

**GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MITIGACIÓN
Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES OCASIONADAS
POR EL INADECUADO MANEJO DE POLVOS COMBUSTIBLES EN
ENTORNOS INDUSTRIALES**

Eva Daniela Caro
Jhon Alexander Carvajal

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
PROYECTO APLICADO II
BOGOTÁ D.C.
2022

**GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MITIGACIÓN
Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES OCASIONADAS
POR EL INADECUADO MANEJO DE POLVOS COMBUSTIBLES EN
ENTORNOS INDUSTRIALES**

Eva Daniela Caro
Jhon Alexander Carvajal

Tutor:

Wimber Ortíz Martínez

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
PROYECTO APLICADO I
BOGOTÁ D.C.
2022

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
CONTEXTO	6
ANÁLISIS DE LOS INVOLUCRADOS	10
ANÁLISIS DEL PROBLEMA	13
ANÁLISIS DE OBJETIVOS	14
1. Propósito	15
2. Fines	15
3. Medios	16
SELECCIÓN DE ESTRATEGIA ÓPTIMA	16
ESTRUCTURA ANALÍTICA DEL PROYECTO	20
MATRIZ DE MARCO LÓGICO	21
OBJETIVOS	24
1. OBJETIVO GENERAL	24
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
METODOLOGÍA	25
RESULTADOS	27
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Identificación de involucrados en el proyecto	11
Figura 2. Árbol de problemas	13
Figura 3. Árbol de objetivos.....	14
Figura 4. Árbol de acciones.....	17
Figura 5. Estrategia óptima	19
Figura 6. Estructura analítica del proyecto	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 2. Marco normativo de referencia.....	7
Tabla 2. Clasificación y ponderación de los involucrados	11
Tabla 3. Estructura de la matriz de marco lógico	22

CONTEXTO

En los diferentes sectores económicos como la industria farmacéutica, alimentos, manufactura y otros relacionados, se encuentran inmersas materias primas que su proceso, modificación o cambio de estado, producen materiales volátiles o partículas que se pueden acumular o alojar en el entorno donde se realiza principalmente, techos, superficies, maquinaria y demás elementos que se puedan tener en áreas operativas; donde la mezcla de las partículas de polvo en lugares en presencia de un agente oxidante como el oxígeno del aire y cercas a una fuente de calor pueden provocar las explosiones de polvo (1).

Esto debido a que la acumulación de materiales volátiles pueden llegar a formar nubes de polvo combustible, aumentando el riesgo de incendios por explosión de polvo más graves que el mismo gas o vapor combustible empleado, donde el peligro de incendio se ve afectado por diversos factores relacionados con el tamaño de las partículas, las propiedades fisicoquímicas, el flujo del aire, la superficie del depósito del polvo y la permeabilidad de la superficie; ocasionando que se pueda aumentar la propagación de la llama generando incendios más catastróficos (2).

Con frecuencia estas organizaciones desconocen el riesgo que pueden generar este tipo de polvos que, dependiendo de su característica combustible, pueden ser un factor determinante con potencial de pérdida en las personas y su entorno, a

acusa de incendios, explosiones y fugas de gases tóxicos (1); es por eso que surge la necesidad de orientar a las organizaciones que pueden tener este peligro, en un plan de mitigación que permita evaluar el riesgo y a su vez definir acciones concretas que permitan controlar los riesgos asociados a un nivel tolerable, teniendo en cuenta la metodología de matriz de marco lógico, la cual nos permitió identificar el problema y la formulación del presente proyecto.

En cuanto al marco normativo de referencia en el país, específicamente para polvos combustible es inexistente, por ello para el desarrollo del proyecto se tomará como referencia la normatividad internacional de referencia mencionada en la Tabla 1 y la normatividad colombiana vigente de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Tabla 1. Marco normativo de referencia

Norma	Año	Objetivo	Contenido de referencia
Ley 100	1993	Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones (4)	Artículo 161. Garantizar un medio ambiente laboral sano, que permita prevenir los riesgos de trabajo y enfermedad profesional, mediante la adopción de los sistemas de seguridad industrial y la observancia de las normas de salud ocupacional y seguridad social (4)
Decreto 1072	2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. (5)	Artículo 2.2.4.6.7. Objetivos de la política de seguridad y salud en el trabajo (SST). La Política de SST de la empresa debe incluir como mínimo los siguientes objetivos sobre los cuales la organización expresa su compromiso: 1. Identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles. 2. Proteger la seguridad y salud de todos los trabajadores, mediante la mejora continua del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en la empresa; y 3. Cumplir la normatividad nacional vigente aplicable en materia de riesgos laborales. (5)

Norma	Año	Objetivo	Contenido de referencia
Resolución 2400	1979	Título VI. de la prevención y extinción de incendios. Capítulo I. de la prevención de incendios (6).	Artículo 205. En todos los establecimientos de trabajo que ofrezcan peligro de incendio, ya sea por emplearse elementos combustibles o explosivos o por cualquier otra circunstancia, se tomarán medidas para evitar estos riesgos, disponiéndose de suficiente número de tomas de agua con sus correspondientes mangueras, tanques de depósito de reserva o aparatos extinguidores, con personal debidamente entrenado en extinción incendios. (6)
NFPA 654	2006	Estándar para la prevención de incendios y explosiones de polvo en la fabricación, procesado y manipulación de partículas sólidas combustibles. (7)	Esta norma proporciona requisitos para toda la fase de fabricación, procesamiento, mezcla, transporte, reempaque y manejo de sólidos particulados combustibles o mezclas híbridas. (7)
NTP 29	1982	Instalaciones de recogida de polvos combustibles. Control del riesgo de explosión (8).	Las explosiones en polvos combustibles son del tipo deflagración, caracterizándose por la aparición de un frente de llama que propaga la inflamación a través de la nube de polvo, y la generación de una onda de presión que, a pesar de su pequeño valor (0,1 10 Kg/cm), representa fuerzas inmersas a aplicarse sobre superficies notables (8)

La importancia de abordar este proyecto aplicado radica principalmente en el potencial de daño que involucran los polvos combustibles suspendidos en el aire y en las superficies, por ello consideramos de suma importancia relacionar los siguientes eventos registrados a nivel mundial por polvos combustibles:

- I. Barcelona (España). Accidente por explosión en el desbarbado por abrasión (muelas) de objetos de aluminio. La deflagración-explosión causó

quemaduras graves en cuatro de los operarios, dos de los cuales fallecieron posteriormente, y el destrozo total de las instalaciones (8).

- II. Barcelona (España). Accidente por explosión en el rectificado de cilindros de caucho. La deflagración causó quemaduras graves a uno de los operarios que falleció posteriormente (5).
- III. Tarragona (España). Accidente por explosión en silos de maíz provocado por la realización de una soldadura. La explosión provocó tres heridos, uno de ellos grave, y daños muy importantes a las instalaciones (8).
- IV. Lérida (España). Accidente por explosión en silos de diversos granos provocado por la realización de una soldadura. La explosión provocó 9 muertos, numerosos heridos y daños muy importantes a las instalaciones (8).
- V. Singapur: Tres personas fallecieron y otras siete resultaron heridas tras una explosión en una planta industrial de manufactura en Tuas, Singapur. El incidente fue ocasionado por una explosión de polvo combustible que involucraba polvo de almidón de papa que la planta utilizaba en sus procesos industriales (9).
- VI. Amaga (Colombia) en el año 2010 se presentó un evento de explosión por la acumulación de polvos de carbón con un saldo de 73 personas muertas (10).
- VII. Banbury (Reino unido) en 1981 se presenta una explosión en silos de almidón de maíz con un saldo de 9 muertos y 46 heridos (10).

ANÁLISIS DE LOS INVOLUCRADOS

Con el objetivo de optimizar los beneficios del proyecto y limitar los impactos negativos del mismo, se realizó un análisis de involucrados con el fin de identificar intereses y expectativas de todos los potenciales colaboradores que pudieran tener interés o beneficios directo o indirectamente del proyecto (3); por lo cual a continuación, se encuentran descritos los involucrados en la elaboración del plan de mitigación:

- **Gerencias de los procesos objetos de evaluación:** Autoriza la toma de información cualitativa cuantitativa y registros fotográficos.
- **Personal de Seguridad y Salud en el Trabajo:** Proporciona información de los mecanismos de seguridad implementados en el proceso.
- **Jefaturas de los procesos involucrados:** Proporciona información del proceso, mezclas, dosificaciones y variables anexas.
- **Jefaturas de mantenimiento:** Proporciona información técnica de los sistemas electromecánicos.
- **Trabajadores de los procesos involucrados:** Conocimiento del proceso, practicas adoptadas en función de la labor desarrollada.
- **Tutor:** Orienta el proyecto aplicado.
- **Estudiantes de la especialización en SST:** Somos los que planteamos el proyecto, de acuerdo a las necesidades de la organización con el fin de dar solución a un problema.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 1, se encuentran organizados los diferentes involucrados que se relacionan con el propósito del proyecto:



Figura 1. Identificación de involucrados en el proyecto
Fuente: Elaboración Propia

Una vez seleccionados e identificados los principales involucrados (Figura 1), se realizó una clasificación y posicionamiento de cada uno, teniendo en cuenta su posición, fuerza e intensidad frente al proyecto (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación y ponderación de los involucrados

Involucrado	Clasificación	Posición	Fuerza	Intensidad	Total
Gerencias de los procesos objetos de evaluación.	Aprobación	4	4	2	10

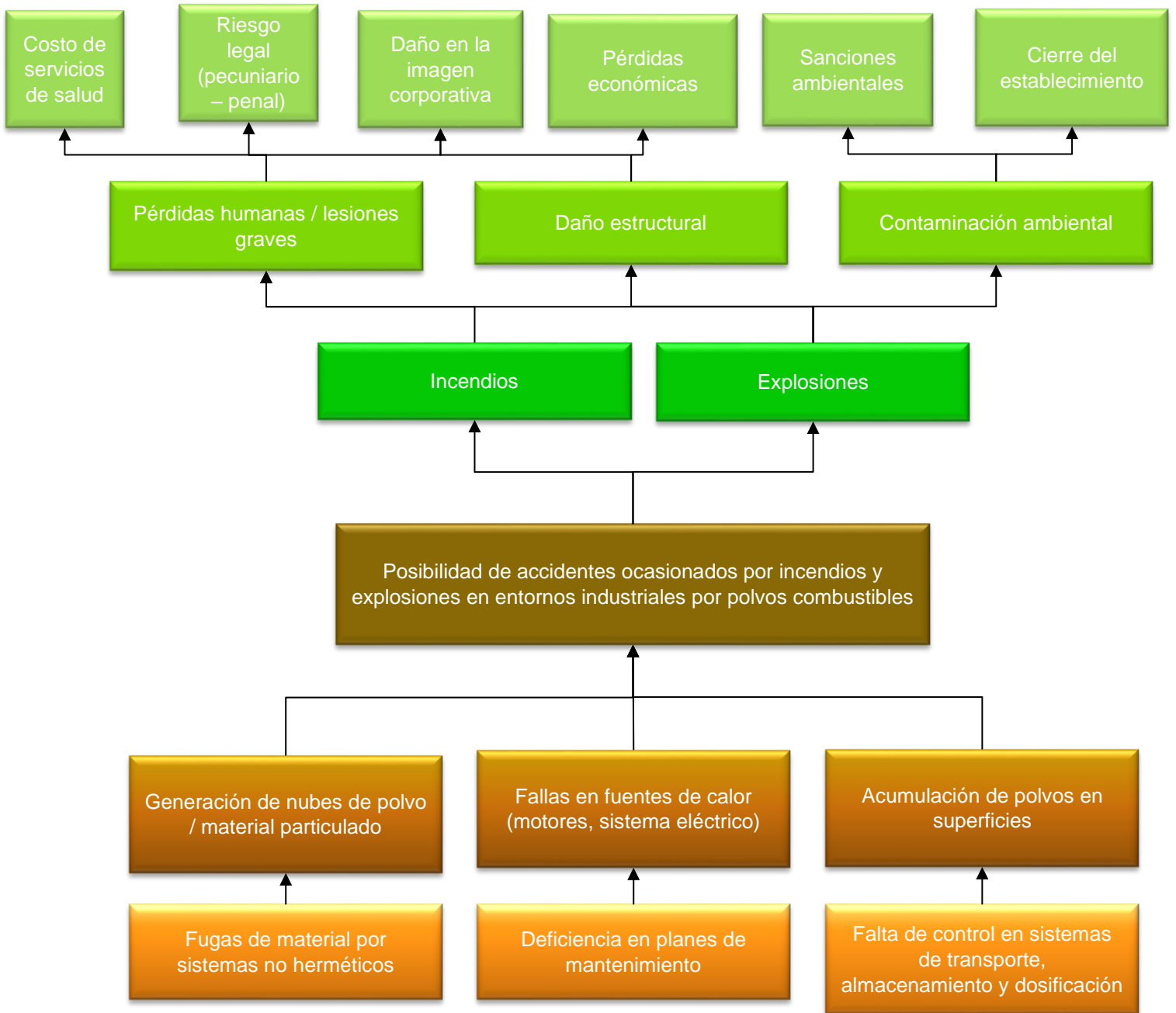
Involucrado	Clasificación	Posición	Fuerza	Intensidad	Total
Personal de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Asesoría	3	2	4	9
Jefaturas de los procesos involucrados.	Asesoría	5	3	5	13
Jefaturas de mantenimiento.	Asesoría	5	3	5	13
Trabajadores de los procesos involucrados.	Beneficiados y asesoría	3	2	4	9
Tutor.	Asesoría	4	4	3	11
Estudiantes de la especialización en SST.	Planteamiento e implementación	5	5	5	15

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la información suministrada en la Tabla 2, se evidencia que el involucrado de mayor interés para la elaboración del presente proyecto, somos los estudiantes de la especialización en SST, seguido de las jefaturas de los procesos involucrados y las de mantenimiento, debido a que son ellos los que nos apoyarán en el momento de la identificación, análisis y selección del problema objetivo y sus posibles alternativas de solución (3), de igual forma el tutor, las gerencias de los procesos objetos de evaluación, el personal de SST y los trabajadores, serán nuestros aliados estratégicos para la ejecución del proyecto.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se encuentra identificado el problema que se desea intervenir, con sus respectivas causas y

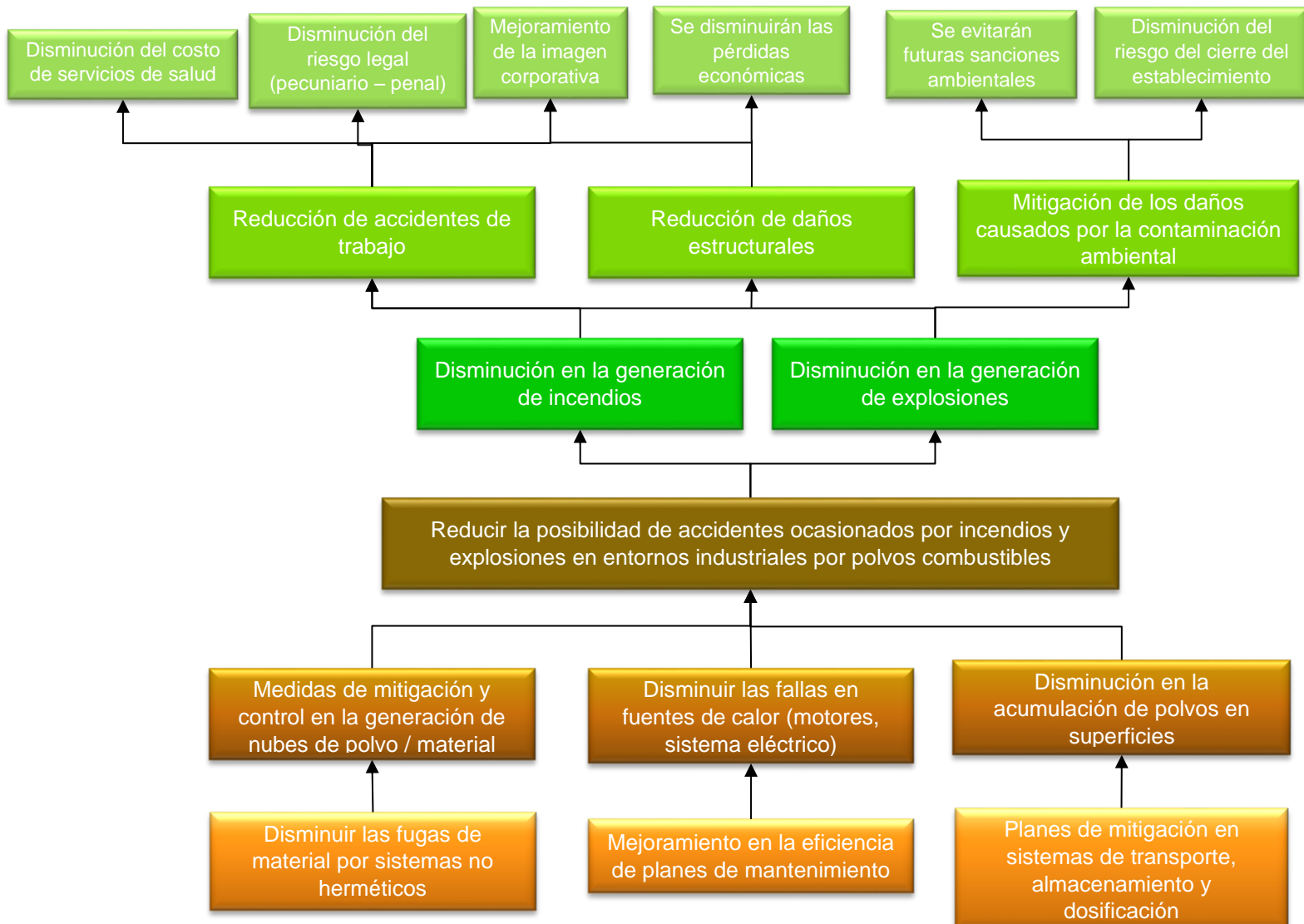


consecuencias:

Figura 2. Árbol de problemas
 Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE OBJETIVOS

Una vez identificado el problema central con sus causas y consecuencias en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se procedió a realizar un análisis a futuro de lo que desea obtener una vez resuelto el problema, planteando y teniendo en cuenta los medios y fines con los que se cuenta, por lo cual en la



¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se muestra la visión global de la situación positiva deseada (3) .

*Figura 3. Árbol de objetivos
Fuente Elaboración Propia*

Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia que todas las causas (raíces) en el árbol de problemas se transformaron en medios en el árbol de objetivos, los efectos (hojas) pasaron a ser fines y el problema central paso a ser nuestro objetivo central y el propósito del proyecto:

1. Propósito

El propósito del presente proyecto, es buscar un beneficio para las empresas y los trabajadores, generando un aumento en la eficiencia y productividad en el área de trabajo debido a la disminución de accidentes ocasionados por incendios y explosiones en los entornos industriales por polvos combustibles, lo cual genera una disminución de los costos directos e indirectos asociados a incendios y explosiones.

2. Fines

La definición de planes de mitigación disminuyen la posibilidad que se puedan generar capas de polvo y a su vez reducir la posibilidad de accidentes causados por incendios y explosiones en entornos industriales por ese tipo de riesgo, el cual puede llegar a generar accidentes con consecuencias mayores a las de los gases o vapores combustibles; esto debido a que la capa de polvo se acumula en techos, superficies, maquinaria y otros elementos en las áreas operativas, que contribuyen

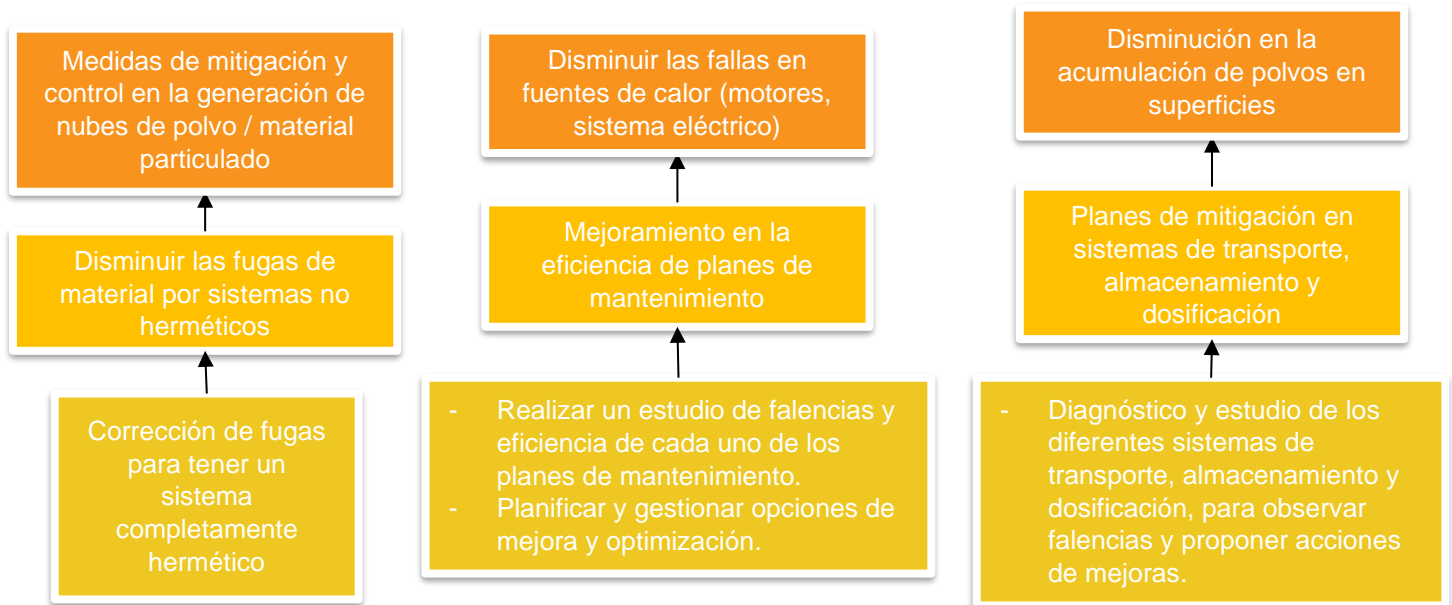
a un incendio con temperaturas y alturas de llama elevadas, por lo cual al limitar el riesgo de incendio de la capa de polvo, se logra disminuir de forma eficiente la fuente de ignición de la explosión de polvo (2) y permite tener una reducción en daños materiales, interrupción de los procesos de producción, daños ambientales y pérdidas humanas. Los planes de mitigación pueden ser una medida de control eficaz para un control total de pérdidas, el cual genera un impacto positivo en las organizaciones y un entorno laboral más seguro para el recurso humano.

3. Medios

Para poder cumplir con nuestro objetivo se propusieron tres estrategias y/o acciones que ayudarán a intentar dar solución a nuestro problema planteado y permiten garantizar que el esquema de análisis es válido y efectivo. Los cuales se profundizarán en el apartado de selección de estrategia óptima

SELECCIÓN DE ESTRATEGIA ÓPTIMA

Una vez seleccionados los medios que permiten cumplir con nuestro objetivo de manera eficiente, se propusieron las siguientes acciones para cada uno los medios propuestos (Figura 4), de esta manera se logrará eliminar las causas más profundas del problema (3).



*Figura 4. Árbol de acciones
Fuente: Elaboración Propia*

En el Árbol de acciones, se muestran las diferentes estrategias y acciones que se deben realizar para poder dar solución al problema planteado; las cuales se enfocan en la raíz del Árbol de objetivos, debido a que son los medios que permitirán impactar los niveles superiores (hojas) del Árbol de problemas. Por lo cual a continuación, se describen los medios propuestos para la solución de nuestro problema:

1. Postulación de alternativas:

En este apartado se hace un análisis de las acciones y/o actividades consideradas para poder cumplir de manera exitosa los medios propuestos en el análisis de objetivos:

a. Disminución de fugas por sistemas no herméticos:

Al tener una reducción en las fugas, se minimiza la reducción de polvo combustible en el aire y en áreas adyacentes, por lo cual se debe realizar una corrección de todas las fugas para lograr tener un sistema completamente hermético.

b. Mejoramiento en la eficiencia de los planes de mantenimiento:

Al tener en cuenta todos los posibles riesgos que pueden generar los diferentes tipos de polvo e identificar su comportamiento, se podrán prevenir futuras fallas en maquinarias, equipos y sistema eléctrico, es decir que se reduce la generación de puntos de calor, por lo cual se debe realizar un estudio de falencias y la confiabilidad de cada uno de los planes de mantenimiento, para poder identificar los puntos y criterios que no se están cumpliendo o abordando y de esta manera poder proponer y postular opciones de mejora y optimización de los planes.

c. Planes de mitigación en sistemas de transporte, almacenamiento y dosificación:

Al tener medidas de control eficientes en todas las fases de los productos, se garantiza la hermeticidad en el sistema y por ende la reducción e incluso la eliminación de las nubes de polvo, por lo cual se debe realizar un diagnóstico y estudio de los diferentes sistemas de transporte, almacenamiento y dosificación para detectar desviaciones y buscar acciones de mejora para prevenir la materialización de los peligros detectados y el impacto ocasionado en caso de accidentes.

2. Criterios:

Teniendo en cuenta el tipo de proyecto que se desea implementar, se tienen en consideración los siguientes criterios para determinar la estrategia más óptima:

- Costo de implementación.
- Facilidad en la implementación.
- Beneficios obtenidos.
- Conocimiento del tema.

3. Estrategias de solución para el proyecto:

Una vez realizado el análisis de cada una de las estrategias de alternativas y los diferentes factores críticos, la estrategia más óptima para solucionar nuestro problema, es la implementación de planes de mitigación en sistemas de transporte, almacenamiento y dosificación en una guía metodológica que permita evaluar el riesgo y a su vez definir acciones concretas que permitan controlar los riesgos asociados por polvos combustibles a un nivel tolerable en entornos industriales.

Planes de mitigación en sistemas de transporte,
almacenamiento y dosificación

*Figura 5. Estrategia óptima
Fuente: Elaboración Propia*

Se escogió esta estrategia debido a que es una acción complementaria que permite el cumplimiento parcial o total de las otras alternativas propuestas, esto debido a que al tener un plan de mitigación se tienen en cuenta diferentes medidas de control que ayudan a identificar los diferentes factores de riesgos causados por polvos combustibles, haciendo que la empresa busque la solución y/o mejora de sus

procesos para prevenir y/o mitigar esos factores de riesgo; permitiéndole a la empresa tener un valor agregado debido a que está buscando su mejora y crecimiento continuo, por medio de la elaboración de una guía técnica para la elaboración de planes de mitigación y prevención de incendios y/o explosiones ocasionadas por el inadecuado manejo de polvos combustibles en entornos industriales.

ESTRUCTURA ANALÍTICA DEL PROYECTO

La Estructura Analítica del Proyecto (EAP) es la esquematización del proyecto, en donde se muestra la solución más viable a nuestro problema por niveles jerárquicos donde se relaciona la alternativa óptima con los objetivos y acciones (3):

- **Parte inferior del árbol:** Actividades, se encuentra descrita la actividad que permitirá cumplir con las estrategias y entregar los componentes del proyecto.
- **Segundo nivel del árbol:** Componentes, son los bienes o servicios tangibles resultados de cumplir el propósito del proyecto.
- **Tercer nivel:** Propósito, se muestra el resultado o efecto que se espera una vez terminado el proyecto.
- **Nivel superior:** Fines del proyecto, donde se describe la importancia del proyecto y como se espera impactar a largo plazo.

A continuación, en la Figura 6 se muestra la representación jerárquica de la alternativa seleccionada en el apartado anterior:

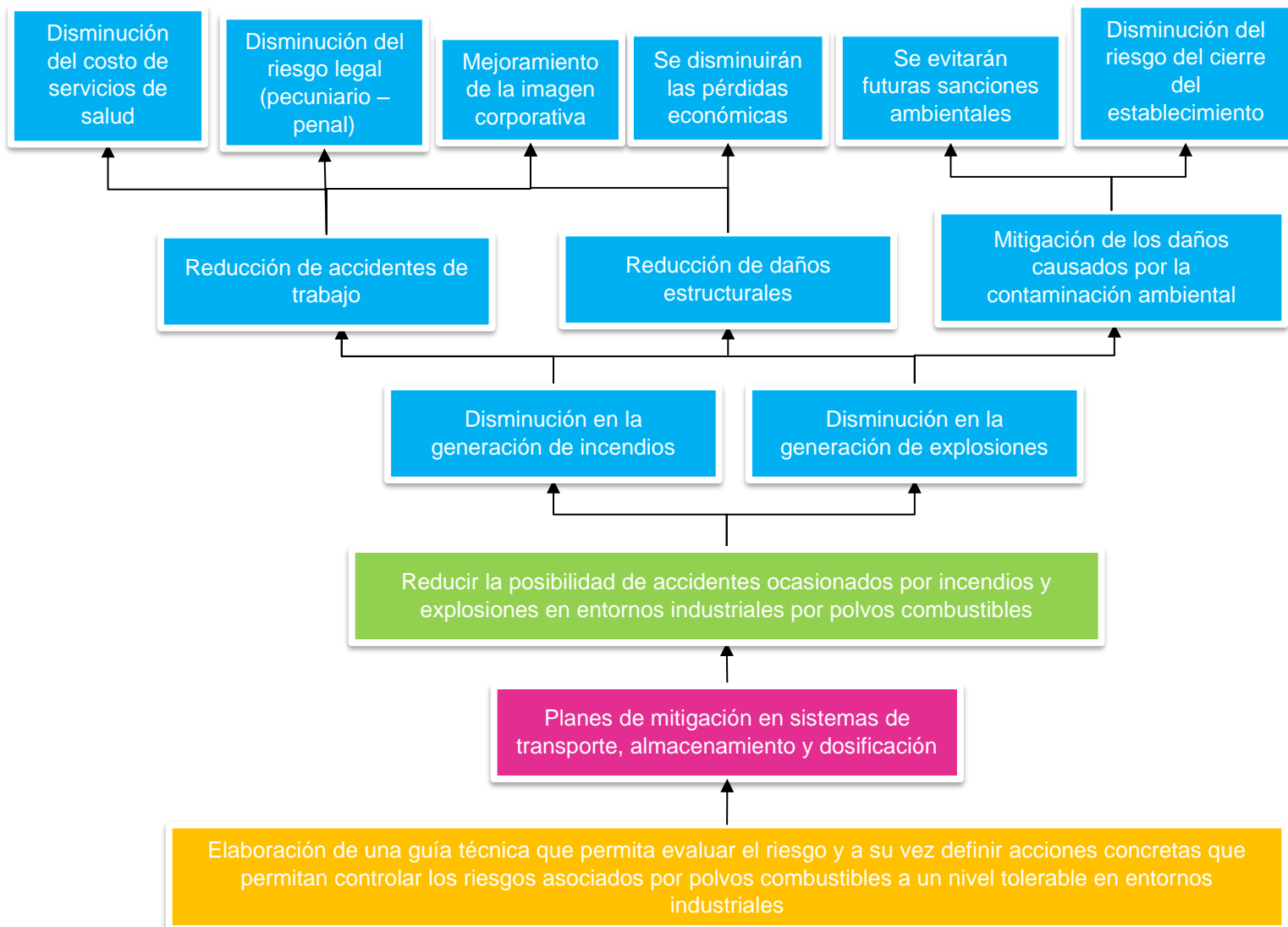


Figura 6. Estructura analítica del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

MATRIZ DE MARCO LÓGICO

En el presente apartado, se encuentran descritos los aspectos más importantes del proyecto, en la Tabla 3 se encuentra la estructura de la matriz de marco con el resumen narrativo de los productos que se entregarán para poder cumplir con el objetivo y las actividades que se harán para entregar el componente del proyecto, los resultados que se espera tener una vez ejecutado el proyecto (indicadores),

medios de verificación y los factores externos que pueden llegar a implicar riesgos (supuestos) (3):

Tabla 3. Estructura de la matriz de marco lógico

Columna De Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin			
F1. Disminuir la generación de incendios y explosiones por polvos combustibles.	Número de casos registrados de incendios y explosiones causados por polvos combustibles.	- Registro de reporte e investigación de incendios y explosiones. Basados en los datos de Fasecolda. - Comparación del indicador con años anteriores.	Se cuenta con toda la documentación necesaria para poder hacer un comparativo con años anteriores frente a incendios y explosiones causados por polvos combustibles.
F2. Reducir accidentes laborales por polvos combustibles.		- Registros de reporte e investigación de accidentes de trabajo. Basados en los datos de Fasecolda. - Comparación del indicador con años anteriores.	Se cuenta con toda la documentación necesaria para poder hacer un comparativo con años anteriores frente a accidentes laborales causados por polvos combustibles.
F3. Reducir daños estructurales.	% de reducción de riesgo con base en la evaluación del riesgo residual.	De acuerdo a los planes de contención y/o mitigación definidos, se valida si reduce el nivel de riesgo obtenido en la valoración inicial	Se cuenta una reducción del nivel de riesgo, luego de realizar la evaluación del riesgo residual y se puede concluir que los planes definidos son eficaces y eficientes.
F4. Mitigar los daños causados por la contaminación ambiental.	Mediciones ambientales.	Emisión de polvos combustibles al medio ambiente.	Se cumplen con los criterios y normas por polvos combustibles nacionales e internacionales.
Propósito			
P1. Reducir la posibilidad de accidentes ocasionados por inadecuado manejo de polvos combustibles en entornos industriales.	Proporción de accidentes e incidentes ocasionados por polvos combustibles.	- Registros de reporte e investigación de accidentes e incidentes de trabajo por polvos combustibles.	Se establecen nuevas estrategias que permiten reducir la posibilidad de accidentes causados por el inadecuado manejo de polvo combustibles.
Componentes			

Columna De Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
C1. Planes de mitigación en sistemas de transporte, almacenamiento y dosificación.	Plan de mitigación para los sistemas de transporte, almacenamiento y dosificación.	Áreas y/o sistemas con planes de contención y/o de mitigación.	Se cuenta con un plan de contención y/o mitigación especial para polvos combustibles en entornos industriales.
Actividades			
A1. Identificación de peligros, evaluación y valorización de riesgos asociados a polvos combustibles.	Existencia de matriz de peligros y valoración de riesgos asociados a polvos combustibles.	Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos asociados a polvos combustibles.	Se realiza la identificación de peligros y valoración de riesgos en todas las áreas y puestos de trabajo que manejan polvos combustibles.
A2. Establecer medidas de prevención y control frente a los peligros y/o riesgos identificados.	Existencia de lista de medidas de prevención y control frente a los peligros y/o riesgos.	Listado de medidas de prevención y control frente a los peligros y/o riesgos ocasionados por polvos combustibles.	Se definen medidas de prevención y control de los peligros asociados por polvos combustibles identificados.
A3. Elaboración de una guía metodológica con los formatos y registros para el seguimiento de acciones preventivas y correctivas.	Existencia de guía metodológica	Guía metodológica con formatos y registros para el seguimiento de acciones preventivas y correctivas de cada riesgo y/o peligro potencial causado por polvos combustibles.	Se define el procedimiento para la identificación de peligros y riesgos potenciales causados por polvos combustibles y se implementan medidas de prevención y control para cada uno de ellos.

Fuente: Elaboración Propia

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Formular una guía técnica que brinde directrices para la identificación y valoración de riesgos asociados por polvos combustibles en entornos industriales.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los factores que promueven la formación de atmósferas explosivas por polvos combustibles en entornos industriales.
2. Estructurar una metodología que pueda orientar a los diferentes procesos industriales, la identificación y tratamiento de los peligros asociados en la formación de atmósferas explosivas por polvos combustibles.
3. Generar medidas preventivas que contribuyan a la disminución de la formación de atmósferas explosivas, mejorando las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

METODOLOGÍA

Para el diseño de la guía técnica para la elaboración de planes de mitigación y prevención de incendios y/o explosiones ocasionadas por el inadecuado manejo de polvos combustibles en entornos industriales, se desarrollaron las siguientes actividades:

- Revisión de antecedentes de las industrias colombianas y en el mundo, dedicadas a la manufactura y transformación de materias primas que en su proceso utilizan y procesan polvos combustibles, enfocándonos en las que han tenido accidentes de incendios o explosiones por la deficiencia en la contención de polvos combustibles, que permitían la acumulación en el aire y en las superficies adyacentes, generando consecuencias catastróficas involucrando la vida de trabajadores dejando familias devastadas y pérdidas económicas significativas. Con el fin de identificar la necesidad de definir mecanismos y acciones preventivas de control para que en dado caso se cuenten con las medidas de contención, mitigación y remediación necesarias en Colombia.
- Normatividad aplicable, debido a que en el país no se cuenta con un marco legal para polvos combustibles, se tomó como referencia los estándares para la prevención de incendios y explosiones de polvo dados por la NFPA (National Fire Protection Association) y demás normatividad internacional de referencia, para la elaboración de la guía.
- Elaboración de una metodología para la gestión del riesgo, que permite realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa que permite identificar los

peligros, valorar los riesgos y determinar controles a corto, mediano y largo plazo con medidas de contención, mitigación y remediación, teniendo en cuenta la probabilidad de que ocurran eventos específicos con polvos combustibles y la magnitud de su severidad en caso de que puedan presentarse.

- Medidas para prevenir y mitigar el riesgo asociado por el uso inadecuado de polvos combustibles, de acuerdo al análisis de la identificación de peligros y la valoración del riesgo. Dichos controles y medidas preventivas se deben implementar de acuerdo a la priorización de los peligros, empezando por los más críticos, teniendo en cuenta la jerarquía de controles, los cuales deben evitar la formación de nubes de polvo, disminuir el riesgo de ignición de los polvos combustibles y atenuar los posibles efectos.
- Elaboración de una metodología para la preparación y respuesta ante emergencias con el fin de mitigar los efectos y consecuencias de los posibles eventos catastróficos que puedan afectar las instalaciones, el personal de trabajo, el medio ambiente y que puedan llegar a generar pérdidas económicas, el cual debe ser implementado antes, durante y después de una emergencia asociada por polvos combustibles.

RESULTADOS

En el presente ítem, se presentan los resultados y producto generado en el diseño de una guía técnica para la elaboración de planes de mitigación y prevención de incendios y/o explosiones por el uso inadecuado de polvos combustibles en entornos industriales:

1. Metodología para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos a usar.
2. Medidas para prevenir y mitigar el riesgo asociado por el uso inadecuado de polvos combustibles, a implementar para reducir o eliminar el riesgo.
3. Procedimiento para la preparación y respuesta ante posibles emergencias a usar para la identificación del nivel del riesgo teniendo en cuenta las amenazas asociadas a polvos combustibles y la vulnerabilidad que tiene la empresa de ser afectada, con el fin de realizar una priorización de estas para tomar las medidas correspondientes.



Guía Técnica para la
elaboración de Plan

CONCLUSIONES

- Las medidas de control para los riesgos asociados por la interacción por polvos combustibles pueden ser abordadas de forma cualitativa aún cuando no se cuenten con estudios y pruebas de laboratorios de los polvos siendo las labores de limpieza la medida más efectiva para prevenir explosiones primarias.
- La Guía Técnica para la elaboración de Planes de Mitigación y Prevención por polvos combustibles, es una herramienta fundamental que puede ser adoptada e implementada en cualquier sector económico ya que contempla la mayoría de factores necesarios para prevenir eventos con potencial de pérdida asociados a polvos combustibles.
- Con la temática abordada se concluye que Colombia debe consolidar estrategias y mecanismos para investigar eventos asociados con polvos combustibles a través del Cuerpo Oficial de Bomberos y contar con una base de datos de dichas investigaciones de consulta pública que permita a las industrias definir medidas de contención, mitigación y remediación.

RECOMENDACIONES

- Las industrias con presencia riesgo de explosión por polvos combustibles deben evaluar la posibilidad de buscar alternativas para sustituir las materias primas o en su defecto generar mezclas híbridas con polvos no combustibles.
- Las condiciones detectadas en cualquier sector económico con la aplicación de la Guía Técnica para la elaboración de Planes de Mitigación y Prevención por polvos combustibles, se deben adoptar medidas eficaces que permitan el control de riesgo y generar ambientes de trabajo bajo un control total de pérdidas.
- La identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles, es indispensable llevar a cabo estudios de laboratorio de polvos combustibles y solicitar asesoramiento de empresas especializadas que permitan mitigar los peligros de incendios y explosiones por dispersión de partículas sólidas combustibles.
- Para todas las organizaciones es recomendable la implementación de un programa de orden y aseo bajo la técnica de gestión japonesa cinco eses haciendo énfasis en la limpieza previniendo la acumulación de polvos en las áreas de procesamiento, almacenamiento y transporte.
- El plan de emergencia debe estar orientado de forma preventiva articulado con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo puesto que una vez presentada una situación de emergencia el potencial de daño de una explosión sucesiva es catastrófica y puede considerarse irremediable.

REFERENCIAS

1. Wu YC, Laiwang B, Shu CM. Process loss prevention of petrochemical process: A case study of the flashing accident of the storage tank on acrylonitrile-butadiene-styrene powder in Taiwan. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2021;69.
2. Cai J, Li C, Amyotte P, Yuan Y, Pang L, Li G, et al. Fire hazard potential of non-metallic powder layers induced by deposit surfaces. *Fire Safety Journal*. 2021 Jun 1;122:103365.
3. Ortegón E, Pacheco JF, Prieto A. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. [cited 2022 Apr 29]; Available from: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf
4. Ley 100 de 1993 - Gestor Normativo - Función Pública [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5248>
5. Decreto 1072 de 2015 - Buscar con Google [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: https://www.google.com/search?q=decreto+1072+de+2015&rlz=1C1UEAD_esCO979CO979&oq=de&aqs=chrome.0.69i59l2j69i57j69i59j46i199i433i465i512j69i61l2j69i60.1002j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
6. Resolución 2400 de 1979 - Buscar con Google [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: https://www.google.com/search?q=resolución+2400+de+1979&rlz=1C1UEAD_esCO979CO979&ei=35t0YvDaBaft_Qaz-Y2gAQ&oq=resolución+2400&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQXgAMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDoECC4QQzoECAAQQzoLCAAQgAQQsQMQgwE6BAgAEAo6BAgAEA06BAguEA1KBAhB

GABKBAhGGABQAFiLLGCWNWgEcAF4AYAB5QKIAZAZkgEIMC4xMi40
LjGYAQCgAQHAAQE&scient=gws-wiz-serp

7. El NFPA 654 (2006) - Buscar con Google [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: https://www.google.com/search?q=El+NFP+654+%282006%29+&rlz=1C1UEAD_esCO979CO979&ei=l5N0Yq7_GK6yggenn5H4CQ&ved=0ahUKEwjupsSI9cn3AhUumeAKHadPBj8Q4dUDCA4&uact=5&oq=El+NFP+654+%282006%29+&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQA0oECEEYAEoECEY YAEoECEcYA1AAWABgqgNoAHAAeACAAcEBiAHBAZIBAzAuMZgBAKA BAqABAcABAQ&scient=gws-wiz-serp
8. Luis J, Muñoz V. NTP 29: Instalaciones de recogida de polvos combustibles. Control del riesgo de explosión.
9. Catástrofe de polvo combustible [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://www.nfpajla.org/archivos/exclusivos-online/manejo-de-emergencias-materiales-peligrosos/1872-catastrofe-de-polvo-combustible>
10. Rene Benitez Moreira C. DISEÑO DE UN MANUAL DE PREVENCIÓN ANTE LA PRESENCIA DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS (ATEX) Y POLVOS COMBUSTIBLES BAJO NORMATIVA SEVESO .