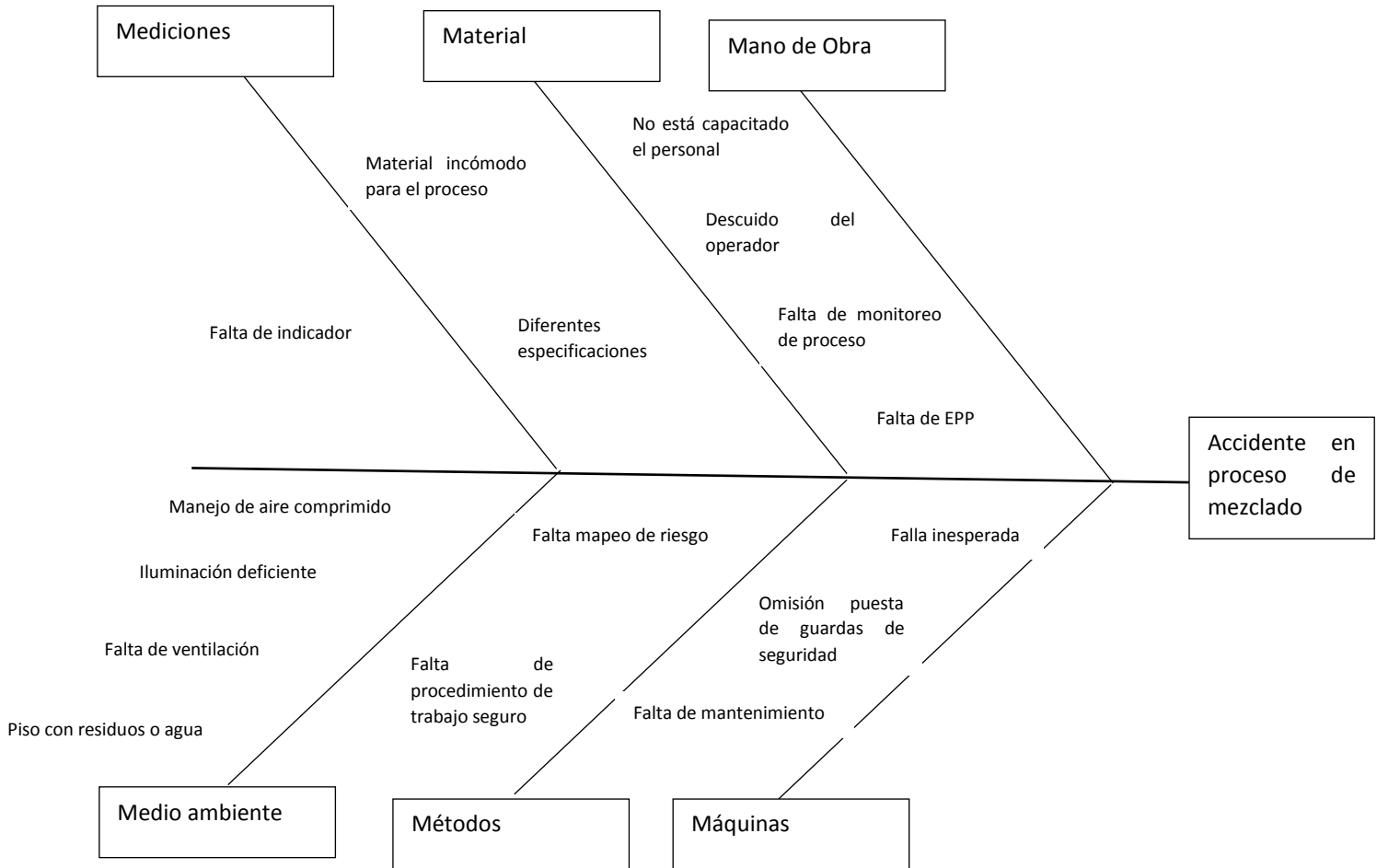


FIGURA 5. Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia

4. Una vez identificados los modos de fallos, causas y efectos, se requiere conocer el índice de prioridad de riesgo, es decir, cuál de todos los modos de

fallos identificados es más significativo. Para la determinación de este se utilizaron tres variables a saber:

- Gravedad: es la medida del efecto de fallo. Haciendo la comparativa en el Método Fine, hablamos del factor C o consecuencia, es decir, cuánto de grave es el daño producido.
- Ocurrencia: probabilidad de que una causa se produzca y de lugar a un modo de fallo. Haciendo la similitud con el Método Fine, podemos decir que es factor p o probabilidad, es decir, la posibilidad de que una causa termine en daño.
- Detección: probabilidad de que un modo de fallo sea detectado con los controles establecidos. En el Método Fine hablamos del Factor E o exposición, es decir, la frecuencia en la que se produce una situación capaz de desencadenar un accidente realizando la actividad analizada. Multiplicando las tres variables obtendremos el NPR o índice de prioridad de riesgo.

Multiplicando las tres variables obtendremos el NPR o índice de prioridad de riesgo.

Índice de prioridad de riesgo (NPR)= Gravedad*Ocurrencia*No detección

Los criterios o valores que hemos de utilizar para la realización de la evaluación numérica en el AMFE de proceso son los que se presentan a continuación en las siguientes tablas.

En la **TABLA 5** se establecen los criterios de evaluación con base a la Gravedad, así se determina el impacto sobre el personal que está expuesto al proceso de mezclado (Fortea, Unifikas, 2008)

Gravedad	
Pequeñas molestias sin daños	1
Daños menores	2,3
Daños que provocan baja en el trabajador	4,5,6
Lesiones graves o incapacitantes	7,8
Muertes	9,10

TABLA 5. Clasificación de Gravedad (Fortea, Unifikas, 2008)

La (**TABLA 6**), se refiere a la probabilidad de ocurrencia de una falla en el proceso de mezclado (Fortea, Unifikas, 2008)

Ocurrencia	
Remota probabilidad de que produzca daño	1
Poca Probabilidad de que se produzca un daño	2,3
Moderada probabilidad de que se produzca daño	4,5,6
Alta probabilidad de que se produzca un daño	7,8
Muy alta probabilidad de que se produzca un daño	9,10

TABLA 6. Clasificación de Ocurrencia (Fortea, Unifikas, 2008)

Exposición	
Continua exposición del trabajador	9,10
Frecuente exposición o probabilidad	7,8
Escasa exposición	4,56
Rara exposición	2,3
Prácticamente nunca	1

TABLA 7. Clasificación de Exposición (Fortea, Unifikas, 2008)

En la (**TABLA 7**) se clasifica la exposición con la que los colaboradores llevan a cabo su labor (Fortea, Unifikas, 2008). Como se describe en (**FIGURA 4**) la exposición es continua en el proceso de mezclado debido a que el mezclado es el proceso principal.

En la (**TABLA 8**), se describe la ponderación derivada del producto de la evaluación de riesgos.

NPR	Criterios		
	<125	1	Trivial
126-216	2	Tolerable	Atención
217-512	3	Importante	Atención Inmediata
513-729	4	Muy Importante	Acciones preventivas y/o correctivas Necesaria
730-1000	5	Intolerable	Acciones preventivas y/o correctivas Inmediatas

TABLA 8. Evaluación del Riesgo (Fortea, Unifikas, 2008)

La (**FIGURA 6**), ilustra el formato para el desarrollo de la Metodología AMEF. (Parte 1), se empieza con el llenado del formato AMEF.

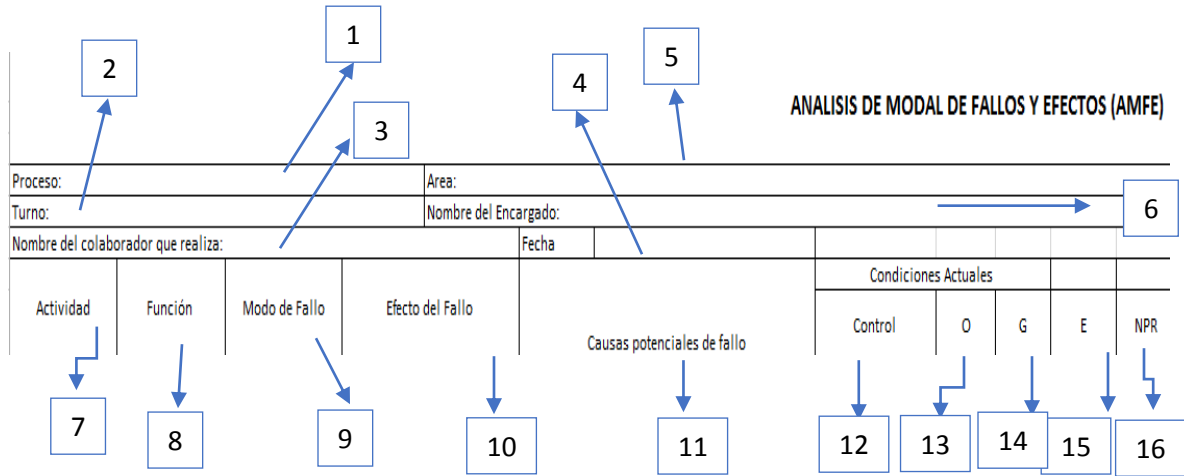
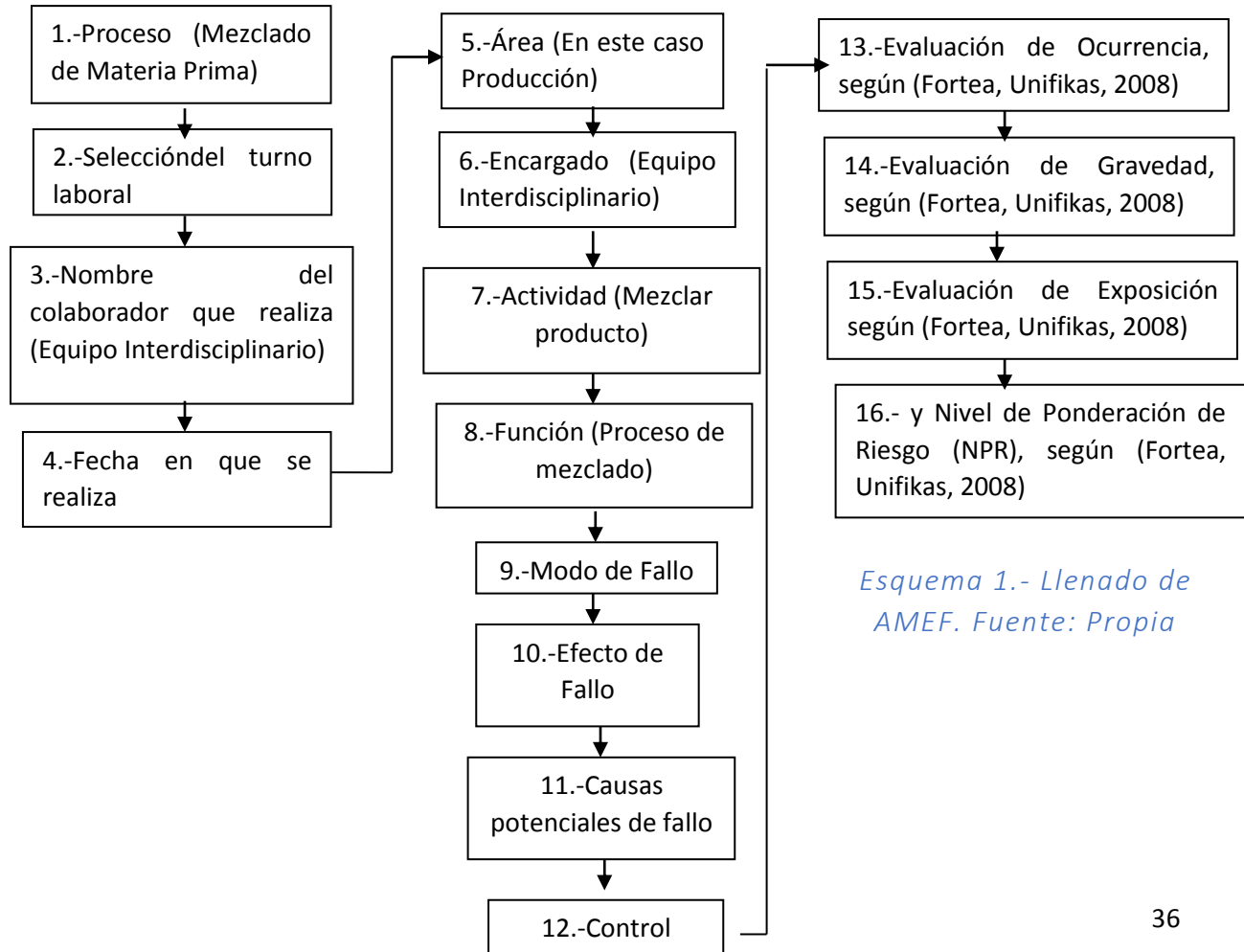


FIGURA 6. Parte 1 AMEF
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente **Esquema 1**, se muestra el procedimiento de llenado del formato del AMEF:



Esquema 1.- Llenado de AMEF. Fuente: Propia

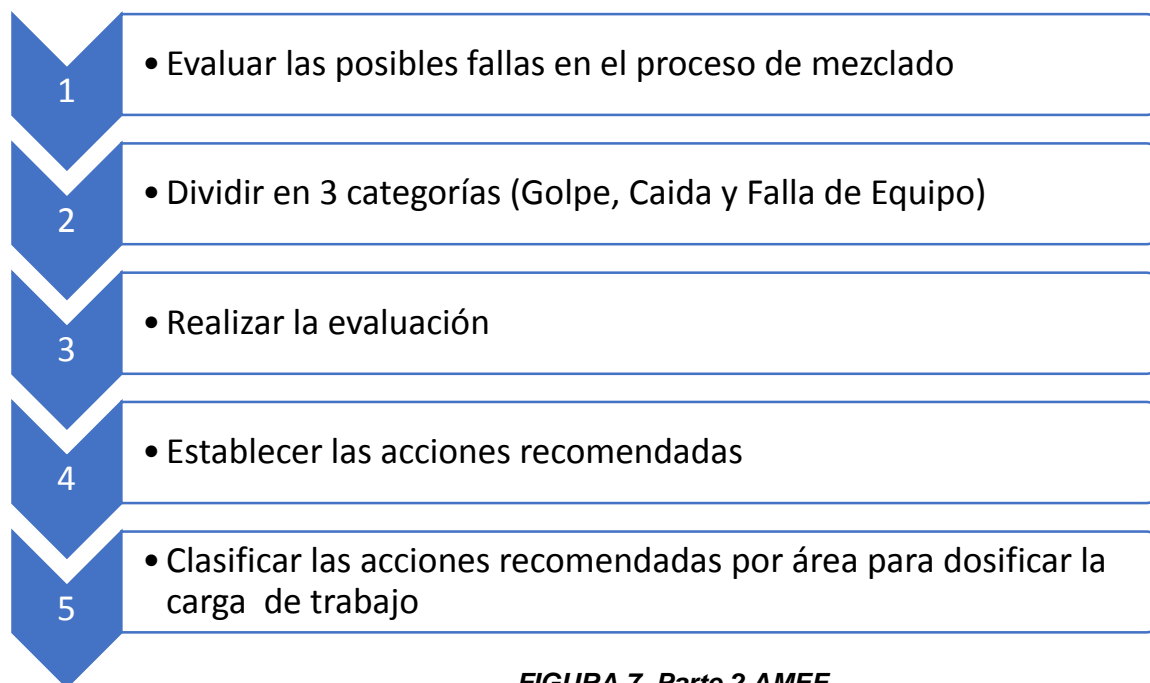


FIGURA 7. Parte 2 AMEF

En el proceso de evaluación de riesgo en el área de mezclado se dividió por modos de falla los cuales, son descritas a continuación

En la (**TABLA 9**), se inicia con los criterios que darían suceso a un **Golpe-Contusión** en el proceso de mezclado, así como las causas potenciales de fallo y así mismo se genera los controles que se tienen para evitar que estos hechos lleguen a materializarse por lo que los controles operacionales son administrativos capacitación constante el área y se dividen de la siguiente manera para el seguimiento y atención:

Falta de Capacitación: Producción/Seguridad e Higiene

Falta de Monitoreo del proceso: Producción/Calidad

Mal diseño del equipo: Mantenimiento

Descuido de Operador: Producción/Seguridad e Higiene

Efecto de Fallo	Causas Potenciales de Fallo	Condiciones actuales	O	G	E	NPR	Criterio	Área Responsable
		Control						
Golpe-Contusión	Falta de capacitación	Se cuenta con capacitación de Seguridad Básica	9	9	6	Atención Inmediata (486)	Capacitar al operador del proceso retroalimentando los riesgos del mismo	Producción/ Seguridad e Higiene
	Falta de monitoreo del proceso	Instrucciones por parte de los supervisores	9	9	6	Atención Inmediata (486)	Monitoreo constante del proceso por parte del supervisor	Producción/ Calidad
	Mal manejo de Equipo	Instrucciones de trabajo	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Capacitar al operador del proceso	Producción

	Mal diseño de equipo	Instrucciones de trabajo	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Realizar las modificaciones	Mantenimiento
	Descuido de operador	Se cuenta con capacitación de Seguridad Básica	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Operador apto para las actividades	Producción/ Seguridad e Higiene

TABLA 9. Evaluación AMEF(Golpe-Contusión)
(Fortea, Unifikas, 2008)

En caso de Caídas en el área de trabajo (TABLA 10), se evalúan las causas potenciales de fallo y los controles apegados al Plan de Mantenimiento Anual, así como a los lineamientos recibidos en la capacitación por lo que se asignan para su seguimiento y atención de la siguiente manera:

Falta de señalización en el área de trabajo: Seguridad e Higiene

Falta de mantenimiento: Seguridad e Higiene y Mantenimiento

Área de Trabajo sucia/Distracción por limpieza de aire comprimido:
Producción/Inocuidad/Calidad

Falta de EPP (Botas): Seguridad e Higiene/Calidad

Descuido del operador: Producción/Seguridad e Higiene

Efecto de Fallo	Causas Potenciales de Fallo	Condiciones actuales	O	G	E	NPR	Criterio	Área Responsable
Caídas en área de trabajo	Falta de señalización en área de trabajo	Se cuenta con señalización dentro del centro de trabajo	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Delimitar y señalar área de mezclado/implementar la puesta de las señales	Seguridad e Higiene
	Falta de mantenimiento en luminaria	Se cuenta con Plan de Mantenimiento Anual y Estudio de Iluminación	7	9	6	Atención Inmediata (378)	Verificar y reportar en caso de anomalía	Seguridad e Higiene/ Mantenimiento
	Área de trabajo sucia/Distracción por limpieza con aire comprimido	Se cuentan con programas de limpieza profunda	9	9	6	Atención Inmediata (486)	Mantener área de trabajo limpia	Producción/Inocuidad/Calidad

	Falta de EPP (botas)	Se cuenta con registro de entrega de EPP y de revisión ingreso a instalaciones	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Equipar con el equipo adecuado al operador	Seguridad e Higiene /Calidad
	Descuido del operador	Se cuenta con capacitación de Seguridad Básica	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Monitoreo constante del proceso por parte del supervisor	Producción/Seguridad e Higiene

TABLA 10. Evaluación AMEF(Caídas en área de trabajo) (Fortea, Unifikas, 2008)

En caso de Fallas Inesperadas en la **TABLA 11** se presenta que en el equipo de mezclado, se realizan inspecciones diarias por el área de mantenimiento e inspecciones visuales por el área de Seguridad e Higiene reportando cualquier

anomalía en su funcionamiento y se refuerza con capacitación constante en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, siendo así el seguimiento y atención

Falta de Monitoreo en el Equipo: Mantenimiento/Seguridad e Higiene

Falta de Capacitación: Mantenimiento

Falla Inesperada: Mantenimiento

Efecto de Fallo	Causas Potenciales de Fallo	Condiciones actuales	O	G	E	NPR	Criterio	
Falla de equipo	Falta de monitoreo de equipo	Se realizan verificaciones diarias	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Capacitar al operador del proceso retroalimentando los riesgos del mismo	Mantenimiento/Seguridad e Higiene

	Falta de capacitación	Se cuenta con capacitación de Seguridad Básica y manejo de equipo, herramientas	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Monitoreo constante del proceso por parte del supervisor	Mantenimiento
	Falla inesperada	Se cuenta con un programa de mantenimiento	9	9	9	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (729)	Capacitar al operador del proceso	Mantenimiento

TABLA 11. Evaluación AMEF (Falla de Equipo)
(Fortea, Unifikas, 2008)

La **TABLA 12**, ilustra el análisis del efecto de fallo **en caso de Atrapamiento**, cabe mencionar que es el punto más crítico que se identificó con el equipo interdisciplinario que se subsana con la puesta de guardas de seguridad y la capacitación la inducción en materia de seguridad y salud en el trabajo, no obstante, en esta posible falla es donde se debe tener un control operacional más efectivo, por lo que son propuestos al finalizar la metodología y se dividen para dar seguimiento y atención:

Falta de precaución: Seguridad e Higiene/Inocuidad/Calidad/Mantenimiento

Omisión de puesta de guardas de seguridad: Seguridad e Higiene/Inocuidad/Calidad/Mantenimiento

Efecto de Fallo	Causas Potenciales de Fallo	Condiciones actuales	O	G	E	NPR	Criterio	
Atrapamiento	Falta de precaución	Se realizan verificaciones diarias	10	10	10	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (1000)	Proponer controles operacionales con base al proceso	Seguridad e Higiene/Calidad /Mantenimiento/ Inocuidad
	Omisión de puesta de guardas de seguridad	Se cuenta con capacitación de Seguridad Básica y manejo de equipo, herramientas	10	10	10	Acciones preventivas y/o Correctivas inmediatas (1000)	Proponer controles operacionales con base al proceso	Seguridad e Higiene/Calidad /Mantenimiento/ Inocuidad

TABLA 12. a) .Evaluación AMEF (Atrapamiento)
(Fortea, Unifikas, 2008)

Capítulo III Resultados y discusión

3. Discusión de resultados

La identificación, análisis y evaluación de riesgos en el proceso de mezclado de aditivos alimentarios es esencial para la aplicación de una metodología de análisis de riesgo por la peligrosidad que representa, las herramientas utilizadas como son el Diagrama de Ishikawa y AMEF, con base a Garcia et al. (2011) “Se recomienda además la utilización de diagrama causa y efecto como herramienta de apoyo al AMEF, de esta forma se hará el reconocimiento de causas de una forma visual y más entendible para cualquier persona de la organización” (pág. 8), ayudan a conocer acerca de las posibles fallas del proceso a proponer controles operacionales para evitar incidentes o accidentes.

3.1 Conclusiones

La metodología de análisis de riesgo AMEF, ha demostrado ser una herramienta versátil y sencilla para la identificación, análisis y evaluación de los riesgos en el proceso de mezclado de aditivos alimentarios, se puede concluir que el atrapamiento con una Nivel de Ponderación de Riesgo (1000), es el más alto en este caso de estudio.

Con la colaboración del equipo interdisciplinario facilita la comprensión de los riesgos desde diferentes perspectivas desglosando las causas en un diagrama de Ishikawa y facilitando la aplicación de la metodología, con base al conocimiento poder programar acciones de mejora, siendo el objetivo principal, evitar que sucedan accidentes o incidentes y garantizar un ambiente seguro y saludable para las actividades desarrolladas.

3.2 Recomendaciones

Derivado del Análisis de Modo de Falla y Efectos en el manejo de la maquinaria de mezclado representa un riesgo y con base a la identificación, clasificación y evaluación de la metodología, en conjunto con el equipo interdisciplinario, se sugiere establecer, controles operacionales para el proceso de mezclado y se tomaron las siguientes propuestas para evitar accidentes, incidentes y/o enfermedades de trabajo:

- Implementación de sensores de movimiento
- Inducciones de operación y funcionamiento de la maquinaria y equipo
- Ayudas visuales con base a la operación de la maquinaria sus riesgos y como prevenirlos
- Retroalimentación en capacitaciones en materia de seguridad e higiene y de manejo de maquinaria

Si se llevan a cabo estas medidas se busca que no se susciten incapacidades o muertes dentro del centro de trabajo.

Bibliografía

- Acuña Acuña, J. (2003). *Ingeniería de confiabilidad*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Argote, J. I. (14 de 09 de 2020). *Interempresas*. Recuperado el 2022 de 05 de 31, de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/313189-Seguridad-salud-trabajo-industria-alimentaria-principales-riesgos-laborales-prevencion.html>
- Calle, J. P. (13 de 10 de 2020). *Pirani*. Obtenido de Pirani: <https://www.piranirisk.com/es/blog/5-m%C3%A9todos-de-an%C3%A1lisis-de-riesgos#:~:text=Los%20m%C3%A9todos%20de%20an%C3%A1lisis%20de,una%20%C3%BAnica%20metodolog%C3%ADa%20de%20riesgos>.
- Cartín Rojas, A., Villareal-Tello, A., & Morera, A. (2014). Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF. *Medicina Veterinaria*, 133-148.
- Cartín-Rojas, A. V.-T. (2014). Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. *Revista de medicina veterinaria*, (27), 133-148.
- Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation. (01 de Julio de 2002). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales*. Recuperado el 2021 de 06 de 03, de Academia : https://www.academia.edu/8708638/Manual_AMEF_4_2008_Espanol
- Diario Oficial de la Federación . (31 de 05 de 1999). *www.dof.gob.mx*. Recuperado el 31 de 05 de 2022, de *www.dof.gob.mx*: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999#gsc.tab=0
- Fithiri, P., Rafi, M., Paweanary, & A.S., P. (2021). Risk analysis of production process for food SMEs using FMEA. *International Conference on Disaster Mitigation and Management (ICDMM 2021)*, 4.
- Forte, E. (04 de 03 de 2008). *Unifikas*. Recuperado el 2021 de 06 de 13, de Unifikas: https://www.unifikas.com/sites/default/files/documentos/metodologia_amfe_para_prl.pdf
- Gallegos, W. L. (2012). REVISIÓN HISTÓRICA DE LA SALUD. *Revista Cubana de Salud y Trabajo 2012*, 45-52.
- Gandhi, O. P., & A. V. (1992). FMEA-A diagraph and matrix approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 35(2), 147-158.
- García Prado, E. (2018). *Seguridad y Salud*. España: Paraninfo.

- García, D., Sánchez, A., & Arias, C. (2011). *Diseño de un Sistema de Gestión en Control Operacional para los Activos de una Empresa Potabilizadora de Agua Localizada en la Provincia del Guaya*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica.
- Hernando Robledo, F. (2013). *Diagnóstico Integral de las Condiciones de Trabajo y Salud*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- IMSS. (2020). *INFORME AL EJECUTIVO FEDERAL Y AL CONGRESO DE LA UNIÓN SOBRE LA SITUACIÓN FINANCIERA Y LOS RIESGOS DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL 2019-2020*. Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México: IMSS.
- IMSS. (15 de 01 de 2020). *Prevención de accidentes en el trabajo*. Recuperado el 13 de 06 de 2021, de Prevención de accidentes en el trabajo: <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/prevencion-accidentestrabajo#:~:text=Medidas%20de%20prevenci%C3%B3n%20para%20los%20accidentes%20en%20el%20trabajo&text=Colocar%20de%20manera%20correcta%20los,maquinaria%20y%20herramienta%2C%20entre%20otras>
- Joel, H. (13 de 09 de 2019). *Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 13 de 06 de 2021, de Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo : <http://www.sepresst.com.mx/2019/10/13/estadisticas-de-los-riesgos-de-trabajo-en-mexico/>
- OMS. (31 de 01 de 2018). *Notas descriptivas*. Recuperado el 30 de 05 de 2022, de Sitio Web Mundial : <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Organización Mundial de la Salud . (30 de 04 de 2020). *Centro de Prensa: Inocuidad de Alimentos OMS*. Recuperado el 2021 de 06 de 13, de Centro de Prensa: Inocuidad de Alimentos OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- P. Fithri, N. A. (2018). Safety analysis at weaving department of PT. X Bogor. *5th International Conference on Industrial Engineering and Applications* (págs. 382–385). China: ICIEA.
- Sanchez, H. (13 de 11 de 2019). *Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 14 de 06 de 2021, de Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.sepresst.com.mx/2019/11/13/normas-oficiales-mexicanas-de-la-stps/>
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social . (13 de 10 de 2010). *STPS*. Recuperado el 13 de 06 de 2021, de STPS: https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/quienes_somos/quienes_somos/historia_stps.htm
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2012). *Autogestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 2022 de 05 de 31, de Autogestión de Seguridad y Salud en el Trabajo: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>
- Valenzuela, L. (12 de 04 de 2002). *Academia*. Recuperado el 2021 de Julio de 06, de Academia: https://www.academia.edu/31609684/Diagrama_de_Ishikawa

Vega, G. (25 de 01 de 2021). *The Food Tech* . Obtenido de The Food Tech : <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/aditivos-alimentarios-que-son-y-cual-es-su-relevancia-en-la-industria/>