

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**



**“Análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de
Agroindustrias San Jacinto S. A. A. – Grupo Gloria - 2018”**

Tesis para optar el título de ingeniero industrial

**Autores: Moreno Perez, Cleysi Adenson
Castellanos Lezama, Jorge Andrés**

Asesor: Pedro Luis Villón Macedo – Código ORCID 0000-0003-3055-1850

**Chimbote – Perú
2021**

PALABRAS CLAVES

Tema	Seguridad y riesgo de incendio
Especialidad	Ingeniería Industrial

Topic	safety and fire risk
Specialty	Industrial Engineer

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación de la Facultad de Ingeniería: OCDE

Área: Ingeniería y tecnología

Sub Área: Otras ingenierías y tecnologías

Disciplina: Ingeniería industrial

**“Análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de
Agroindustrias San Jacinto S. A. A. – Grupo Gloria - 2018”**

**"Fire risk analysis in the production process of
Agroindustrias San Jacinto S. A. A. - Grupo Gloria - 2018"**

RESUMEN

El propósito del presente proyecto fue identificar y analizar todos los riesgos existentes que pueda causar un incendio en las instalaciones de Agroindustrias San Jacinto S.A.A., para minimizar los accidentes que puedan producirse por la falta de identificación de peligro y la evaluación de los riesgos en la empresa.

La investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo y un diseño descriptivo no experimental, de corte transversal, la población estará conformada por los 1558 trabajadores que laboran en la empresa y una muestra representativa de 257. Como técnica se empleará la observación y la encuesta, como instrumentos el checklist y el cuestionario, mismos que permitan realizar un diagnóstico de la situación de la empresa y poder estructurar una propuesta.

Los resultados obtenidos en la investigación, es el análisis del riesgo de incendio en el proceso de producción de la empresa previa identificación y evaluación de la fuente de los riesgos más significativas que aumenten la probabilidad de un incendio, así tenemos: las instalaciones eléctricas, el mantenimiento, los sistemas de protección contra el fuego, los materiales de almacenamiento de bagazo, alcohol, melaza, talleres, oficinas administrativas, almacenes, campo, la presencia de plásticos, los materiales de construcción y acabados, la densidad de carga de fuego, los factores humanos, y los fenómenos naturales.

ABSTRACT

The purpose of this project was to identify and analyze all the existing risks that a fire could cause in the facilities of Agroindustrias San Jacinto S.A.A, to minimize accidents that may occur due to the lack of hazard identification and risk assessment in the company .

The research was under a qualitative approach and a non-experimental, descriptive design, cross-sectional design, the population will be made up of 1558 workers who work in the company and a representative sample of 257. Observation and survey will be used as a technique. , as instruments the checklist and the questionnaire, which allow a diagnosis of the company's situation and to be able to structure a proposal.

The results obtained in the investigation, of fire in the production process of the company after identifying and evaluating the source of the most significant risks that increase the probability of a fire, thus we have: electrical installations, maintenance, fire protection systems, bagasse storage materials, alcohol, molasses, workshops, administrative offices, warehouses, field, the presence of plastics, construction materials and finishes, fire load density, human factors, and natural phenomena.

ÍNDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES	I
TÍTULO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INDICE GENERAL	V
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	20
Tipo y diseño de investigación	20
Hipótesis	20
Población y muestra	21
Técnicas e instrumentos de investigación, validez y confiabilidad	21
Procesamiento y análisis de la información	22
RESULTADOS	23
3.1 Diagnosticar la situación actual del nivel de riesgo de incendio en la empresa Agroindustrias San Jacinto SAA	23
3.2 Identificar y evaluar los riesgos en el proceso de producción del azúcar en Agroindustrias San Jacinto	33
3.3 Analizar los riesgos de incendio identificados por área de trabajo para su prevención o mitigación	44
ANALISIS Y DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
Conclusiones	67
Recomendaciones	69
AGRADECIMIENTO	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	73
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipo y factores de riesgo	7
Figura 2 Triangulo del fuego	9
Figura 3 Clases de fuego.....	10
Figura 4 Analisis del riesgo y fases de precicción del riesgo.....	11
Figura 5 Clasificación del riesgo de la NFPA	11
Figura 6 Propagación del fuego	12
Figura 7 Tabla de análisis de niveles de riesgo.....	13
Figura 8 Tabla de calificación del riesgo según Meseri.....	14
Figura 9 Escala de riesgos RO	15
Figura 10 Definición del proceso.....	16
Figura 11 Mapa de ubicación Agroindustrias San Jacinto S.A.A.....	24
Figura 12 Organigrama funcional de Agroindustrias San Jacinto S.A.A	27
Figura 13 Resultados para el criterio de inicio del riesgo de incendio... ..	29
Figura 14 Resultado para el criterio de propagación del riesgo de incendio... ..	30
Figura 15 Resultados para el criterio de evacuación en caso de incendio... ..	31
Figura 16 Resultados para el criterio de medios de lucha contra incendios	32
Figura 17 Planificación del proceso de evaluación de los riesgos.....	35
Figura 18 Matriz de probabilidad, consecuencias y los niveles de riesgos.....	35
Figura 19 Descripción del nivel de riesgo... ..	36
Figura 20 Criterios establecidos para la severidad.....	36
Figura 21 Criterios establecidos para la probabilidad.....	37
Figura 22 Matriz de indentificación y evaluación del riesgo de incendio y su control	38
Figura 23 Porcentaje de la participación de los riesgos de incendio indentificados ..	43
Figura 24 Protección de tranformadores de la marca Sergi.....	50
Figura 25 Sistema de diluvio para protección contra fuego en transformadores.....	51
Figura 26 Faja tranportadora para carga de combustible.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios para la gestión y control del riesgo de incendio.....	28
Tabla 2 Factores de inicio del riesgo de incendio.....	29
Tabla 3 Factores de propagación del riesgo de incendio	30
Tabla 4 Evacuación por riesgo de incendio	31
Tabla 5 Medios de lucha contra incendios.....	32
Tabla 6 Resumen de la evacuación del riesgo de incendio.....	43
Tabla 7 Perdidas en fajas en exteriores según el riesgo	54
Tabla 8 Resumen del analisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de ASJ SAA	64

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

A nivel internacional investigaciones relacionadas con la investigación se encontró a Soler (2015), en su tesis titulada “Desarrollo de una metodología de análisis de riesgos de incendio para almacenes logísticos” en Quito - Ecuador, bajo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), entre tanto, el presente análisis o evaluación del riesgo de incendio consiste, en un enfoque estructurado para tomar decisiones, siendo conocedores de la existencia de cierto nivel de incertidumbre que varía el grado según el método que se utilice y la adecuación del mismo en el caso que se esté planteando. Dentro de esta estructura general, hay variadas técnicas con niveles de sofisticación diferentes según los objetivos que se quieran alcanzar. Estas técnicas se obtienen de diversos puntos de vista, aunque cuando las analizamos, nos damos cuenta que en realidad están relacionadas entre ellas. Esta investigación presenta las siguientes conclusiones relevantes: El presente estudio se ha iniciado con una presentación del Estado del Arte sobre las metodologías existentes en materia de análisis de riesgos de incendio, exponiendo las diferentes herramientas, cuantitativas, cualitativas, y semicuantitativas, que a día de hoy se conocen y se utilizan para determinar dicho riesgo; los datos obtenidos para realizar un posterior análisis estadístico parten de una muestra de 129 casos de incendios reales registrados en los Estados Unidos en el periodo de años entre 2007 y 2011; respecto las variables disponibles en la base de datos proporcionada por los Estados Unidos, si bien ésta nos reporta una gran cantidad de información, se han echado de menos algunas variables.

Del mismo modo, Orbe (2017), en su tesis titulada “Análisis de riesgos orientado a los incendios y propuesta de mejora a tomarse en las instalaciones del distrito 17D07 dependiente del Ministerio de Salud Pública en la ciudad de Quito”, para ello la investigación fue mixta (cuantitativa y cualitativa), dado que se manejaron información referida a conceptos y defunciones y datos numéricos, a su vez, se acogió además a un método inductivo y deductivo. La población se encontró conformada 40 personas, trabajándose con el 100% de estas, a quienes se les aplicó como instrumento de recolección de datos el cuestionario y una guía de entrevista, conformándose esta última por 5 preguntas de respuestas abiertas. Finalmente, los resultados arrojaron que

el 75% de los trabajadores señalaron que si tienen acceso a todas las áreas consideradas de más alto riesgo de incendios, así también, el 100% afirman que las señalizaciones que indican las áreas de más alto riesgo son insuficientes, además, la infraestructura del sistema de contraincendios, es insuficiente según el 87.5% de los encuestados; entre tanto, el 75% de los trabajadores no tienen conocimiento de cómo es que se origina y controla el fuego, mientras tanto, solo el 50% de ellos afirma que se encuentran medianamente capacitados para afrontar una emergencia.

Ramírez (2016), en su trabajo de investigación “Análisis del riesgo de incendio para el área del comedor universitario” Guayaquil–Ecuador, sostiene que la globalización se deben de tener en cuenta la diversidad de los riesgos que amenazan al ser humano y que en ocasiones llegan a causar daño, originando la necesidad de proteger a las personas, infraestructura y el medio ambiente, especialmente en sitios de gran conglomeración de personas, que están expuesto a un supuesto incremento del riesgo de incendio. Concluyendo: La inexistencia de un análisis de riesgo de incendio en el comedor de la UPSE incide en la planificación de la prevención, mitigación y protección contra incendios. De acuerdo con la normativa vigente la infraestructura posee una debilidad al no contar con un sistema de detección contra incendios. La inexistencia de un método para evaluar riesgos de incendio en el comedor de la UPSE. La valoración cualitativa obtenida con el reglamento es del 26,08% de cumplimiento y la evaluación del riesgo de incendio por el método Gretener en el área del comedor es de 0,77. La inexistencia de un plan de prevención, mitigación y protección contra incendios y la inadecuada distribución de extintores para combatirlo, además de la falta de capacitación para enfrentar y reaccionar ante un incendio de parte de los estudiantes, docentes, trabajadores.

Así también, Vásquez (2017), en su tesis titulada “Comparativo de los tratamientos para el riesgo de incendio en las plantas de producción de tres empresas del sector textil en Medellín – Colombia”, para ello se empleó una metodología de investigación cualitativa, entre tanto, se conformó un total de 3 empresas participantes, las cuales forman parte del sector textil y con unos ingresos promedios de \$236.155.000.00 pesos. Se empleó como instrumento de recolección de datos la guía de entrevista, la cual fue aplicada a los gerentes de estas empresas. Finalmente, los

resultados arrojaron que, las tres empresas en mención presentan una consciencia absoluta respecto a la exposición que en el desarrollo de la actividad textilera genera sobre el riesgo de incendios, así también, se evidenció que estas empresas no presentan políticas formalizadas sobre la gestión de incendio que pueda concretar protocolos y responsabilidades claras, es más, no cuentan con un presupuesto asignado para diseñar e implementar medidas de prevención de riesgo.

Bravo (2017), en su tesis titulada “Evaluación de la seguridad contra incendios en la piladora hermanos Sánchez-Bedor de la parroquia Laurel en Guayaquil - Ecuador”, para ello se empleó el enfoque de investigación cuantitativo, de tipo descriptivo. Se conformó una población, la cual estuvo conformada por los trabajadores de la empresa objeto de estudio, lo que incluía personal administrativo y operario, en cuanto a la muestra, estuvo compuesta por 7 trabajadores, a quienes se les aplicaron como instrumento de recolección de datos el registro de actividades realizadas. Finalmente los resultados arrojaron que la piladora no cuenta con los suficientes extintores para poder combatir un posible incendio que puede suceder, además, las instalaciones eléctricas se encuentran en mal estado, entre tanto, se diseñó la propuesta, el cual consistió en un método de evaluación que permitió determinar el valor de riesgo, esto mediante medidas de protección activa y pasiva que cumplieran los requerimientos exigidos por la ley.

Por su parte, Salvador (2015), en su tesis “Análisis, evaluación y control de factores de riesgos, mecánicos y físicos en el proceso de producción conformado de la empresa NOVACERO S.A. Planta Guayaquil para disminuir el nivel de accidentabilidad - Ecuador”, la cual estuvo bajo un enfoque cuantitativo, además, se utilizó la metodología INSHT del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España, esto debido a que se presente proponer una matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos, permitiendo así poder diseñar una herramienta de evaluación y control de riesgos. La población estuvo conformada por los 258 colaboradores de la empresa objeto de estudio, a quienes se les aplicó como instrumento de recolección de datos el cuestionario, y para la identificación de riesgos se aplicaron instrumentos derivados de la metodología INSHT. Finalmente los resultados arrojaron que, respecto a la luxometría llevada a cabo, de 38 puntos donde

se realizó la medición, 22 evidenciaron estar por debajo del nivel permitido, reflejando un 58%, 10 evidenciaron encontrarse en un nivel óptimo, representando así un 26% de cumplimiento de los niveles permisibles y 6 puntos representan un 16% de niveles por encima de lo exigido.

A nivel nacional se encontraron a Panduro (2020) que en su tesis “Sistema contra incendio bajo la Norma NFPA para incrementar la Seguridad del personal en la Minera las Bambas, Apurímac – 2020”, que partiendo del planteamiento de su problema de investigación lo definió de la siguiente manera ¿En qué medida el diseño de un sistema contra incendio bajo la Norma NFPA contribuirá al incremento de la seguridad del personal en la Minera Las Bambas, Apurímac – 2020?. Concluyendo: Del diagnóstico realizado se identificaron deficiencias en el sistema contra incendios que existía en la minera con nivel de riesgo 24 (de importante a intolerable), explicado por problemas eléctricos, falta de capacitación, ausencia de dispositivos automáticos, entre otros aspectos. De allí, que se logró la implementación del sistema contra incendio bajo la Norma NFPA fundamentado en una tasa de descarga que cubre el área de diseño considerada, donde se han distribuido los rociadores en función de que cubran la totalidad de la superficie a proteger. Además, la distribución de los gabinetes de mangueras cubre en su totalidad al riesgo protegido y se ha configurado el sistema de distribución de agua para que entregue un flujo de 101.84 [gpm] a través de 1 gabinete de mangueras clase II, con una presión residual de 67.45 [psi].

Arteta (2019), tituló su investigación “Implementación del sistema de primeros auxilios y lucha Contra incendios en la Universidad Nacional Agraria de la Selva” en la que sostiene que los sucesos inesperados y algunas acciones provocadas por el hombre ponen en riesgo la salud y vida de las personas, dando lugar a pérdidas de la salud o lesiones, así mismo, puede ocasionar daños a la infraestructura, equipos, productos o al medio ambiente y pérdidas de producción en la organización. Concluye: Se realizó la verificación y complementación de la señalización de seguridad de las instalaciones de las Facultades y Servicios en general de la Universidad Nacional Agraria de la Selva según los planos de señalización del Plan de Seguridad UNAS – 2018 (Resolución n.º 392-2018-CU-R-UNAS), por ello se identificó en promedio el 56 y 41 % de señales verificadas en las Facultades y Servicios en general, 31 y 30 %

de señales implementadas, además del 13 y 29 % de señales no implementadas, logrando una cobertura de señales de seguridad de las Facultades y Servicios en general hasta de un 87 y 71 % respectivamente.

Mosqueira (2016), en su tesis titulada “Diseño de sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para industria de plásticos – Procomsac”. Chiclayo Perú, empleándose para ello un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo propositivo, de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 80 operadores registrados en la empresa objeto de estudio, a quienes se les aplicó como instrumento de recolección de datos el cuestionario, la guía de entrevista y el formato SST. Finalmente, los resultados arrojaron que, la empresa en estudio no contó con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, además de políticas de salud, siendo este último una falta grave debido a su importancia en la prevención de riesgos; entre tanto, se diseñó e implementó el SGSST, propuesta que permite definir las bases de una adecuada prevención de riesgos y beneficiará las condiciones de trabajo en cuanto a la protección de la seguridad y la salud.

Rodriguez y Tacca (2016), en su tesis titulada “Análisis de riesgo en seguridad y salud ocupacional en una planta de derivado Lácteos”, empleándose una metodología cuantitativa, de tipo descriptivo, no experimental. La población estuvo conformada por 41 colaboradores de las diferentes áreas que componen la empresa objeto de estudio; el instrumento que se aplicó a los colaboradores fue la guía de entrevista, para la identificación de riesgos se empleó como instrumento la lista de verificación. Finalmente, el estudio de la línea base de la planta permitió identificar un 72% de incumplimiento, un 23% de cumplimiento y un 5% no aplicable respecto al cumplimiento de 74 requisitos normativos en Seguridad y Salud en el Trabajo, los cuales se encuentran mencionados en la lista de evaluación de la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Así también, Madriz y Cárdenas (2016), en su tesis titulada “Evaluación de riesgos laborales en el almacén de productos terminados, del área de operaciones en la empresa Industria Nacional de Refrescos Coca Cola FEMSA en el periodo Agosto- Noviembre”, empleándose para ello un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, además es tipo descriptivo. La población estuvo conformada por los 50 trabajadores

del almacén, entre tanto, la muestra estuvo compuesta por 44 trabajadores, a quienes se les aplicaron como instrumento de recolección de datos la entrevista estructurada y el cuestionario, en cuanto a la evaluación de riesgos, se utilizó el listado de verificación (check list). Finalmente los resultados demostraron que, durante la evaluación se evidenció que el almacén presenta inadecuadas condiciones de trabajo en sus instalaciones (equipos en mal estado, desorganización, almacenamiento inadecuado de productos, espacios reducidos, falta de señalizaciones), respecto a lo manifestado por lo trabajadores se encontraron más riesgos, identificándose caídas, deslizamientos de tarimas, aplastamientos por derrumbes, movimientos repetitivos, posturas inadecuadas, entre otros.

Fundamentación científica

Referente a la variable independiente denominada riesgos de incendió

Riesgos. De acuerdo a Muñoz (2009), los riesgos son definido como “el potencial de pérdidas que existe y se encuentran asociados a una operación de carácter productivo, las cuales presentan un cambio que no se han planeado en condiciones definidas” (p. 6). Entre tanto, para Ayala (2002), es definido como un daño o pérdida irreparable que se da como consecuencia de una acción de riesgo sobre la vida humana, bienes económicos o ecológicos, a su vez, estos riesgos pueden medirse de forma cuantitativa o los términos cualitativos.

Tipos de riesgos. Los tipos de riesgos deben ser enfocados desde dos fases o etapas, siendo estas la identificación de los riesgos y la estimación de estos, en ese sentido, va a depender de las condiciones que se presenten, entre tanto, de acuerdo a Ruiz (2010), detalla a continuación riesgos específicos: *Riesgos de origen natural* (Riesgos meteorológicos, Riesgos sísmicos, Riesgos geológicos y Riesgos de inundaciones); *Riesgos tecnológicos* (Riesgos de transporte de productos peligrosos y Riesgos de carácter industrial); *Riesgos antrópicos* (Riesgos de atentado en la organización, Riesgos de transporte, Riesgo de contaminación, Riesgo de plagas, Riesgo de incendios y Riesgos de anomalías).

Factores de riesgos. Según Henao (2009), los factores de riesgo y las condiciones ambientales de trabajo, no solo se encuentran referidas a afectar a los colaboradores en su salud física, integral y mental, sino que a esto se suma la

probabilidad de que pueda influir en su productividad laboral, en ese sentido, estos se pueden analizar de forma aislada de la siguiente forma:

Factores de riesgo físico.- Son entendidos como factores de carácter ambiental, los cuales tienen su origen físico, además, afectan de diversas formas la salud de los trabajadores, esta afección se da de forma proporcional a la intensidad, exposición y concentración, en estos se tienen: Ruido y vibraciones; Temperaturas anormales; Radiaciones; Presiones anormales (Henao, 2009, p. 5).

Factores de riesgo químico.- En esta se incluyen sustancias orgánicas e inorgánicas, las cuales son de origen natural o sintético, las cuales se emplean en el proceso de producción, transporte, almacenamiento o utilización, entra tanto, para ser convertidos en riesgos, estas deben ser concentradas en cantidades considerables y suficientes para afectar la salud de los trabajadores que se encuentran en contacto con estos (Henao, 2009, p. 5-6).



Figura 1 Tipos y factores de riesgo

Valoración de los riesgos. Para evaluar los riesgos se deben seguir una serie de procedimientos, que van desde los más simples, hasta procedimientos más completos, los cuales se encuentran sustentados en caracteres cuantitativos, en estos se incluyen los cálculos de los daños ocasionados (Rubio, 2004).

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 350.043-1-2011(2011), clasifica los riesgos de acuerdo a su intensidad, definiéndolos de la siguiente manera: Riesgo Leve (bajo); Riesgo Ordinario (medio) y Riesgo Extraordinario (Alto).

A. Riesgo Leve (bajo).- Está referido a los materiales combustibles referidos a la clase A, en las cuales se incluyen los muebles, las decoraciones y los contenidos, se encuentran presentes en bajas cantidades; aunado a ello, se incluyen también a los edificios en donde se ocupan las oficinas, salones, entre otros. Se debe mencionar también que se incluyen productos en pequeñas cantidades inflamables pertenecientes a la clase B, mismas que se emplean para maquinarias, departamentos, etc. (Norma Técnica Peruana 350.043-1-2011, 2011, p. 3).

B. Riesgo Ordinario (medio).- Se consideran a los lugares en donde se tienen concentraciones donde la cantidad total de combustible pertenecen a la clase A y B, las cuales se presentan en proporciones mayores a comparación de lugares en donde se tiene un riesgo menor. En estos se encuentran incluidos oficinas, tiendas, almacenamiento, salones de clase, taller, salones de exposición de automóviles y depósitos con mercancías situadas en la clase I o II (Norma Técnica Peruana 350.043-1-2011, 2011, p. 3).

C. Riesgo Extraordinario (Alto).- Aquí se encuentran incluidos los talleres de carpintería, los talleres de reparación de vehículos, centros de exhibiciones de productos y procesos de fabricación, como por ejemplo: la pintura, revestimiento manipulación de líquidos inflamables; también los almacenamientos de mercancías. (Norma Técnica Peruana 350.043-1-2011, 2011, p. 3).

Incendios. Según refiere Rubio (2004), los incendios son una reacción química exotérmica que se da entre una sustancia combustible y una comburente y oxígeno en el aire, el cual precisa para dar inicio, un foco de ignición, el cual genera una emisión lumínica, presentada en forma de llamas, emisión de humos, entre otros elementos volátiles.

Por su parte, Neira (2010) define los incendios como un accidente “no deseado”, el cual se produce por riesgos referidos al fuego (p. 31), en ese sentido, se

origina a partir de un proceso oxidativo, el cual se encuentra caracterizado debido a un fuerte desprendimiento de calor y una automatización del proceso.



Figura 2 Triángulo del fuego

Tipos de incendios. A continuación se mencionan los tipos de incendios que se producen a partir de riesgos de fuego:

Clase A: Son incendios que se producen a partir de materiales combustibles, pueden ser: la madera, papel, tela, caucho y plásticos (NFPA 10, 2007, p. 11).

Clase B: Son incendios que se originan debido a negligentes manipulación de líquidos inflamables y combustibles, alquitrán, grasas de petróleo, alcoholes, pinturas, lacas, disolventes y gases inflamables (NFPA 10, 2007, p. 11).

Clase C: Son incendios que se originan a partir de la mala manipulación de equipos electrógenos (NFPA 10, 2007, p. 11).

Clase D: Son incendios que se originan por la negligente manipulación de metales combustibles, tales como el magnesio, litio, circonio, titanio y potasio (NFPA 10, 2007, p. 11).

Clase K: Son incendios que se originan a partir de la mala manipulación de electrodomésticos, en donde se encuentran involucrados combustibles empleados en

la cocina, en estos se destacan las grasas vegetales y las grasas animales (NFPA 10, 2007, p. 11).



Figura 3 Clases de fuego

Análisis de riesgo de riesgo. Proceso que incluye la identificación de peligros, la evaluación, el manejo y comunicación de los riesgos. Duque (2000).

FASES DE PREDICCIÓN DEL RIESGO



Figura 4 Análisis del riesgo y fases de predicción del riesgo

Fuente: Convención COPARDOM (www.pfrsi.com/ / www.specialtytraininggroup.com - 2000)



Figura 5 Clasificación del Riesgo de la NFPA

Fuente: NFPA (National Fire Protection Association)

Formas de propagación de un incendio. Según Azcuénaga (2005), los incendios ocasionados por diferentes circunstancias, se propagan de las siguientes formas: Radiación, conducción, convección, el humo, los gases, el calor, las llamas.

Azcuéna (2005), sostiene que la propagación por *Radiación* es la Emisión continúa de calor a través de ondas. *Conducción* Son mecanismos de intercambios de calor, los cuales son producidos a partir de un punto caliente a otro frío, a través de un medio conductor, *Convección* es el Procedimiento mediante el cual el calor es llevado a través de fluidos en movimiento. *El Humo* se encuentra compuesto por partículas sólidas y líquidas, las cuales son dispersas por el aire, esta se origina por la combustión incompleta, además, su densidad, color y el contenido de su composición, varía de acuerdo a la cantidad de oxígeno y la clase de material en ignición. *Los Gases* en todas las combustiones gran parte de los elementos que constituyen el combustible forman compuestos gaseosos al arder; estos gases pueden ser tóxicos. *El calor* es producido por el resultado del proceso de combustión, estos pueden ser tóxicos, produciendo así intoxicaciones, además por su desplazamiento en el aire es asfixiante, aunado a ello, en mayor intensidad suele producir quemaduras en el cuerpos y objetos cercanos a este. *Las llamas* son producidas por debido al proceso de la combustión; está compuesto de gases incandescentes, cuya temperatura varía de acuerdo a ciertos factores tales como el tipo de combustible o el nivel de oxígeno que existe.

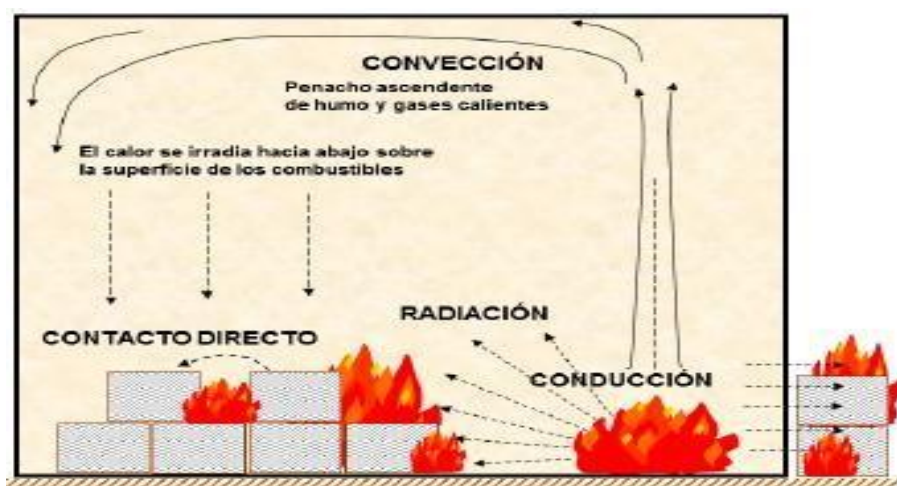


Figura 6 Propagación del fuego

Evaluación de riesgos

Coefficiente K y Factores alfa. La finalidad de este tipo de evaluar es la de determinar la resistencia del fuego en un sector con elemento constructivos, para su cálculo, se debe seguir las siguientes fórmulas (Estrucplan, 2004)

$$RF(\min) = K \cdot \frac{Q_s}{4} \quad V = \sum_{i=1}^7 \alpha_i \quad \sum_{i=1}^7 \alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7$$

Nivel de Riesgo Intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida.	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Figura 7 Tabla de análisis de niveles de riesgo

Fuente: Estrucplan (2004)

Riesgo Intrínseco. El mencionado método de evaluación de riesgo, se determina mediante el cálculo de la carga térmica, evaluación que se encuentra basada precisamente en la carga de fuego que presenta el área donde se está produciendo el incendio (Estrucplan, 2004). Se determina siguiendo la siguiente fórmula:

$$Q_s = \sum_{i=1}^i q_{msi} \cdot C_i \cdot R_a \quad (MJ / m^2) (Mcal / m^2)$$

A continuación se precisa la propuesta del reglamento de seguridad contra incendios internacional para establecimientos industriales, la cual tiene por finalidad de aplicar medidas constructivas y de protección, esto en función al riesgo intrínseco y a la ubicación del edificio donde se esté presentando el incendio.

Fuente: Estrucplan (2004)

Meseri. Para EstrucPlan (2004), Meseri es un método que se encuentra orientado a la rápida y fácil visualización del riesgo en escala global del incendio que se está desarrollando; este método tiene en cuenta una serie de factores que general el riesgo del incendio, estos son factores se clasifican en: factores propios (X) y factores que protegen el frente al riesgo del incendio (Y). Este método es calculado siguiente la siguiente fórmula:

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{34}$$

Una vez calculado, el resultado debe ser comparado con una tabla de calificación de riesgos, la cual considera tres perspectivas, mismas que van desde el riesgo muy malo al más bueno.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy Malo			Malo			Bueno			Muy Bueno	

Figura 8 Tabla de calificación del riesgo según método Meseri

Fuente: Estrucplan (2004)

F.R.A.M.E. Este método se caracteriza por ser más completo, útil y transparente, el cual abarca una serie de criterios, tales como el patrimonio, las personas y las actividades. (Estrucplan, 2004). Para su cálculo, se debe seguir la siguiente fórmula:

- Patrimonio: $R = \frac{P}{A * W * N * S * F}$

- Personas: $R_1 = \frac{P}{A_1 * N * U}$

- Actividades: $R_2 = \frac{P}{A_2 * W * N * S * Y}$

Dentro de este método se permiten obtener resultados más coherentes a diferencia de otros, presentando así una mejor descripción de la realidad, ofreciendo la posibilidad de realizar cálculos iniciales sin tener en cuenta medidas de protección. Los resultados denominados R_o , ofrecen la posibilidad de brindar una mejor orientación sobre la protección que el contexto necesita (Estrucplan, 2004).

A continuación se presenta una figura que describe la escala R_o :

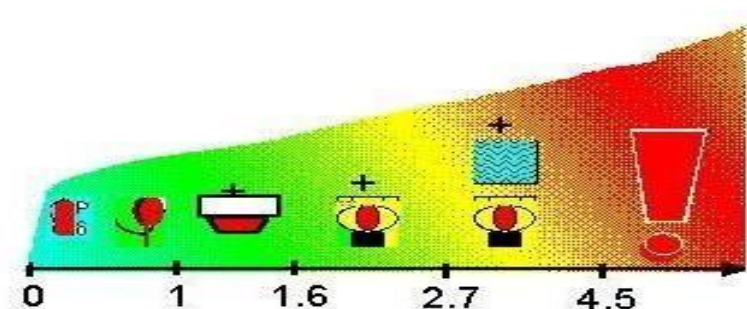


Figura 9 Escala de riesgos R_o
Fuente: Estrucplan (2004)

NFPA (2019). La NFPA es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad. El sistema de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es un proceso abierto basado en el consenso que ha producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el *Código Eléctrico Nacional*, el *Código de Seguridad Humana*, el *Código de Incendios*, y el *Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señalización*. NFPA también es un líder en la promoción de programas educacionales de seguridad contra incendios y devida como el programa de prevención de incendios y quemaduras *Aprenda a No Quemarse*. Source: <https://www.nfpajla.org/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>

Proceso de producción. Se debe tener en cuenta que todo proceso es definido como el conjunto de actividades en la cual se emplean recursos, los cuales son

gestionados con el propósito de permitir que los elementos de entrada se puedan transformar en resultados (Valdés, 2009). A continuación se detalla la gráfica de un proceso de producción:

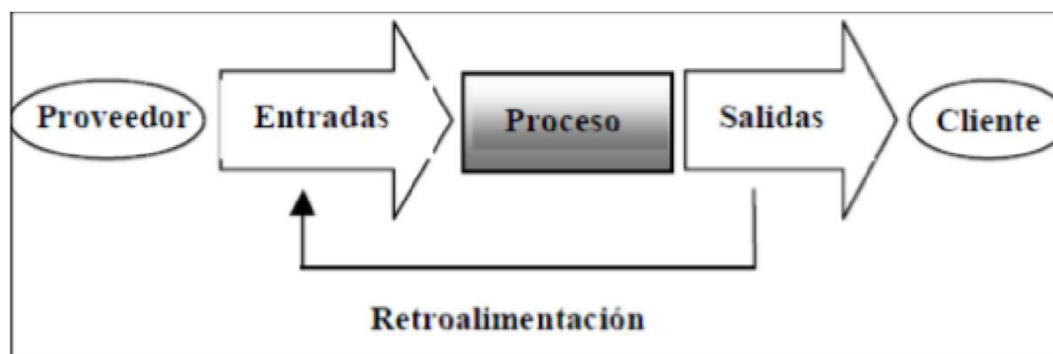


Figura 10 Definición del proceso

Fuente: Valdés (2009)

Referente al proceso de producción, “el proceso de producción consiste en emplear una serie de herramientas, materiales y personal, con la finalidad de obtener resultados que permitan aumentar el grado de productividad de la empresa, en ese sentido, el proceso productivo se encuentra basado en la planificación, la ejecución y el control por medio de diferentes métodos, con el fin de obtener un producto final”. Vilcarromero (2013, p. 15)

Tipos de procesos productivos. Según Martínez (2014), los procesos productivos se clasifican en tres, los estratégicos, operativos y de apoyo:

A. Procesos estratégicos. - Son los procesos cuya finalidad o propósito es dirigir y gestionar todo el proceso de producción, estos permiten determinar las metas, los objetivos, las políticas y otras estrategias de la organización, además, están relacionados con la misión y la visión, siendo el soporte sobre el cual se encuentra cimentado tanto el proceso operativo como el de apoyo (Martínez, 2014, p. 40).

B. Procesos operativos.- Son los procesos que se encuentran relacionados directamente con los consumidores finales, para ello es indispensable el producir un bien o servicio que será ofertado, además, son clave en el proceso de alcanzar la satisfacción de las necesidades del consumidor (Martínez, 2014).

C. Procesos de apoyo.- Son procesos cuyo propósito es el de suministrar los recursos que son necesarios para el personal, materia prima, equipos y maquinarias empleadas en el proceso productivo, esto con la finalidad de crear un valor agregado, el cual será necesario para lograr la satisfacción del consumidor final (Martínez, 2014).

Justificación de la Investigación

Justificación Científica. La presente investigación genera un aporte científico en la medida en que se conjuguen postulados teóricos que expliquen el contexto de la variable objeto de estudio, a su vez, el análisis efectuado como propósito de estudio, permitirá concretar un nuevo conocimiento acerca de cómo afrontar riesgos de incendios en el sector industrial, contribuyendo así a engrosar la información científica referida a los parámetros y protocolos que contienen las normas de seguridad y salud en el campo laboral, a partir de ello, los resultados obtenidos pasarán a formar parte de un artículo científico, el cual podrá ser empleado por futuros investigadores.

Justificación Social. A partir de los resultados obtenidos producto del proceso de investigación, se obtendrá un análisis de los riesgos de incendio, además de diseñar una propuesta que permita fortalecer el sistema de seguridad y salud en el trabajo, siendo así la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. y empresas del mismo sector, las beneficiadas, permitiendo así poder evitar pérdidas humanas, mejorar la productividad de sus trabajadores y materia prima, mejorar sus estándares de calidad y lograr una mejor imagen institucional.

Justificación Metodológica. La presente investigación se justifica metodológicamente porque busca desarrollar y validar métodos sistematizados para obtener resultados en la reducción de accidentes por causa de incendio, debido a que el riesgo siempre va a estar presente dentro de las instalaciones de la empresa Agroindustrias San Jacinto.

Justificación Práctica. En el sentido práctico, el trabajo de investigación se justifica porque se realizará en una empresa industrial en funcionamiento, aplicando las técnicas aprendidas en la carrera de ingeniería industrial. Los resultados a obtener, así como las conclusiones servirán para su aplicación en beneficio de la seguridad de la propia empresa y de los trabajadores, así como un documento guía para otros

compañeros egresados y de lecciones aprendidas para investigaciones relacionadas o complementarias.

Problema de la investigación

La organización donde se lleva a cabo el estudio es la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A., la cual se encuentra dedicada a la producción de azúcar y alcohol, entre tanto, dentro la empresa se han realizado inspecciones programadas y no programadas, en donde se han logrado identificar las fallencias con las que cuenta las instalaciones, de tal modo que estas pueden afectar la seguridad y salud de los trabajadores y la población tales como: trabajos en caliente en producción de alcohol, almacenamiento de bagazo inadecuados, grifo de combustible con fugas, entre otras.

Estos riesgos se han convertido hechos reales, dado que se suscitan innumerables incidentes de amagos de incendio dentro de las instalaciones, mismas que han afectado leve y duramente al personal, originándose denuncias debido a claras negligencias a causa de un pésimo sistema de seguridad, a la misma vez que ocasiona la pausa en todo el proceso productivo. Entre las principales causas de este problema se identifica la mala aplicación del sistema de seguridad y salud en el trabajo, además, el personal no se encuentra debidamente capacitado para afrontar posibles riesgos de incendios; en consecuencia, este escenario negativo ha afectado los ingresos que percibe la empresa, y en el peor de los casos la afección de la salud de sus trabajadores, entonces, el objetivo es promover una cultura de prevención de riesgos laborales.

Frente a lo mencionado, se formula el siguiente problema: ¿Cómo desarrollamos el análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.?

Conceptualización y Operacionalización de Variables.

Variable: Riesgo de incendio en el proceso de producción

Matriz de Operacionalización de Variables

A continuación se muestra la operacionalización de la variable.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	OPCIONES DE RESPUESTA DE MEDICIÓN
Riesgo de incendio en el proceso de producción.	Daño o pérdida irreparable que se da como consecuencia de una acción de riesgo sobre la vida humana, bienes económicos o ecológicos, a su vez, estos riesgos pueden medirse de forma cuantitativa o los términos cualitativos. Relativo de que un incendio se pueda iniciar y expandir, que se puedan generar humos y gases, o que se pueda producir una explosión poniendo en peligro la vida y seguridad de las personas que se encuentran en un edificio. Ayala (2002)	Proceso mediante el cual se determina el nivel de ocurrencia del riesgo de incendio, su evaluación y análisis para controlarlo, mitigarlo o eliminarlo.	Diagnóstico del nivel de riesgo de Incendio	Factores de Inicio	Si No
				Factores de propagación	
				Evacuación	
				Medios de lucha	
			Identificación y Evaluación de los peligros y riesgos de incendio.	Matriz Iper	
			Análisis del riesgo de incendio	Identificación del Riesgo	
				Valoración del Riesgo	
				Mitigación del riesgo	
Monitoreo del Riesgo					

Hipótesis de la investigación

Por tratarse de una investigación de tipo descriptiva nuestro estudio de investigación no amerita contener el enunciado de una hipótesis, según lo indican Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 92).

Objetivos

Objetivo General

Elaborar el análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.

Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual del nivel de riesgo de incendio; Identificar y evaluar los riesgos en el proceso de producción del azúcar en Agroindustrias San Jacinto y Desarrollar el análisis de los riesgos de incendio identificados por área de trabajo que afecte a personas, recursos, sistemas y procesos para su prevención o mitigación.

METODOLOGIA

2. Metodología del Trabajo

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente trabajo de investigación tiene componente investigativo de tipo tecnológico, no experimental, debido a que no manipularemos variable alguna; es decir, se presentarán las variables tal y como son en la realidad; teniendo en cuenta que es necesaria la recolección de la información relacionada con el desarrollo de una propuesta de análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.

El nivel de investigación es descriptivo porque se acuden a técnicas específicas de recolección de información respecto al estado actual de la empresa con respecto a los riesgos de incendio y explosiones, basados a lo encontrados se planteará controles.

Según su diseño es transversal, debido a que las variables serán medidas en una sola ocasión. Tam, Vera & Oliveros (2008) refieren que un diseño transversal recolecta datos en un solo momento y su intención es describir o caracterizar el fenómeno, a través de las variables, en un momento dado.

2.2 Población y Muestra

Población

Para la siguiente investigación la población se encontrará conformada por los 1558 trabajadores que laboran en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A, mismos que laboran o forman parte de todo el proceso de producción en la mencionada empresa.

Muestra

Para la selección de los elementos muestrales, se emplea el tipo de muestro aleatorio, para ello se considera de manera aleatoria a los trabajadores de la empresa, para ello se considera un nivel de confianza del 95% y un error del 0.05, para ello se tiene lo siguiente:

$N = 1558$ trabajadores

σ = Desviación estándar de la población, se considerará un valor constante de 0.5

Z = Se toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96

e = Límite aceptable de error muestral, se considerará el valor del 1% (0,05)

n = Tamaño de la muestra

Reemplazando en la siguiente forma de ajuste de muestra finita

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Del resultado de la fórmula presentada, se obtiene una muestra de 257 trabajadores, siendo así está la muestra representativa de la población, por lo tanto, son quienes participarán en la investigación y la aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

2.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Encuesta. La encuesta será la técnica empleada en la investigación, la cual tendrá como propósito el recolectar información mediante las respuestas de los informantes, de esta técnica se desprende como instrumento de recolección de datos el cuestionario.

Cuestionario. El cuestionario será el instrumento de recolección de datos empleado, el cual será aplicado a los 257 trabajadores de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A, la cual se encontrará conformada por preguntas cuyas respuestas serán cerradas, con el propósito de obtener información clara y oportuna sobre los riesgos de incendios en la empresa objeto de estudio.

Cabe señalar que el mencionado cuestionario seguirá el proceso de validación por juicio de experto, en ese sentido, mediante un formato de validación, los expertos darán su percepción acerca del instrumento, realizando de ser necesario, observaciones a fin de mejorar el contenido del documento.

2.4 Procesamiento y análisis de la información

Para la obtención de los resultados, se seguirá un procedimiento, el cual iniciará con el vaciado de los instrumentos aplicados en una base datos, misma que estará diseñada en el software Microsoft Excel, posterior a ello, será traspasado el software estadístico SPSS, en donde se desarrollará el procesamiento de los datos, aplicando para ello la estadística descriptiva.

Cabe señalar que los resultados obtenidos serán presentados mediante tablas de frecuencia y gráficos de barras, mismos que permitirán detallar de mejor manera la representación del estudio efectuado.

RESULTADOS

3.1 Resultado objetivo específico 01: Diagnosticar la situación actual del nivel de riesgo de incendio.

3.1.1 Descripción breve de la empresa.

Información general y ubicación.

Agroindustria San Jacinto S.A.A. es una empresa dedicada al cultivo, transformación e industrialización de la caña de azúcar y de sus derivados; azúcar, alcohol, melaza y bagazo. Está ubicada a 405 km al norte de Lima y a 45 km de la ciudad de Chimbote, en la provincia de Santa, distrito de Nepeña, Región Áncash. Geográficamente está constituida por siete anexos: San Juan, Motocachy, San José, Cerro Blanco, Capellanía, Huacatambo y La Capilla. Comprende también a la localidad de San Jacinto, cuya población supera actualmente los 10 mil habitantes.

La actividad agrícola de la zona data desde la época virreinal en que la corona española entregó las tierras del Valle a la Orden de los Jesuitas. En 1872 fue adquirida por don Henry Swayne Wallace de nacionalidad escocesa quien sentó las bases de la industria azucarera en el valle. A su fallecimiento quedaría como Administrador de la Hacienda San Jacinto su yerno don Augusto B. Leguía hasta 1908, año en que fuera elegido Presidente del Perú.

El 22 de octubre del 2009, Corporación Azucarera del Perú S.A, empresa perteneciente al Grupo Gloria, adquirió 20'662,556 acciones de Agroindustrias San Jacinto S.A.A, convirtiéndose en su principal accionista con una participación del 72.62% del total de acciones. Como consecuencia de dicha operación Coazucar lanzó una Oferta Pública de Adquisición (OPA) la misma que culminó el 26 de marzo de 2010, adquiriendo 2'847,802 acciones. Esta OPA, incrementó la participación de Coazucar al 82.63% del total de acciones de la compañía. Con fecha 20 de abril de 2016, la compañía constituyó la empresa Agrosanjacinto S.A.C, la cual se dedica a desarrollar cultivos de agroexportación. La participación accionaria en dicha compañía es de 99.97%.

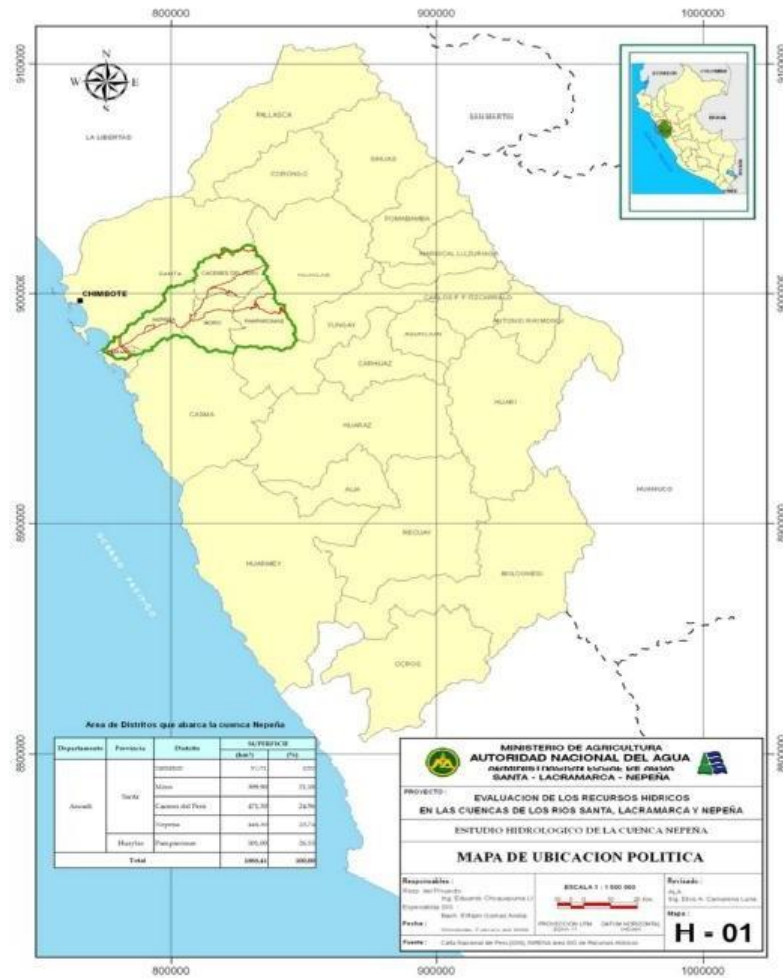


Figura 11 Mapa de ubicación Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Procesos y actividades de la empresa.

Proceso de producción de azúcar

Cosecha, transporte y pesaje: La caña de azúcar es cultivada de los campos contiguos a la planta, es cosechada y transportada a la planta utilizando camiones y/o remolques. En la planta se realiza el pesaje del camión y la caña de azúcar a su ingreso y salida para definir el peso de la caña de azúcar que ingresa a la planta.

Extracción del jugo de la caña: Luego de la descarga de la caña de azúcar, esta es sometida a lavado con la finalidad de limpiar las impurezas que pueda tener tales como

restos de rocas y arenillas, luego de este proceso la caña de azúcar es preparada para iniciar el proceso de extracción.

La caña de azúcar es cortada y picada con la finalidad de reducir su tamaño para obtener fibras más pequeñas de la caña; luego de esto la caña de azúcar es ingresada al trapiche de donde se extrae el jugo de la caña el cual es conducido a un tanque de almacenamiento y el residuo de la extracción es el bagazo el cual se evacua mediante una faja a la pila de almacenamiento del bagazo.

Homogenización: El jugo de la caña como parte de la extracción es dirigido a la torre de sulfitación, este proceso es principalmente utilizado para la producción del azúcar blanca. Luego de esta etapa se ingresa el jugo al tanque de encalado con la finalidad de regular el pH y para ser utilizado como coagulante. Posteriormente todo el jugo es ingresado al tanque de homogenización para obtener una buena mezcla de los jugos obtenidos en el trapiche.

Calentamiento y clarificación: El jugo homogenizado se calienta en tres etapas mediante intercambiadores de calor y vapor, luego este jugo pasa a los tanque de clarificación en donde a través de procesos físicos y químicos (floculación, sedimentación y variación de temperatura) se obtiene la cachaza lo que principalmente es el sedimento que se obtiene de éste proceso.

Como la cachaza aún tiene sacarosa aprovechable, se mezcla la cachaza con el bagacillo y agua caliente para luego filtrar en filtros rotatorios. El jugo extraído del filtro ingresa al tanque clarificador este nuevo jugo obtenido de éste proceso es descargado para una segunda sulfitación.

Evaporación: El jugo clarificado ingresa a un tanque el cual se calienta con vapor para evaporar el agua y obtener un jarabe concentrado, éste proceso requiere de evaporaciones simultaneas consecutivas.

Cristalización y centrifugación: La cristalización tiene lugar en tanques especiales los cuales impiden la perdida de calor del jarabe, éste jarabe se calienta con vapor hasta obtener el azúcar cristalizada.

Secado: Los cristales de azúcar que salen de la centrifugación son dirigidos a un secador rotatorio donde el azúcar es secado y luego transportado a una tolva de zarandas.

El grano fino que sale de secado se dirige a empaque, los granos gruesos son dirigidos a un tanque de dilución en donde se mezcla con agua caliente y se reingresa al proceso como jarabe.

Empaque: Los granos finos de azúcar son dirigidos al sistema de pesaje y empacados en sacos de 50 kilo gramos; los sacos de azúcar salen mediante fajas transportadoras. Principalmente durante el proceso de obtención del azúcar principalmente se utilizan equipos mecánicos como motores eléctricos, sistemas de poleas, fajas transportadoras, balanzas, bombas eléctricas de impulsión; bombas de vacío, y líneas de vapor.

Ver diagrama de flujo de la producción de azúcar rubia en el anexo 3 y el diagrama de flujo de elaboración de azúcar blanca en el anexo 4

Proceso de obtención del bagazo

El bagazo que se obtiene como producto de la extracción del jugo de la caña de azúcar, es transportado mediante fajas a las calderas para ser utilizado como combustible. El exceso de bagazo retorna a la faja transportadora para ser acumulada en la pila de bagazo.

Proceso de producción de alcohol

Para la obtención del etanol se produce a partir de la fermentación de la melaza de la caña de azúcar hasta obtener un mosto el cual tiene una alta concentración alcohólica, el que principalmente es etanol.

En San Jacinto se mezcla la melaza con la levadura en los tanques de fermentación, producto de la fermentación se genera el mosto fermentado y como subproductos tenemos el CO₂, éste es un proceso exotérmico provocando el incremento de la temperatura en los tanques. Cuando el tanque está lleno y el mosto completamente fermentado, éste es bombeado a las centrifugadoras para la separación del vino y la crema de mosto; ésta última se recupera para una nueva fermentación después de una nutrición y aclimatación adecuada con ácido sulfúrico o fosfórico y regresa a los tanques de fermentación. El vino recuperado cae por gravedad a un tanque y luego se bombea a un calentador y a las columnas de destilación. Este vino limpio al ingresar a las columnas de destilación formará dos subproductos: flegmas y vinazas. Las vinazas son efluentes que están formados por mosto fermentado sin la presencia de alcohol. Las flegmas en cambio son una mezcla de alcoholes, que luego son depuradas en

columnas idénticas a las destiladoras, llamadas depuradoras, para lograr la separación de los alcoholes de bajo interés de recuperación como ésteres, aldehídos, cetonas, etc. La flegma depurada alimentar a la columna rectificadora que tiene como objetivo principal concentrar aún más los alcoholes depurados, eliminado agua y alcoholes superiores de bajo interés de recuperación; en la parte superior de la columna se logra extraer el alcohol etílico de 96 a 96,3 °GL (grados Gay – Lussac) y también por la “cabeza” de la columna a través de la condensación y refrigeración los alcoholes livianos que escaparon de la depuración, logran ser recuperados. Los vapores que salen de las columnas destiladores van hacia los condensadores que enfrían el vapor y separan el alcohol. El alcohol que se obtiene se bombea a los tanques de almacenamiento. El vino agotado llamado vinaza sale por debajo de la columna de destilación, se almacena y se dispone para ser utilizado como fertilizante. Ver Diagrama de flujo de la producción de alcohol etílico en el anexo 5

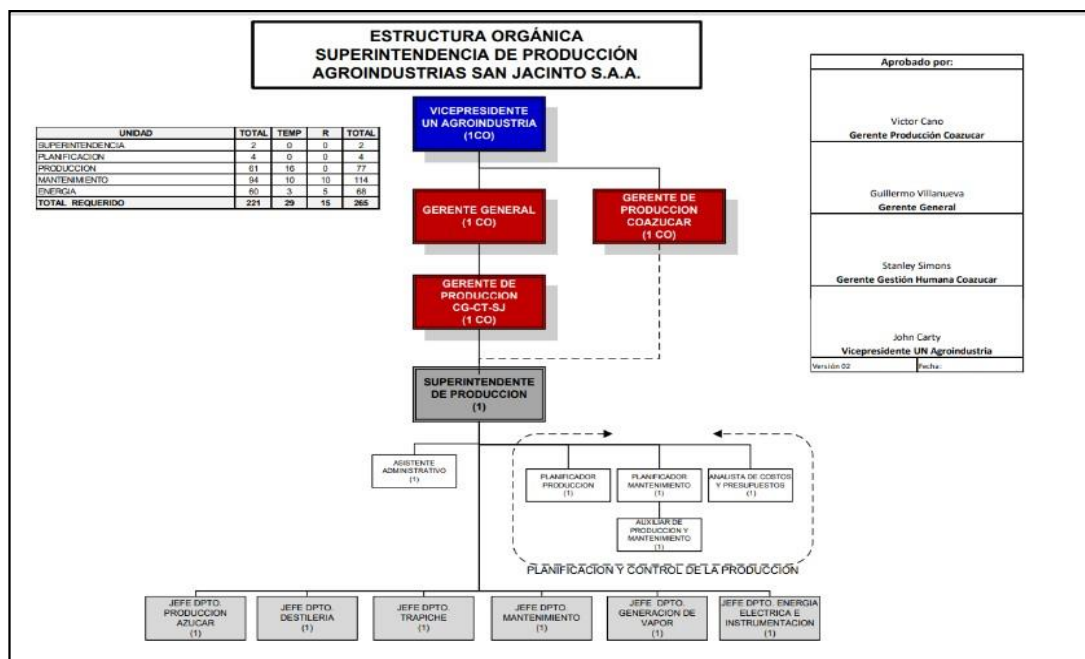


Figura 12. Organigrama Funcional de

Fuente: Información de la empresa

Cuenta con un SGSST de acuerdo a la Ley 29783, el que parte de verificar la eficiencia del sistema, la política de Seguridad, salud y medio ambiente; podemos destacar también su Manual de Sistemas Integrados y también su IPERC.

3.1.2 Determinación del nivel de riesgo de incendio en el proceso de producción.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario para conocer la situación actual sobre el nivel de riesgo de incendio en la empresa, según los criterios establecidos en la lista de chequeo.

Para la elaboración y aplicación del instrumento se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 1 Criterios para la gestión y control del riesgo de incendio.

Criterios o dimensiones	Nº de ítem (Indicadores)	Nro de Trabajadores encuestados	Nro de Ítem – trabajadores encuestados	Peso en %	Opciones de Respuesta
Factores de Inicio	4	275	1100	25.0	Si, No
Factores de propagación	3	275	825	18.8	Si, No
Evacuación	4	275	1100	25.0	Si, No
Medios de lucha	5	275	1375	31.3	Si, No
Total	16	275	4400	100.0	2 opciones de respuesta

Categorías empleadas:

Deficiente

Regular

Eficiente

Rangos utilizados para medir la variable y sus respectivas dimensiones

Deficiente [0% - 33%]

Regular [34 % - 67%]

Eficiente [68 % – 100%]

Los resultados obtenidos se han organizado en tablas y gráficos estadísticos, como se describen a continuación:

Para el criterio de los factores de Inicio

Tabla 2 Factores de inicio del riesgo de incendio

Categoría	frecuencia	Porcentaje %
Si	455	41.00
No	645	59.00
Total	1100	100.00

Fuente: Data de resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para los factores de inicio del riesgo de incendio.

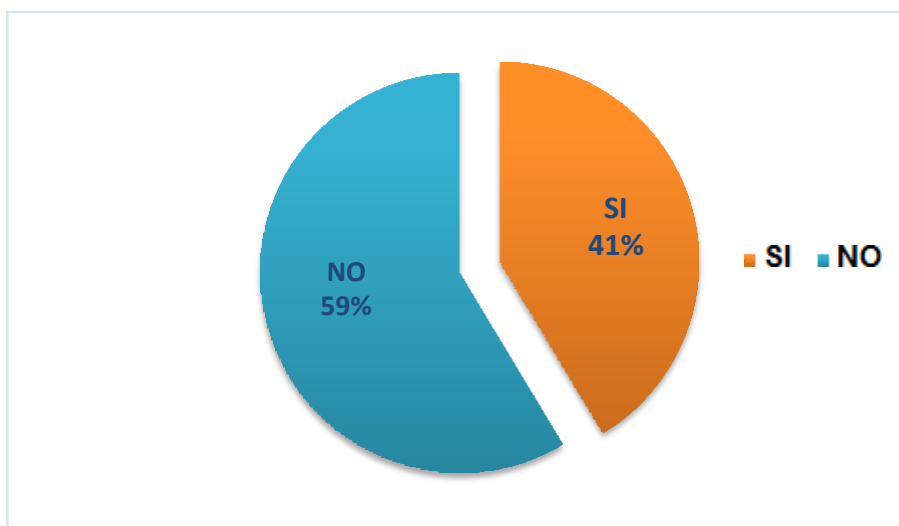


Figura 13 Resultados para el criterio de inicio del riesgo de incendio

Interpretación

En la Tabla 1 y la Tabla 2 se observa que, de un total de 4 indicadores del criterio factores de inicio, los 275 trabajadores respondieron las cuatro preguntas (indicadores) haciendo un total de 1100 intervenciones, de los cuales el 41% respondió afirmativamente que se cumple con estos indicadores y el 59% respondió que no se cumple con los indicadores mencionados, con lo cual se puede determinar que la gestión y el control del riesgo de incendio es regular [34% - 67%] para este criterio.

Para el criterio de los factores de propagación

Tabla 3 Factores de propagación del riesgo de incendio

Categoría	frecuencia	Porcentaje %
Si	210	25
No	615	75
Total	825	100.00

Fuente: Data de resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para los factores de propagación del riesgo de incendio

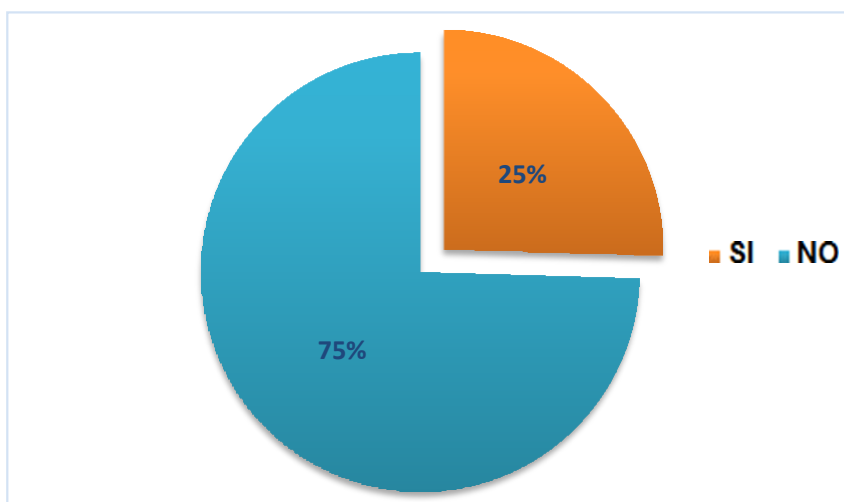


Figura 14 Resultados para el criterio de propagación del riesgo de incendio

Interpretación

En la Tabla 1 y la Tabla 3 se observa que, de un total de 3 indicadores del criterio factores de propagación del riesgo de incendio, los 275 trabajadores respondieron las tres preguntas (indicadores) haciendo un total de 825 intervenciones, de los cuales el 25% respondió afirmativamente que se cumple con estos indicadores y el 75% respondió que no se cumple con los indicadores mencionados, con lo cual se puede determinar que la gestión y el control del riesgo de incendio es deficiente [0% - 33%] para este criterio.

Para el criterio de los factores de Evacuación

Tabla 4 Evacuación por riesgo de incendio

Categoría	frecuencia	Porcentaje %
Si	391	36
No	709	64
	1100	100.00

Fuente: Data de resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para

los factores de inicio del riesgo de incendio.

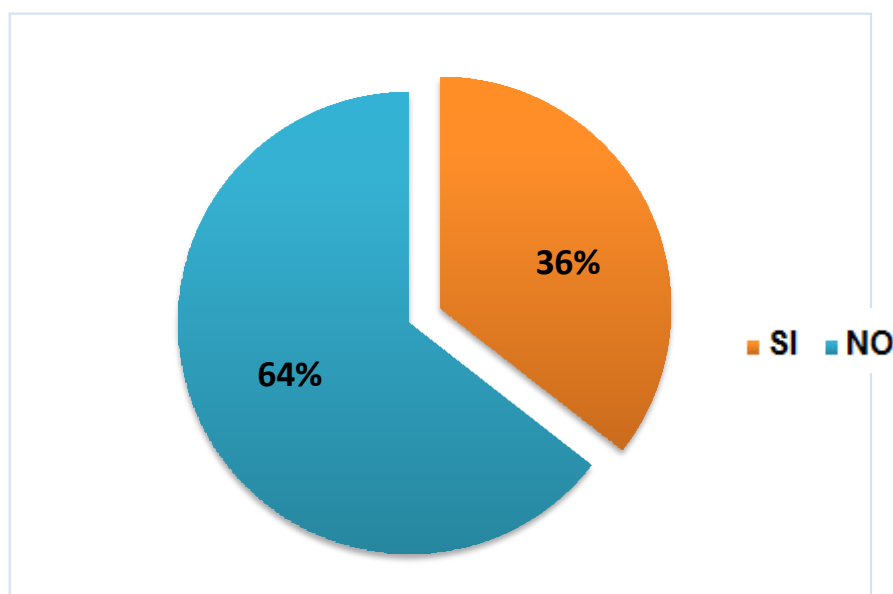


Figura 15 Resultados para el criterio de evacuación en caso de incendio

Interpretación

En la Tabla 1 y la Tabla 4 se observa que, de un total de 4 indicadores del criterio evacuación por riesgo de incendio, los 275 trabajadores respondieron las cuatro preguntas (indicadores) haciendo un total de 1100 intervenciones, de los cuales el 36% respondió afirmativamente que se cumple con estos indicadores y el 64% respondió no se cumple con los indicadores mencionados, con lo cual se puede determinar que la gestión y el control del riesgo de incendio es regular [34% - 67%] para este criterio.

Para el criterio de medios de lucha

Tabla 5 Medios de lucha contra incendios

Categoría	frecuencia	Porcentaje %
Si	419	30
No	956	70
Total	1375	100.00

Fuente: Data de resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para los medios de lucha del riesgo de incendio.

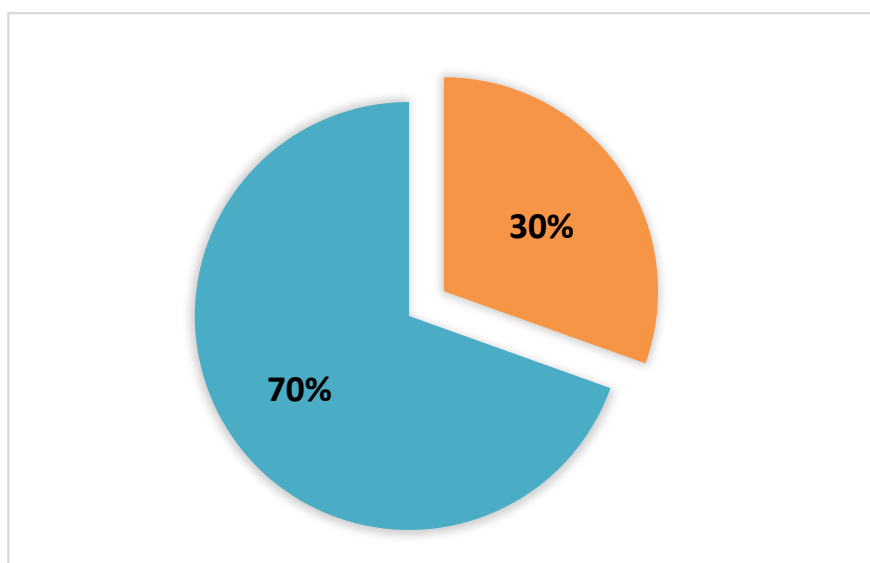


Figura 16 Resultados para el criterio de medios de lucha contra incendio

Interpretación

En la Tabla 1 y la Tabla 5 se observa que, de un total de 5 indicadores del criterio medios de lucha contra incendio, los 275 trabajadores respondieron las cuatro preguntas (indicadores) haciendo un total de 1375 intervenciones, de los cuales el 30% respondió afirmativamente que se cumple con estos indicadores y el 70% respondió que no se cumple con los indicadores mencionados, con lo cual se puede determinar que la gestión y el control del riesgo de incendio es deficiente [0% - 33%] .para este criterio.

Después de haber realizado el diagnostico se observa en la figuras 12, 13, 14, 15 y 16, que se cumple de manera regular con los criterios, factores de inicio y evacuación por riesgo de incendio; se cumple de manera deficiente con los criterio siguientes: factores de propagación y medios de lucha contra incendio. En ese contexto Agroindustrias San Jacinto S.A.A se ha propuesto realizar mejoras urgentes en las condiciones que eviten un posible incendio. En la encuesta realizadas se han tomado la muestra que permite determinar la inexistencia de técnicas de prevención, mitigación y protección de incendios, ante lo cual los trabajadores que concurren diariamente a las instalaciones de la empresa, están en un riesgo latente al no tener identificada debidamente la salida de emergencia, señalización para evacuación, luces de emergencia, equipos operativos de lucha contra incendio y distribución de extintores, conformación de brigadas.

3.2 Resultado objetivo específico 02: Identificar y evaluar los riesgos por área de trabajo.

3.2.1 Determinación del método de identificación y evaluación de los riesgos a ser analizados.

Códigos y estándares aplicados.

El presente análisis de riesgos ha sido desarrollado considerando la normatividad nacional vigente:

- NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers – Edición 2013
- NFPA 13: Standard for Installation of Sprinkler Systems – Edición 2016
- NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems – Edición 2016
- NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection – Edición 2016
- NFPA 70: National Electrical Code – Edición 2017.
- NFPA 72: National Fire Alarm Code – Edición 2016.
- NFPA 101: Life Safety Code – Edición 2015
- NFPA 550: Guide to the Fire Safety Concepts Tree – Edición 2017.
- NFPA 551: Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments – Edición 2016.
- FM 7-11: Factory Mutual – Conveyors.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma A.130.
- Decreto Supremo N° 42-F Reglamento de Seguridad Industrial.
- Decreto Supremo N° 043-2007-EM Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos.
- Decreto Supremo N° 052-93-EM Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos.
- Decreto Supremo N° 026-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

Metodología para la evaluación de riesgos

Para el análisis de los riesgos se aplica la metodología establecida en el estándar de la norma NFPA 551: Guía para el análisis de evaluaciones de riesgo de incendio de acuerdo a lo establecido en sus capítulos 4 y 5 y en su anexo A.5; y en adaptación de la metodología estipulada en el capítulo IX del Decreto Supremo N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, que permite evaluar el riesgo mediante el formato IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y su Control) y la matriz básica según el anexo 7 de dicho reglamento. El formato IPERC ha sido ligeramente modificado en complementación normativa de Decreto Supremo N°024-2016-EM y la norma NFPA 550 y NFPA 551.

Para el diseño y selección de los sistemas contra incendio se emplea la metodología de la norma NFPA 551: Árbol de decisiones para la protección contra incendios y de otros códigos y estándares para asegurar que el diseño de los sistemas contra incendio cumpla con los requerimientos de seguridad mínimos que se identifiquen para cada proceso industrial. Los principalmente estándares empleados son los de la National Fire Protection Association (NFPA) y Factory Mutual.

Estos estándares definen las condiciones de seguridad mínimas para el proceso y las prácticas de diseño y trabajo recomendadas. Esta metodología provee resultados cualitativos apropiados para la fase de concepción y diseño de proyectos, y muy apropiada para el control de los principales siniestros de incendio en casos como el presente.

La matriz básica de riesgos del D.S. N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería es una matriz cualitativa que indica si el riesgo analizado es alto, medio o bajo en función a la frecuencia y a la severidad. El criterio de “Daño a la propiedad” ha sido ajustado a valores más apropiados a los montos económicos que maneja Agroindustrias San Jacinto, considerando que en el ejercicio del 2015 el patrimonio neto fue 314 millones de soles y la utilidad neta fue 11,9 millones de soles, aproximadamente. El criterio “Daño al proceso” también fue modificado con respecto a lo indicado en el D.S. N°0242016-EM y a la norma NFPA 550 y NFPA 551.



Figura 17 Planificación del proceso de evaluación de los riesgos

		Probabilidad				
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
		A	B	C	D	E
Catastrófico	1	1	2	4	7	11
Mortalidad	2	3	5	8	12	16
Permanente	3	6	9	13	17	20
Temporal	4	10	14	18	21	23
Menor	5	15	19	22	24	25

Figura 18 Matriz de probabilidad, consecuencias y los niveles de riesgos.

NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
	Alto	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	Medio	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	Bajo	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

Figura 19 Descripción del nivel de riesgo

SEVERIDAD		CRITERIOS		
		Lesión personal	Daño a la propiedad	Daño al proceso
Catastrófico	1	Varias fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Pérdidas por un monto superior a US\$ 1'000,000	Paralización del proceso de más de 3 mes o paralización definitiva.
Mortalidad (Pérdida mayor)	2	Una mortalidad. Estado vegetal.	Pérdidas por un monto entre US\$ 100,000 y US\$ 1'000,000	Paralización del proceso de hasta 3 mes
Pérdida permanente	3	Lesiones que incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales avanzadas.	Pérdida por un monto entre US\$ 10,000 y US\$ 100,000	Paralización del proceso de hasta 1 mes.
Pérdida temporal	4	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica	Pérdida por monto mayor o igual a US\$ 1,000 y menor a US\$ 10,000	Paralización de hasta 1 semana.
Pérdida menor	5	Lesión que no incapacita a la persona. Lesiones leves.	Pérdida por monto menor a US\$ 1,000	Paralización menor de 1 día.

Figura 20 Criterios establecidos para la severidad

PROBABILIDAD		CRITERIOS	
		Probabilidad de frecuencia	Frecuencia de exposición
Común (muy probable)	A	Sucede con demasiada frecuencia. $90\% < p$	Sucede aproximadamente una vez al día. Muchas personas expuestas (6 o más).
Ha sucedido (probable)	B	Sucede con frecuencia. $65\% < p < 90\%$	Sucede de una vez a la semana a una vez al mes. Moderada cantidad de personas (3 a 5) expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	C	Sucede ocasionalmente. $35\% < p < 65\%$	Sucede de una vez al mes a una vez al año. □ Pocas personas (1 a 2) expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente.
Raro que suceda (poco probable)	D	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra. $10\% < p < 35\%$	Sucede cada bastantes años. □ Moderada cantidad de personas (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente.
Prácticamente imposible que suceda.	E	Muy rara vez ocurre. Imposible que ocurra. $p < 10\%$	No se sabe que haya ocurrido pero no se descarta. Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente

Figura 21 Criterios establecidos para la probabilidad

3.2.2 Identificación y evaluación de los riesgos – Matriz IPER.

En las siguientes páginas de la presente investigación se determina el nivel de los riesgos en los diferentes procesos, áreas de trabajo de la empresa Agroindustrias San Jacinto SAA. Con la identificación y evaluación de riesgos determinamos la cantidad y la magnitud de los riesgos. Su probabilidad de ocurrencia y su capacidad de perjudicar. De hecho, la importancia de la evaluación de riesgos es tal, que, sin ella, no es posible completar el análisis de brechas sobre los riesgos de incendio. En ese sentido nos podemos quedar con dos conceptos claros: El análisis de brechas de riesgos de incendio no sustituye a la evaluación de riesgos (ISO 27001, 2017). La evaluación de riesgos debe realizarse antes del análisis de brechas de los riesgos de incendio. De no ser así, el proceso resultaría incompleto y su enfoque sería dudoso.

Item	Descripción	Riesgo	Ubicación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo inicial	Mitigación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo residual
1	Problemas mecánicos o eléctricos en los grandes motores eléctricos	Incendio o daño mayor al equipo	<ul style="list-style-type: none"> Molinos trapicho Faja de bagazo ventiladores de las calderas 	Raro que suceda	Pérdida permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento preventivo Protecciones eléctricas y de temperatura según IEEE Detección térmica lineal 	Baja	Pérdida permanente	34
2	Fugas de aceite a presión o derrame masivo	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Unidades hidráulicas en los molinos de trapicho y en las casas de fuerza 	Raro que suceda	Mortalidad	12	<ul style="list-style-type: none"> Programa de prevención de fugas accidentales Procedimiento de parada de emergencia Reemplazar el fluido hidráulico por otro aprobado por FM o instalar gabinetes contra incendios, contención y drenaje, protección para las columnas expuestas, y barreras contra fuego 	Raro que suceda	Permanente	17
3	Presencia de varios equipos y condiciones peligrosas detallados individualmente en otras secciones de este estudio	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> Casas de fuerza 				<ul style="list-style-type: none"> Proteger cada riesgo individual según lo indicado en otras secciones de este estudio Rociadores automáticos en todas las áreas del 1er nivel y líneas hidráulicas CO₂ por inundación total dentro de los cerramientos de la turbina y generador. 			

Figura 22 Matriz de identificación y evaluación del riesgo de incendio y su control

Item	Descripción	Riesgo	Ubicación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo inicial	Mitigación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo residual
4	Falla de aislamiento eléctrico	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Transformadores 	Raro que suceda	Mortalidad	12	<ul style="list-style-type: none"> Instalar el sistema TP u otro similar o, reemplazar el aceite por otro aprobado por FM. Detección de humos [Aislar el equipo con muros de 3 horas de resistencia al fuego y proveer contención de derrames] o [Rociadores automáticos y contención y drenaje de emergencia] 	Raro que suceda	Permanente	17
5	Fallas eléctricas y presencia de material combustible	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Salas eléctricas, cuartos de control y de datos 	Raro que suceda	Permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> Detección de humos de alarma muy temprana. Muros de 2 horas de resistencia al fuego. Protección ignífuga para los cables Novoc 1230 dentro de salas de alto valor y con personal constante 	Raro que suceda	Menor	24
6	Fallas mecánicas o trabajos en caliente, presencia de material combustible, acceso limitado	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Conductor de bagazo 	Raro que suceda	Permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> Rociadores automáticos. Detección térmico lineal. Mangueras contra incendio. 	Raro que suceda	Temporal	21

Figura 22 Matriz de identificación y evaluación del riesgo de incendio y su control “continuación”

Item	Descripción	Riesgo	Ubicación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo inicial	Mitigación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo residual
7	Derribo de ácido, corriente eléctrica, generación de hidrógeno, presencia de material combustible	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> Cuarto de baterías 	Podría suceder	Temporal	18	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento del artículo 480 de la NFPA 70. Proveer protecciones contra sobrecorrientes y sobrecarga. Cerrar los cuartos con muros de 2 horas de resistencia al fuego. Detección de humos. Ventilación forzada supervisada. 	Raro que suceda	Menor	24
8	Pérdidas de aislamiento en los cables eléctricos	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Bandejas trincheras y donde haya una gran acumulación de cables eléctricos. 	Raro que suceda	Permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> Recubrimiento ignífugo sobre los cables y detección térmica lineal. Sellar las penetraciones en las paredes con resistencia al fuego. 	Raro que suceda	Temporal	21
9	Derribo masivo de etanol	Incendio tridimensional	<ul style="list-style-type: none"> Planta de destilación de alcohol 	Raro que suceda	Mortalidad	12	<ul style="list-style-type: none"> Contención de derrames y drenaje de emergencia Mangueras contra incendio 	Raro que suceda	Temporal	21
10	Generación de gases e incremento de temperatura	Incendio o explosión	<ul style="list-style-type: none"> Pozas de contención y tanques de melaza 	Prácticamente imposible que suceda	Permanente	20	<ul style="list-style-type: none"> Mangueras contra incendio Ventilación de tanques 	Prácticamente imposible que suceda	Permanente	20

Figura 22 Matriz de identificación y evaluación del riesgo de incendio y su control “continuación”

Item	Descripción	Riego	Ubicación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo inicial	Medidas de control	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo residual
11	Presencia de material combustible fino, superficies calientes, equipos mecánicos y electricidad	Incendio o explosión	<ul style="list-style-type: none"> Almacén de bagazo 	Podría suceder	Permanente	13	<ul style="list-style-type: none"> Hidrantes, monitores y mangueras contra incendio. Rocío de agua para humedecer la superficie del materia. Instalar un muro corta fuegos de dos horas de resistencia. 	Podría suceder	Temporal	18
12	Construcción de material combustible o no resistente al fuego, presencia de material combustible y electricidad, uso de montacargos y otros equipos mecánicos	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> Almacén de producto terminado 	Podría suceder	Permanente	13	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de rociadores automáticos. Mangueras contra incendio Detección de humos si se prescinde de los rociadores. 	Raro que suceda	Permanente	17
13	presencia de material combustible, instalaciones eléctricas y montacargas	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> Almacén de repuestos 	Raro que suceda	Permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar el costo-beneficio de instalar rociadores automáticos. Mangueras contra incendio Contención de derrames para los líquidos combustibles. 	Raro que suceda	Temporal	21

Figura 22 Matriz de identificación y evaluación del riesgo de incendio y su control “continuación”

Item	Descripción	Riego	Ubicación	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo inicial	Medidas de control	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo residual
14	Partículas combustibles muy finas en suspensión, instalaciones eléctricas y mecánicas	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> • Secadores rotatorios • Ductos de gases • Tolvas de almacenamiento de azúcar • Elevador de cangilones • Zarandas de azúcar 	Raro que suceda	Permanente	17	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la conexión a tierra de los equipos • Adecuar la instalación eléctrica según una clasificación de áreas peligrosas (NFPA 70 artículo 500) • Rociadores automáticos. 	Raro que suceda	Temporal	21
15	Falla estructural o terremoto	Derrame masivo de ácido sulfúrico, posibilidad de incendio y explosión.	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de ácido sulfúrico al 98,5% en la planta de alcohol. 	Raro que suceda	Permanente	21	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la estanqueidad del dique de contención • Rociadores abiertos -diluvio- sobre el tanque de ácido sulfúrico y válvula de drenaje de agua. • Mangueras contra incendio 	Raro que suceda	Menor	24
16	Combustión de bagazo o líquidos combustibles	Incendio y explosión	<ul style="list-style-type: none"> • Calderas 	Prácticamente imposible que suceda	Mortalidad	16	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir con las prácticas de control, sistemas de control, mantenimiento y entrenamiento del personal. • Mangueras contra incendio. 	Prácticamente imposible que suceda	Mortalidad	16

Figura 22 Matriz de identificación y evaluación del riesgo de incendio y su control “continuación”

Tabla 6 Resumen de la evaluación del Riesgo de Incendio

RIESGO IDENTIFICADO	CANTIDA DE VECES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	Riesgo identificado Porcentaje
Incendio o daño mayor de los equipos	1	7%
Incendio	5	33%
Incendio y explosión	7	47%
Incendio tridimensional	1	7%
Incendio y explosión por derrame de ácido sulfúrico	1	7%
Total	15	100%

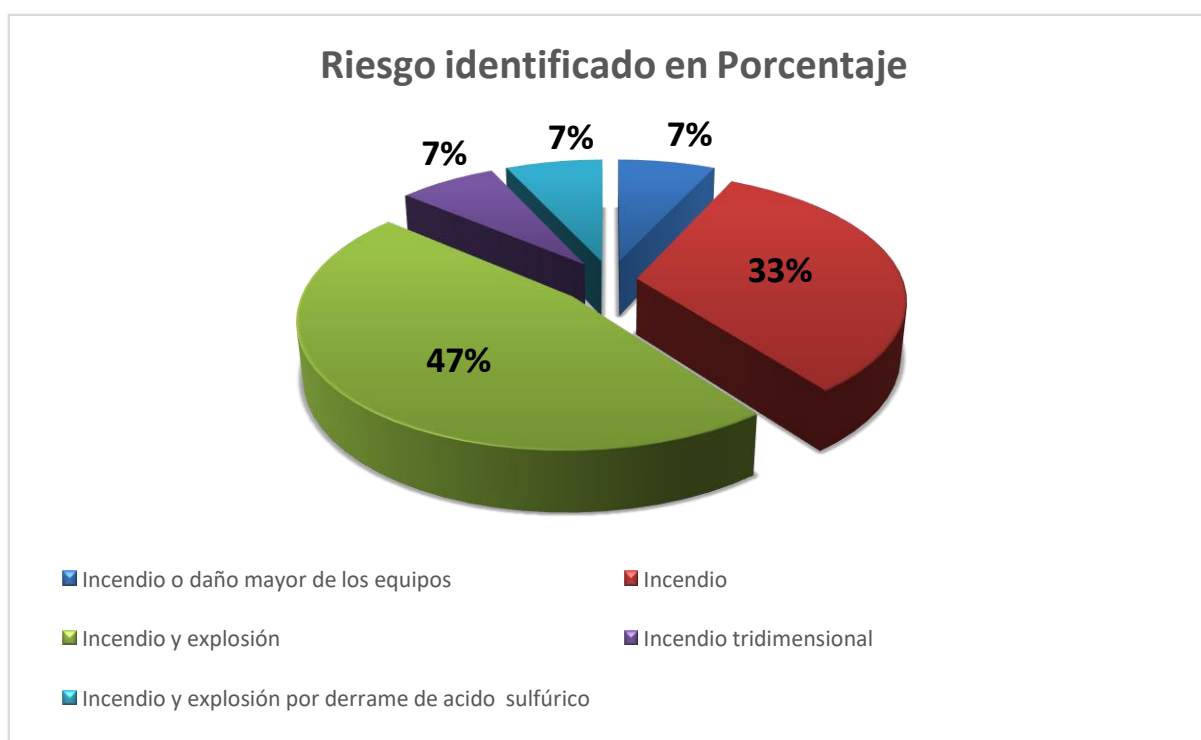


Figura 23 Porcentaje de la participación de los riesgos de incendio identificados

Interpretación:

De la Evaluación de los riesgos de incendio podemos manifestar que el riesgo de mayor importancia es el riesgo de incendio y explosión con 47% de presencia en los procesos y seguido del riesgo de incendio con un 33% de participación en los procesos de producción, la empresa debe de tomar las medidas de prevención, control y mitigación determinado por el análisis. Los riesgos de menor importancia relativa son los riesgos de incendio o daño mayor de equipo, incendio tridimensional e incendio y explosión por derrame de ácido sulfúrico, se deberá de tomar también las medidas preventivas y de mitigación que el análisis amerite.

3.3 Resultado objetivo específico 03: Desarrollar el análisis de los riesgos de incendio por área de trabajo que afecta a las personas, recursos, sistemas y procesos para su prevención o mitigación.**3.3.1 Unidades Hidráulicas.**

En la planta de Agroindustrias San Jacinto las turbinas de vapor ubicadas en la desfibradora, molinos trapiche, casa de fuerza y nueva casa de fuerza, cada una cuenta con su respectiva unidad hidráulica para lubricación y control, estas unidades cuentan con un tanque reservorio de aceite, filtros, bombas de alta presión, intercambiadores de calor y conexiones eléctricas. Todas las unidades hidráulicas se encuentran expuestas, y carecen de cerramiento alguno, se ubican por debajo del nivel de las turbinas y cerca de otros equipos importantes y no tienen un sistema de protección contra incendio.

Pueden ocurrir incendios severos en turbinas y generadores eléctricos como consecuencia de fugas accidentales del aceite que se utiliza en los sistemas de lubricación, control y de sellos. Aun cuando el aceite empleado en estos sistemas tienen un alto punto de inflamación (flash point), éste aceite representa un alto riesgo de incendio debido a un posible derrame masivo o fuga a presión el cual puede ocasionar un incendio incontrolable, con altos valores de calor y exposición a otros equipos críticos que son importantes para la continuidad en la producción y hasta podría haber afectaciones a la estructura del edificio mismo. Los tipos de incendios que se pueden provocar por la fuga de aceite son: incendio tipo charco, tridimensional, soplete o pluma,

o una combinación de ellos. Principalmente las fugas de aceite pueden ocurrir en las juntas bridadas, juntas y accesorios roscados, filtros, manómetros e indicadores, visores, intercambiadores de calor del aceite, cojinetes, juntas de expansión de jebe y mangueras típicamente debido a fallas del equipo mismo o por error del operador. El aceite derramado puede encenderse debido a equipo eléctrico, superficies calientes no aisladas, ignición espontánea y por trabajos de mantenimiento. La probabilidad de ocurrencia de un accidente de este tipo puede calificarse como raro que suceda, pero según Factory Mutual (FM) la factibilidad de incendio es real y la severidad se califica como mortalidad debido a que estas turbinas y sus respectivas unidades hidráulicas se encuentran expuestas una al lado de la otra resultando muy probable que un derrame e incendio en una de ellas afecte a las unidades aledañas lo que provocaría una parada del proceso además del daño a múltiples equipos.

Mitigación: El riesgo de incendio se centra principalmente en el fluido hidráulico, para el control de éste riesgo será mejor eliminarlo utilizando un fluido industrial ignífugo aprobado por FM. De ser así, se puede prescindir de todos los requerimientos de protección contra incendios en base a agua.

En caso no fuera posible cambiar el fluido hidráulico de las turbinas por un fluido aprobado por FM, la medida más eficaz para limitar el daño de un incendio de estas características es detener o interrumpir el sistema hidráulico afectado lo más rápido posible. Los sistemas hidráulicos de control se pueden parar rápidamente, esto ocasionará que ciertas válvulas de control de vapor regresen a una posición segura al ser despresurizadas. Sin embargo el sistema de lubricación no puede detenerse hasta que la turbina haya alcanzado una condición que asegure que no haya peligro de daños mayores. La protección contra incendio debe incluir principalmente tres (03) componentes:

- Un programa de prevención de fugas accidentales (fuera del alcance de este estudio).
- Un procedimiento eficaz de parada de emergencia (fuera del alcance de este estudio).
- Una combinación de elementos de protección pasiva y activa que incluye diques de contención de derrames y drenaje, sistema de mangueras contra

incendios y/o monitores de gran caudal, protección a las columnas expuestas del edificio, cubiertas para fugas en spray y barreras contra fuego en cada unidad hidráulica.

El principal objetivo de estas medidas es limitar la extensión del daño deteniendo o interrumpiendo el abastecimiento de aceite lo antes posible, controlando la fuga y usando sistemas de mangueras y/o monitores para enfriar y extinguir los incendios tipo charco. El sistema contra incendio de estas turbinas debe incluir lo siguiente:

- Agua contra incendio por 2 horas más 750 gpm para mangueras.
- Proteger la válvula de parada de emergencia y la válvula de control, de los sistemas hidráulicos, de un posible impacto directo del agua contra incendio mediante cubiertas.
- Instalar cubiertas para fugas en spray, de plancha metálica de 2 mm de espesor, sobre las unidades hidráulicas de las turbinas y de los reductores, y para bloquear cualquier fuga previsible que afecte a equipos importantes.
- Instalar mangueras contra incendio y/o monitores de gran caudal (mayor de 250 gpm) en ubicaciones estratégicas para poder acceder y extinguir los incendios que puedan ocurrir en: las conexiones de las tuberías de lubricación a los cojinetes de las turbinas y reductores, y sobre el recorrido de las tuberías de lubricación, especialmente donde hayan accesorios roscados como manómetros, indicadores, sistemas de control, visores, etc.
- Proteger las columnas metálicas expuestas mediante el uso auxiliar de otra manguera contra incendio y/o monitores de gran caudal contiguo.
- Construir diques de contención y drenajes de emergencia alrededor de las unidades hidráulicas y debajo del nivel de las turbinas, motores eléctricos y reductores de tal manera que se colecte el derrame de aceite y el agua del sistema de extinción de incendios y sean evacuados a un tanque o poza separadora matafuegos, que cumpla la norma API 421, evitando así la propagación del derrame y posible incendio en áreas adyacentes.
- Cambiar las mangueras de lubricación hacia los reductores por tubería de acero soldada.

- El caudal de agua estimado para esta protección es 1500 gpm, un periodo de dos (02) horas de independencia del sistema de agua y una reserva de agua de 681 m³.

3.3.2 Motores eléctricos

De acuerdo al Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) el 44% de las fallas en grandes motores eléctricos ocurren por problemas en los cojinetes y el 26% por problemas de aislamiento en los devanados, siendo la principal causa de estas fallas la falta de mantenimiento y el uso de componentes inapropiados. Todas de las siguientes condiciones puede generar el incremento de temperatura en los motores lo cual a su vez generará daños al aislamiento y cojinetes del motor: sobrecarga, bloqueo del rotor, falla de arranque, alta temperatura ambiental, mala ventilación del motor, velocidad reducida, arranques y paradas frecuentes, bajo voltaje o baja frecuencia, falla mecánica en el lado de la carga, mala selección o instalación del motor, voltaje desbalanceado, pérdida de fase. La probabilidad de ocurrencia de un incidente que pueda destruir o incendiar un motor es baja siempre que se haya diseñado, seleccionado e instalado correctamente dicho motor y además que se hayan provisto todas las protecciones eléctricas establecidas por el IEEE.

La severidad se clasifica como pérdida permanente para los motores grandes e importantes del proceso como por ejemplo, los motores eléctricos de la desfibradora y molinos del trapiche, porque el proceso de producción se vería paralizado hasta reemplazar o reparar el motor.

Mitigación: Las medidas de mitigación involucran al programa de mantenimiento preventivo de los motores y la instalación de las protecciones eléctricas y de temperaturas indicadas por el IEEE. Si algún motor que es crítico para el proceso y no tuviera sensores de temperatura, se recomienda instalar un sistema de detección de temperatura mediante un detector térmico lineal – cable – o detectores termo velocimétricos sobre el motor y su respectiva transmisión.

3.3.3 Casas de fuerza

Agroindustrias San Jacinto cuenta con 2 casas de fuerza, una antigua y un edificio nuevo que alberga la nueva turbina. El edificio nuevo es de estructura metálica con una mezanine donde se ubica la turbina y generador, ambos dentro de cerramientos individuales, y cuartos con tableros eléctricos. En el primer nivel se ubica la unidad hidráulica la cual sobresale hacia mezanine por una abertura en el piso de la mezanine, también hay transformadores, cuarto de baterías, varias bandejas con cables eléctricos y las tuberías de vapor que atraviesan las paredes. La casa de fuerza antigua también es similar a lo descrito. Ambas casas de fuerza contiene varios equipos y riesgos asociados que se han tratado de forma individual en otras secciones de este estudio y corresponde aplicar las medidas de mitigación indicadas.

Mitigación: Para el primer y segundo nivel se recomienda instalar un gabinete contra incendios y dos salidas valuadas, más una caseta de ataque rápido CAR., para la nueva turbina un sistema de extinción por inundación total de CO₂ dentro de los cerramientos de la turbina y del generador.

3.3.4 Transformadores

En Agroindustrias San Jacinto la mayoría de los transformadores que se usan son de aceite dieléctrico para lograr las características de aislamiento que aseguren su funcionamiento. Una de las fallas probables en este tipo de transformadores ocurre en el aislamiento que puede ser causada por golpes, sobrecargas o maniobras eléctricas, choque de relámpagos, el deterioro gradual del aislamiento, aceite contaminado con ácidos o niveles bajos de aceite, entre otros. La falla en el aislamiento puede producir arcos eléctricos y puntos focalizados de muy altas temperaturas donde el aceite se vaporiza formando un gran volumen de gases inflamables y creando un fuerte incremento de presión dentro del tanque del transformador que puede romper el tanque del equipo eléctrico; los tanques de los transformadores no están diseñados para soportar sobrepresiones como sí lo son, por ejemplo, los tanques contenedores de líquidos o gases diseñados bajo el código ASME. En caso se produjera un derrame de aceite y la posible liberación de gases los cuales muy probablemente se inflamen al entrar en contacto con el aire generando un incendio en el transformador y sus alrededores. Adicionalmente los errores de operación, sabotaje o equipos defectuosos también pueden provocar derrames de aceite.

La probabilidad de ocurrencia de un accidente de este tipo puede calificarse como raro que suceda; sin embargo las industrias y las compañías aseguradoras conocen que los incendios por fallas de aislamiento son incidentes recurrentes, además considerando que con cada avance tecnológico los diseños de los transformadores tienen periodos de vida más cortos y a que siempre existe la posibilidad latente del error humano en la operación y/o en el mantenimiento preventivo. La severidad se califica como mortalidad debido a que el incendio de cualquier transformador, por estar ubicado dentro de los edificios e instalaciones, afectaría máquinas y equipos aledaños y los que se encuentren arriba de ellos también, además de destruir el transformador y generar una parada de la producción.

Mitigación: Existe un primer sistema de protección de transformadores denominado *Transformer Protector (TP)*. Es un sistema mecánico que se instala en el mismo transformador y que reacciona rápidamente, en milisegundos, a la primera onda de choque generada por la vaporización del aceite debido a un arco eléctrico, mucho antes de que la presión estática dentro del tanque se eleve a valores que puedan provocar su ruptura, permitiendo así la rápida despresurización, en milisegundos, del tanque de aceite. Éste sistema es capaz de separar los gases del aceite y los libera de forma segura, y evacúa los gases inflamables que puedan quedar dentro del tanque a través de la inyección de hidrógeno. Este sistema no es una válvula de alivio de presión, que se tiene como parte del equipamiento de los tanques de los transformadores pero es capaz de evitar la ruptura del tanque. La compañía SERGI Transformer Protector es uno de los fabricantes de este sistema de protección contra incendios en transformadores; y se puede utilizar ésta marca o similar. Al contar con una medida de control que impide la ruptura de tanque y el derrame de aceite se puede prescindir de las medidas de mitigación que se explican a continuación.

Como segundo sistema de protección de transformadores se asume que ocurrirá la ruptura del tanque y seguidamente se producirá el derrame de aceite y su objetivo principal es limitar la extensión del daño y consecuencias de dicho incidente protegiendo a los equipos cercanos de quedar expuestos al calor de un posible incendio mediante muros con resistencia al fuego y conteniendo el derrame de aceite para evitar que el incendio se propague.

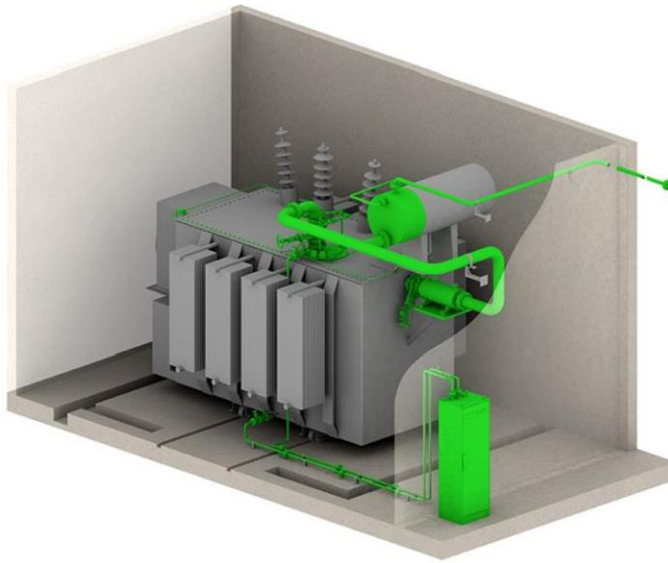


Figura 24 Protección de transformadores de la marca Sergi.

Para los transformadores grandes y que cuenten con gran volumen de aceite dieléctrico, la opción más recomendable para reducir la severidad de un incendio es reemplazar el aceite de los transformadores por un líquido menos inflamable aprobado por Factory Mutual y, de adquirir transformadores nuevos, que éstos sean igualmente aprobados por Factory Mutual.

Las medidas recomendadas de mitigación son las siguientes:

- Encerrar los transformadores que contengan más de 100 galones de aceite – que son casi todos – dentro de ambientes con paredes resistentes al fuego de 3 horas. Si el cuarto contiene más de un transformador, subdividir el cuarto con paredes de 3 horas de resistencia al fuego. Usar puertas resistentes al fuego normalmente cerradas y sellar contra fuego cualquier abertura en las paredes, techo o piso. Si los transformadores contienen líquidos aprobados por Factory Mutual, las paredes pueden ser de 1 hora de resistencia al fuego.
- Construir un dique, zanja o cualquier otra forma de contención de derrames de aceite debajo de cada transformador.

- Si no es posible construir el cerramiento antes descrito, instalar un sistema de diluvio que aplique agua sobre el transformador y además de contar con una provisión de agua de 500 gpm durante 2 horas para mangueras y un sistema de drenaje de emergencia que evacúe el agua del sistema de rociadores y contenga el derrame de aceite.
- En cualquiera de los casos, instalar un sistema de detección de humos con detectores iónicos.



Figura 25 Sistema de diluvio para protección contra fuego en transformadores

3.3.5 Cuartos de control y salas eléctricas

Los cuartos de control y salas eléctricas contienen tableros eléctricos, tableros de control y equipos eléctricos asociados que controlan cada uno de los procesos productivos. En estos ambientes se cuenta con una gran cantidad de cables que entran y salen de los cuartos eléctricos en bandejas atravesando las paredes. Existe una cantidad importante de plásticos presente en los equipos eléctricos (interruptores, botones, medidores, componentes electrónicos, etc.), además en el aislamiento de los cables se tiene una carga de combustible significativa dentro de los cuartos eléctricos. Las fallas que se presentan en estos equipos son propias de su naturaleza y trabajo eléctrico y pueden ocurrir por condiciones de operación (pérdida de fase, sobrecarga, falsos contactos, contacto a tierra, ciclos o tiempo de vida, mala selección o dimensionamiento, etc.) o por condiciones ambientales (mala ventilación, corrosión, contaminación y

suciedad, presencia de material combustible dentro del cuarto, daño mecánico, etc.) y pueden producir sobrecalentamientos, arcos eléctricos, una reacción en cadena de fallas eléctricas e incendios. Como medidas de prevención se deben realizar regularmente inspecciones visuales, asegurar el orden y limpieza, y ejecutar pruebas eléctricas básicas como termografías y medición de aislamientos. La probabilidad de ocurrencia de un accidente de este tipo puede calificarse como raro que suceda considerando que la selección e instalación de los equipos eléctricos han seguido las recomendaciones de los fabricantes y se han seguido las buenas prácticas de ingeniería. La severidad se califica como permanente ya que el proceso se puede ver afectado gravemente durante semanas si el daño se produce en equipos críticos que controlan la producción.

Mitigación: Las medidas de mitigación de un incendio en un cuarto eléctrico son las siguientes:

- Instalar un sistema de detección de incendio de alarma muy temprana como por ejemplo un sistema de detección de humo por aspiración o detectores puntuales laser.
- En caso el cuarto eléctrico está expuesto a riesgos exteriores, los muros exteriores deben ser de 2 horas de resistencia al fuego y cualquier penetración u orificio en los muros deben ser sellados con aditivos contra el fuego.
- Instalación de un sistema de rociadores, o un sistema de pulverización de agua, o un sistema de inundación total de agente limpio, en ese orden de preferencia, para proteger la estructura del cuarto eléctrico.

En Agroindustrias San Jacinto se observó que los cuartos eléctricos solo contienen equipos eléctricos y se mantienen libres de material combustible, todos los equipos eléctricos son secos – sin aceite –, y las bandejas eléctricas y otras instalaciones penetran las paredes, piso o techo, sin sellos contra fuego. Según lo anterior se recomienda cerrar las aberturas existentes con muros y sellos de 2 horas de resistencia al fuego, instalar un sistema de detección de humos de alarma muy temprana, donde haya una gran cantidad de cables eléctricos en bandejas recubrirlos con una protección ignífuga especial para cables eléctricos y prescindir del sistema de rociadores. En los

cuartos eléctricos, salas de control y datos, donde trabajen personas, se recomiendan sistemas de extinción por inundación total de agente limpio Novec 1230.

3.3.6 Conductores de bagazo

Al culminar los procesos de extracción de los jugos de la caña de azúcar, se inicia en el conductor de bagazo con un tramo inclinado de pendiente pronunciada y elevándose hasta 12 metros aproximadamente en el punto más elevado donde hay una pequeña torre de transferencia a otra faja horizontal que lleva el bagazo hacia los transportadores de cadena que alimentan a las calderas. Otra faja sale del almacén de bagazo y eleva el bagazo almacenado hasta los transportadores de cadena a 10 metros de altura aproximadamente. Una tercera faja horizontal y casi a nivel del suelo transporta el excedente de bagazo de los calderos al almacén de bagazo. Las fajas corren sobre pórticos y puentes metálicos y tienen una cubierta metálica sobre la faja que lleva el bagazo, los lados y parte baja quedan expuestos.

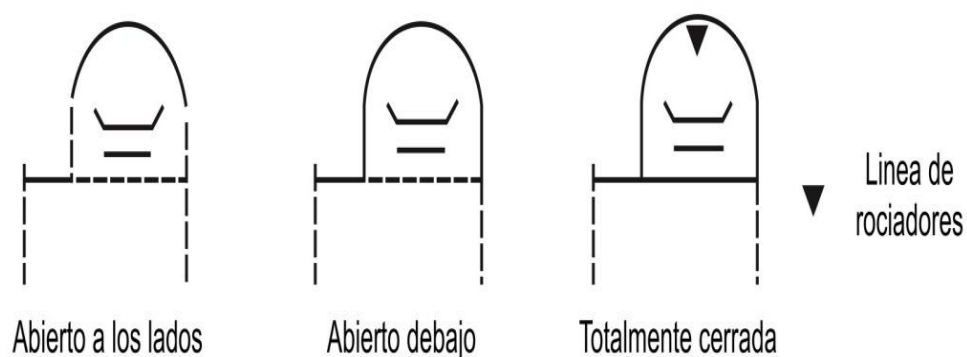


Figura 26 Faja transportadora para carga combustible.

Fuente: Factory Mutual FM 7-11

Tabla 7 Pérdidas en fajas en exteriores según el riesgo, 2004 - 2013.

Riesgo	Porcentaje por frecuencia	Porcentaje por costo de pérdida
Colapso	11%	4%
Terremotos	2%	0%
Fuego	34%	27%
Inundación	4%	26%
Impactos	2%	0.5%
Falla mecánica	14%	27%
Misceláneos	9%	0.8%
Raspaduras	2%	0.3%
Viento y granizo	23%	13%
Total	100%	100%

Fuente: Factory Mutual FM 7-11

De acuerdo a los incidentes de incendio en fajas transportadoras, que han sido registrados, se ha demostrado que el material de la faja por sí misma representa suficiente combustible para propagar un incendio y por esta razón se recomienda la instalación de rociadores automáticos incluso cuando el material de la faja se denomine como ignífugo. Un incendio de una faja transportadora emite humo negro, denso y tóxico que dificulta las tareas del personal de emergencia. Una inclinación de más de 30% favorece la propagación del incendio en una faja. La altura de la faja sobre el nivel del suelo afecta la accesibilidad y se considera que 12 metros es el límite para una extinción manual eficaz. Las principales causas que originan incendios en las fajas son los trabajos en caliente, especialmente durante paradas de planta, calentamiento por fricción de la faja con un rodillo bloqueado o por desalineamientos y, en menor grado, la exposición a incendios cercanos y vandalismo. La probabilidad de ocurrencia de un incendio en la faja de bagazo puede calificarse como raro que suceda y la severidad

como permanente ya que la pérdida económica fácilmente puede superar los US\$10,000.

Mitigación: Se recomienda la instalación de rociadores automáticos en todas las fajas cerradas de bagazo excepto en la faja horizontal a nivel del suelo usando rociadores con $8 \leq K$ y 74°C y calculando 10 rociadores a 25 gpm cada uno. Si la inclinación del tramo inclinado que sale de los molinos trapiche excede los 30° el sistema de rociadores deberá ser tipo diluvio, diseñado para aplicar $0,3 \text{ gpm/ft}^2$ en toda la longitud de la faja y activado por un sistema de detección térmico lineal. La faja horizontal a nivel del suelo se puede proteger con mangueras.

3.3.7 Cuartos de baterías

El principal riesgo asociado a cuartos de baterías son el derrame de ácido corrosivo, la gran intensidad de corriente en los terminales de las baterías pueden generar chispas y arcos eléctricos, además de la generación de hidrógeno durante el proceso de carga. Agroindustrias San Jacinto tiene 2 cuartos de baterías, uno en la casa de fuerza y otro en la nueva casa de fuerza, ambos en el primer nivel, relativamente pequeños y dentro de los edificios. El mayor riesgo para Agroindustrias San Jacinto es la explosión por la posible acumulación de hidrógeno seguido de un incendio lo cual expondría a los transformadores y equipos eléctricos contiguos. Dado que los cuartos no tienen ventilación natural, una explosión por acumulación de hidrógeno podría suceder con una severidad de temporal ya que las baterías son un respaldo más no un sistema primario y el proceso industrial no se verían afectado pero la explosión puede generar un incendio que podría comprometer los transformadores cercanos.

Mitigación: Se recomienda que la instalación cuente con todas protecciones eléctricas que se indican el artículo 480 de la NFPA 70 (National Electric Code), proveer fusibles o interruptores termomagnéticos para protección contra sobrecorrientes y, para limitar la producción de hidrógeno, tener dispositivos de protección contra sobrecarga en los cargadores de las baterías. Como medidas de protección contra explosión e incendio se recomienda cerrar los cuartos con paredes y sellos de 2 horas de resistencia al fuego, instalar detectores de humo iónicos y un sistema de ventilación forzado supervisado por el sistema de alarma.

3.3.8 Bandejas de cables eléctricos

Todos los cables que suministran potencia eléctrica a motores y otros equipos eléctricos están sujetos a muchas condiciones externas que provocan el deterioro de los cables; entre las principales condiciones tenemos: vibración, humedad, temperatura, aceites, gases, solventes y líquidos corrosivos. Al perderse el aislamiento de un cable se puede originar fallas a tierra, cortocircuitos e incendio y se produce por daño mecánico, temperatura excesiva, efecto corona y producción de ozono, sobre voltaje, ambiente químico, daño de roedores e insectos y especialmente cuando los aislamientos se humedecen con aceite. Agroindustrias San Jacinto tiene varios cuartos eléctricos con una alta densidad de cables eléctricos que son distribuidos a través de bandejas y en trincheras, especialmente en los cuartos de los transformadores con cuartos de tableros adyacentes o encima de ellos y sin separación contra fuego. Bajo esta configuración la severidad de un incendio será permanente con la posible propagación a las instalaciones eléctricas aledañas, mientras que la probabilidad de ocurrencia se puede clasificar como raro que suceda ya que la política de Agroindustrias San Jacinto es la del cumplimiento del Código Eléctrico Nacional.

Mitigación: Como protección contra incendio se recomienda instalar rociadores automáticos donde haya una gran acumulación de cables o aplicar un recubrimiento ignífugo si la cantidad de cables puede considerarse poca. De optar por el recubrimiento ignífugo, afuera de los cuartos eléctricos se deberá instalar un sistema de detección térmico lineal sobre las bandejas. Los pases de las bandejas o cables a través de las paredes o separaciones con resistencia al fuego deberán sellarse con productos selladores con una resistencia al fuego igual que la de las paredes.

3.3.8 Planta destiladora de alcohol

La planta destiladora de alcohol se ubica en un área separada 60 metros del proceso de producción de azúcar. La planta cuenta con un edificio metálico y abierto de varios niveles conteniendo las columnas de destilación, condensadores, separadores, bombas y otros equipos propios del proceso de destilación. Contiguo a este edificio de proceso están los tanques necesarios del proceso como son los tanques de fermentación,

tanques de recepción de melaza, tanque de vino, etc. conteniendo líquidos no combustibles; y adyacente a esta área de tanques están los tanques de almacenamiento de alcohol encerrados en un dique de contención, a 60 metros de distancia del edificio del trapiche. Asumiendo que Agroindustrias San Jacinto tiene un programa de manejo seguro del proceso, personal entrenado en el proceso y en emergencias del proceso, y un adecuado programa de mantenimiento de los equipos, la probabilidad de ocurrencia de un derrame e incendio en el edificio del trapiche se puede clasificar como raro que suceda sin embargo, de suceder, la severidad será catastrófico porque ocurriría un incendio tridimensional que inundaría a los niveles inferiores y hasta el suelo; los tanques, estructuras metálicas de soporte y hasta el edificio mismo pueden colapsar por la exposición al calor del incendio. Sin diques ni contención alguna, el incendio se puede propagar al almacén de producto terminado, laboratorio, comedor, vestuario de trabajadores, otras instalaciones adyacentes y dique de tanques de almacenamiento de alcohol.

Mitigación: Las principales fuentes de derrames pueden ocurrir en los tanques o contenedores de 500 galones de capacidad o más y los equipos de proceso capaces de manejar 500 galones antes de ser cerrados de manera automática, todos los tanques conteniendo líquidos con 20% o más de etanol. Se recomienda una protección con sistemas de agua - espuma a través de monitores que puedan arrojar hasta 500 gpm, y además se tendrá un monitor auxiliar de 500 gpm el mismo que servirá para como sistema de enfriamiento del tanque contiguo; además que en cada nivel de la refinería de alcoholes se deberá contar con una manguera contra incendios de agua - espuma. La duración del abastecimiento de agua debe ser de 4 horas como mínimo y se estima un caudal total de 1000 gpm para este riesgo.

3.3.9 Manipulación y almacenamiento de la melaza

La melaza por su característica resulta ser una sustancia bastante inofensiva en condiciones normales de almacenamiento porque no es tóxica ni inflamable, es inocua para la piel y se diluye fácilmente con agua. Una dilución de melaza con agua superior al 30% conduce a la fermentación, especialmente si la dilución va acompañada de un aumento de la temperatura. Al fermentarse la melaza se produce vapores de dióxido de carbono y etanol en menor grado, siendo estos gases de características asfixiantes y

altamente inflamables y explosivos respectivamente. Por ese motivo, los depósitos de melaza para su limpieza y/o su reparación en caliente como, por ejemplo, una soldadura, siempre debe realizarse pruebas de gases por parte de un analista competente para descartar la existencia de gases volátiles. La melaza es una sustancia relativamente estable en temperaturas de hasta 40°C. Al ser sometida a variaciones de temperatura superiores a 60°C se producirá su descomposición térmica, en virtud de la cual se destruye progresivamente el contenido de azúcar de la melaza en un proceso exotérmico. En caso el calor no pudiera escapar de las paredes del recipiente que lo contiene, la velocidad de reacción se incrementará, provocando que la melaza sobrecalentada puede ser expulsada del recipiente con la formación explosiva de vapor o, en casos extremos, el material puede inflamarse espontáneamente y arder hasta convertirse en una masa carbonizada de melaza sólida. Las condiciones de almacenamiento de la melaza en la planta de alcohol de Agroindustrias San Jacinto hacen que la probabilidad de explosión o incendio ocasionado por la melaza sea prácticamente imposible que suceda y la severidad sea permanente.

Mitigación: Un sistema de enfriamiento de los tanque mediante mangueras contra incendio y establecer procedimientos que aseguren la ventilación de los tanques de fermentación para evitar la acumulación de gases.

3.3.10 Almacenamiento de bagazo

El bagazo es un material producto de la extracción de jugos de la caña de azúcar, que es recogido húmedo de los molinos trapiche y que es empleado como combustible en los calderos, como alimento de animales, como fertilizante y como fibra para la fabricación de papel. Al secarse el bagazo empiezan a desprenderse fibras del mismo bagazo muy finas que son capaces de flotar en el aire. El bagazo es almacenado en pilas en un almacén al aire libre el cual tiene un área aproximada de 1,500.00 m², y mediante un cargador frontal para distribuir el bagazo en todo el almacén.

La existencia de las fajas transportadoras, del cargador frontal operando en la pila de almacenamiento y contar con la planta de trapiche a una distancia menor de 25 metros hacen que una ignición del bagazo podría suceder y se espera que el incendio sea de muy rápida propagación debido al bagacillo que flota en el aire y que está posado y acumulado como capas de sedimentos sobre todas las superficies horizontales como

los techos de la planta de azúcar. El viento predominante en la planta es en la dirección noreste llevará las cenizas encendidas del bagazo directamente hacia la planta de trapiche. La severidad del incendio y sus consecuencias será permanente ya que a pesar de que existe la posibilidad de que la planta del trapiche se destruya y de que el incendio se pueda propagar mediante fibras de bagazo encendidas que se mantienen posadas en los techos, es muy probable que el proceso principal se detenga por un período de tiempo largo.

Mitigación: La protección se dará mediante la implementación de monitores e hidrantes alrededor del almacén de bagazo, aplicando rocío de agua para mantener húmedo la superficie del bagazo. Se estima un caudal de agua máximo para monitores de 1000 gpm. También se recomienda la construcción de un muro corta fuego de mínimamente dos horas de resistencia al fuego que limite el paso del fuego a la planta de procesos en caso que se incendie el almacén de bagazo.

3.3.11 Almacén de producto terminado

Los sacos de azúcar son el producto terminado que se almacenan sobre parihuelas y en pilas de 3 metros de altura aproximadamente. El azúcar granulado es de baja combustibilidad y no propagará el incendio fácilmente, pero el material de los sacos plástico y papel-, las parihuelas y las coberturas de plástico sí son combustibles y se puede provocar un incendio de las características de una ocupación clase ordinario 2 según la NFPA 13, con alturas de almacenamiento inferiores a 3,66 metros. Los almacenes de sacos de azúcar 1 y 2 son de techos de tijerales metálicos de 4,0 metros de altura, columnas de concreto y paredes de ladrillo; los tijerales son de construcción liviana y con viguetas de acero, el almacén 1 tiene un techo a dos aguas y el almacén 2 tiene un techo parabólico y no se conoce si los techos podrán soportar una carga adicional como el peso de las tuberías de un sistema de rociadores. Los almacenes están separados por 2 metros del área de procesos. El viento predominante en la dirección noreste haría una alta posibilidad de incendio de la planta. Las fuentes de ignición son fallas eléctricas y corto circuitos, chispas y superficies calientes introducidas por los montacargas y otras máquinas de movimiento de los productos, trabajos en caliente, incendio en el almacén de bagazo, incendios aledaños y vandalismo. La probabilidad de

ocurrencia es raro que suceda y la severidad se puede clasificar como permanente si el incendio no se controla en sus inicios y llegase a destruir los almacenes por completo.

Mitigación: Diseñar un sistema de rociadores automáticos, éste se debe considerar una densidad de diseño para aplicar 0,20 gpm/ft² sobre 2000 ft² más 250 gpm para mangueras. De igual manera Agroindustrias San Jacinto deberá evaluar si el tijeral del techo puede soportar la carga adicional que puede aportar el sistema contra incendios. De prescindir de los rociadores se deben instalar mangueras internas, hidrantes externos y un sistema de detección de humos.

Para la instalación de los rociadores en el almacén 2 con techo parabólico se deberá acondicionar de manera que pueda instalarse el sistema de rociadores automáticos toda vez que en este tipo de techos la norma NFPA 13 no permite la instalación de rociadores, por lo que se tendría que considerar la instalación de un falso cielo horizontal para que sobre ellos se puedan instalar los rociadores.

3.3.12 Almacén de repuestos y suministros

El almacén 1 y almacén exterior son almacenes antiguos, de 30 x 25 metros, con techos a dos aguas de cobertura metálica, de 6 metros de altura, columnas intermedias de madera vigas de madera y paredes de cobertura metálica. El almacén general de 50 x 25 metros, con techos a dos aguas de cobertura metálica de 6 metros de altura, columnas intermedias de acero, y paredes de cobertura metálica; los tijerales de acero. Se desconoce si el techo de estos almacenes podría soportar una carga adicional como el peso de las tuberías de un sistema de rociadores. Los almacenes están separados aproximadamente 8 metros de la casa de fuerza. El viento pre-dominante en la dirección nor-este puede hacer posible incendio hacia la casa de fuerza. Las fuentes de ignición son principalmente fallas eléctricas que produzcan corto circuitos, trabajos en caliente y accidentes con los montacargas y se puede esperar un incendio de las características de una ocupación clase ordinario 2 según la NFPA 13, con alturas de almacenamiento inferiores a 3,66 metros. La probabilidad de ocurrencia es raro que suceda y la severidad será mortalidad ya que aunque los repuestos y materiales almacenados son de rápida reposición, el techo y toda la infraestructura de madera y coberturas metálicas se perderán; además que existe la propagación del fuego hacia la casa de fuerza.

Mitigación: Antes de decidir implementar un sistema de rociadores automáticos en el almacén 1 y almacén exterior, Agroindustrias San Jacinto debe evaluar cuál es el impacto de un incendio sobre la continuidad del negocio ya que al ser los almacenes de madera tan antiguos y los de tijerales metálicos tan livianos se podría considerar no proteger esas estructuras con rociadores automáticos confirmando que reemplazarlas será rápido y económicamente factible.

En el caso del almacén general, este cuenta con una infraestructura de acero en vigas y columnas por lo que sería factible poder instalar un sistema contra incendios con rociadores automáticos y/o gabinetes contra incendios; pero de igual manera Agroindustrias San Jacinto debe evaluar el impacto en la continuidad del negocio en caso hubiera una pérdida parcial o total de dicho almacén a causas de un incendio.

De optar por un sistema de rociadores automáticos, éste se debe diseñar para aplicar 0,20 gpm/ft² sobre 2000 ft² más 250 gpm para mangueras. De prescindir de los rociadores se deben instalar mangueras internas, hidrantes externos y un sistema de detección de humos.

3.3.13 Explosión de Polvos

En lugares donde se manipulen polvos combustibles secos siempre existe la posibilidad que una explosión de polvos provoque un incendio. Si la concentración de polvo combustible suspendido en el aire, el tamaño de la partícula y la energía de una fuente de ignición son adecuados, el polvo se encenderá violentamente generando una explosión que puede destruir el equipo y propagarse a través de los ductos del equipo afectado otras instalaciones con los que tenga conexión. Los equipos típicos donde se dan estas condiciones son: ciclones, filtros de mangas, elevador de cangilones, zarandas, coberturas de fajas, y también dentro de silos y almacenes. Las posibles fuentes de ignición en orden de prelación son: fricción, chispas, reacción química, trabajos en caliente, flama abierta, electricidad, electricidad estática, sobrecalentamiento y superficie caliente, entre otros. En Agroindustrias San Jacinto se pueden encontrar estas condiciones en el proceso de secado de azúcar dentro de los secadores rotatorios, en los ductos de escape de gases, en las tolvas de almacenamiento de azúcar seco, en el elevador de cangilones a la descarga de los secadores y en las zarandas antes del llenado de sacos; también en el almacén de bagazo cuando éste se seca y una gran cantidad de

material fino flota en el aire. Agroindustrias San Jacinto cuenta con buenas condiciones de limpieza alrededor de sus equipos, la instalación eléctrica expuesta a los focos de generación de polvo aparentemente es adecuada, y existe un clima húmedo que no favorece la aparición de electricidad estática esto hace que la probabilidad de ocurrencia sea raro que suceda mientras que la severidad se puede considerar como permanente debido a que un incidente en cualquiera de los equipos mencionados detendría la parte final del **proceso** de producción del azúcar.

Mitigación: Se recomienda verificar la adecuada conexión a tierra de todos los equipos que manejan polvos, acondicionar todas las instalaciones eléctricas según un estudio de clasificación de áreas peligrosas y empleando equipos eléctricos a prueba de ignición de polvos, realizar un estudio a mayor detalle para ver la conveniencia de instalar alguna medida de mitigación de explosiones como por ejemplo ventanas de venteo de explosiones, e instalar rociadores abiertos -sistema de diluvio- dentro y en la parte más elevada del elevador de cangilones.

3.3.14 Tanque de ácido sulfúrico en refinería de alcohol

En el primer nivel de la planta de alcohol, se ubica un tanque horizontal de polietileno de 1,00 m³ y dentro de un dique de contención, conteniendo 1,50 m³ como máximo de ácido sulfúrico al 98,5% en peso. El ácido sulfúrico puede provocar la destrucción del tejido corporal y quemaduras químicas graves. La dilución de ácido sulfúrico en agua resulta corrosivo para la mayoría de los metales. No es combustible pero reacciona violentamente con el agua generando calor y potenciales salpicaduras, y puede carbonizar y posiblemente incendiar materiales combustibles finamente divididos. Al reaccionar con metales genera hidrógeno y a altas temperaturas forma gases tóxicos como el dióxido de azufre y óxidos de hidrógeno. El tanque de ácido sulfúrico está expuesto al posible incendio de las columnas de destilación, el calor hará que el tanque de ácido y las uniones de las tuberías fallen estructuralmente y se producirá un derrame masivo que quedará contenido dentro del nivel inferior de la planta de destilación de alcoholes pero en contacto con metales. Se generaría hidrógeno que se disipará en el ambiente que es completamente abierto pero dentro del tanque podría darse una acumulación de hidrógeno y posible explosión. La probabilidad de ocurrencia de una falla estructural del tanque o derrame masivo debido a un incendio en el interior

de la planta de destilación de alcoholes o terremoto es raro que suceda y la severidad se clasifica como temporal.

Mitigación: Se recomienda asegurar que el dique de contención de ácido sulfúrico sea hermético, que impida fugas y que cuente con la capacidad suficiente para contener todo el volumen del tanque más el volumen de ácido dentro de tuberías que se pudiera vaciar dentro del dique si las tuberías se rompen. Como alternativa a esta protección también se puede instalar un sistema de diluvio sobre el tanque de ácido e implementar un drenaje en el dique con válvula para evacuar el agua.

3.3.15 Calderas

Riesgos de explosión, implosión e incendio siempre están presentes en las calderas por la propia naturaleza del proceso que realizan y de los combustibles que emplean. En general la operación de las calderas es bastante segura de contar con una buena instalación, se disponen de sistemas de control y tienen un programa continuo de entrenamiento y mantenimiento. Aun con estos elementos la probabilidad de ocurrencia de un incendio o explosión es raro que suceda y la severidad será mortalidad ya que el disponer de controles y un plan de emergencia reducirá el impacto del incidente.

Mitigación: Se recomienda contar con hidrantes y casetas de ataque rápido que cubran el 100% de la zona de operación e incidir en los planes, controles de operación y mantenimiento de las calderas y entrenamiento del personal.

Tabla 8 Resumen del análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de ASJ SAA.

Área/proceso /equipo Analizado con riesgo de Incendio	Protección contra incendio			Medidas de mitigación/ control o eliminación del riesgo de incendio producto del análisis de riesgo de incendio.	Perdida probable		
	No	P	Si		Persona	Proceso	Propiedad
Unidades Hidráulicas	X			Implementar un sistema de fluido industrial ignífugo aprobado por Factory Mutual (FM.)	X	X	X
Motores eléctricos	X			Implementar programa de mantenimiento preventivo de los motores y la instalación de las protecciones eléctricas.		X	X
Casas de fuerza		X		Instalar un gabinete contra incendios y dos salidas valuadas, más una caseta de ataque rápido CAR., para la nueva turbina un sistema de extinción por inundación total de CO ₂ .	X	X	X
Transformadores	X			Implementar un primer sistema de protección de transformadores denominado <i>Transformer Protector (TP)</i> .	X	X	X
Cuartos de control y salas eléctricas		X		Implementar programa de inspecciones visuales, asegurar el orden y limpieza, y ejecutar pruebas eléctricas básicas como termografías y medición de aislamientos. En los cuartos eléctricos, salas de control y datos, donde trabajen personas, se recomiendan sistemas de extinción por inundación total de agente limpio Novec 1230.		X	X
Conductores de bagazo	X			Instalación de rociadores automáticos incluso cuando el material de la faja se denomine como ignífugo		X	X
Cuartos de baterías	X			Instalación cuente con todas protecciones eléctricas que se indican el artículo 480 de la NFPA 70. Instalar detectores de humo iónicos y un sistema de ventilación forzado supervisado por el sistema de alarma			X
Bandejas de cables eléctricos		X		Instalar rociadores automáticos donde haya una gran acumulación de cables o aplicar un recubrimiento ignífugo si la cantidad de cables puede considerarse poca		X	X
Planta destiladora de alcohol		X		Instalar protección con sistemas de agua - espuma a través de monitores que puedan arrojar hasta 500 gpm, y además se tendrá un monitor auxiliar de 500 gpm	X	X	X
Manipulación y almacenamiento de la melaza	X			Implementar sistema de enfriamiento de los tanque mediante mangueras contra incendio y establecer procedimientos que aseguren la ventilación de los tanques de fermentación para evitar la acumulación de gases		X	X
Almacenamiento de bagazo	X			Implementación de monitores e hidrantes alrededor del almacén de bagazo, aplicando rocío de agua para mantener húmedo la superficie del bagazo		X	X
Almacén de producto terminado		X		Implementar un sistema de rociadores automáticos, éste se debe considerar una densidad de diseño para aplicar 0,20 gpm/ft ² sobre 2000 ft ² más 250 gpm para mangueras	X	X	X
Almacén de repuestos y suministros	X			Implementar un sistema de rociadores automáticos, éste se debe considerar una densidad de diseño para aplicar 0,20 gpm/ft ² sobre 2000 ft ² más 250 gpm para mangueras.	X	X	X
Explosión De Polvos	X			Acondicionar todas las instalaciones eléctricas e instalar rociadores abiertos -sistema de diluvio- dentro y en la parte más elevada del elevador de cangilones		X	X
Tanque de ácido sulfúrico en refinería- alcohol	X			Se recomienda asegurar que el dique de contención de ácido sulfúrico sea hermético. Como alternativa a esta protección también se puede instalar un sistema de diluvio sobre el tanque de ácido e implementar un drenaje en el dique con válvula para evacuar el agua		X	X
Calderas		X		Se recomienda contar con hidrantes y casetas de ataque rápido que cubran el 100% de la zona de operación e incidir en los planes, controles de operación y mantenimiento de las calderas y entrenamiento del personal	X	X	X
Total	10	6	0	16 medidas de mitigación	7	15	16

De la Tabla 8, podemos concluir, que del análisis del riesgo de incendio se encontraron 16 puntos críticos que representan el proceso o el área o el equipo como fuente u origen del riesgo accidental por incendio, también se determinó que 10 de estos puntos crítico no tiene una protección ni equipamiento de lucha contra incendio agravando el nivel de riesgo de incendio; así mismo se determinó que 06 de los puntos críticos cuentan parcialmente con algún equipamiento de lucha contra incendio. También el análisis arrojó que las pérdidas posibles en cuanto al daño a los trabajadores se da en 7 puntos críticos, 15 en daños o parada del proceso de producción y 16 daños a la propiedad (equipo, maquinaria, herramientas e infraestructura). Finalmente se elaboró las medidas de prevención y/o mitigación del riesgo de incendio para cada punto crítico.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos se tiene similitud con Orbe (2017) al aplicar un cuestionario cuyo resultado evidencio que el sistema contra incendios es insuficiente, de igual modo con Ramírez (2016) al determinar la inexistencia de un plan de prevención, mitigación y protección contra incendios y la inadecuada distribución de extintores para combatirlo, además de la falta de capacitación para enfrentar y reaccionar ante un incendio de parte de los estudiantes, docentes, trabajadores. Por su parte Vásquez (2017) quién evidenció que las empresas de la unidad de análisis de su investigación no presentan políticas formalizadas sobre la gestión de incendio, asimismo tiene similitud con la tesis de Bravo (2017) que aplico un cuestionario, encontró que los equipos (piladora) y las instalaciones eléctricas se encuentran en mal estado contribuyendo a aumentar el nivel de riesgo de incendio; su evaluación permitió el diseño de medidas de protección activa y pasiva que cumplían los requerimientos exigidos por la ley. También mencionamos a Salvador (2015), quien obtuvo como resultado de la aplicación la metodología INSHT, similar a la empleada en nuestra investigación permitió la identificación de los peligros, estimando los riesgos y finalmente valorarlos, para determinar si son o no son tolerables; en la cual se determinó la probabilidad de que ocurra el daño, este se valoró desde baja a alta, según el siguiente

criterio: **probabilidad Alta**: el daño ocurrirá siempre o casi siempre; **probabilidad Media**: el daño ocurrirá en algunas ocasiones; **probabilidad Baja**: el daño ocurrirá raras veces corroborado con los resultados de la figuras 22.

También existe coincidencias con lo que sostiene Panduro (2020) al aplicar un cuestionario para su diagnóstico identifico una serie de deficiencias que permitió elaborar e implementar un sistema contra incendios bajo la Norma NFPA similar a la que se empleó en nuestra investigación para AISJ SAA. Arteta (2019) al sostener que los sucesos inesperados y algunas acciones provocadas por el hombre ponen en riesgo la salud y vida de las personas, dando lugar a pérdidas de la salud o lesiones, así mismo, puede ocasionar daños a la infraestructura, equipos, productos o al medio ambiente y pérdidas de producción en la organización. También tenemos a Rodríguez y Tacca (2016) que en su investigación determinó de la aplicación de su lista de verificación encontró que un 72% de incumplimiento, un 23% de cumplimiento y un 5% no aplicable respecto al cumplimiento de 74 requisitos, nuestra investigación, donde se observa en la tabla 1 y las tablas 2, 3, 4 y 5 que la de mayor incumplimiento factores de propagación y medios de lucha contra incendio calificado como deficiente. Encontramos similitud con Madriz y Cárdenas (2016) quienes aplicaron un check list para la determinación del nivel de los riesgos del sistema de seguridad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión general:

Se desarrolló el análisis del riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A., evaluando el riesgo de incendio y sus medidas de mitigación.

Conclusiones específicas:

CE1: Se determinó la situación actual del nivel del riesgo de incendio, encontrándose que la empresa respecto de los factores de inicio de riesgo de incendio que cumple en un 41% y no cumple en un 59%, siendo su control de regular; para los factores de propagación de incendio cumple en un 25% y no cumple en un 75% indicando que el control del riesgo es deficiente; para el criterio de evacuación por riesgo de incendio cumple en un 36 %; y no cumple un 64 % indicando que el control de riesgo es regular y para el criterio de medios de lucha contra incendio se concluye que cumple el 30 % y no cumple el 70% lo que indica que el control de riesgo es deficiente.

CE2: La evaluación del riesgo se basó en la metodología establecida en el Decreto Supremo N°024-2016-EM “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”, que facilitó la elaboración del IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y su Control) y la matriz básica según el anexo 7 de dicho reglamento. El formato IPERC ha sido ligeramente modificado en complementación normativa de Decreto Supremo N°024-2016-EM y la norma NFPA 550 y NFPA 551.

De los riesgos evaluados, se identificaron 4 como riesgos medios, 11 como riesgos bajos y no se tienen riesgos altos o intolerables que impliquen detener el proceso de inmediato por seguridad. Se estimó que la planta destiladora de alcohol será la instalación de mayor demanda de agua contra incendio, con aproximadamente 1,000 gpm durante 4 horas, requiriendo una reserva de agua de 910 m³. En las casas de fuerza se hallaron varios riesgos que deben ser tratados individualmente.

Se concluye también que se identificaron y evaluaron 5 riesgos de los cuales los de mayor importancia son: el riesgo de incendio y explosión con un 47% de participación y presencia en la planta, el riesgo de incendio con 33% y los otros

restantes: riesgo de incendio o daño mayor de equipos, incendió tridimensional e incendio por derrame de ácido sulfúrico llegan a un 7% cada uno.

CE3: Del análisis del riesgo se estimó las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles, se empleó la metodología de la norma NFPA 551. Se concluye que del análisis del riesgo de incendio se encontraron 16 puntos críticos que representan el proceso o el área o el equipo como fuente u origen del riesgo accidental, también se determinó que 10 de estos puntos crítico no tiene una protección ni equipamiento de lucha contra incendio agravando el nivel de riesgo de incendio; así mismo se determinó que 06 de los puntos críticos cuentan parcialmente con algún equipamiento de lucha contra incendio. También el análisis arroja que las perdidas posibles en cuanto a daño a los trabajadores se da en 7 puntos críticos, 15 en daños o parada del proceso de producción y 16 daños a la propiedad (equipo, maquinaria, herramientas e infraestructura). Finalmente se elaboró las medidas de prevención y/o mitigación del riesgo de incendio para cada punto crítico

En la planta Agroindustrias San Jacinto como parte del estudio de análisis de riesgo de incendio se identificaron y clasificaron 16 riesgos de incendio o explosión. Las medidas de mitigación que se plantean, en el presente estudio, contra explosión e incendio para cada uno del riesgo hallado, se basan principalmente en las recomendaciones de la Factory Mutual (FM) y la National Fire Protection Association (NFPA). Las medidas de mitigación indicadas implican que muchas de éstas deben ser complementadas con el diseño de los sistemas de extinción de incendios específicos para cada riesgo y que también se encuentren respaldados por un sistema confiable de alarma y detección de incendios. Asimismo, es importante que todas las medidas de mitigación deben ser acompañadas de un continuo entrenamiento en seguridad contra incendios a todo personal de la planta y también contar con planes, procedimientos de emergencia y contar con equipamiento adecuado para la lucha contra incendios

Recomendaciones

Se debe de implementar y monitorear todas las medidas de mitigación para poder mantener controlado el riesgo de incendio en la empresa AISJ SAA.

Asegurar las partidas presupuestales para que se garantice la implementación y el monitoreo de la medidas de mitigación.

Implementar una reserva de agua exclusivo para el sistema contra incendio capaz de abastecer a todas las áreas de la planta, mediante un sistema de bombeo instalado según NFPA 20, una red de tuberías principales enterradas con válvulas de sectorización e hidrantes cada 90 metros como máximo según NFPA 24, tuberías expuestas y estaciones para mangueras al interior de los diferentes edificios según NFPA 14 y supervisado por el sistema de alarma centralizado.

Para el proyecto de extinción de incendios de Agroindustrias San Jacinto se deberá instalar una bomba contra incendios listada y certificada UL/FM, con una capacidad de 1500 gpm y 150 psi impulsada mediante un motor diésel. Emplear tubería de CPVC C900 con accesorios, válvulas y otros equipos especialmente certificados para sistemas de extinción de incendio en tuberías enterradas. Instalar bloques de concreto en la tubería enterrada como medio de restricción contra desplazamientos.

Proveer de 6 conexiones de 2½” para los bomberos en donde podrán conectar sus camiones bombas e Instalar un tanque de acero de 910 m³ de capacidad, según NFPA 22, el para uso exclusivo del sistema de extinción de incendios el cual se instalará en el espacio disponible al lado de torre de enfriamiento de agua. Además se deberá proveer un sistema de impulsión de llenado de agua a éste tanque.

Desarrollar el proyectos de ingeniería de extinción de incendios mangueras, casetas de ataque rápido, sistema de rociadores automáticos y sistema de diluvio según la NFPA 13 y NFPA 14.

El proyecto de ingeniería de extinción de incendios de inundación total por agentes limpios. Deberá ser desarrollado según la NFPA 2001.

El sistema de detección y alarma contra incendios deberá ser diseñado según la norma NFPA 70 y 72 en toda la planta de Agroindustrias San Jacinto el cual deberá reportar a una central constantemente atendida. El sistema de alarma debe emplear un

panel programable que permita asignar direcciones electrónicas a los dispositivos que se instalen en la planta, tener memoria de eventos, tener baterías de respaldo, emplear circuitos clase A con módulos aisladores de fallas y estar zonificado, con dispositivos audibles y visuales para comunicar las alarmas, y que supervise el funcionamiento del sistema de agua contra incendio. Complementario al sistema de mangueras contra incendio se deberá contar con extintores portátiles, los cuales deben ser seleccionados y distribuidos según la NFPA 10.

Se deberá implementar una brigada de emergencia altamente entrenada y equipada correctamente para combatir incendios, además de contar con planes y procedimientos de emergencia y de paradas de emergencia, para atender los casos de posibles incendios y explosiones.

Cada uno de los sistemas de extinción y detección de incendios deberán ser evaluados en pleno funcionamiento de acuerdo los protocolos y pruebas establecidos en las normas NFPA. Seleccionar un instalador del sistema de agua y alarma contra incendio con experiencia reconocida en la instalación de sistemas para plantas industriales, conocedor de los estándares de la NFPA, con solidez financiera y capacidad logística.

Contratar una supervisión de obra especializada durante el proceso de compra, adquisición e instalación de los sistemas de protección quien reportará directamente a Agroindustrias San Jacinto. La supervisión de obra es parte fundamental para garantizar que la instalación cumpla con los planos y especificaciones aprobados, para que se realicen todas las pruebas y protocolos de recepción y sirva de intermediario técnico entre Agroindustrias San Jacinto y el instalador.

AGRADECIMIENTO

En la vida pasamos por muchas cosas y esta es una de las mejores cosas que me sucedieron, todo esto es gracias al apoyo de mi familia a mi Madre una gran mujer luchadora que ama inmensamente a sus hijos la Sra. Margarita Estelita Pérez Flores, a una personal muy especial a mi Padre Sr. Carlos Catalino Navarro Orbeagozo, y al pedacito de cielo, al ser mas importade de mi vida mi hijo Facundo Jerome Moreno Barba, con su llegada a mi vida me hizo el ser más afortunado del mundo.

Doy las gracias a mi Asesor de Tesis el Ing. Pedro Villón Macedo por el apoyo brindado y ayudarme a lograr el objetivo de culminar de la tesis.

Dar gracias sobre todas a las cosas a Dios que siempre es mi guía y a la virgen de la Natividad que ayudaron a la recuperación de mi Madre en la lucha contra el COVID-19, gracias por todo.

CMP

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre Valentina y hermanos, Erickson, Neria, Danilo y Sandra. Pues sin ellos no lo había logrado. Sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen y me llevan por el camino del bien. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda de su amor de madre y hermanos, los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco mucho por la enseñanza y ayuda de mis maestros en especial a la de mi asesor de tesis el ingeniero Pedro Villón Macedo, mis compañeros, y a la universidad en general, por los conocimientos adquiridos para enfrentarme al mundo a las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topara con una de ellas.

ABLA

Referencias bibliográfica

- Ayala, F. (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Azcúenaga, L. (2005). *Elaboración de un plan de emergencia en la empresa*. 2a edición. FC Editorial.
- Bravo, F. (2017). *Evaluación de la seguridad contra incendios en la piladora hermanos Sánchez-Bedor de la parroquia Laurel*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Estrucplan. (2004). *Métodos de evaluación del riesgo de incendio, herramientas decisivas en la aplicación de las medidas de prevención y protección contra incendios de personas, bienes y actividades*. Recuperado de <https://estrucplan.com.ar/metodos-de-evaluacion-del-riesgo-de-incendioherramientas-decisivas-en-la-aplicacion-de-las-medidas-de-prevencion-yproteccion-contra-incendios-de-personas-bienes-y-actividades/>
- Henao, F. (2009). *Condiciones de trabajo y salud*. Bogotá: Ecoe.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación científica 5ta Ed.* México: McGraw-Hill.
- Madriz, M. & Cárdenas, M. (2016). *Evaluación de riesgos laborales en el almacén de productos terminados, del área de operaciones en la empresa Industria Nacional de Refrescos Coca Cola FEMSA en el periodo Agosto.Noviembre*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.
- Martínez, A. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*. Madrid: Editorial del Economista. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Muñoz, V. (2009). *Prevención de riesgo - Implantación de un sistema efectivo de control de riesgo*. Córdoba: El Cid Editor.

- Neira, J. (2010). *Instalaciones de protección contra incendios*. Fundación Confemetal. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=4AgbP18SIxgC&pg=PA45&dq=que+son+las+normas+nfp&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimhOOXm9TUAhXGQCYKHbKwB8oQ6AEITjAJ#v=onepage&q=que%20son%20las%20normas%20nfp&f=false>
- NFPA 10. (2007). *Norma para extintores portátiles contra incendios*. NFPA 10 - Standard for Portable Fire Extinguishers. Recuperado de <http://www.nfpa.org/>
- Norma Técnica Peruana 350.043-1-2011. (2011). *Extintores portátiles. Selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias.
- Orbe, L. (2017). *Análisis de riesgos orientado a los incendios y propuesta de mejora a tomarse en las instalaciones del distrito 17D07 dependiente del Ministerio de Salud Pública en la ciudad de Quito*. (Tesis de pregrado). Universidad de UDLA, Quito, Ecuador.
- Rodriguez, D., & Tacca, M. (2016). *Análisis de riesgo en seguridad y salud ocupacional en una planta de derivados lácteos*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Rubio, J. (2004). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Ruiz, M. (2010). *Planes de emergencias y dispositivos de riesgos previsibles*. Madrid: Aran Ediciones.
- Salvador, A. (2015). *Análisis, evaluación y control de factores de riesgos, mecánicos y físicos en el proceso de producción conformado de la empresa NOVACERO S.A. Planta Guayaquil para disminuir el nivel de*

accidentabilidad. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.

Valdés, T. (2009). *Características de la gestión por proceso y la necesidad de su implementación en la empresa cubana*. Recuperado de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=2d08ced4-f93d-46dd-85f1-35da58edb31c%40sessionmgr112&vid=2&hid=108>

Vásquez, M. (2017). *Comparativo de los tratamientos para el riesgo de incendio en las plantas de producción de tres empresas del sector textil*. (Tesis de maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

Vilcarromero, R. (2013). *La gestión en la producción*. Recuperado de <http://www.eumed.net>

ANEXOS

Anexos

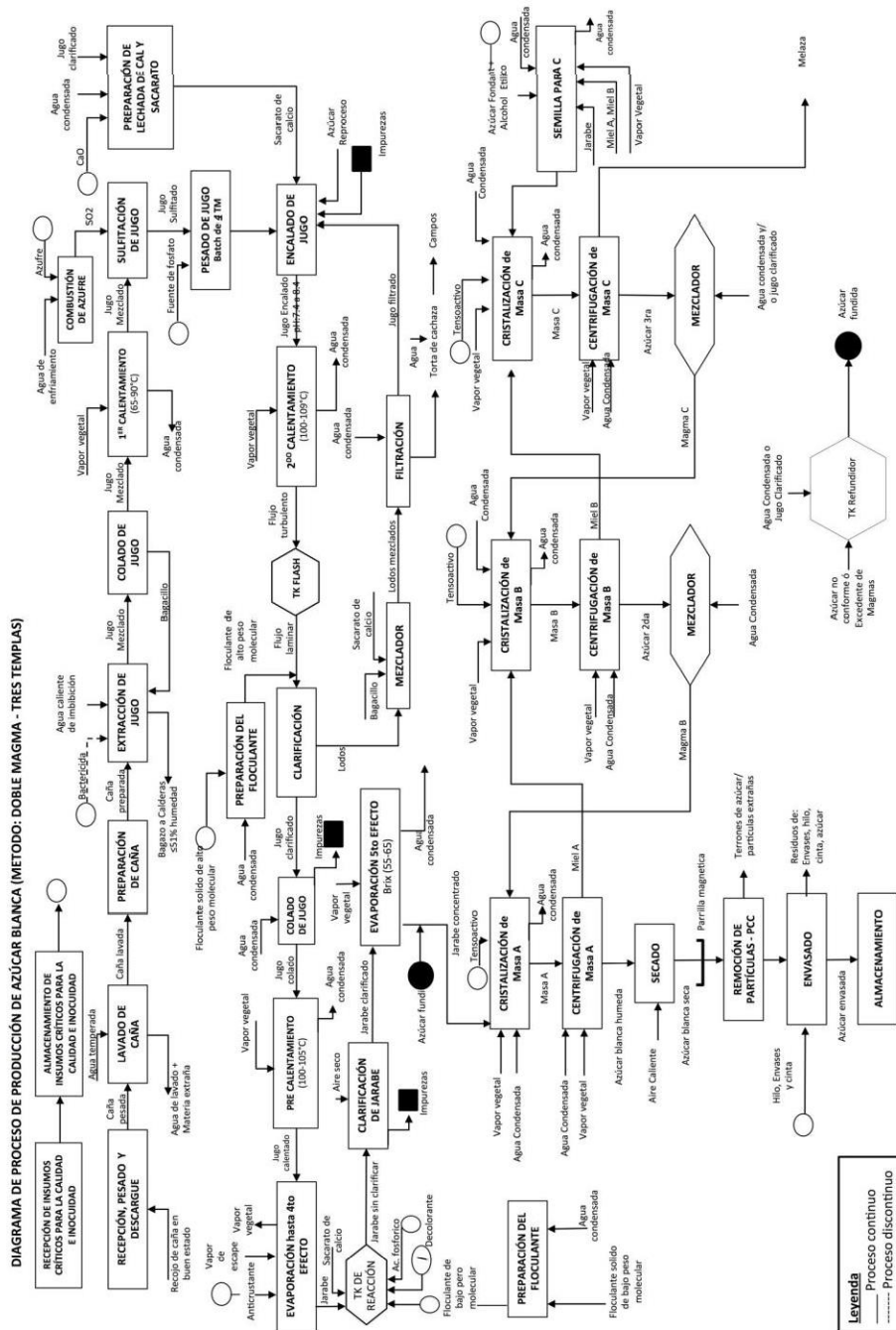
Anexo 1. Matriz de consistencia

Análisis de Riesgo de Incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
¿Cómo desarrollamos el análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.?	Elaborar el análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.	Por tratarse de una investigación de tipo descriptiva nuestro estudio de investigación no amerita contener el enunciado de una hipótesis, según lo indican Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 92).	Riesgo de incendio en el proceso de producción	<p>Tipo de investigación El presente trabajo de investigación tiene componente investigativo de tipo tecnológico, teniendo en cuenta que es necesaria la recolección de la información relacionada con el desarrollo de una propuesta de análisis de riesgo de incendio en el proceso de producción de Agroindustrias San Jacinto S. A. A.</p> <p>Diseño de investigación No – experimental</p> <p>Técnica Encuesta</p> <p>Instrumento Cuestionario</p>
	<p>1. Diagnosticar la situación actual del nivel de riesgo de incendio en el proceso de producción del azúcar en Agroindustrias San Jacinto</p> <p>2. Identificar y evaluar los riesgos en el proceso de producción del azúcar en Agroindustrias San Jacinto.</p> <p>3. Desarrollar el análisis de los riesgos de incendio identificados por área de trabajo que afecte a personas, recursos, sistemas y procesos para su prevención o mitigación.</p>			

Anexo 2. Cuestionario para medir el riesgo de incendio en el proceso de producción.

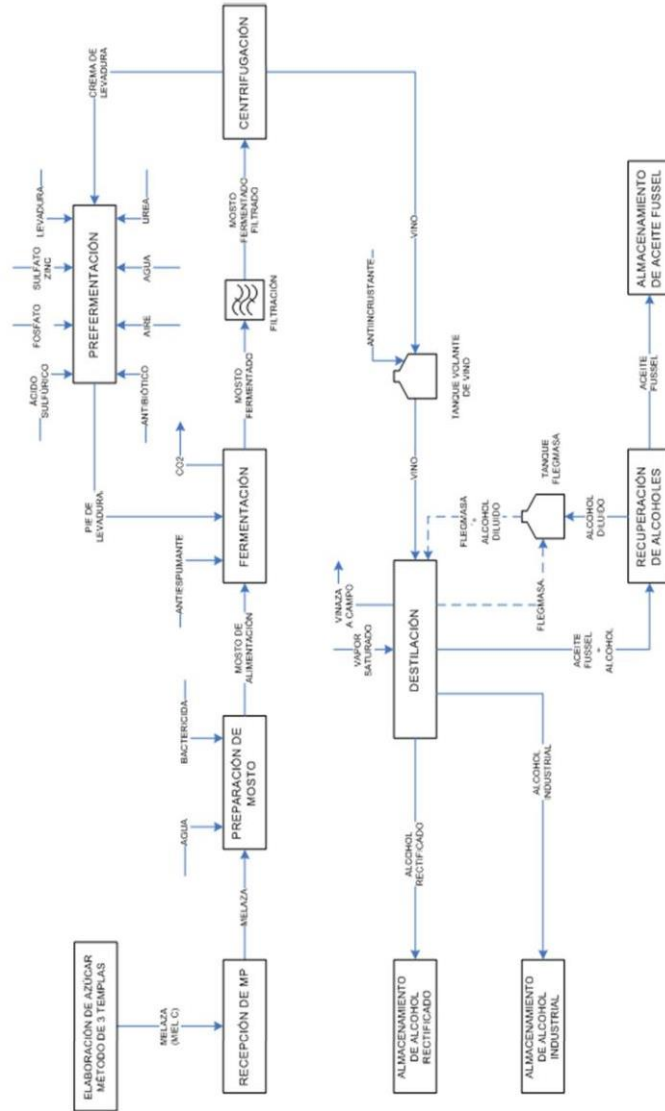
Nro.	CRITERIOS E INDICADORES	SI	No
	FACTORES DE INICIO		
1	Existen combustibles sólidos (papel, madera, plásticos,...), que por su estado o forma de presentación pueden prender fácilmente		
2	Los productos inflamables no están en su totalidad identificados y correctamente señalizados, o se pierden tales datos cuando se trasvasan de su recipiente original a otro recipiente para su uso		
3	Se carece de permisos de trabajos para la realización de operaciones peligrosas en zonas donde pueda haber sustancias combustibles e inflamables		
4	Existen otros focos de ignición no controlados (hornos, estufas, fricciones mecánicas,...)		
	FACTORES DE PROPAGACIÓN		
5	La estabilidad al fuego exigida a los elementos estructurales portantes es inadecuada		
6	Un incendio se propagaría fácilmente al resto de la planta por las zonas peligrosas con alto riesgo de incendio no constituyen sector de incendios		
7	Un incendio se propagaría fácilmente al resto de la planta por que se carece de sistemas de control para la eliminación de humos y calor		
	EVACUACIÓN		
8	El número, dimensiones y ubicación de las vías de evacuación no se ajustan a lo especificado en la normativa aplicable		
9	Se carece de señalización de las vías de evacuación o la misma no garantiza la continuidad de información hasta alcanzar el exterior o una zona segura		
10	Se carece de alumbrado de emergencia o el que existe no garantiza la continuidad de iluminación hasta alcanzar el exterior o una zona segura		
11	Todo el personal del centro conoce el plan de evacuación y se realizan simulacros periódicos para práctica y perfeccionamiento del mismo		
	MEDIOS DE LUCHA CONTRA INCENDIO		
12	En la dependencia no está garantizada la rápida detección de un incendio, sea con medios humanos o mediante sistema de detección automática		
13	No existe sistema de comunicación de alarma o no garantiza su rápida y fiable transmisión		
14	No se dispone de suficientes extintores portátiles de sustancia extintora adecuada al tipo de fuego esperado		
15	Las instalaciones de protección contra incendios no están correctamente mantenidas		
16	Se carece de Plan de Emergencia que organice y defina las actuaciones, (quien debe actuar, con qué medios, que se debe hacer, qué no se deben hacer, como se debe hacer), frente a un incendio que pueda presentarse en la dependencia.		

Anexo 4. DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DE AZUCAR BLANCA



Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Anexo 5. DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCION DE ALCOHOL ETILICO



Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Anexo 6. Algunos métodos de evaluación del Riesgo de incendio

	INTRINSECO	MESERI	G. PURT
Autor	MINER	MAPFRE	G. PURT
Año	1981	1978	1971
País	ESPAÑA	ESPAÑA	ALEMANIA
Fuentes	ORIGINAL	ORIGINAL	GREENER
Aplicación	Establecimientos de uso industrial.	Lugares de riesgo y tamaño medio.	Lugares de riesgo medio.
Objetivo	Evaluar el nivel de riesgo de incendio por la carga térmica y combustibilidad de los materiales y por la actividad industrial desarrollada.	Evaluar el riesgo global de incendio de forma rápida y simple.	Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, el riesgo para el edificio y para el contenido, considerando indirectamente a las personas. Proponer medidas de detección y extinción orientativas.
Cálculo	Mediante una ecuación.	Mediante una ecuación.	Mediante dos ecuaciones y una gráfica que nos ofrece la protección.
Factores que agravan el riesgo de incendio	El riesgo de la actividad, coeficiente de combustibilidad y densidad de la carga de fuego.	Construcción, situación, procesos, factores de contracción, propagabilidad y destructibilidad.	Carga térmica, combustibilidad, carga térmica inmueble, sector cortafuego, peligro para las personas, humos y bienes.
Factores que reducen el riesgo de incendio	Para el riesgo calculado el reglamento nos indicará el tipo de medida a tomar.	Diferencia entre vigilancia y sin vigilancia. Extintores, bies, columnas hidratantes, detección automática, rociadores y extinción.	Para el riesgo calculado el resultado del diagrama nos dirá el tipo de medida especial de protección.
Observaciones	Se trata de un método que está respaldado por un reglamento en cuanto a las medidas constructivas y de protección.	Método muy adecuado para una aproximación inicial rápida.	Método completo y muy metódico, se agradece la disposición del programa, facilita los cálculos y ofrece un informe al final.

Anexo 6. Algunos métodos de evaluación del Riesgo de incendio “continuación”

	GRETENER	ERIC	FRAME
Autor Año País	M. GRETENER 1965 SUIZA	SARRAT Y CLUZEL 1977 FRANCIA	E. DE SMET 1988 BÉLGICA
Fuentes	ORIGINAL	GRETENER	GRETENER Y ERIC
Aplicación	Toda clase de edificaciones e industrias.	Toda clase de edificaciones e industrias.	Toda clase de edificaciones e industrias.
Objetivo	Evaluar el riesgo de incendio mediante un solo valor, considerando la propiedad, y considerando a las personas de forma indirecta.	Evaluar el riesgo de incendio mediante dos valores, para las personas y los bienes.	Evaluación del riesgo de incendio mediante tres valores, para el patrimonio, las personas y las actividades.
Cálculo	Mediante una ecuación. Compara el riesgo admisible con el efectivo.	Mediante dos ecuaciones y una gráfica para averiguar si se necesita más protección.	Mediante tres ecuaciones. Además de un valor Ro general de orientación.
Factores que agravan el riesgo de incendio	Carga de incendio mobiliaria, combustibilidad, humos toxicidad, carga inmobiliaria, nivel de planta, dimensión superficial, etc.	Básicamente las mismas que Gretener además de opacidad de humos y tiempo de evacuación.	Igual que ERIC y Gretener más un factor de dependencia, un factor ambiente, acceso y ventilación.
Factores que reducen el riesgo de incendio	Normales (extintores, bien, hidrantes...), Especiales (detección, transmisión...) y Construcción (resistencia al fuego portante, fachada...).	Idem Gretener.	Idem Gretener y ERIC más unos factores escape y de salvamento.
Observaciones	Método completo y muy metódico, se agradece la disposición del programa, facilita los cálculos y ofrece un informe al final.	Método que tiene en cuenta a las personas como riesgo independiente, lo relaciona con los bienes para ver el riesgo final.	Método muy completo que da resultados por separado para el patrimonio, personas y actividades.

Anexo 7. Medios de primera intervención

Medios de primera intervención	Agente extintor	Procedimiento general de uso
Extintores portátiles	<ul style="list-style-type: none"> • Polvos químicos secos • CO2 • Espumas sintéticas • Agua • Halones 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la adecuación al tipo de fuego • Mantenga el extintor en posición vertical • Accione una pequeña descarga para comprobar su buen funcionamiento • Tome las precauciones de seguridad del caso • Apunte a la base del fuego y cúbralo efectuando movimientos en zig zag
Mangueras de incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la adecuación al tipo de fuego • Descuelgue la manguera desenrollando la misma en la dirección del fuego • Abra el suministro de agua • Tome las precauciones de seguridad del caso y avance en el sentido del fuego • Apunte siempre a la base del fuego y cúbralo efectuando movimientos en zig zag
Instalaciones de rociadores, espumas y gases limpios	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Espumas sintéticas • Gases limpios 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la adecuación al tipo de fuego • Accionar y proceder según las instrucciones del instalador // Accionamiento automático.

Anexo 8. Clases de fuego y efectividad de extinción de los diferentes agentes.

		Agente Extintor						
		Polvo químico seco		CO2	Espumas	Agua		Halones
	ABC	BC	Especial (metal)			Chorro	Rociador	
Fuego Clase A	Excelente Rápida extinción de llamas	No aplica	No aplica	No aplica	Excelente Acción extintora y enfriante	Muy bueno	Excelente	Bueno Rápida extinción de llamas
Fuego Clase B	Excelente La nube de polvo protege al operador Rápida extinción de llamas	Excelente	No aplica	Bueno No deja residuos	Excelente Acción, extintora enfriante y aislante	No aplica Se desparrama el fuego	Bueno Forma una nube enfriadora	No aplica Rápida extinción de llamas
Fuego Clase C	Muy bueno No conducen la electricidad hasta 6000V	Muy bueno	No aplica	Excelente No conductor	No aplica	No aplica	No aplica	Excelente No conductor
Fuego Clase D	No aplican No utilizar Riesgo de explosión		Excelente Aísla el foco	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica No utilizar - Riesgo de explosión

Anexo 9. Estructura de un Plan de prevención y emergencia ante incendio

El proceso de creación de un Plan de Prevención y Emergencia supone:

- 1 La identificación y la valuación de los riesgos potenciales posibles.
- 2 El inventario de los medios de protección existentes.
- 3 El establecimiento de la organización más adecuada de las personas que deben intervenir, definiendo las funciones a desarrollar por cada una de ellas en el transcurso de las diferentes emergencias posibles, estableciendo la línea de mando y el procedimiento para iniciar las actuaciones cuando se produzca la alarma.
- 4 La Implantación del Plan de Emergencia, esto es, su divulgación general entre los empleados.

Características de un Plan de Prevención y Emergencia

- 1 Debe formularse por escrito
- 2 Deben tener aprobación de la máxima autoridad de la Empresa
- 3 Debe ser difundido ampliamente para su conocimiento general.
- 4 Debe ser enseñado y verificado su aprendizaje.
- 5 Debe ser practicado regularmente a través de “Simulacros”.

Plan de prevención de incendios. Análisis de medio o entorno

1- Efectúe un listado de las condiciones medio ambientales que favorecen la iniciación de un incendio en su lugar de trabajo. Algunas de estas causas son:

Causas naturales, rayos y sol Falta de orden y limpieza

Descuidos Instalaciones provisorias

Instalaciones eléctricas sobrecargadas

Manejo inadecuado de fuentes de calor y de llamas abiertas

Cigarros y cerillos usados en áreas prohibidas

Almacenamiento inadecuado de líquidos inflamable , combustibles líquidos y gaseosos.

Almacenamiento de cilindros con gases, como: oxígeno, acetileno, entre otros

2- La determinación de las causas probables permite identificar y clasificar de acuerdo a su peligrosidad las zonas de riesgo y asegura tomar las acciones pertinentes de prevención aislando físicamente los eventuales focos.

Recuerde: Las zonas de riesgo. Son aquellas zonas que por su naturaleza, equipo, almacenaje, características físicas, acumulación de materiales, o cualquier otro factor proporcionan riesgo al personal, visitantes y bienes de la Empresa.

3- Sitúe los elementos de extinción adecuados en las cercanías de los principales focos potenciales de incendio, asegurando una cobertura rápida y efectiva ante un eventual incendio.

4- Diseñe un plan de evacuación. Ubicar las zonas de riesgo, rutas de evacuación, rutas de acceso de los servicios de emergencia, áreas de concentración para el personal, en caso de tener que desalojar el edificio. Centros hospitalarios más cercanos

5- Con los datos anteriores efectúe un croquis y colóquelo en un lugar visible y público de la empresa para que cada persona que se encuentre en las instalaciones se ubique con facilidad y sepa dónde dirigirse en caso que la emergencia ocurra.

6- Marque con la señalética adecuada las rutas de evacuación, lugar de encuentro y posición de los elementos de lucha contra el fuego.

Plan de prevención de incendios. Análisis de equipos

1- Seleccione de acuerdo a las normativas vigentes y a las recomendaciones de los profesionales de higiene y seguridad o áreas involucradas, los equipamientos necesarios para combatir incendios de acuerdo a la actividad que se desarrolla en el lugar.

2- Efectúe un programa de inspección, mantenimiento y prueba de instalaciones, maquinarias y equipos para combatir incendios. Asíntelo en un registro o bitácora.

3- Instale sistemas de alarma, luces de emergencia y detectores de humo. Verifique periódicamente su buen funcionamiento.

4- Verifique periódicamente el estado y capacidad operativa de los agentes extintores.

5- Asegúrese que las brigadas de incendio cuentan con los equipamientos de protección personal necesarios para combatir un incendio

6- Preste especial atención a los equipos y sistemas de comunicación de emergencia.

Plan de prevención de incendios. Factores humanos

1- Se requiere que las empresas cuenten con una organización interna, denominadas comúnmente brigadas, que permita prever y en su caso atender cualquier contingencia

derivada de emergencia, siniestro o desastre. Las brigadas son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias. Los integrantes de las mismas serán responsables de combatirlos de manera preventiva o ante eventualidades de alto riesgo que ocurran en la empresa y cuya función esta orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Las brigadas obedecen a un layout organizacional y funcional que debe ser conocido por todos.

2- Realización de simulacros. Entrene al personal en el uso de extintores y practique regularmente la ruta de evacuación. Capacite a los empleados en el plan de emergencias.

3- Disponga de carteles con consignas para informar a los proveedores y visitantes de las instalaciones sobre actuaciones de prevención de riesgos y comportamiento a seguir en caso de emergencia.

4- Capacite a sus empleados en primeros auxilios médicos

Plan de emergencia ante un incendio

Normas de evacuación

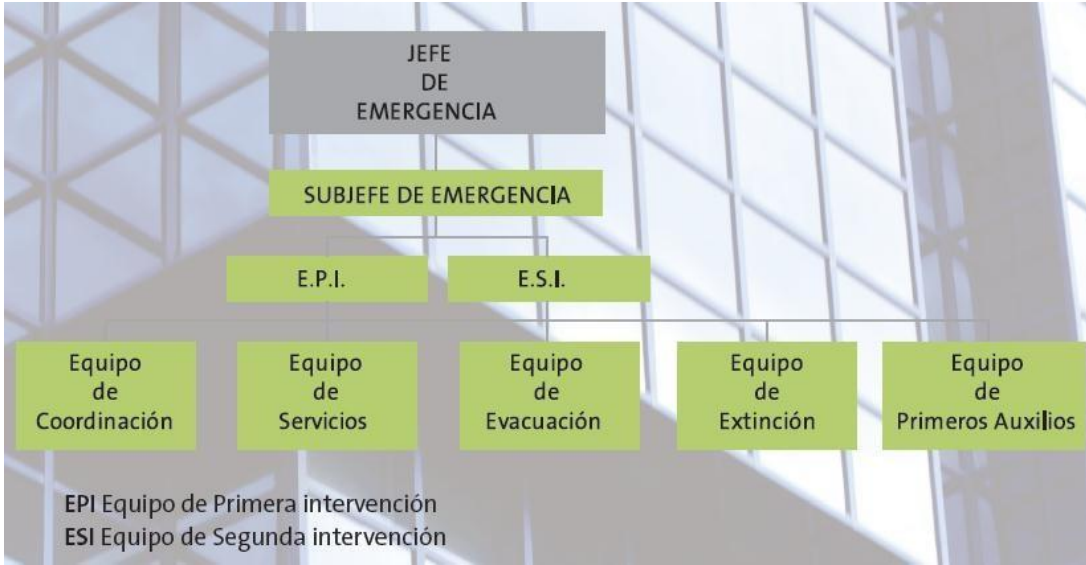
- o Al iniciarse una emergencia de incendio, las personas deberán activar sistemas de alarma.
- o Interrumpa inmediatamente el trabajo que esta ejecutando.
- o Si puede desconecte los aparatos eléctricos a su cargo
- o Mantenga la calma, piense que hay un equipo evaluando la situación.
- o No actúe por iniciativa propia.
- o Conozca las vías de evacuación del edificio . En caso de emergencia las personas deben salir hacia estas salidas y seguir las instrucciones señaladas por los monitores o por la señalética de evacuación. Si se encuentra con alguna visita, que no se separe de Ud y acompañelo hasta el exterior
- o Conozca la ubicación de los equipos de incendios.
- o Las personas se deberán abstener de involucrarse en la emergencia y disponerse a evacuar el área de inmediato, siguiendo las instrucciones del personal de la brigada o responsable del manejo de la emergencia.

- o Los trabajadores podrán ayudar a evacuar a las demás personas siempre y cuando se les solicite su ayuda por parte de algún integrante de la brigada.
- o Si no es necesario abandonar el edificio o instalación, se deberá indicar por los parlantes de audio - evacuación, la situación para la calma de las personas.
- o Nadie debe correr ni gritar. Ayuda a las personas impedidas o disminuidas
- o No utilice los ascensores
- o Las filas se moverán por el lado derecho de las escaleras de emergencia, para permitir que las brigadistas que vienen a controlar la emergencia, lo hagan sin impedimentos.
- o Diríjase al punto de reunión y no se detenga junto a la puerta de salida
- o Permanezca en el punto de reunión y siga las instrucciones de los encargados de emergencias.
- o Tranquilece a las personas que durante la evacuación, hayan podido perder la calma
- o No vuelva ni permita el regreso al centro de trabajo de ninguna persona

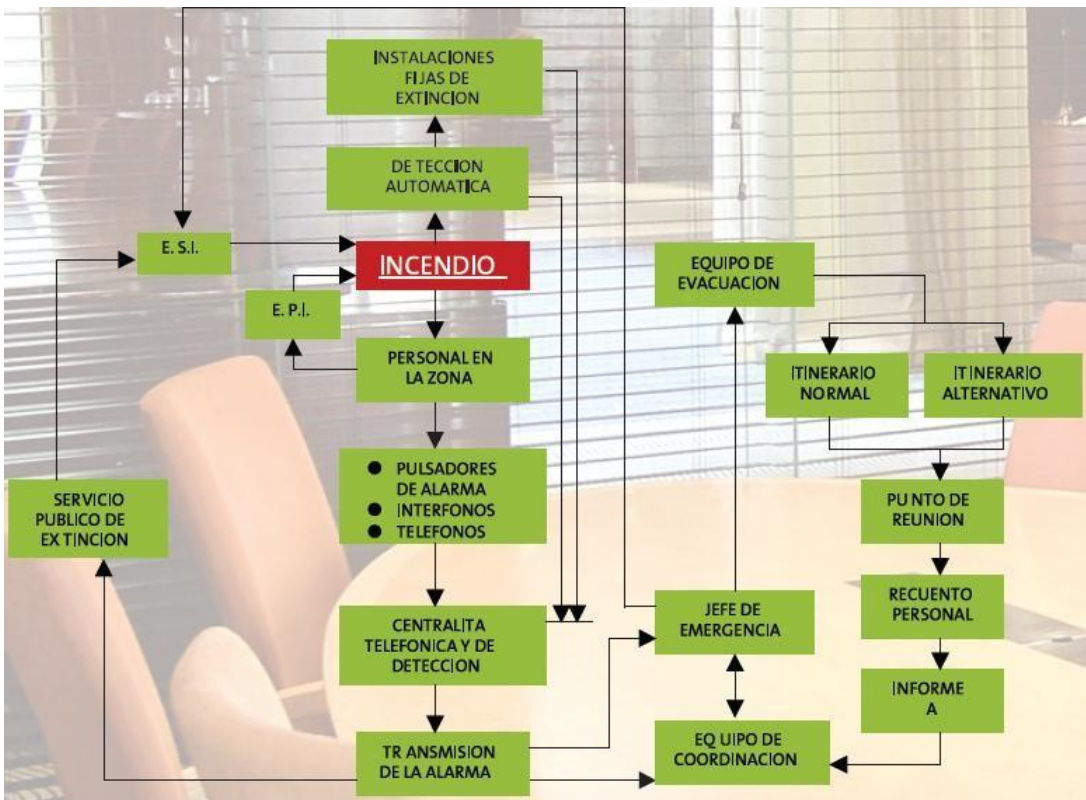
Normas de actuación ante un incendio

- o Al iniciarse una emergencia de incendio, las personas deberán activar sistemas de alarma de incendios
- o Si se encuentra solo, salga del local incendiado y cierre la puerta sin llave. No ponga en peligro su integridad física.
- o Comunique la emergencia conforme a los cauces establecidos en su centro de trabajo.
- o No abra una puerta que se encuentre caliente, el fuego está próximo; de tener que hacerlo, proceda muy lentamente.
- o Si se le encienden las ropas, no corra, tiéndase en el suelo y échese a rodar.
- o Si tiene que atravesar una zona amplia con mucho humo, procure ir agachado; la atmósfera es más respirable y la temperatura más baja. Póngase un pañuelo húmedo cubriendo la nariz y la boca.
- o Si se encuentra atrapado en un recinto (despacho, sala de reuniones, etc.: Cierre todas las puertas. Tape con trapos, a ser posible húmedos, todas las rendijas por donde penetre el humo. Haga saber de tu presencia (a través de la ventana, por ejemplo).
- o Si cree posible apagar el fuego mediante extintores, utilícelos actuando preferiblemente con otro compañero. Sitúese entre la puerta de salida y las llamas.
- o Utilice el agente extintor más apropiado a la clase de fuego.

Anexo 10. Organigrama funcional de equipo de lucha contra incendio



Anexo 11. Diagrama de flujo de acciones frente a un incendio.



Anexo 12.

CARTELES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

 EXTINTOR	 EXTINTOR →	 EXTINTOR ←	 PQS EXTINTOR →	 CO2 EXTINTOR →
 EXTINTOR H2O →	 EXTINTOR EL ME →	 EXTINTOR ABC →	 EXTINTOR RODANTE	 MANGUERA CONTRA INCENDIOS
 MANGUERA DE INCENDIOS →	 MANGUERA DE INCENDIOS ←	 HIDRANTE	 ALARMA CONTRA INCENDIOS	 AVISADOR SONORO
 TELÉFONO DE EMERGENCIA	 ESCALERA PORTÁTIL	 ARENA	 CUBETA PARA CASOS DE INCENDIO	 MANTA APAGAFUEGOS
 PUERTA CORTAFUEGO	 EQUIPO AUTÓNOMO CONTRA INCENDIOS	 CONEXIÓN SIMPLE PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS	 CONEXIÓN SIMPLE PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS	 VÁLVULA DE CONTROL PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS
 CONEXIÓN PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO	 CONEXIÓN COMBINADA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y SISTEMAS DE GABINETE	 VÁLVULA PARA EL CORTE DE GAS	 PANEL ELÉCTRICO PARA EL CIERRE DE ENERGÍA	 USE LA ESCALERA EN CASO DE INCENDIO

Anexo 13.

CARTELES DE PROHIBICIÓN

 <p>PROHIBIDO FUMAR <small>REGLAMENTO Nº 11.000 COMANDO EN JEFE (ART. 30º)</small></p>	 <p>PROHIBIDO HACER FUEGO</p>	 <p>PROHIBIDO PRENDER FOGATAS</p>	 <p>PROHIBIDO HACER FUEGO ABERTO</p>	 <p>PROHIBIDO BEBER DE ESTA AGUA</p>
 <p>PROHIBIDO APAGAR CON AGUA</p>	 <p>PROHIBIDO TOCAR RIESGO DE DESCARGA</p>	 <p>PROHIBIDO SUBIR AL MONTACARGAS</p>	 <p>NO USAR EN CASO DE SISMO O INCENDIO</p>	 <p>PROHIBIDO VEHÍCULOS INDUSTRIALES</p>
 <p>PROHIBIDO TRANSPORTAR PERSONAS</p>	 <p>PROHIBIDO HACER RUIDO Y TOCAR BOCINAS</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO DE BICICLETAS</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO CON CELULARES O RADIOS</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO CON ARMAS</p>
 <p>PROHIBIDO TOMAR FOTOS O FILMAR VÍDEOS</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO CON ANIMALES</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO CON ALIMENTOS</p>	 <p>PROHIBIDO COMER O BEBER EN ESTA ÁREA</p>	 <p>PROHIBIDO EL INGRESO DE EXCURSIONISTAS</p>
 <p>PROHIBIDO CORRER</p>	 <p>PROHIBIDO TIRAR DEL CABLE</p>	 <p>PROHIBIDO REPARAR SIN AUTORIZACIÓN</p>	 <p>PROHIBIDO CONECTAR SIN AUTORIZACIÓN</p>	 <p>PROHIBIDO TIRAR OBJETOS AL SUELO</p>
 <p>PROHIBIDO EL INGRESO ÁREA RESTRINGIDA</p>	 <p>PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES</p>	 <p>PROHIBIDO UTILIZAR LOS ENVASES COMO RECIPIENTES</p>	 <p>PROHIBIDO DEPOSITAR OBJETOS EN EL PISO</p>	

Anexo 14.

CARTELES DE ADVERTENCIA

 ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO	 PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE	 RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS	 SUSTANCIA O MATERIAS TÓXICAS	 PELIGRO DE MUERTE
 SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES	 PELIGRO INFLAMABLE	 CARGA SUSPENDIDA EN ALTURA	 RADIACIONES NO IONIZANTES	 FRECUENCIA DE RADIO
 CUIDADO CON SUS MANOS	 PELIGRO ÁCIDO CORROSIVO	 CUIDADO PISO MOJADO	 CUIDADO PISO RESBALOSO	 ATENCIÓN RIESGO DE RADIACIÓN
 ATENCIÓN PELIGRO DE OBSTÁCULOS	 ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO	 ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA	 ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES	 ATENCIÓN MATERIAL EXPLOSIVO
 PELIGRO RIESGO DE EXPLOSIÓN	 ATENCIÓN AGENTE OXIDANTE	 ATENCIÓN CAMPO MAGNÉTICO POTENTE	 ATENCIÓN RADIACIÓN LASER	 CUIDADO SUPERFICIE CALIENTE
 CUIDADO TRÁNSITO DE MONTACARGAS	 CUIDADO BALONES DE GAS	 CUIDADO RIESGO DE SER APLASTADO	 CUIDADO ARRANQUE AUTOMÁTICO	 CUIDADO CAÍDA DE OBJETOS

Anexo 15.

CARTELES DE OBLIGACIÓN

 USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA	 USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE BOTAS AISLANTES	 USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE SOLDAR
 USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE GUANTES AISLANTES	 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR	 USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA	 USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL
 USO OBLIGATORIO DE AMBES DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE TRAJE DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA Y MÁSCARA DE GAS	 USO OBLIGATORIO DE CASCO Y PROTECCIÓN AUDITIVA	 USO OBLIGATORIO DE CASCO Y LENTES DE SEGURIDAD
 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR Y AUDITIVA	 USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS, PROTECCIÓN AUDITIVA Y CASCO	 USO OBLIGATORIO DE CASCO, PROTECCIÓN AUDITIVA Y OCULAR	 USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS	 USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD Y MÁSCARA DE GAS
 USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE AIRE AUTOCENTENIDO	 ES OBLIGATORIO MANTENER SUJETADOS LOS CILINDROS	 ES OBLIGATORIO LAVARSE LAS MANOS	 ES OBLIGATORIO ASEGURAR DESPUÉS DE UTILIZAR	 ES OBLIGATORIO DESCONECTAR DESPUÉS DE UTILIZAR
 ES OBLIGATORIO TOCAR LA BOCA ANTES DE TRASPASAR	 USO OBLIGATORIO DEL GORRO	 USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA Y GORRO	 USO OBLIGATORIO DE MANDIL Y MANOS UTTOS	 ES OBLIGATORIO USAR EL PASAMANOS

Anexo 16.

CARTELES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

Anexo 17. DEFINICIONES - NORMA TÉCNICA NTP 399.010-1

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

Cartel: Es un aviso que contiene la señal de seguridad (véase 4.27) y la información adicional (véase 4.11) referida a la función de dicha señal.

Coefficiente de Retroreflexión (R´) (De una superficie plana): Cociente entre la intensidad luminosa (I) del material retrorreflectante, en la dirección de observación, y el producto de la iluminancia (E_l) sobre la superficie retrorreflectante, sobre un plano perpendicular a la dirección de la luz incidente, por la superficie (A).

$$R' = (I / E_l \cdot A)$$

Color de contraste: Es el color que complementa al color de seguridad, mejora las condiciones de visibilidad de la señal y hace resaltar su contenido.

Color de seguridad: Color de características bien definidas, al que se le atribuye una significación determinada relacionada con la seguridad.

Detalle crítico: Elemento de un símbolo gráfico sin el cual el símbolo gráfico no puede ser entendido.

Factor de luminancia (en un punto sobre la superficie de un cuerpo no radiante por sí mismo, en una dirección dada, para condiciones de iluminación determinadas): Relación entre la luminancia del material considerado y la de un difusor – reflector de reflexión perfecta iluminado de forma idéntica.

Fluorescencia: Fotoluminiscencia en la cual la radiación óptica emitida es el resultado de la transición directa del nivel de energía de fotoexcitación a un nivel inferior. Esa transición tiene lugar generalmente dentro de los 10 ns después de la excitación.

Fotoluminiscencia: Luminiscencia causada por absorción de la radiación óptica.

Fosforescencia: Fotoluminiscencia retardada producida por almacenamiento de energía en un nivel intermedio.

Franjas de seguridad: Franjas que adoptan el uso de colores de seguridad y/o colores de seguridad de contraste para transmitir un mensaje de seguridad o hacer llamativo o claramente visible un objeto o lugar.

Información adicional: Es el texto que acompaña a la señal de seguridad que orienta o explica la mejor aplicación de la señal (véase el Anexo B).

Luminancia de contraste (k): Luminancia del color de contraste de L1 dividido por luminancia del color de seguridad de L2, donde L1 es mayor que L2.

$$K = L1 / L2$$

Luminiscencia: Emisión de radiación óptica por átomos, moléculas o iones de un material, en la cual ciertas longitudes de onda o regiones del espectro están en exceso de la radiación debido a la emisión térmica de este material a la misma temperatura, como un resultado de la excitación de estas partículas por otra energía de agitación térmica.

Materiales combinados: Son materiales que combinan las características ópticas de los materiales retroreflectantes y fotoluminiscentes.

Material ordinario: Material que no es ni retroreflectante ni fotoluminiscente.

Material reflectante: Material que refleja la radiación en dirección contraria a la dirección desde la que proviene.

Señalización: Es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc) que se pretende resaltar.

Señal de advertencia o precaución: Es la señal de seguridad que advierte de un peligro o de un riesgo.

Señal de emergencia: Es la señal de seguridad que indica la ubicación de materiales y equipos de emergencia.

Señal de evacuación: Es la señal de seguridad que indica la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad

Señal de información general: Es la señal que proporciona información sobre cualquier tema que no se refiere a seguridad.

Señal de obligación: Es la señal de seguridad que obliga al uso de implementos de seguridad personal

Señal de prohibición: Es la señal de seguridad que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un accidente y su mandato es total.

Señal de protección contra incendios: Es la señal de seguridad que sirve para ubicar e identificar equipos, materiales o sustancias de protección contra incendios.

Señales fotoluminiscentes: Son aquellas señales que emiten luz como consecuencia de la absorción previa de energía luminosa. Este efecto es temporal, (véase anexo A, figura A1).

Señales retroreflectantes: Son aquellas señales que ante la presencia de un haz de luz lo reflecta sobre su superficie, (véase anexo A, figura A1).

Señal de seguridad: Señal que por la combinación de una forma geométrica y de un color, proporciona una indicación general relativa a la seguridad y que, si se añade un símbolo gráfico o un texto, proporciona una indicación particular relativa a la seguridad.

Símbolo (pictograma): Es un dibujo o la imagen que describe una situación determinada, que indica información representativa, prohibición y que se utiliza en las señales de seguridad.

Texto de seguridad: Son las palabras que acompañan a la señal de seguridad y le sirve de refuerzo.

Definiciones NORMA TÉCNICA NTP 399.010-1.
Anexo A, figura A1:

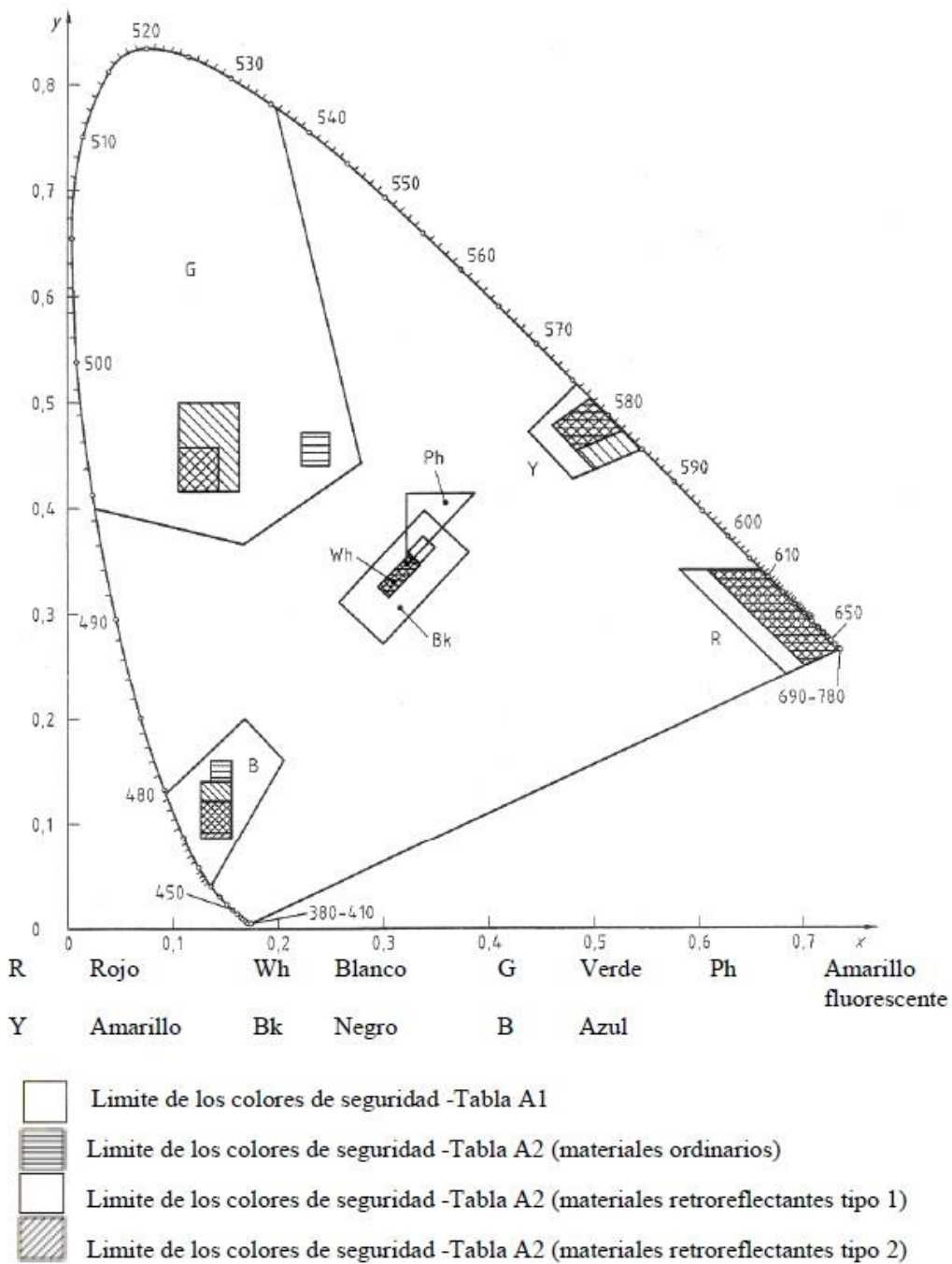


FIGURA A1 - Limites para los colores de seguridad rojo, amarillo, verde, azul, blanco y negro, incluidos el color blanco amarillento como color de contraste fosforescente