



DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS

MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA.

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo.**

Autor: Ing. Richard Gálvez González.

Director: Ing. Jorge Luis Blanco. MSc

Cuenca-Ecuador

2020

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a toda mi Familia, Felipe, Verito y Juanma, son quienes me inspiran cada día a ser mejor y conseguir mis objetivos. Gracias por la paciencia, amor y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme avanzar con éxito en mi vida profesional, al Ing. Jorge Luis Blanco por compartir abierta y sinceramente todos sus conocimientos y su amistad. A los propietarios de todas las estaciones de combustible del cantón Loja por confiar en mí y permitirme realizar la presente investigación.

RESUMEN

La investigación busca evaluar el nivel de riesgo de incendio y explosión a través del método Índice Dow, estimar las zonas de amenaza con ALOHA, estructurar y aplicar una matriz de cumplimiento técnico y legal en las trece estaciones de servicio de combustible del cantón Loja.

El Índice de Incendio y Explosión DOW (1994) del Instituto de Ingenieros Químicos de Estados Unidos, es una herramienta cuantitativa utilizada para la identificación y la evaluación de peligros y riesgos, proporcionando valores numéricos con los cuales podemos identificar un riesgo potencial en áreas o instalaciones.

El software ALOHA de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica y la Agencia de Protección Ambiental, se aplicó al tipo de explosión BLEVE (explosiones de vapor de líquidos en ebullición) en el proceso de descarga de los camiones cisterna a los tanques de almacenamiento.

Se obtuvo el nivel de riesgo y las zonas de afectación de todas las estaciones de Loja, se elaboró una matriz de cumplimiento de la normativa en seguridad y prevención de incendios y explosiones, y la misma se aplicó a todas las estaciones determinando el porcentaje de cumplimiento.

Palabras clave: Incendio, explosión, riesgo, combustible, afección, normativa, seguridad, prevención.

ABSTRACT

This research seeks to assess the level of fire and explosion risk through the Dow Index method to estimate the threat zones with ALOHA, to structure and apply a technical and legal check list in the thirteen fuel stations of Loja.

The DOW Fire and Explosion Index (1994) of the United States Institute of Chemical Engineers is a quantitative tool used to identify and evaluate the hazards and risks. The index provides numerical values to identify a potential risk in areas or facilities.

The ALOHA software from the National Oceanic and Atmospheric Administration and the Environmental Protection Agency was applied to the BLEVE explosion type (boiling liquid vapor explosions) in the process of unloading the tank trucks to the storage tanks.

The level of risk and the areas of affectation of all the stations in Loja were obtained, a check list with regulations on safety and prevention of fires and explosions was prepared, and it was applied to all stations determining the percentage of compliance.

Key words: Fire, explosion, risk, fuel, condition, regulations, safety, prevention.

Translated by



Richard Galvez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	2
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.....	3
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	5
2.1. INCENDIOS Y EXPLOSIONES.....	5
2.2. ACCIDENTE MAYOR.....	5
2.3. EL FUEGO.....	5
2.4. TETRAEDRO DEL FUEGO.....	7
2.5. CALOR.	7
2.6. COMBURENTE.	8
2.7. COMBUSTIBLE.....	8
2.8. REACCIÓN EN CADENA.	9
2.9. FASES DEL FUEGO.	9
2.10. TIPOS DE INCENDIOS.	10
2.11. TIPOS DE EXPLOSIONES.	12
2.12. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	14
3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.	18
3.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.	18
3.2. ÁMBITO DE TRABAJO.....	19
3.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	22
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	24
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS.	36
4.1. SITUACIÓN ACTUAL EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIÒN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.....	36
4.2. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO Y EXPLOSIÓN DE LAS ESTACIONES DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.	45
4.3. ZONAS DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.	47
4.4. MATRIZ DE CUMPLIMIENTO TÉCNICO Y LEGAL PARA PREVENIR EL RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.	61
4.5. APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE CUMPLIMIENTO TÉCNICO Y LEGAL PARA PREVENIR EL RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.	73

5. CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	74
6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
6.1. CONCLUSIONES.....	78
6.2. RECOMENDACIONES.....	79
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
7.1. REFERENCIAS LEGALES.....	82
8. ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS.

Figura 1 Diagrama de los elementos del fuego..	13
Figura 2 Tipos de Bocas de Incendios Equipadas BIE.....	25
Figura 3 Ubicación de las estaciones de combustible del cantón Loja..	27
Figura 4 Factor de Riesgo de la Unidad (F3).....	37
Figura 5 Área de Exposición.....	38
Figura 6 Procedimiento Índice de Incendio y Explosión Dow.....	39
Figura 7 Ejemplo de resultados gráficos del programa ALOHA.....	43
Figura 8 Años de operación de las estaciones de combustible del cantón Loja..	44
Figura 9 Número de trabajadores de las estaciones de combustible del cantón Loja..	45
Figura 10 Estaciones de combustible que cuentan con Reglamento Interno de Higiene y Seguridad.....	45
Figura 11 Evaluación de riesgos laborales de las estaciones de combustible del cantón Loja..	46
Figura 12 Responsable de Seguridad y Salud Ocupacional en las estaciones de combustible del cantón Loja..	46
Figura 13 Equipo de Protección Personal en los trabajadores de las estaciones de combustible del cantón Loja..	47
Figura 14 Responsable o Brigadas de Emergencia en las estaciones de combustible.....	47
Figura 15 Lugares con concurrencia de personas cerca de las estaciones de combustible del cantón Loja.....	50
Figura 16 Incendios y explosiones ocurridos en las estaciones de combustible del cantón Loja.....	51
Figura 17 Víctimas de incendios y explosiones en las estaciones de combustible del cantón Loja.....	51
Figura 18 Derrames de combustible en las estaciones de combustible del cantón Loja.....	52
Figura 19 Simulacros realizados en las estaciones de combustible del cantón Loja.....	52
Figura 20 Inspecciones realizadas por la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos – ARCH.....	53
Figura 21 Índice de Incendio y Explosión IIE de las estaciones de combustible del cantón Loja.....	55
Figura 22 Cumplimiento técnico y legal de las estaciones de combustible del cantón Loja..	73
Figura 23 Evaluación de riesgo vs. Cumplimiento técnico y legal de las estaciones de combustible del cantón Loja..	85
Tabla 1 Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.....	23
Tabla 2 Tipos de medios de protección.....	24
Tabla 3 Lista de estaciones de combustible del cantón Loja..	26
Tabla 4 Rangos de valoración del Índice de Incendio y Explosión IIE	28

Tabla 5 Actividades de la investigación.....	30
Tabla 6 Rangos de valoración del Índice de Incendio y Explosión IIE.	38
Tabla 7 Sistemas contra incendios con las que cuentan estaciones de combustible del cantón Loja.....	48
Tabla 8 Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión de las estaciones de combustible del cantón Loja.	54
Tabla 9 Resultados obtenidos con la aplicación del ÍNDICE DOW en las estaciones de combustible del cantón Loja.....	68
Tabla 10 Matriz de cumplimiento técnico y legal para las estaciones de combustible del cantón Loja.....	69
 Anexo 1. Modelo de encuesta desarrollada en las estaciones de combustible del cantón Loja.	 91
Anexo 2. Hojas de cálculo utilizado para el Índice DOW.....	93
Anexo 3. Recopilación de datos arrojados por el software ALOHA 5.4.7.	111

Richard Fernando Gálvez González
Trabajo de graduación
Jorge Luis Blanco
Enero, 2020

Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA.

1. INTRODUCCIÓN.

La Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del Trabajo OIT, 2018), determinó que cada quince segundos un trabajador muere a causa de enfermedades o accidentes laborales y que en el mismo periodo de tiempo 153 trabajadores sufren un accidente laboral. Asimismo, se establece que los países podrían perder hasta el 4% del PIB (Producto Interno Bruto) si no previenen y controlan los riesgos laborales (Organización Internacional del Trabajo OIT, 2018).

En Ecuador, se observó un incremento considerable del número de casos notificados por accidentes de trabajo, lo cual en 2010 fue de 7.904 a 24.379 en 2015; y, enfermedades profesionales de 177 en 2010 a 892 en 2015 (Revista Ekos, 2017); esto tomando en cuenta que según la OIT en Latinoamérica sólo se declaran entre el 20% y 25% de los accidentes suscitados.

En lo que respecta a las estaciones de servicio de combustible, en Latinoamérica se han presentado una serie de incendios y explosiones en las referidas estaciones debido a: caída de rayos durante tormentas eléctricas, errores en las labores de mantenimiento, errores operacionales, falla en los equipos mecánicos, sabotaje, rotura o fisura de elementos estructurales, fugas de combustible, problemas en el sistema eléctrico, acción de desastres naturales, y otros; de las cuales los errores humanos provocaron el 30% de las eventualidades, aproximadamente. Asimismo, una revisión de 480 accidentes que involucran fuego en tanques de almacenamiento de combustible ocurridos entre 1950 y 2003, muestra que la cantidad de accidentes crece entre un 20% y un 80% en cada década (Abreu & Godoy, 2011).

Asimismo, en el Ecuador existen 1062 estaciones de servicio pertenecientes a 17 comercializadoras de combustible (Diario El Comercio, 2015), según la Resolución nro. 2018-001 del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo (Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, 2018), se calificó a la distribución y comercialización de combustibles como una actividad de ALTO RIESGO LABORAL.

El cantón Loja cuenta con un parque automotor de 42.520 (Hernández, García, Hernández,

Chuncho, & Alvarado, 2018), para llevar a cabo las actividades de sus habitantes, lo cual ha permitido que se construyan en el cantón Loja, trece estaciones de servicio de combustible, de las cuales sólo una estación se encuentra en una parroquia rural (Malacatos) y el resto están en la zona urbana de la ciudad de Loja.

Dentro de las Instituciones gubernamentales encargadas de realizar el control y seguimiento de la seguridad de las estaciones de servicio, tanto para trabajadores como para la población se encuentran el Cuerpo de Bomberos de Loja y la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH); la primera Institución tiene como objetivo ser una entidad eminentemente técnica, destinada específicamente a la prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón (Municipio de Loja, 2011), sin embargo las actividades principales en el área de prevención se concentran en realizar inspecciones para emitir los permisos de funcionamiento de todos los locales comerciales, empresas e industrias que se encuentren en el cantón Loja, y no se cuenta con una normativa específica para el control de las estaciones de combustible. Por su parte la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), mediante el control técnico y fiscalización que realiza a la comercialización de los derivados de petróleo (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2011), determina las medidas de seguridad que deben tener las estaciones de servicio y realizar el control permanente.

Dentro de las estaciones de servicio de combustible existen varios riesgos que podrían afectar tanto a los trabajadores, usuarios y personas que se encuentren a los alrededores de las estaciones de combustible, es así, que la presente investigación se centra en los accidentes mayores relacionados a incendios y explosiones que podrían suscitarse en las trece estaciones del cantón Loja, realizando una encuesta de la situación actual de las gasolineras, una evaluación de riesgo a través del método Índice Dow y estimando las zonas de afectación y seguridad mediante el software ALOHA en caso de presentarse una explosión “BLEVE” con combustible. El presente diagnóstico servirá para proponer y aplicar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja.

1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es el estado actual de las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en lo referente al cumplimiento técnico legal y al nivel de riesgo de incendio y/o explosión?

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El cantón Loja cuenta en la actualidad con trece estaciones de servicio de combustible, de las cuales la mayor cantidad (12) se encuentran dentro de la zona urbana de la ciudad y una en la parroquia rural de Malacatos. Las estaciones de la ciudad de Loja se encuentran en la zona

céntrica o en barrios residenciales rodeados por casas, empresas, o lugares de afluencia de personas como escuelas, iglesias centros comerciales, hoteles, etc.

Debido a la gran cantidad de combustibles almacenados en las estaciones, provoca un riesgo inminente de accidentes mayores como incendios y explosiones para los trabajadores, usuarios y personas que habitan a los alrededores de dichos lugares.

Las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja no cuentan con una evaluación de accidentes mayores como incendios y explosiones, realizada mediante una metodología estandarizada y especializada, misma que determine el nivel de riesgo al que están expuestos tanto los trabajadores de las estaciones de servicio, los usuarios, personas que se encuentran en la zona de influencia y la infraestructura de la estación y sus alrededores.

Asimismo, no se cuenta con una estimación de las zonas amenazadas en los alrededores de las estaciones de servicio, en caso de una explosión “BLEVE” con combustible para tomar las medidas preventivas y correctivas pertinentes.

Por otro lado, los entes de control internos y externos a las estaciones de servicio no cuentan con una herramienta actualizada que les permita verificar el cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja, acorde a la normativa nacional vigente.

1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y software ALOHA; y, estructurar y aplicar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal; con lo cual se aportará en la prevención de la seguridad de los trabajadores, usuarios y de la comunidad de la zona de influencia de las estaciones de servicio.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la situación actual en materia de seguridad industrial en lo relacionado a incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de una encuesta.
- Realizar la evaluación del nivel de riesgo de incendio y/o explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de la metodología Índice Dow, desarrollada por la empresa Dow Chemical.
- Estimar las zonas de afectación en caso de incendio y/o explosión en las estaciones de

servicio combustible del cantón Loja, a través del software informático “Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas” ALOHA – (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).

- Estructurar e implementar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. INCENDIOS Y EXPLOSIONES.

*“Incendio (del latín incendĭum) es el fuego de grandes proporciones que destruye aquello que no está destinado a quemarse. El surgimiento de un **incendio** implica que la ocurrencia de fuego fuera de control, con riesgo para los seres vivos, las viviendas y cualquier estructura”(Pérez & Merino, 2014).*

*“**Explosión.** Del latín explosio, una **explosión** es aquello que se produce cuando se libera violentamente una cierta dosis de energía que estaba atrapada en un espacio reducido, generando un repentino aumento de la presión y haciendo que se desprenda luminosidad, gas y calor. Las explosiones suelen incluir un fuerte ruido y la destrucción del envase que contenía la energía, la cual puede ser de origen térmico, nuclear o químico.”(Pérez & Gardey, 2012).*

2.2. ACCIDENTE MAYOR.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define al accidente mayor como un suceso inesperado y súbito (en particular, emisión, incendio o explosión importante), resultante de acontecimientos anormales durante una actividad industrial, que supone un peligro grave para los trabajadores, la población o el medio ambiente, sea inminente o no, dentro o fuera de la instalación, y en el que intervienen una o más sustancias peligrosas.

Las instalaciones de riesgo mayor, por causa de la naturaleza y de la cantidad de sustancias peligrosas utilizadas en ellas, pueden ocasionar un accidente mayor dentro de una de las siguientes categorías generales:

- a) El escape de sustancias tóxicas, en toneladas, que sean mortales o nocivas, incluso a distancias considerables del punto de escape;
- b) El escape de sustancias sumamente tóxicas, en kilogramos, que sean mortales o nocivas, incluso a distancias considerables del punto de escape;
- c) El escape de líquidos o gases inflamables, en toneladas, que puedan arder produciendo altos niveles de radiaciones térmicas o formar una nube de vapor explosivo;
- d) La explosión de materiales inestables o reactivos. (Organización Internacional del Trabajo, 1991).

2.3. EL FUEGO.

El fuego es una reacción química de combustión, una oxidación rápida de una sustancia generando calor y luz (en forma de llamas o incandescencia) y que además puede generar humo y gases según el tipo de combustible y la cantidad de oxígeno.

El contacto de dos o más sustancias en ciertas condiciones puede combinarse entre sí obteniendo compuestos diferentes, por lo tanto, se ha producido una reacción química.

Las reacciones químicas pueden ser de diferentes tipos o clases, siendo la reacción de oxidación la más importante al estudiar la naturaleza del fuego, misma que se produce al combinar cualquier sustancia con el oxígeno.

Las reacciones químicas pueden ir acompañadas de fenómenos energéticos tales como la luz, electricidad, etc., de dichos fenómenos, el más importante y evidente es el calor. Al ocasionar algunas reacciones éstas desprenden calor y reciben el nombre de exotérmicas. Por el contrario, existen reacciones que sólo se producen si reciben una determinada cantidad de calor, a éstas se las denomina endotérmicas. El fuego no es más que la manifestación energética de la reacción química conocida con el nombre de COMBUSTIÓN.

Se define la combustión como una reacción química de oxidación muy viva en la cual se desprende una gran cantidad de calor. (Ministerio de Empleo y Seguridad Social España, 2015).

El fuego o la explosión se produce con los siguientes elementos: combustible, comburente (oxígeno) y energía de activación (calor).

El fuego necesita tres elementos indispensables para iniciarse, es así como se genera el “triángulo del fuego”.

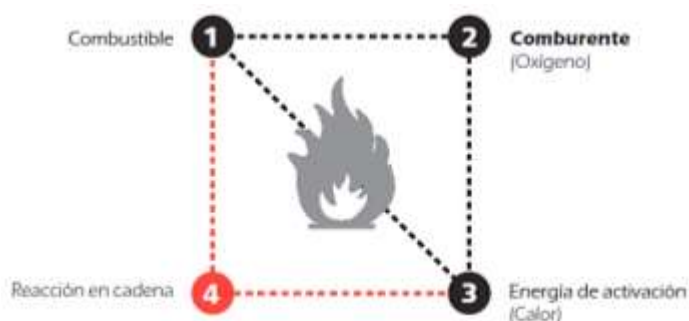


Figura 1 Diagrama de los elementos del fuego. Fuente de información y elaboración: Prevención de Riesgos en Lugares de Trabajo. 2007.

Estos tres elementos forman el triángulo del fuego, de tal forma que cada uno de sus lados está siempre en contacto con los otros dos. La eliminación de cualquiera de sus lados o del contacto entre cualquiera de los vértices impide la producción del fuego. Ahora bien, una vez producido el fuego, hay un cuarto elemento a tener en cuenta: la reacción de los gases de la combustión entre sí y con el propio oxígeno del aire (reacción en cadena). De esta forma, como resultado de la misma combustión, el triángulo del fuego se transforma en un tetraedro del fuego, que permite su propagación. Si falta alguna de sus cuatro caras, la combustión no

tiene lugar o se extingue rápidamente.(Empresa Municipal Cuerpo de Bomberos de Ambato EP, 2018).

2.4. TETRAEDRO DEL FUEGO.

De los ensayos cuantitativos de supresión de incendios realizados por Arthur Guise en 1960, Walter Haessler introdujo en 1961 el concepto tridimensional del Tetraedro del Fuego, el cual contempla un cuarto factor. Este factor, tiene en cuenta la naturaleza química del fuego, y da una imagen más acabada de la física del fuego: **la reacción en cadena**.

Combustible, oxígeno (generalmente aire circundante), calor (o energía de activación) y reacción en cadena forman entonces las cuatro caras del llamado Tetraedro del Fuego. Para que se produzca el fuego, debe darse la ocurrencia simultánea de estos cuatro elementos.

Cuando la cantidad de gases producidos es suficiente el fuego se autoalimenta ya que genera más calor que produce más gases y así sucesivamente, y no se apaga hasta que se elimine alguno de los tres elementos. Es un concepto químico complejo que depende principalmente de las características del combustible: composición, estado físico, humedad, tamaño.

2.4.1. CALOR.

Este elemento del triángulo del fuego tiene dos componentes: la temperatura del combustible y la energía mínima de ignición.

Para que haya llama en un fuego siempre debe haber gases en concentración suficiente para que la mezcla con el aire esté dentro del rango de inflamabilidad. Por tanto, los sólidos y los líquidos deben transformarse en gas y eso se consigue con una temperatura determinada para cada combustible. Para los sólidos orgánicos se conoce como temperatura de pirólisis que es el proceso de descomposición térmica y para los líquidos temperatura de inflamación.

Una vez dentro del rango es necesaria una energía para iniciar la reacción que se conoce como energía mínima de ignición (EMI). Según el combustible, esta será más o menos grande.

2.4.1.1. FORMAS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR.

Existen tres formas de propagación del calor que son:

✓ CONDUCCIÓN.

Se transmite a través de un cuerpo sólido cuando existe variación de temperatura entre distintos puntos del mismo, cuanto mayor sea la diferencia de temperatura más calor se transmitirá.

✓ **CONVECCIÓN.**

Se denomina a la transmisión del calor a través del movimiento de fluidos.

✓ **RADIACIÓN.**

El calor se transmite sin ningún medio o soporte material a través de ondas electromagnéticas en el espacio que transportan paquetes de energía térmica.

Existe una cuarta forma de transmisión del calor, por desplazamiento de partículas incandescentes; es frecuente que al calentarse o quemarse las partículas de un combustible sólido o líquido desprendan o salten partículas sólidas o líquidas incandescentes, como consecuencia de tensiones o sobrepresiones internas.

2.4.2. COMBURENTE.

Comburente: *“deriva del latín comburentis es un agente que propicia el fuego”, es una sustancia que genera el desarrollo de la combustión.*

La combustión es el acto y el resultado de quemar (someter al fuego). A nivel químico, la combustión supone la oxidación de una sustancia a través de un proceso en el cual se libera energía a modo de luz y de calor. Esta reacción se genera entre un material oxidable capaz de arder, que se denomina combustible, y un material que produce la combustión, llamado comburente.

Debido a que se encarga de oxidar a otra sustancia, el comburente también recibe el nombre de agente oxidante. En la reacción de reducción-oxidación (redox), el comburente gana electrones al reducirse, mientras que el reductor (el combustible en un proceso de combustión) pierde electrones al oxidarse.

El oxígeno es el comburente más habitual. En todos los procesos de combustión se requiere un mínimo de oxígeno, que puede aparecer en estado gaseoso o líquido (Julián & Merino, 2018).

2.4.3. COMBUSTIBLE.

Combustible es algún tipo de químico que tiene la capacidad de liberar energía bruscamente una vez que entra en la etapa de oxidación y como resultado desprende calor.

Entre los combustibles sólidos se incluyen el carbón, la madera y la turba natural.

Entre los combustibles comburenciales se encuentran el diésel (gasóleo o gasoil), el queroseno, la gasolina (nafta), y entre los gaseosos, el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano.

La principal característica de un combustible es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa (kilogramo) de combustible, llamado poder calorífico, se mide en joules por kilogramo, en el sistema internacional (SI) (normalmente en kilojoules por kilogramo, ya que el julio es una unidad muy pequeña). En el sistema técnico de unidades, en calorías por kilogramo y en el sistema anglosajón en BTU por libra.

2.4.4. REACCIÓN EN CADENA.

La reacción en cadena en un incendio, es la forma de progresión de la combustión a nivel molecular en combustibles gaseosos y líquidos vaporizados, por medio de radicales activos (moléculas inestables) que actúan de catalizadores en las etapas intermedias de la combustión para transformar las moléculas de combustible iniciales en los productos finales de la combustión.

En general se ha descubierto la existencia de una reacción en cadena, tanto ramificada como sin ramificar.

La razón para emplear un tetraedro y no un cuadrado es que cada uno de los tres elementos esta adyacente directamente y en conexión con cada uno de los otros tres elementos.

Al retirar uno de estos, o más, del tetraedro, hará que este quede incompleto y, por consiguiente el resultado será la extinción.(Empresa Municipal Cuerpo de Bomberos de Ambato EP, 2018).

2.5. FASES DEL FUEGO.

El efectivo control y extinción de un incendio requiere un conocimiento básico de la naturaleza química y física del fuego. Esto incluye características de los combustibles y las condiciones ambientales para mantener el proceso de combustión.

Las fases del fuego son tres:

2.5.1. Fase incipiente o inicial.

En la primera fase, el oxígeno contenido en el aire no ha sido reducido en forma significativa y el fuego produce vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, quizá una pequeña cantidad de dióxido de azufre, y otros gases. Se genera algo de calor que irá aumentando a medida que el fuego progresa.

El calor de la llama en esta fase puede ser de 538° C, pero la temperatura del medio ambiente donde el fuego se está iniciando aumenta muy poco.

2.5.2. Fase de combustión libre.

La segunda fase de combustión involucra las actividades de libre combustión del fuego. Durante esta fase, el aire, que es rico en oxígeno, es lanzado hacia las llamas, a medida que la convección lleva el calor a las regiones más altas de áreas confinadas.

Los gases calientes se expanden lateralmente, desde del techo hacia abajo, forzando al aire frío hacia los niveles inferiores, y facilitando así la ignición de materiales combustibles en los niveles superiores.

2.5.3. Fase Latente.

En la tercera fase, las llamas pueden dejar de existir si el área confinada es cerrada suficientemente. A partir de este momento la combustión es reducida a brasas incandescentes.(Centro de Entrenamiento Móvil de Incendios CEMI, 2012).

2.6. TIPOS DE INCENDIOS.

Lo principal que debemos saber, es que los incendios se clasifican según el material combustible, el lugar y magnitud.

2.6.1. Según los materiales combustibles.

✓ Clase A (Sólidos).

Se generan luego de la formación de brasas, ya sea por madera, telas, papel, goma o plástico. Este tipo de fuego se extingue por enfriamiento, es decir, con aplicación de agua, agua pulverizada, espuma o polvo químico.

✓ Clase B (Líquidos).

Se generan por grasas, aceites, pinturas, alcoholes, gasolina, petróleo. La forma de controlar y apagar este tipo de incendio, es mediante la combinación de retirar el oxígeno y enfriarlo con espuma.

✓ Clase C (Gases).

Estos implican gases inflamables, como un gas natural, el hidrógeno, propano o el butano. La forma de apagar este fuego es con polvo convencional y polivalente.

✓ Clase D (Metales).

Provocado por metales combustibles, como el magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, entre otros. Este tipo de incendios es de los más difíciles de extinguir, ya que no se le puede arrojar

agua, porque produce una explosión, siendo la única manera de apagar, con un polvo específico para el metal que ha originado el fuego.

✓ **Clase E (Eléctricos).**

Se generan por equipos eléctricos energizados, como es el caso de computadoras, maquinaria industrial, herramientas eléctricas, microondas u otro aparato electrónico. A este tipo de incendios internacionalmente se le conoce dentro del tipo C, en vista de que los ocasionados por líquidos, los fusionan con los sólidos.

Este fuego por ningún motivo se debe intentar apagar con agua, ya que conduce electricidad; en este caso se utilizará un extintor a base de agua pulverizada, dióxido de carbono (CO₂), polvo químico seco (PQS), o con un extintor a base de reemplazante de halógenos, que es semejante al polvo químico, pero que no deja residuos.

✓ **Clase F (Aceites y grasas de cocina).**

Son los incendios que se derivan tras la utilización de estos combustibles, en aparatos de cocina (como freidoras). Este fuego es muy difícil de apagar y controlar, ya que con cualquier extintor podría propagarse, además, el agua en este caso no es aliada, y debe utilizarse un extintor específico, que es conocido internacionalmente con la letra K, y es a base de potasio.

2.6.2. Según lugar.

✓ **Incendios Urbanos.**

Cuando un incendio se genera en casas, edificios o zonas comerciales, se le conoce como un incendio urbano. Este generalmente se origina por fallas de las redes o instalaciones eléctricas, fugas de gas, velas encendidas o por materiales inflamables.

✓ **Incendios Industriales.**

Los riesgos de las personas en este tipo de incendios son muy altas, en vista de que existen materiales combustibles en cantidad, y metales que podrían aumentar violentamente las proporciones del fuego. Las causas más comunes en este caso, son fallas eléctricas, fricción, chispas mecánicas, líquidos inflamables, desorden en los almacenes, soldadura, superficies calientes, e incluso, el consumo imprudente de cigarrillos dentro de estos espacios.

✓ **Incendios Forestales.**

Según la Secretaría de Gestión de Riesgo de Ecuador, un incendio forestal es: El fuego que se propaga sin control, especialmente en zonas rurales, afectando la vegetación, como árboles, matorrales, pastos y cultivos.

Este tipo de incendio se produce por diferentes causas, entre ellas las naturales (como la caída de un rayo), por una temperatura más alta de lo acostumbrado, por vientos fuertes e inconciencia ciudadana (al arrojar materiales solidos que pueden generar un fuego u otros factores de riesgo).

2.6.3. Según magnitud.

✓ Conato.

Es un incendio que puede ser atacado rápidamente, porque apenas comienza a expandirse. En este caso hay personas en el lugar que pueden extinguir el fuego de inmediato o que llaman a las autoridades

✓ Parcial.

Ya ha consumido o afectado parte del lugar, pero aún no hay pérdidas totales.

✓ Total.

Como su nombre lo indica, este tipo de incendios identifica la perdida absoluta del lugar donde se desarrolló, ya sea a nivel urbano, industrial o forestal. (LAARCOM CIA. LTDA., 2019).

2.7. TIPOS DE EXPLOSIONES.

Se define una explosión como una intensa liberación de energía que a menudo produce un alto ruido, altas temperaturas, y los desechos de vuelo, y genera una onda de presión (Agencia de Protección Ambiental U.S., 2007)

2.7.1. Clasificación de las explosiones por su origen.

La diferencia fundamental entre las explosiones causadas por un gas a alta presión se debe al origen de las mismas: físico y/o fisicoquímico y reacción química.

Ninguno de estos fenómenos significa cambio en la naturaleza química de las sustancias involucradas. Todo el proceso de generación de alta presión, descarga y efectos de la explosión puede entenderse de acuerdo con las leyes fundamentales de la física. Dichos fenómenos se denominan comúnmente “explosiones físicas”.

En otros casos, la generación del gas a alta presión es el resultado de reacciones químicas donde la naturaleza del producto difiere sustancialmente de la inicial (reactivo). La reacción química más común presente en las explosiones es la combustión.

✓ **Explosiones físicas.**

Las explosiones físicas constituyen descargas de gas a alta presión sin presencia de reacción química, aunque en la mayoría de los casos se produce vaporización. Una explosión física tiene por origen un fenómeno físico.

Hay tres tipos fundamentales de explosiones físicas:

- Explosión por liberación de un gas comprimido.
- Explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE).
- Explosión por evaporación de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente.

✓ **Explosiones químicas.**

Una explosión química tiene por origen una reacción química. Dada una masa reactiva, hay dos tipos de reacciones químicas, según el ámbito de la masa en el que se inicia y desarrolla la reacción:

- Reacciones Uniformes: Explosiones térmicas; la reacción química se produce al mismo tiempo en toda la masa reactiva.
- Reacciones de Propagación: Explosiones por deflagración y explosiones por detonación; la reacción química se inicia en un punto de la masa reactiva y desde él avanza (se propaga) sobre el resto.

Explosiones por deflagración: Una deflagración es una reacción de propagación cuyo frente avanza a velocidad subsónica. La masa que deflagra puede encontrarse en estado sólido, líquido, gas, vapor, polvo en suspensión o líquido nebulizado.

Esta masa puede encontrarse libre o confinada. El confinamiento suele tener lugar en un recipiente, pero también puede ser producido por un recinto e incluso por el efecto de inercia de una gran masa sobre sí misma.

Si el grado de confinamiento es suficiente, se acumulan los productos gaseosos de la deflagración y se eleva la presión. Si se alcanza una presión suficiente para romper súbitamente el confinamiento, se libera el gas a alta presión y se produce, por tanto, una explosión.

Las deflagraciones más frecuentes son las de gases, vapores, polvos en suspensión y líquidos nebulizados, confinados en un recipiente o en un recinto.

La combustión de una mezcla libre puede dar lugar a tres fenómenos distintos como bola de fuego, deflagración no explosiva y explosión de nube de vapor no confinada.

Explosiones por detonación: Una detonación es una reacción de propagación cuyo frente avanza a velocidad sónica o supersónica y lleva asociada, por tanto, una onda de choque. Mientras que el mecanismo de propagación de la deflagración es la transición térmica (conducción, convección y radiación) el mecanismo de la propagación de la detonación es la compresión de la onda de choque.

La masa que detona puede encontrarse en estado sólido, líquido, gas o vapor. Esta masa puede encontrarse libre o confinada. Bajo ciertas condiciones de confinamiento pueden producirse también detonaciones de polvo en suspensión. Debido a la velocidad de reacción, las detonaciones siempre generan gases a alta presión, independientemente del estado y grado de confinamiento de la mezcla detonante.

✓ **Explosiones térmicas.**

Si una reacción uniforme genera gases a alta presión, puede producirse una explosión. Este tipo de explosión se llama explosión térmica, porque se debe al calor acumulado, que eleva la temperatura de la masa reactiva y la velocidad de la reacción.

Una reacción uniforme puede generar gases a alta presión por medio de tres mecanismos:

- Por generación de productos gaseosos de la reacción.
- Por evaporación de los reactivos o de otras sustancias presentes.
- Por calentamiento de gases ya presentes en el contenedor.

Si la presión alcanza el valor suficiente como para romper el recipiente (o, en su caso, para expandir la masa reactiva), se produce la liberación e inmediata expansión de los gases, es decir, una explosión térmica.

2.8. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

2.8.1. MEDIOS DE EXTINCIÓN.

Extinción: Se basa en la supresión de uno o varios de los factores que conforman el tetraedro del fuego:

- Eliminación del combustible. De forma directa, retirando los combustibles o interrumpiendo el flujo de los mismos (en caso de líquidos o gases) o indirecta dificultando la propagación del fuego mediante la refrigeración de combustibles cercanos o interponiendo elementos incombustibles.

- Sofocación o eliminación del comburente. Se consigue recubriendo el combustible para impedir su contacto con el aire, impidiendo la ventilación de la zona incendiada (por eso es importante cerrar todas las puertas y ventanas cuando se produce una evacuación con motivo de un incendio), utilizando gases inertes o proyectando agua pulverizada que, al convertirse en vapor, desplaza el oxígeno del aire.
- Enfriamiento o eliminación del calor. Utilizando algún producto que, como el agua, absorba el calor del combustible incendiado (el proceso de vaporización también roba una gran cantidad de calor).
- Inhibición o interrupción de la reacción en cadena. Proyectando sobre la llama un producto químico (el polvo que contienen los extintores, por ejemplo) capaz de combinarse con los radicales libres producidos por la descomposición del combustible ardiendo, para impedir su reacción con el oxígeno.
- En fuegos de combustibles sólidos, es necesario separar y remover las brasas para evitar la re ignición por causa de rescoldos que queden en el interior.
- En fuegos de gases es esencial cortar el flujo del gas para evitar nubes de gas que puedan dar lugar a una explosión. Si no es posible, es preferible una combustión controlada del combustible.

2.8.2. AGENTES EXTINTORES.

Se denomina agente extintor a aquel producto químico que aplicado al incendio, es capaz de extinguirlo, eliminando alguno o varios de los componentes del tetraedro del fuego.

Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.

Tabla 1 Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO			
	A (SOLIDOS)	B(LIQUIDOS)	C (GASES)	D (METALES)
Agua pulverizada	XXX ²	X		
agua a chorro	XX ²			
Polvo BC (convencional)		XXX	XX	
Polvo ABC (polivalente)	XX	XXX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma física	XX ²	XXX		
Anhidrido carbónico	X ¹	X		
Hidrocaburos halogenados	X ¹	XXX		
XXX	Muy adecuado			
XX	Adecuado			
X	Aceptable			
En fuegos poco profundos inferiores a 5mm puede asignarse XX				
En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110				

Fuente de información y elaboración: Ficha de Prevención: Medio de Extinción de Incendios.

2.8.3. MEDIOS DE PROTECCIÓN.

✓ EXTINTORES PORTÁTILES.

Tabla 2 Tipos de medios de protección.

EQUIPOS MÓVILES	Extintores portátiles.	
INSTALACIONES FIJAS	Bocas de Incendio Equipadas (BIE)	

Fuente de información y elaboración: Ficha de Prevención: Medio de Extinción de Incendios.

Son equipos autónomos que contienen un agente extintor, el cual puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna.

- **Extintores de Polvo Químico Seco (PQS).**

Como su propio nombre indica, el **Polvo ABC** es apto para apagar fuegos de sólidos (Tipo A), líquidos (Tipo B) y de gases (Tipo C). También existen extintores de **Polvo BC**, pero son menos frecuentes.

La presión que permite proyectar el polvo sobre la zona incendiada, se logra presurizando en el interior de la botella un gas inerte que actúa exclusivamente como propelente.

- **Extintores de Dióxido de Carbono (CO₂).**

El anhídrido carbónico es normalmente un gas. En el interior del extintor el gas ha pasado a estado líquido como efecto de haberlo comprimido a alta presión (en este tipo de extintores, el propio agente extintor actúa como propelente). Cuando se abre la válvula, el líquido sale al exterior y vuelve a convertirse en gas, recuperando su volumen normal, para esto tiene que desplazar al aire, y en consecuencia, elimina el oxígeno (extinción por sofocación).

El CO₂ también se solidifica parcialmente al ser proyectado (1/3 del liberado aproximadamente), debido al descenso brusco de la presión a la que estaba sometido dentro del extintor, formando lo que se conoce como “hielo seco”. Lógicamente, a presión y temperatura normales, la porción que se ha solidificado, se sublima rápidamente, ocasionando una gran bajada de temperatura. Es decir, el CO₂ actúa sobre el incendio también por enfriamiento.

✓ **BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE).**

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias.

Una BIE está constituida por los siguientes elementos: Válvula para la apertura del flujo de agua, manómetro (que debe marcar como mínimo una presión de 2 Bar), racor de conexión a la tubería, manguera, lanza con boquilla y devanadera o plegadera.

Existen dos tipos de Bocas de Incendio Equipadas, definidas por el diámetro nominal de las mangueras que se utilizan en ellas: la **BIE de 45 mm** (manguera flexible plana, para cuya utilización es necesario desplegar completamente la manguera) y la **BIE de 25 mm** (manguera semirígida, que permite proyectar agua aunque la manguera no haya sido devanada en su totalidad).(Servicios de Salud y Riesgos Laborales., 1991)



BIE de 45 mm



BIE de 25 mm

Figura 2 Tipos de Bocas de Incendios Equipadas BIE. Fuente de información y elaboración: Ficha de Prevención: Medio de Extinción de Incendios.

Mediante el presente capítulo se ha realizado una revisión del marco teórico necesario para el presente proyecto de investigación, mismo que servirá de soporte técnico, conceptual y legal, permitiendo una adecuada interpretación de los resultados y la formulación de las correspondientes conclusiones.

3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.

El cantón Loja se encuentra ubicado al sur del país en la provincia del mismo nombre, cuenta con una población de 214.855 personas acorde al Censo Poblacional de 2010 y con una tasa de crecimiento del 2,05%, lo que la ubica como la novena ciudad más poblada del Ecuador (Municipio de Loja, 2014).

El cantón Loja actualmente cuenta con trece estaciones de servicio de combustible, de las cuales doce se ubican en la zona urbana de la ciudad de Loja y una en la parroquia rural de Malacatos (32 km de la ciudad de Loja).

Tabla 3 Lista de estaciones de combustible del cantón Loja.

NOMBRE DEL CENTRO CLDH	PARROQUIA	BARRIO	DIRECCIÓN
COOPERATIVA DE TRANSPORTES LOJA	Sucre	Belén	BARRIO EL BELEN S/N VIA A CATAMAYO KM. 1
PRIMAX GASOSILVA 1	Sucre	Clodoveo	AV. ISIDRO AYORA S/N Y 8 DE DICIEMBRE
GASOSILVA 2	Punzara	La Peñas	PIO JARAMILLO Y MERCADILLO, ESQ.
JARAMILLO	Sagrario	San Francisco	AV. UNIVERSITARIA Y COLON ESQUINA
LA ARGELIA	Punzara	La Argelia	SECTOR LA ARGELIA S/N
LA LLAVE	Sucre	El Pedestal	AV. MANUEL CARRION Y OCCIDENTAL S/N
PLAZA GAS	Carigán	Las Pitas	AV. 8 DE DICIEMBRE, ANTIGUA VÍA A CUENCA
SAN CAYETANO	El Valle	San Cayetano	VIA A ZAMORA, KM 0.5
UNIÓN CARIAMANGA	Sucre	Belén	AV. PABLO PALACIO S/N A UNA CUADRA DEL REDONDEL DE LA CIUADELA DEL CHOFER
VALDIVIESO	San Sebastián	La Pradera	AV. EDUARDO KINGMAN ENTRE LAS CALLES ACACIAS Y GOBERNACION DE MAINAS
24 DE MAYO	Sucre	Belén	BARRIO EL BELEN S/N VIA A CATAMAYO KM. 1
SUR ORIENTE (ABENDAÑO BRICEÑO)	Sucre	Belén	VÍA LOJA CATAMAYO
MALACATOS	Malacatos	San José	VÍA LOJA - MALACATOS, BARRIO SAN JOSÉ

Fuente de información: Levantamiento en campo. Elaboración: Richard Gálvez.

Las estaciones de servicio de combustible en su mayoría cuentan con más de 20 años de operación, lo cual acorde al desarrollo poco controlado de la ciudad han quedado instaladas

en zonas céntricas, residenciales y periféricas, teniendo a sus alrededores casas, escuelas, hospitales, centros comerciales, empresas, parques, etc.

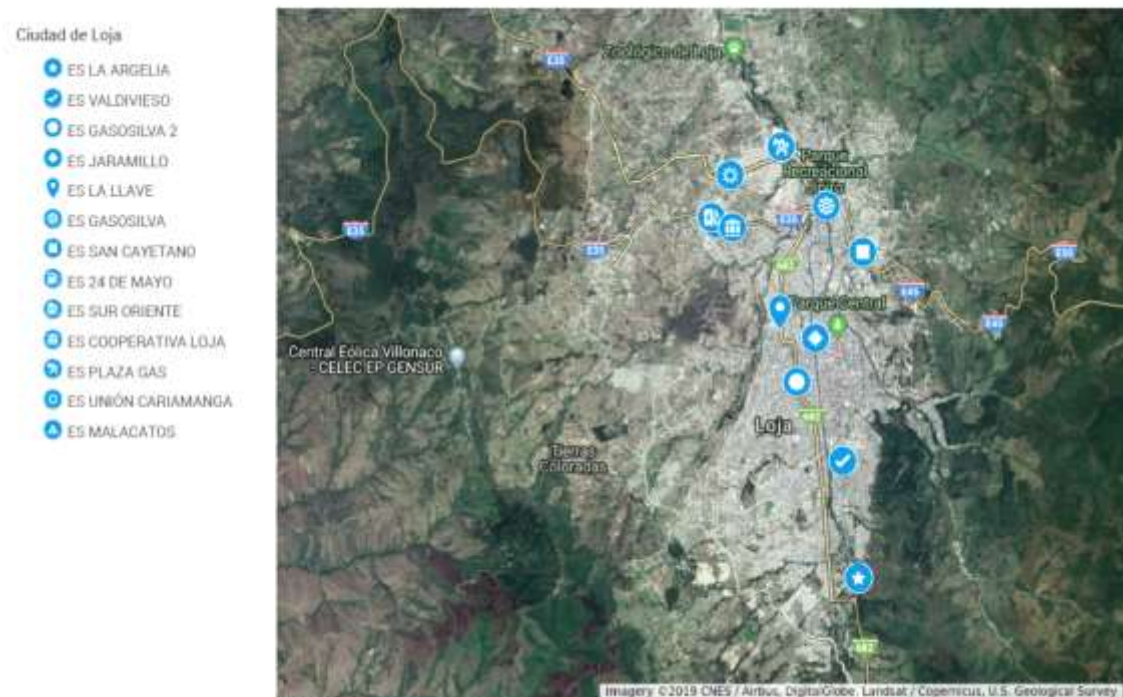


Figura 3 Ubicación de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: Google Earth Pro.

Elaboración: Richard Gálvez.

3.2. ÁMBITO DE TRABAJO.

El presente trabajo de investigación está enfocado en el ámbito del análisis de accidentes mayores tales como incendio o explosión que se pueden presentar por la manipulación y almacenamiento de gasolina en las estaciones de servicio del cantón Loja. A continuación, se detalla el alcance por cada objetivo específico de la investigación:

Objetivo nro. 1

Se realizó una encuesta por cada estación de servicio de combustible del cantón Loja con 18 preguntas abiertas y cerradas, la cual se enfocó en recopilar información respecto a: actividades operacionales, cumplimiento de obligaciones en seguridad y salud ocupacional en los trabajadores, información de lo que se encuentra alrededor de las estaciones y recopilación de información de los sistemas contra incendios con los que cuentan.

Objetivo nro. 2.

Se aplicó el método Índice Dow, tomando en cuenta el procedimiento establecido en la Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión, séptima edición del año 1994 (*DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX HAZARD CLASSIFICATION GUIDE. 1994*) (Instituto Americano de Ingenieros Químicos, 1994). La mencionada metodología se aplicó en cada una de las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, tomando en cuenta

la información proporcionada por la metodología, el tipo de combustible, la información remitida por las diferentes estaciones de servicio y los datos levantados en campo.

Se aplicó la metodología Índice Dow tal como lo establece la guía, al proceso que cuenta con un mayor riesgo en cada una de las estaciones de combustible, es decir en la descarga del combustible desde el camión tipo cisterna a los tanques de almacenamiento de las estaciones de combustible. Una vez que se aplicó la metodología se contó con la siguiente información: Factor de Riesgo de la Unidad (F3), Índice de Incendio y Explosión (IIE); y el Nivel de Riesgo de las estaciones de combustible. El IIE valoración fue calificado en los siguientes rangos:

Tabla 4 Rangos de valoración del Índice de Incendio y Explosión IIE.

Valoración IIE	Nivel de Riesgo
1 – 60	Ligero
61 – 96	Moderado
97 – 127	Intermedio
128 - 158	Intenso
Más de 159	Grave

Fuente de información: Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión. 1994.

Elaboración: Richard Gálvez.

Objetivo nro. 3.

Mediante el presente objetivo se estimó las zonas de afectación en caso de explosión “BLEVE” con gasolina en todas las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja para lo cual se utilizó el software ALOHA 5.4.7, publicado en septiembre de 2016.

ALOHA es el programa de modelamiento de riesgos en el aire, desarrollado conjuntamente por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA (Siglas en inglés) y la Agencia de Protección Ambiental - EPA (Siglas en inglés), ambas instituciones de los Estados Unidos.

Las zonas de afectación que determinó el simulador, se presentan como resultados sobre fotografías para cada estación de servicio y se adjuntan los siguientes datos: diámetro y tiempo de la bola de fuego, diámetro y tiempo de la piscina de combustible, longitud de la llama, las zonas en las cuales se provocarían daños a las personas e infraestructura en caso de ocurrir un accidente mayor y la zona de seguridad.

En lo relacionado a la información meteorológica, la misma fue solicitada al Instituto de Meteorología e Hidrología - INAMHI respecto al periodo de agosto 2018 hasta agosto 2019. Se utilizó la información de la estación meteorológica INAMHI M0033, misma que es la más cercana a todas las estaciones de combustible que se encuentran en el cantón Loja. Con los datos medios anuales de temperatura, viento y humedad se ingresó al software ALOHA y se estableció las zonas de afectación en caso de incendio y explosión para las trece estaciones de combustible del cantón Loja.

Objetivo nro. 4.

Se estructuró una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja, tomando en cuenta la legislación nacional vigente, reglamentos y Normas INEN que sean de cumplimiento obligatorio.

A continuación, se detalla la normativa vigente que tiene relación con la seguridad y prevención de incendios y explosiones en las estaciones de combustible:

- ✓ LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 815 de 19/04/1979.
- ✓ REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 114 de 02/04/2009.
- ✓ REGLAMENTO DE OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS. Reglamento Oficial 254 de 02/02/2018.
- ✓ REGLAMENTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS. Registro Oficial 265 de 13/02/2001.
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2251:2013. MANEJO, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y EXPENDIO EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 1781 1991. SURTIDORES PARA DERIVADOS LÍQUIDOS DE PETRÓLEO. REQUISITOS. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA CPE INEN 019 2001.CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 739 2016. EXTINTORES PORTÁTILES. INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y RECARGA.

Una vez que se cuenta con la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal, se aplicó la misma a todas las estaciones de combustible del cantón Loja para determinar el porcentaje de cumplimiento en relación a la normativa antes detallada.

3.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

La descripción metodológica para el presente proyecto se detalla en el siguiente cuadro, tomando en cuenta el detalle de cómo se realizó cada actividad dentro de los objetivos específicos de la investigación:

Tabla 5 Actividades de la investigación.

Objetivo específico	Actividad	Materiales y métodos
Determinar la situación actual en materia de seguridad contra incendios y explosiones en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de una encuesta.	Revisión de literatura respecto a metodologías para determinar la situación actual en seguridad contra incendios y explosiones.	A través de bases de datos académicas se buscó y analizó la literatura requerida.
	Definición de la metodología.	Mediante la revisión literaria, se clasificó y evaluó los diferentes métodos y se definió el más adecuado.
	Determinación de la muestra a ser evaluada.	Se definió el diseño muestral para establecer el número de encuestas realizadas.
	Estructuración de la encuesta.	Mediante la metodología seleccionada se diseñó una encuesta para las estaciones de servicio.
	Validación de encuesta.	Se realizó la validación de la encuesta a través de la revisión del Director.
	Planificación de la ejecución de la encuesta.	Se estableció un cronograma para realizar la encuesta en todas las estaciones de combustible.
	Ejecución de la cuestionario.	Se ejecutó la encuesta acorde a la metodología seleccionada.
	Procesamiento de la información.	Se procesó la información a través de hojas de cálculo (EXCEL) y se elaboró cuadros y gráficos con los resultados obtenidos.
	Establecimiento de resultados.	Se analizó los resultados y se estableció conclusiones.
Realizar la evaluación del nivel de riesgo de incendio y/o explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de la metodología Índice Dow, desarrollado por la empresa Dow Chemical.	Revisión literatura científica que respalde el método Índice Dow.	Se realizó la revisión de información que respalde la utilización del presente método.
	Revisión de la guía y procedimientos para su aplicación.	Se revisó las guías oficiales y el procedimiento necesario para aplicar el método y se analizó la aplicabilidad en las estaciones de servicio de Loja.
	Determinación de los datos requeridos para calcular el nivel de riesgo.	Se revisó los datos requeridos por el método en la guía y procedimientos y se analizó si se cuenta con toda esa información en las estaciones de combustible.
	Planificación de visitas a las estaciones de servicio para recopilar datos.	Se estableció un cronograma para recopilación de información en la estación de combustible y en las Instituciones correspondientes.
	Ejecución de metodología.	Se aplicó la metodología a través de hojas de cálculo (EXCEL).

	Procesamiento de información.	Se realizó mediante hojas de cálculo (EXCEL) y se elaboró cuadros y gráficos con los resultados obtenidos.
	Establecer resultados.	Se analizó los resultados y estableció conclusiones.
Estimar las zonas de afectación en caso de incendio y/o explosión en las estaciones de servicio combustible del cantón Loja, a través del software informático “Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas” ALOHA – (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).	Revisión literatura científica que respalde el software informático ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).	Se realizó la revisión de información científica que respalde la utilización del software.
	Revisión de guía y procedimientos para su aplicación.	Se revisó las guías oficiales y el procedimiento necesario para aplicar el software y se analizó la aplicabilidad en las estaciones de servicio de Loja.
	Determinación de las datos requeridos para realizar la simulación.	Se revisó los datos requeridos por el software en las guías y procedimientos y se analizó si se cuenta con toda esa información en las estaciones de servicio.
	Planificación de visitas a las estaciones de servicio para recopilar datos.	Se estableció un cronograma para recopilación de información en la estación de servicio y en las Instituciones correspondientes.
	Ejecución de metodología.	Se aplicó el software informático para cada estación de combustible.
	Diseño de resultados gráficos.	Mediante los software: GOOGLE EARTH PRO 2018 y MAPLOT se presentó en fotografías aéreas los resultados obtenidos con el software ALOHA.
	Establecimiento de resultados.	Se analizó los resultados y se estableció conclusiones.
Estructurar e implementar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja.	Se analizó los resultados y conclusiones obtenidos de los anteriores objetivos determinados.	Se analizó los resultados obtenidos.
	Revisión de información científica, legislación nacional vigente, reglamento y Normas INEN de cumplimiento obligatorio para estructurar la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal de riesgo de incendio y explosión.	Se realizó la revisión de la legislación nacional vigente, reglamentos y Normas INEN de cumplimiento obligatorio respecto a la seguridad en estaciones de combustible y su relación con la prevención de incendio y explosión.
	Establecimiento del formato para estructurar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal.	Se determinó toda la información necesaria y la forma de presentar la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal.
	Desarrollo de la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir riesgos	Se desarrolló la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal con base en la legislación nacional vigente, reglamentos y

	de incendio y explosión para las estaciones de combustible de Loja.	Normas INEN de cumplimiento obligatorio
	Aplicación de la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir riesgos de incendio.	Se aplicó la referida matriz a las trece estaciones de combustible del cantón Loja.
	Realización de conclusiones y recomendaciones.	Se realizó un compendio de las conclusiones a las que se llegó por cada objetivo específico.

Fuente de información y elaboración: Richard Gálvez.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

En la presente investigación se realizó un estudio cuantitativo descriptivo, que permitirá realizar la evaluación de riesgo de incendio y explosión, a través del método Índice Dow y estimar las zonas de amenaza con el software informático ALOHA en todas las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, para estructurar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal que sirva para prevenir el riesgo de incendio y explosión e implementar la misma en todas las estaciones de combustible estudiadas.

3.4.1. Objetivo específico nro. 1. Determinar la situación actual en materia de seguridad contra incendios y explosiones en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de un cuestionario.

Se realizó una encuesta codificada y anónima con preguntas abiertas y cerradas a la persona designada por la Gerencia de cada estación de combustible y que se encuentre encargada y en pleno conocimiento de lo siguiente: actividades operacionales, cumplimiento de obligaciones en seguridad y salud ocupacional en los trabajadores, información de lo que se encuentra alrededor de las estaciones y recopilación de información de los sistemas contra incendios con los que cuentan. La finalidad de la encuesta es determinar la situación actual de cada una de las estaciones de combustible, información que servirá para el análisis integral del riesgo de incendio y explosión y asimismo para la elaboración de la matriz de cumplimiento técnico y legal.

Los resultados se procesarán a través de hojas de cálculo en EXCEL mediante tablas y gráficas.

3.4.2. Objetivo específico nro. 2. Realizar la evaluación del nivel de riesgo de incendio y/o explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación de la metodología Índice Dow, desarrollado por la empresa Dow Chemical.

En referencia al cumplimiento del presente objetivo específico, se realizó el levantamiento en campo de la información requerida de cada estación de servicio y se aplicó la *Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión, 1994, séptima versión*.

Se programó una hoja de EXCEL, con las formulas y datos requeridos por la Guía anteriormente mencionada.

3.4.2.1. MÉTODO ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN DOW (IIE):

El Índice Dow fue desarrollado por la empresa americana *Dow Chemical* en 1964 el cual se denominó “Clasificación de las Instalaciones Químicas”; a lo largo de los años se ha venido actualizando y mejorando la metodología hasta llegar a la publicación de la séptima edición en el año 1994, misma que fue publicada por el Instituto de Ingenieros Químicos de Estados Unidos - AICHE. (Instituto Americano de Ingenieros Químicos, 1994).

El Índice Dow es el principal método de evaluación de riesgo reconocido por la industria química, el cual proporciona información clave para la evaluación de riesgo general de incendio y explosión (Instituto Americano de Ingenieros Químicos, 1994).

El requerimiento de un método sistemático como herramienta especializada en la industria química para la evaluación del riesgo potencial de incendios, explosiones y reactividad de compuestos ha sido el objetivo principal para en el desarrollo del Índice de Incendio y Explosión Dow (F&EI)(Ciudad-Real & Acero, 2009).

El mencionado método es una herramienta cuantitativa utilizada para la identificación y la evaluación de peligros y riesgos de incendios y explosiones, éste método nos proporciona valores numéricos con los cuales podemos identificar áreas o instalaciones en el proceso en las que existe un riesgo potencial de incendio y explosión (Orduña & Domínguez, 2017).

El método considera en su análisis, asignar ciertas “bonificaciones y/o penalizaciones” en las áreas o instalaciones que se requieren estudiar, tomando en cuenta el tipo de químico, las condiciones del proceso y los elementos de seguridad que son requeridos (Orduña & Domínguez, 2017).

El método Índice Dow se ejecuta tomando en cuenta el siguiente procedimiento de cálculo, acorde a lo establecido en la “*Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión*”:

1. Identificar la Unidad de Proceso que sea considerada de mayor impacto o contribuyan al riesgo de incendio o explosión. Para el caso de las estaciones de combustible se considera de mayor riesgo al proceso de descarga de combustible desde el vehículo cisterna hacia los tanques de almacenamiento.
2. Determinar el Factor Material (MF) para la Unidad de Proceso que sea considerada de mayor impacto, mismo que se obtiene a partir de la Tabla 1 o Apéndice A de la Guía. El referido Factor Material (MF) es una medida de la intensidad de liberación de energía de un compuesto químico, de una mezcla de compuestos, o sustancias y es el punto de partida para el cálculo del Índice de Incendio y Explosión (IIE). Se determina el MF por consideración de dos riesgos del material: Inflamabilidad (Ni) y reactividad (Nr) y se representa con un número del 1 al 40 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1980).
3. Luego de haber elegido de la Guía el Factor Material correspondiente al químico en análisis, se deberá calcular el “Factor de Riesgo de la Unidad”, tomando en cuenta lo mencionado en los siguientes apartados: Riesgos Generales del Proceso y los Riesgos Especiales del Proceso. Se deberá aplicar la penalización determinada en la Guía para los apartados que apliquen a la Unidad del Proceso en análisis.
4. FACTOR GENERAL DE RIESGO (F1):
En lo correspondiente a éste apartado se analizará en la Unidad de Proceso en evaluación, lo siguiente:
 - A. Reacciones Exotérmicas. Acorde al tipo de reacción se cuenta con la penalización correspondiente.
 - B. Reacciones Endotérmicas. Toda reacción endotérmica tiene una penalización, excepto cuando la fuente de energía para sostener la reacción es proporcionada por la combustión de un sólido, líquido o gas, en cuyos casos se duplica la penalización.
 - C. Manejo y Transferencia de Materiales. Se analiza la penalización que corresponda para la formulación, mezcla, carga, descarga y almacenamiento de materiales.
 - D. Unidades de Proceso Cerradas. Se analiza la ventilación de la Unidad de Proceso, tomando en cuenta que una zona cerrada es considerada aquella que tiene tres o cuatro de sus lados sin áreas abiertas para la ventilación, o que un área sólo tenga dos lados con aberturas.

- E. Acceso a la Unidad de Proceso. Se analiza el acceso al área de operación para la facilidad de ingreso de los equipos de emergencia en caso de incendio o explosión.
- F. Drenajes. Según la “*Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión*”, el análisis del presente ítem, determina que, “un inadecuado diseño de los drenajes ha sido un factor que ha contribuido a grandes pérdidas cuando se han producido vertidos de líquidos inflamables”(Instituto Americano de Ingenieros Químicos, 1994).

5. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F2):

Los ítems que se evaluarán en la presente sección, corresponden a aquellos que aumentan la probabilidad de incendio o explosión dentro de la Unidad de Proceso que se encuentre en estudio:

- A. Temperatura del proceso. Se aplicará diferente penalización acorde a la relación entre la temperatura del proceso y las del punto de inflamación o ebullición del material químico que se evalúa en el proceso.
- B. Presión baja (Inferior a la atmosférica). La penalización se aplicará cuando el equipo de proceso opera a presión inferior a la atmosférica, aunque sea momentáneamente.
- C. Operación en condiciones de inflamabilidad o cercanas a ella. En el presente ítem se analiza las condiciones de operación que podrían provocar una mezcla inflamable de aire que ingrese en el sistema, provocando un riesgo para el mismo.
- D. Explosión de polvo. La penalización en el presente ítem en caso de aplicar para la Unidad de Proceso en estudio, será en función del tamaño de malla de la partícula de polvo que deje pasar el 25% de la muestra.
- E. Presión de alivio (tarado). Cuando se opera a presión superior a la atmosférica debe penalizarse para compensar la exposición en función del incremento de presión, ya que el peligro proviene de una descarga importante de líquido o gas que pueda producirse, debido a la presión de tarado de los discos de ruptura o válvulas de alivio.
- F. Baja temperatura. El objetivo del presente ítem es tener en cuenta la fragilidad del acero de carbono cuando opera a la temperatura de transición o inferior. En la Guía se establece que mientras no se opere a temperaturas inferiores a la de transición no es necesario penalización alguna.
- G. Cantidad de material inflamable. En el presente ítem se evalúa la exposición adicional de un área cuando aumentan las cantidades de materiales inflamables. Se consideran tres categorías en esta sección y cada una se evalúa mediante una curva de penalización separada: líquidos y gases en proceso, líquidos o gases en almacenamiento y sólidos combustibles en almacenamiento.

- H. Corrosión y erosión. Se realiza la evaluación para la corrosión interna y externa, tomando en cuenta aspectos como la influencia de las impurezas menores en los fluidos de los procesos sobre la corrosión.
 - J. Fugas – uniones y empaquetaduras. Las juntas, el sellado de las uniones o ejes y las empaquetaduras pueden ser una fuente de fugas, principalmente cuando se producen ciclos térmicos y de presión. La penalización se determina con base en el diseño y materiales elegidos, según se indica en la Guía.
 - K. Uso de calentadores con fuego directo. La existencia de equipos con fuego directo en una planta de procesos añade una exposición suplementaria a la probabilidad de ignición ante fugas de vapores inflamables (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1980).
 - L. Sistemas de intercambio térmico con aceite caliente. Los sistemas de transferencia de calor que utilizan un combustible líquido como medio de intercambio térmico presentan un riesgo de incendio adicional cuando se opera a temperatura superior al punto de inflamación del combustible. Acorde a la Guía del índice Dow, en algunos procesos el mayor riesgo de incendio puede venir del sistema de transferencia de calor. La cantidad de fluido de intercambio térmico y la temperatura de operación determinarán la penalización en el presente ítem.
 - M. Equipos de rotación – bombas, compresores. El presente ítem valora el riesgo que se presenta en un área donde se utilizan grandes unidades de equipos de rotación ya que, según la Guía, las bombas y compresores a partir de cierta potencia contribuyen a un accidente mayor por incendio o explosión.
6. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F3). Se calcula mediante el producto del Factor General del Proceso (F1) y el Factor Especial del Proceso (F2). El Factor de Riesgo de la Unidad (F3) es una medida de la magnitud del deterioro probable relativo debido a la exposición combinada de los varios factores contribuyentes. La presente magnitud se determina dentro de la Figura 4 y se identifica como el Factor de Daño, mismo que equivale a la probabilidad que el incendio y/ explosión ocurran, éste se verá en aumento a medida que el Factor de Riesgo de la Unidad y el Factor Material aumenten.

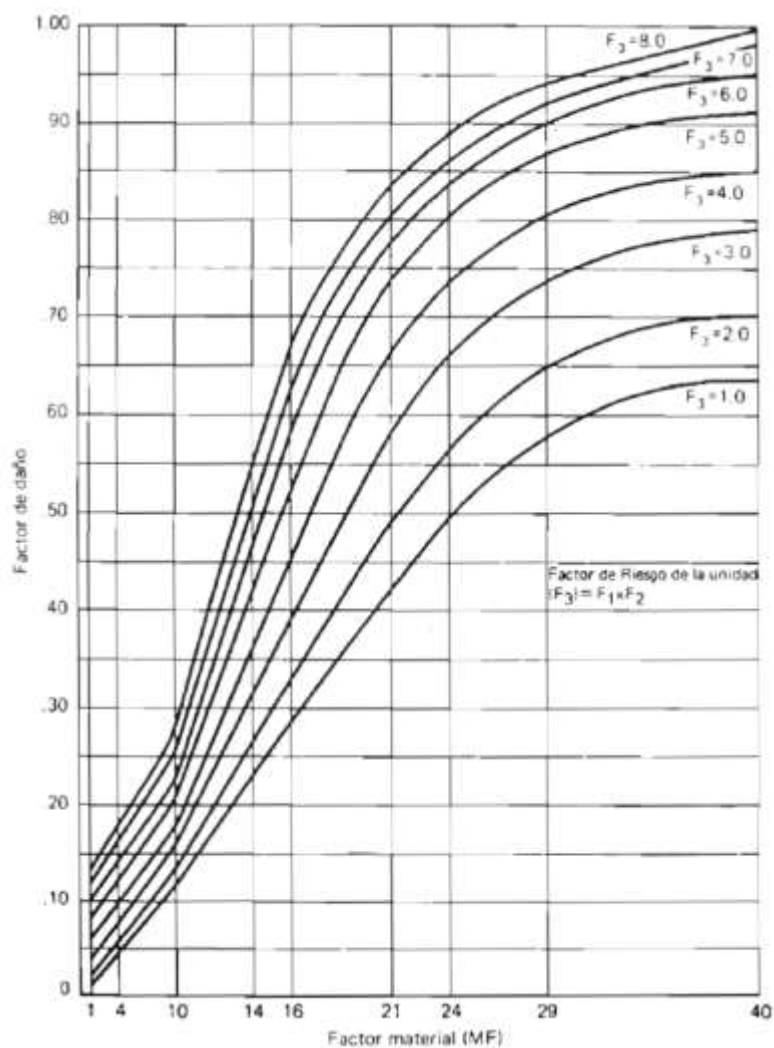


Figura 4 Factor de Riesgo de la Unidad (F_3). Fuente de información y elaboración: Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión. 1980.

7. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (IIE).

El Índice de Incendio y Explosión es el producto del Factor de Riesgo de la Unidad (F_3) y el Factor Material (FM).

En la Figura 8 el Índice de Incendio y Explosión se relaciona con el radio de exposición, representando el área probable que se verá afectada al momento de exista un incendio y explosión.

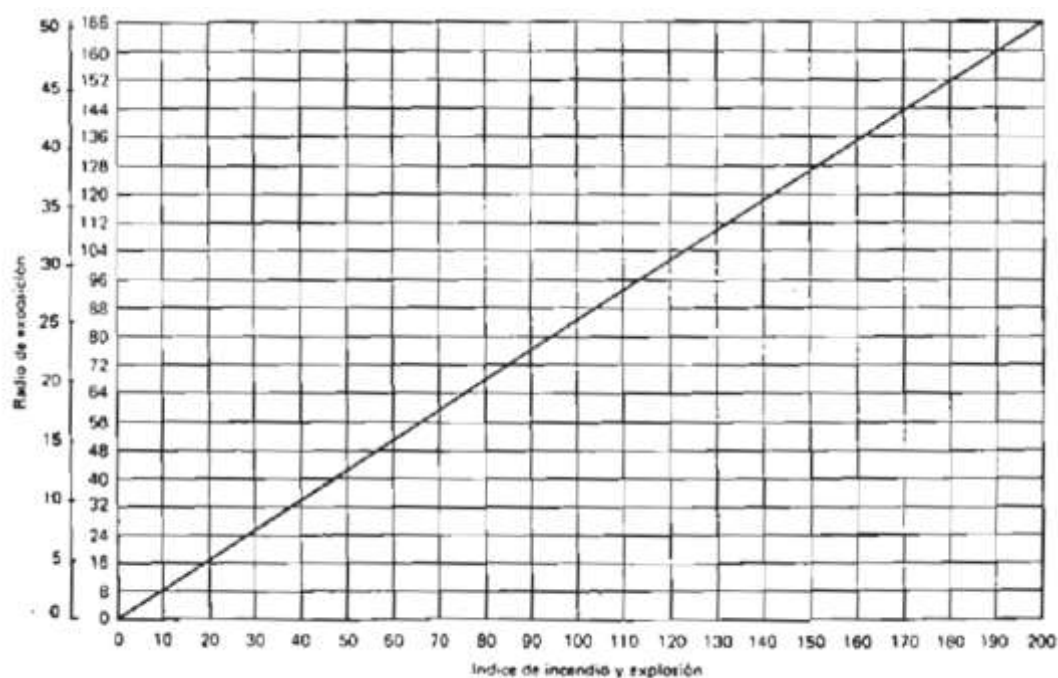


Figura 5 Área de Exposición. Fuente de información y elaboración: Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión. 1980.

El resultado del Índice de Incendio y Explosión (IIE) entrará dentro de los siguientes rangos para dar el Grado de Peligro del proceso:

Tabla 6 Rangos de valoración del Índice de Incendio y Explosión IIE.

RANGO INDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN	GRADO DE PELIGRO
1 – 60	Ligero
61 – 96	Moderado
97 – 127	Intermedio
128 – 158	Intenso
Más de 159	Grave

Fuente de información: Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión. 1994.

Elaboración: Richard Gálvez.

En síntesis y como alcance a la presente investigación el Índice de Incendio y Explosión Dow nos permitirá calcular por cada una de las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja los siguientes parámetros:

- ✓ Factor de Riesgo de la Unidad (F3).
- ✓ Factor de Daño (FD).
- ✓ Índice de Incendio y Explosión (IIE).
- ✓ Grado de Peligro.

A continuación, se presenta el diagrama para el proceso de cálculo del Índice Dow:

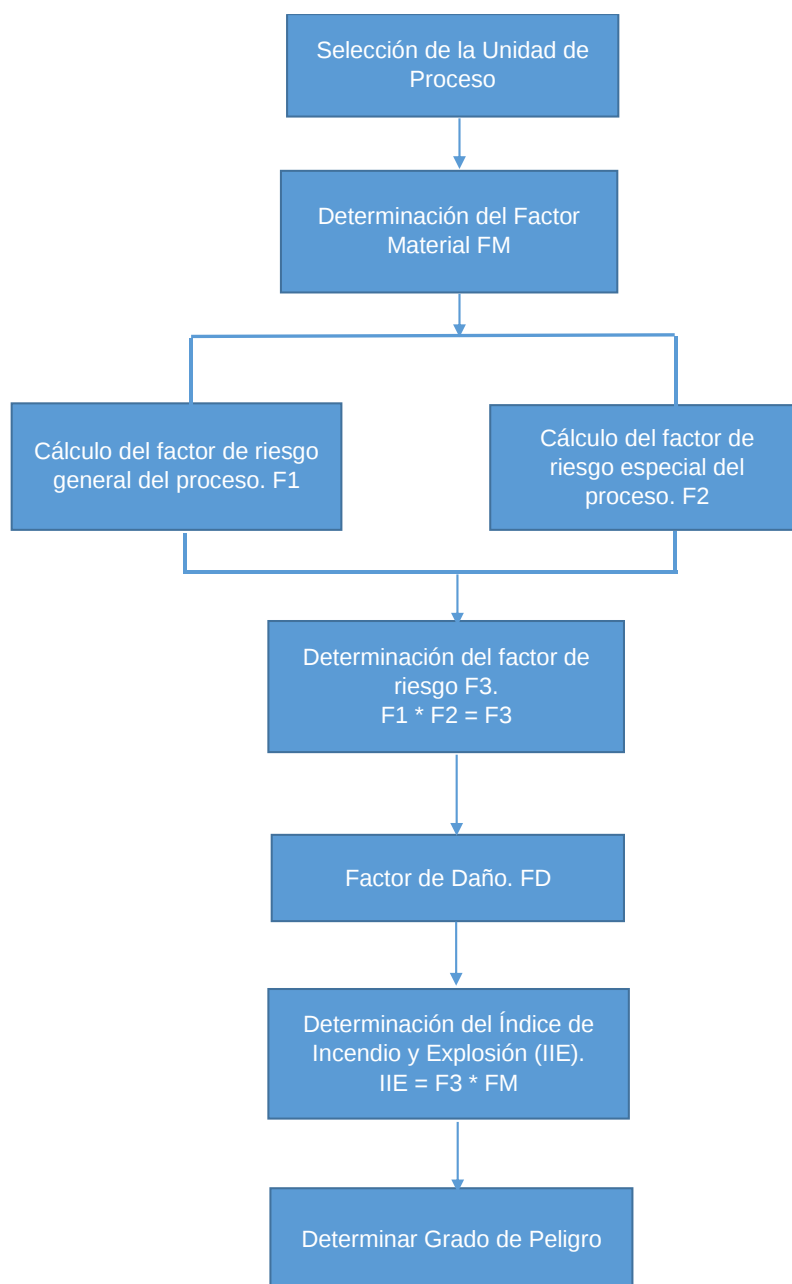


Figura 6 Procedimiento Índice de Incendio y Explosión Dow. Fuente de información y elaboración: Guía para la Clasificación de Riesgos del Índice de Incendio y Explosión. 1994.

3.4.3. Objetivo específico nro. 3: Estimar las zonas de afectación en caso de incendio y/o explosión en las estaciones de servicio combustible del cantón Loja, a través del software informático “Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas” ALOHA – (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).

3.4.3.1. SOFTWARE INFORMÁTICO “LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE ATMÓSFERAS PELIGROSAS” ALOHA – (AREAL LOCATIONS OF HAZARDOUS ATMOSPHERES).

El software informático ALOHA fue creado en 1980 y a lo largo de los siguientes años ha sido actualizado y mejorado acorde a los requerimientos, para lo cual se cuenta con su versión más reciente ALOHA 5.4.7. y con un Manual de Usuarios del año 2007 (Agencia de Protección Ambiental U.S., 2007).

ALOHA es el programa de modelamiento de riesgos en el aire, desarrollado conjuntamente por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA (*Siglas en inglés*) y la Agencia de Protección Ambiental - EPA (*Siglas en inglés*), ambas instituciones de los Estados Unidos (Ingeniería en Tecnología Ambiental, 2007).

ALOHA modela tres categorías de peligro: dispersión de gases tóxicos, incendios y explosiones, se usa ampliamente para planificar y responder a emergencias químicas. El programa permite ingresar detalles sobre una liberación química real o potencial y generar estimaciones de zonas de amenaza para varios tipos de peligro, modelando nubes de gases tóxicos, nubes de gases inflamables, BLEVEs (explosiones de vapor de líquidos en ebullición), incendios de chorro, incendios en piscinas y explosiones de nubes de vapor (Agencia de Protección Ambiental U.S., 2018).

ALOHA es un programa informático diseñado, cuyo objetivo es utilizarse como una herramienta para personas que responden a emisiones químicas, así como a la planificación y capacitación de emergencia. ALOHA modela riesgos clave: toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica (calor) y sobrepresión (explosión) fuerza: relacionado con las liberaciones químicas que resultan en dispersiones de gases tóxicos, incendios y/o explosiones. Cabe recalcar que las versiones anteriores a 5.4 de ALOHA únicamente el programa modelaba la amenaza de una nube tóxica por una liberación accidental y su dispersión. El programa actualmente puede predecir el área donde el calor irradiado por el fuego, llamado radiación térmica, podría ser dañino. (Agencia de Protección Ambiental U.S., 2007).

Es así, que un nivel de preocupación de radiación térmica (LOC) es un umbral generalmente el nivel por encima del cual puede existir un peligro para las personas o propiedad, cuando se presenta un incendio o explosión. ALOHA determina tres valores LOC (medidos en kilovatios por metro cuadrado (kW / m²) para crear las zonas de amenaza predeterminadas:

- ✓ Rojo: 10 kW / m² (potencialmente letal en 60 segundos);
- ✓ Naranja: 5 kW / m² (quemaduras de segundo grado en 60 segundos); y
- ✓ Amarillo: 2 kW / m² (dolor en 60 segundos).

Asimismo, se calcula la zona de seguridad en la cual no tendrían ninguna afectación las personas aún en exposiciones prolongadas, acorde a lo establecido mediante la norma API RP 521 (Instituto Americano del Petróleo, 2014).

- ✓ Zona de Seguridad: 1.6 kW / m².

ALOHA modela los cinco tipos de escenarios de incendio y explosión que se asocian más frecuentemente con emisiones químicas: incendios de chorros, incendios de piscinas o charco, BLEVE, áreas inflamables (donde podría ocurrir un incendio repentino) y explosiones de nubes de vapor. (Agencia de Protección Ambiental U.S., 2007).

Mediante el presente proyecto de investigación, se estimó las zonas de amenaza en caso de “BLEVE” con gasolina común en todas las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja para lo cual se utilizará el software ALOHA 5.4.7. y así determinar las zonas de riesgo en caso que ocurriera un incendio o explosión. Cabe recalcar que el análisis se centra acorde lo que determina la metodología en la Unidad de Proceso con mayor riesgo, la cual para la presente investigación, es la descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento de cada estación de combustible de Loja.

Las estaciones de combustible del cantón Loja cuentan entre todas con un total de 63% (260.476,00 galones) de almacenamiento y comercialización de gasolina y con un 37% (151.339,00 galones) de diésel, por tal razón el presente estudio se enfocó en determinar las zonas de amenaza de mayor riesgo por cantidad y explosividad como es la gasolina.

En el presente análisis se tomó en cuenta el procedimiento establecido en el Manual para Usuarios publicado por en el año 2007 por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica – NOAA y la Agencia de Protección Ambiental – EPA, mismo que se detalla a continuación:

- ✓ Indicar la ciudad y país donde está ocurriendo una descarga accidental o simulación, junto con la hora y fecha del escenario.
- ✓ Elegir el producto químico de preocupación de la biblioteca de información que posee el programa ALOHA.
- ✓ Introducir información sobre las condiciones meteorológicas actuales, tales como: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y cobertura de nubes. Se calculó la media de los datos anteriores, con base en la información facilitada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI, dentro del periodo: agosto de 2018 hasta agosto del 2019.

- ✓ Escoja entre las opciones del programa relacionadas a las condiciones topográficas (rugosidad del suelo) del sitio en estudio.
- ✓ Describir en qué forma el producto químico escapa del contenedor.

En el presente componente se registrará información respecto a: tipo de fuente que contiene el producto químico (directa, charco, tanque y gas tubería), cuando se trata de tanque como en la presente investigación, es necesario introducir una serie de datos como la forma, su orientación y dimensiones y el programa calcula el volumen del mismo.

A continuación, se describe la cantidad de combustible que se registra, el estado físico, la temperatura de almacenamiento.

Seguidamente el programa requiere que se ingrese los datos respecto a cómo el combustible escapa del camión autotanque: agujero o falla en la llave de descarga, dimensiones de la fuga. El programa ya se encarga de calcular la tasa de descarga del producto, la duración y la cantidad total derramada.

- ✓ Creación gráfica de la zona de amenaza.

Para obtener una estimación de la zona de amenaza, primero debe elegir al menos un Nivel de preocupación (LOC). ALOHA le permite elegir hasta tres LOC para un solo escenario, cada LOC que elija, el programa estima las regiones o zonas de amenaza, y las muestra en una sola gráfica compuesta. La zona de amenaza roja representa el peor peligro y las zonas de amenaza naranja y amarilla representan áreas de peligro decreciente.

ALOHA puede mostrar la zona de amenaza en un mapa electrónico o foto aérea de la ciudad dónde se realiza el análisis, utilizando un sistema SIG, GOOGLE EARTH o el programa MARPLOT®, mismo que es un software cartográfico complementario a ALOHA y creado por las mismas Instituciones Americanas.

Una vez que se proyecte la gráfica de las zonas de amenaza en una fotografía aérea se puede analizar las zonas alrededor de las estaciones de combustible que tienen un peligro potencial.

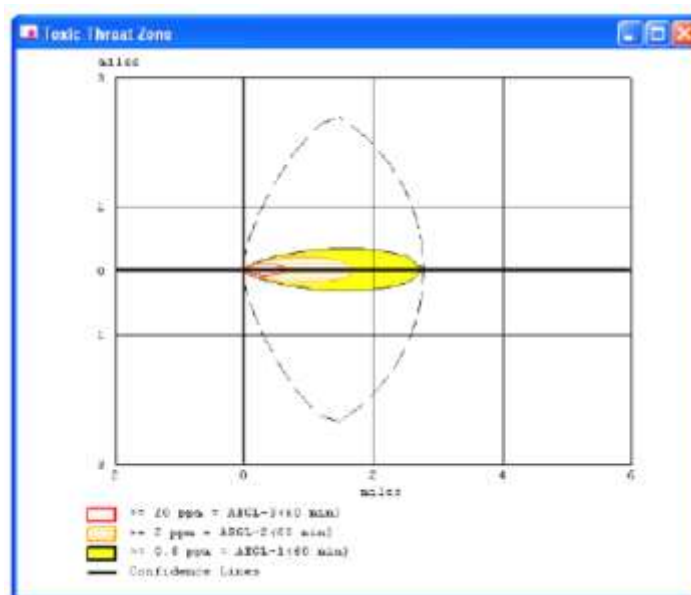


Figura 7 Ejemplo de resultados gráficos del programa ALOHA. Fuente de información y elaboración: Manual de Usuario ALOHA. 2007.

3.4.4. Objetivo específico nro. 4: Estructurar y implementar una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para prevenir el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja.

Una vez que se cuente con los resultados de la aplicación de los objetivos específicos 1, 2 y 3, se diseñó una matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal para el riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio del cantón Loja.

Se tomó en cuenta la legislación nacional vigente, reglamentos, ordenanzas locales y normas INEN de cumplimiento obligatorio en materia de seguridad y prevención de incendio y explosión.

Finalmente, se aplicó la matriz de verificación de cumplimiento técnico y legal a las trece estaciones de combustible del cantón Loja.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS.

4.1. SITUACIÓN ACTUAL EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

Se realizó una encuesta por cada estación de servicio de combustible del cantón Loja (trece encuestas), acorde al formato que se adjunta en el Anexo 1. Se obtuvo los siguientes resultados:

Años de operación de las estaciones de combustible del cantón Loja:

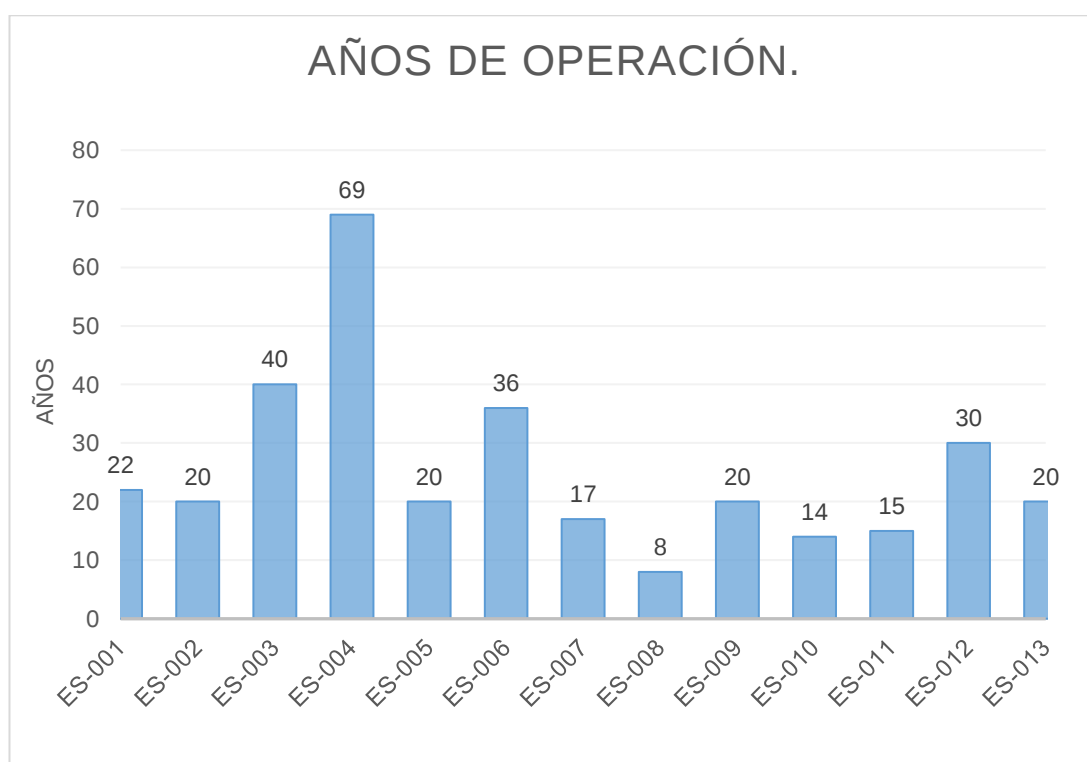


Figura 8 Años de operación de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

Existen estaciones de combustible que van desde los 8 años de operación hasta los 69 años, destacándose que la mayoría tienen más de 20 años de antigüedad.

¿Cuántos trabajadores laboran en la estación de combustible?

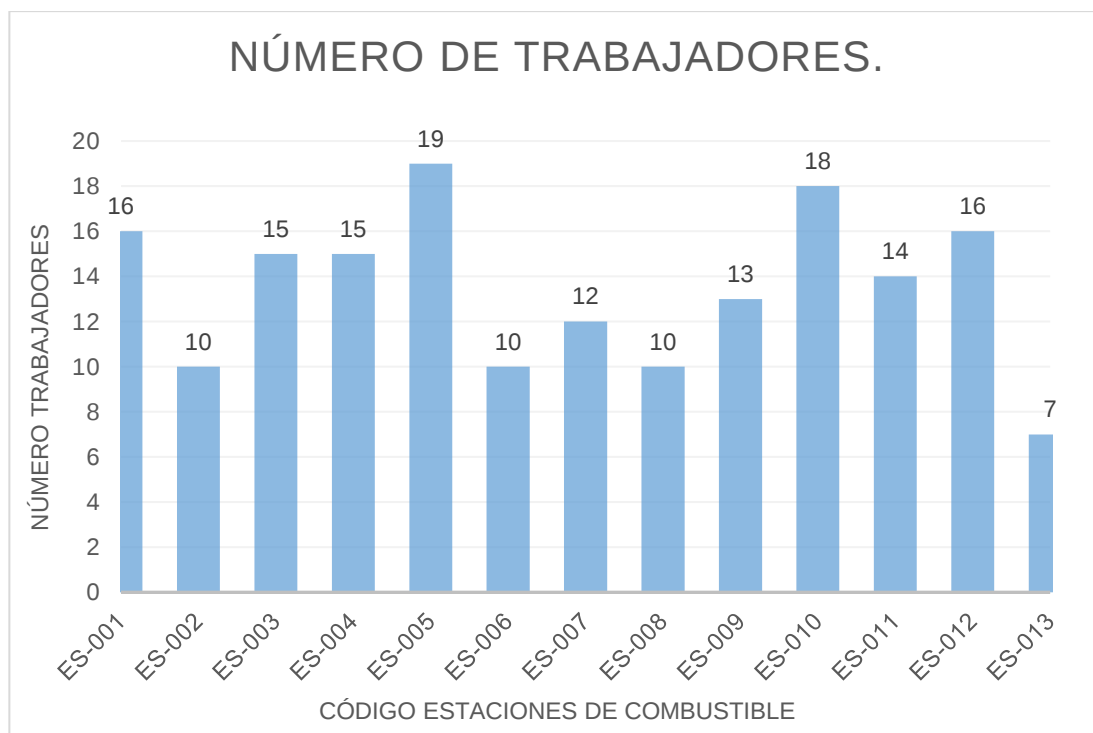


Figura 9 Número de trabajadores de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

Existe sólo una estación de combustible que cuenta con menos de 10 trabajadores en su nómina lo cual determina que la mayoría de estaciones de servicio tienen que acogerse a la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo que establece el Ministerio de Trabajo para empresas que cuentan con diez y más trabajadores.

¿Cuenta la estación de servicio con el Reglamento Interno de Higiene y Seguridad y su correspondiente aprobación?

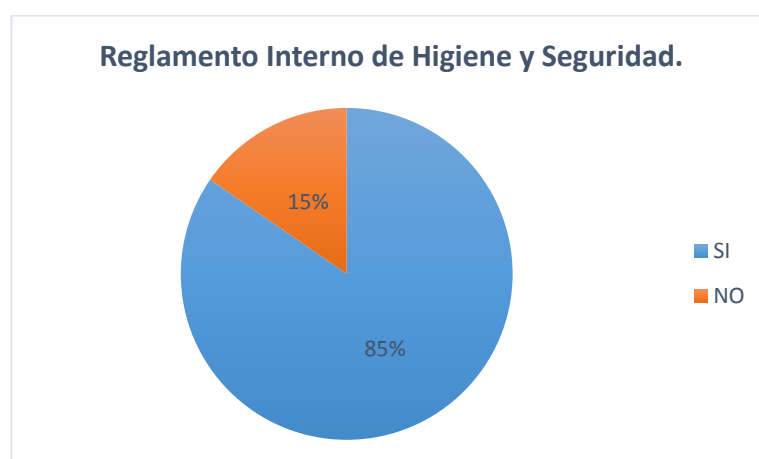


Figura 10 Estaciones de combustible que cuentan con Reglamento Interno de Higiene y Seguridad. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

El 85% de las estaciones de combustible encuestadas establecen que sí cuentan con el Reglamento Interno de Higiene y Seguridad aprobado por el Ministerio de Trabajo, sin embargo un 15% no tiene el respectivo requisito legal para operar.

¿Cuenta con una identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales por puestos de trabajo?



Figura 11 Evaluación de riesgos laborales de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

A pesar que la comercialización de combustible es catalogada como una actividad de alto riesgo laboral, se identifica un 15% de las estaciones de combustible encuestadas que no cuentan con una identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales.

¿Cuenta con un Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo?



Figura 12 Responsable de Seguridad y Salud Ocupacional en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

El 15% de las estaciones de combustible no cuentan con una persona responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo dentro del personal de la Empresa.

¿El personal cuenta con Equipo de Protección Personal?

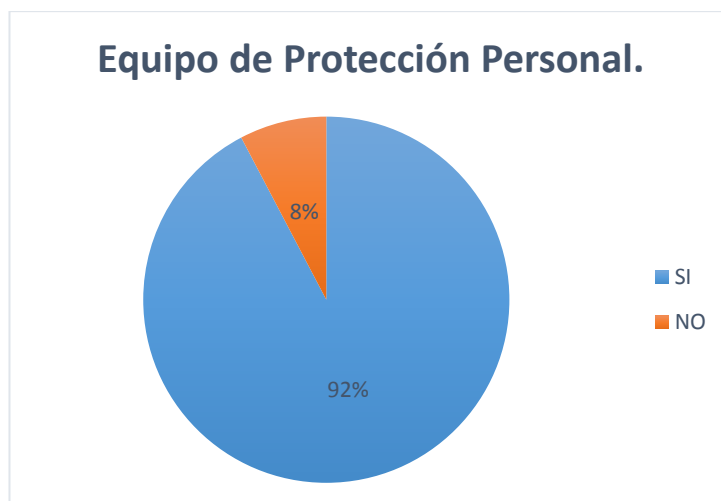


Figura 13 Equipo de Protección Personal en los trabajadores de las estaciones de combustible del cantón Loja.

Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

La mayoría de las estaciones de combustible dicen contar con equipo de protección personal (EPP) para los trabajadores, lo que no se determina es si el EPP es el adecuado para los riesgos de la actividad productiva.

¿Cuenta con Responsables o Brigadas de Emergencia?



Figura 14 Responsables o Brigadas de Emergencia en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

La normativa vigente establece como requerimiento contar con Brigadas de Emergencia, para lo cual el 23% de las estaciones de combustible no tienen éste requerimiento normativo.

¿Cuenta la estación de servicio con sistema contra incendios? Detalle los sistemas:

Se determina el detalle de los elementos de los sistemas contra incendios con los que cuenta cada una de las estaciones de combustible del cantón Loja:

Tabla 7 Sistemas contra incendios con las que cuentan las estaciones de combustible del cantón Loja.

CÓDIGO	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS
ES-001	Sistema de agua y espumógeno Alarma de incendios Botones de pánico Bomba de agua 2 gabinetes contra incendios 13 extintores 30 lbs PQS 3 extintores 150 lbs PQS Aspersores en tanques de almacenamiento Una toma siamesa
ES-002	Sistema de agua y espumógeno Alarma de incendios Botones de pánico Bomba de agua 2 extintores 20 lbs CO ₂ 1 extintor 150 lbs PQS 9 extintores 20 lbs PQS 2 extintores 10 lbs PQS Aspersores en tanques de almacenamiento
ES-003	Sistema de agua y espumógeno Alarma de incendios Botones de pánico Detectores de humo Bomba de agua 2 gabinetes contra incendios 7 extintores 20 lbs PQS 1 extintor 150 lbs PQS 2 extintores 15 lbs CO ₂ 2 extintores 10 lbs PQS Aspersores en tanques de almacenamiento 1 toma siamesa
ES-004	Sistema de agua y espumógeno Alarma de incendios Botones de pánico Bomba de agua 2 gabinetes contra incendios 10 extintores 110 lbs CO ₂ 15 extintores 20 kg PQS 10 extintores 10 kg CO ₂ 1 extintor 150 lbs PQS 7 extintores 3 kg PQS 1 toma siamesa
ES-005	Sistema de agua y espumógeno Alarma de incendios Detectores de humo Pararayos Bomba de agua 10hp 3 gabinetes contra incendios 8 extintores 20 lbs PQS 1 extintor 120 lbs PQS 1 extintor 150 lbs PQS 1 toma siamesa

ES-006	Sistema agua y espumógeno Detectores de humo Alarma de incendios Botones de pánico 1 bomba de agua 7hp 1 gabinete contra incendios 5 Extintores 15 lbs PQS 4 extintores 20 lbs PQS 1 extintor de 50 lbs PQS 3 extintores 75 lbs CO₂ Aspersores en tanques de almacenamiento 1 toma siamesa
ES-007	Sistema agua y espumógeno Espumogeno 1 tanque (55 gls) 2 tanques (5 gls) Alarmas de incendios Botones de pánico 1 bomba de agua 1 gabinete contra incendios 1 extintores 10 lbs PQS 8 extintores 100 lbs PQS 2 extintores 150 lbs PQS Aspersores en tanques de almacenamiento
ES-008	Sistema de agua y espumógeno Alarmas de incendios Botones de pánico Bomba de agua de 10 hp 1 gabinetes contra incendios 11 extintores 10 kg PQS 2 extintores 25 kg PQS 1 toma siamesa
ES-009	Sistema de agua y espumogeno 1 gabinete contra incendios 6 extintores de 150 lbs 9 extintores de 10 lbs Aspersores en tanques de almacenamiento 1 toma siamesa
ES-010	Detectores de humo Alarma de incendios Botones de pánico 1 bomba de agua 5HP 2 gabinetes contra incendios 6 extintores 12 kg PQS 1 extintor 8 kg CO₂ 1 extintor 150 lbs PQS Aspersores en tanques de almacenamiento
ES-011	Sistema de agua y espumógeno 2 gabinetes contra incendios 5 extintores de 20 lbs 2 extintores de 150 lbs 4 extintores de 10 lbs Aspersores en tanques de almacenamiento 1 toma siamesa
ES-012	Sistema de agua y espumógeno 2 gabinetes contra incendios 7 extintores de 20 lbs 2 extintores de 150 lbs 1 extintor de CO₂ Aspersores en tanques de almacenamiento 1 toma siamesa

ES-013	Sistema de agua y espumógeno 1 gabinete contra incendios 2 extintores de 125 lbs 1 extintor de 5 lbs 2 extintores de 25 lbs
--------	---

Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

¿La estación de servicios cuenta con procedimientos para descarga de los tanqueros?

Acorde a lo encuestado, todas las estaciones de combustible cuentan con procedimientos de seguridad para la descarga de combustibles de los tanqueros a los tanques de almacenamiento de las estaciones.

¿Existen lugares en los cuales concurren bastantes personas a unos 100 m. de la estación de servicio, tales como: iglesias, escuelas, centros comerciales, mercados, parques, empresas, etc.?

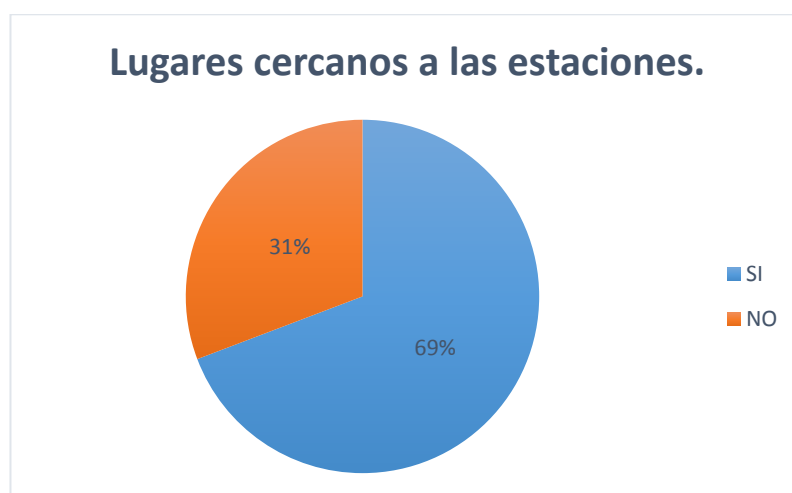


Figura 15 Lugares con concurrencia de personas cerca de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

El 69% de las estaciones de combustible informaron que a menos de 100 m. de su infraestructura existen lugares de concurrencia masiva de personas, tales como: iglesias, escuelas, centros comerciales, parques, empresas, etc.

¿Ha sufrido alguna vez un incendio o explosión en la estación de servicio durante su operación?



Figura 16 Incendios y explosiones ocurridos en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

Se determina que el 15% (2 estaciones de combustible) en algún momento de su operación se han presentado incendios o explosiones en cualquiera de sus procesos de operación.

¿Han existido personas heridas o fallecidas por un evento de incendio o explosión?

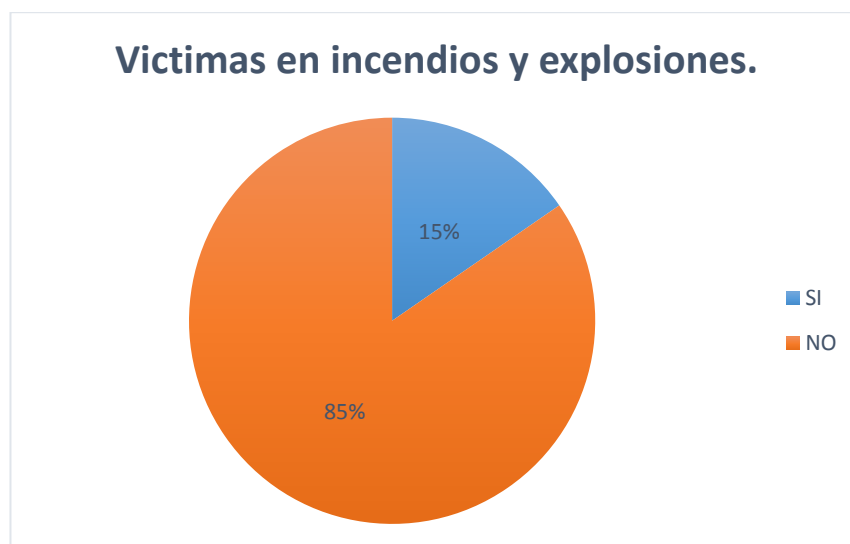


Figura 17 Víctimas de incendios y explosiones en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

De las dos estaciones de combustible que han tenido en algún momento un incendio o explosión informan que en el mismo se presentaron personas perjudicadas con este evento.

¿Han ocurrido derrames de combustible en la estación de servicio?

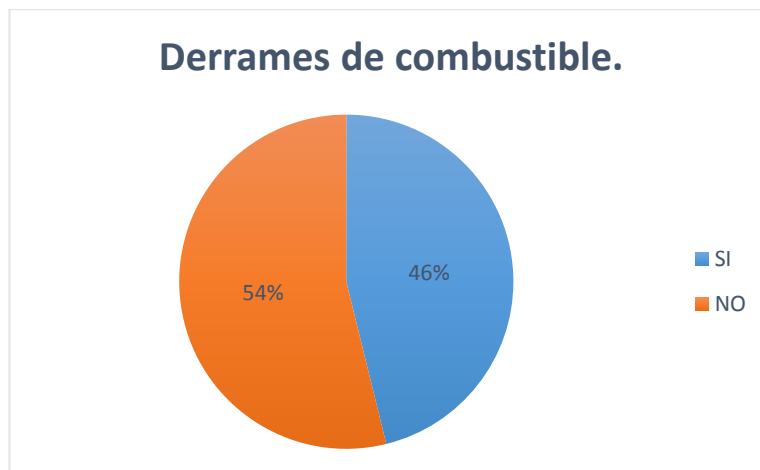


Figura 18 Derrames de combustible en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

El 46% de las estaciones encuestadas comunican haber tenido derrames de combustible en algún momento de su operación.

¿Cuenta con un Plan de Emergencia y Contingencia?

Todas las estaciones de combustible cuentan con un Plan de Emergencia y Contingencia, lo cual es un requisito legal vigente para el presente negocio.

¿Se ha realizado capacitaciones en el presente año para actuar ante incendio o explosión?

Todos los representantes de las estaciones de combustible informaron que se ha realizado durante el año 2019 capacitaciones al personal relacionadas a incendios y explosiones.

¿Se ha realizado un simulacro en el último año?



Figura 19 Simulacros realizados en las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

Casi la mitad de los encuestados no han realizado un simulacro de emergencias en el año 2019.

¿Se ha realizado de parte del Cuerpo de Bomberos una inspección durante el último año?

Todas las estaciones de combustible informaron que durante el año 2019 se ha realizado al menos una inspección de parte de los funcionarios del Cuerpo de Bomberos de Loja. Se informa que la inspección se realiza siempre a principios de año para la renovación del permiso de funcionamiento.

¿La ARCH realiza inspecciones anuales respecto a seguridad de incendio y explosión?

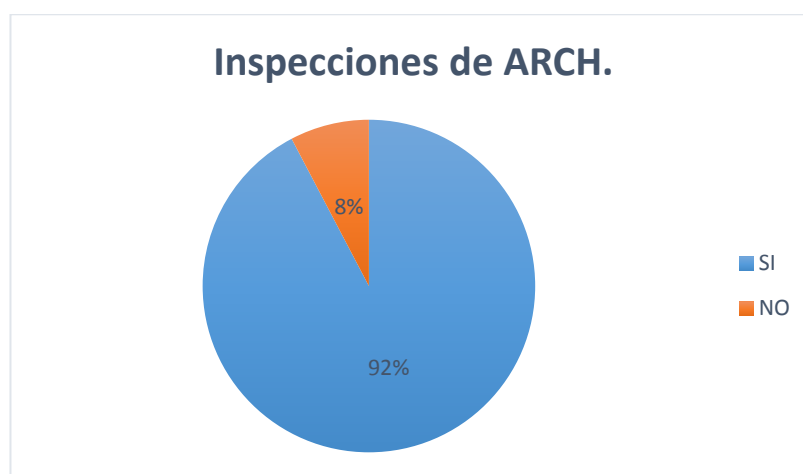


Figura 20 Inspecciones realizadas por la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos – ARCH. Fuente de información: estaciones de combustible. Elaboración: Richard Gálvez.

Una de las estaciones de combustible encuestadas afirma no haber recibido durante el año 2019 una inspección de la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos – ARCH.

4.2. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO Y EXPLOSIÓN DE LAS ESTACIONES DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

Acorde a lo establecido en la tabla 4 dentro de la metodología de la presente investigación, el nivel de riesgo y explosión de las estaciones de combustible del cantón Loja se calculó mediante el método Índice Dow, el cual establece los siguientes rangos de riesgo, acorde a los resultados obtenidos:

**RANGO INDICE DE INCENDIO Y
EXPLOSIÓN**
1 – 60
61 – 96
97 – 127
128 – 158
Más de 159

GRADO DE PELIGRO
Ligero
Moderado
Intermedio
Intenso
Grave

A continuación se presentan los resultados obtenidos aplicando la metodología antes detallada en el proceso de descarga de combustible de los auto tanques hacia los tanques de almacenamiento de cada una de las estaciones de combustible:

Tabla 8 Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión de las estaciones de combustible del cantón Loja.

CÓDIGO ESTACIONES DE COMBUSTIBLE	FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F3)	ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN IIE	GRADO DE PELIGRO IIE
ES-001	13.77	220.34	GRAVE
ES-002	13.35	213.57	GRAVE
ES-003	13.04	208.68	GRAVE
ES-004	11.34	181.44	GRAVE
ES-005	11.08	177.28	GRAVE
ES-006	12.1	193.64	GRAVE
ES-007	11.1	177.6	GRAVE
ES-008	11.08	177.28	GRAVE
ES-009	13.61	217.70	GRAVE
ES-010	10.78	172.48	GRAVE
ES-011	13.75	219.96	GRAVE
ES-012	12.29	196.56	GRAVE
ES-013	9.98	159.68	GRAVE

Fuente de información: levantamiento en campo. Elaboración: Richard Gálvez.

En la evaluación del nivel de riesgo y explosión de las estaciones de combustible del cantón Loja, realizado con el método Índice Dow se ha tenido como resultados que todas las estaciones tienen un grado de peligro GRAVE, este es el mayor rango establecido dentro del método.

Asimismo, mediante el cálculo del Factor de Daño (FD), se determinó que existe un 68% de probabilidad de que ocurra un accidente en cada una de las estaciones de combustible analizadas.

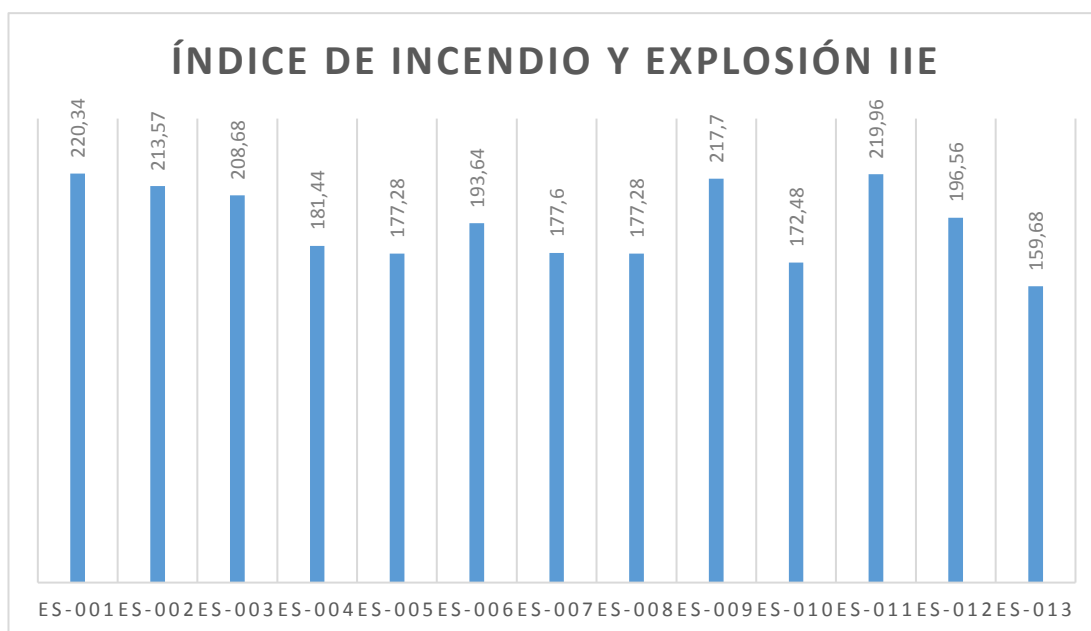


Figura 21 Índice de Incendio y Explosión IIE de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: levantamiento en campo. Elaboración: Richard Gálvez.

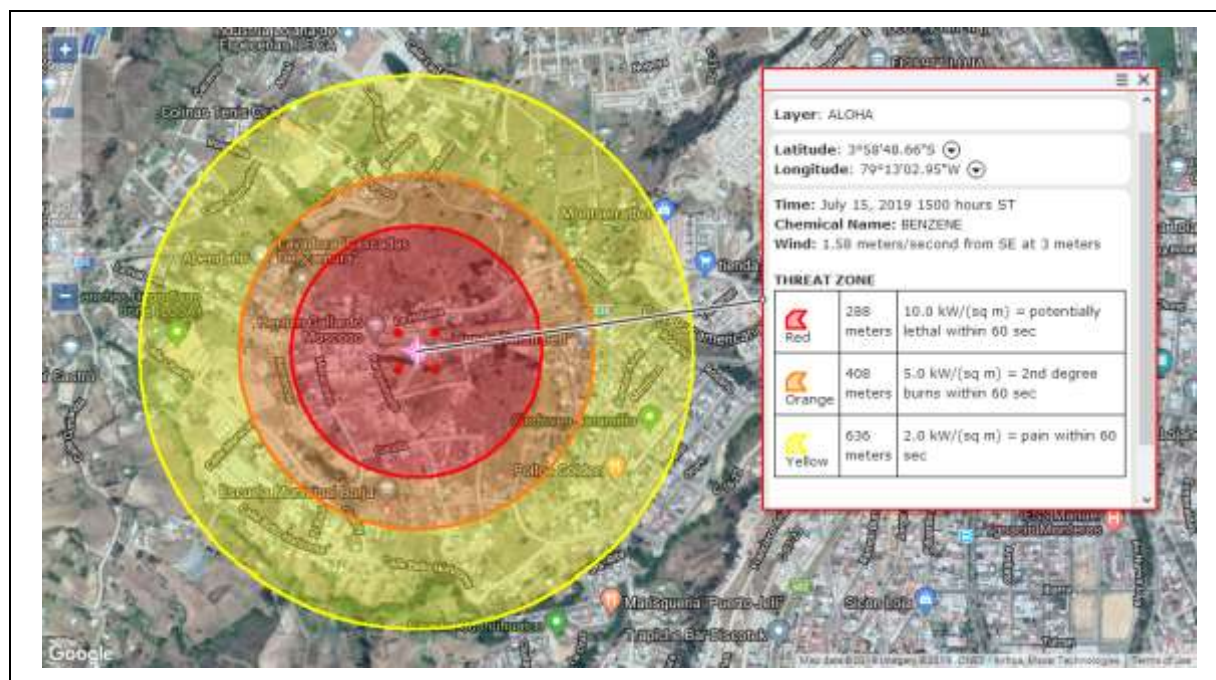
El rango del Grado de Peligro GRAVE, se encuentra con un valor del Índice de Incendio y Explosión mayor a 159.

4.3. ZONAS DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

Los datos obtenidos en las estaciones de combustible del cantón Loja, a través de la aplicación del software ALOHA son los siguientes:

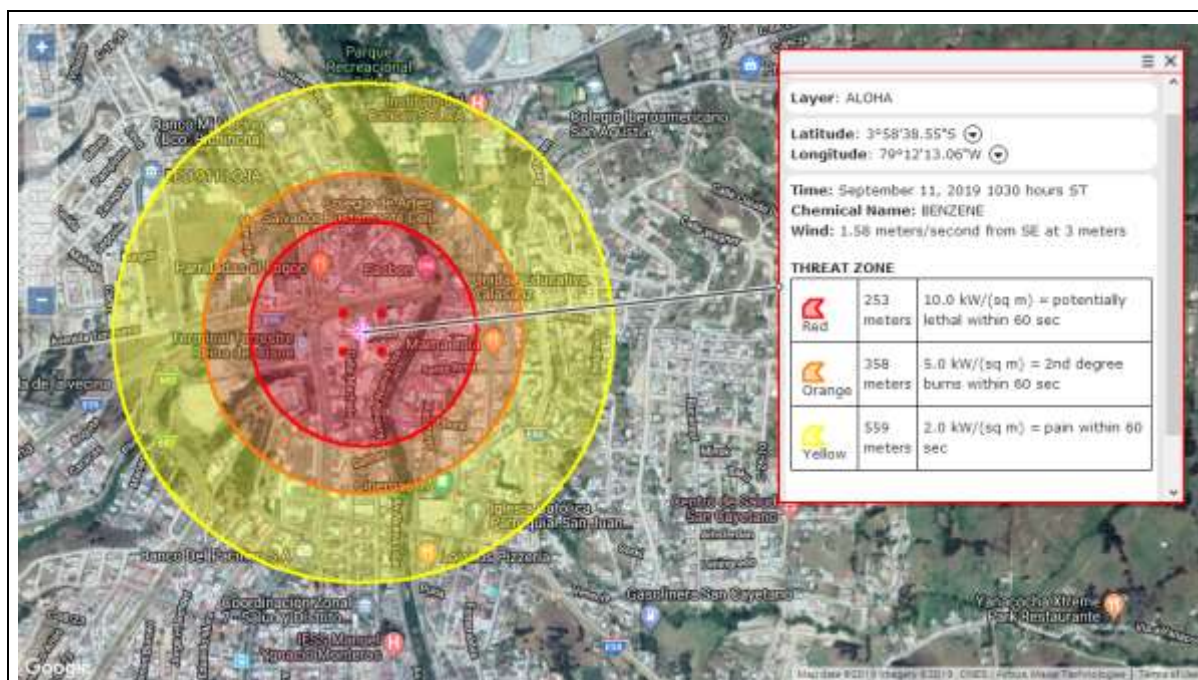
Tabla 9 Resultados obtenidos con la aplicación del ÍNDICE DOW en las estaciones de combustible del cantón Loja.

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-001
FECHA DE CÁLCULO:	15/07/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



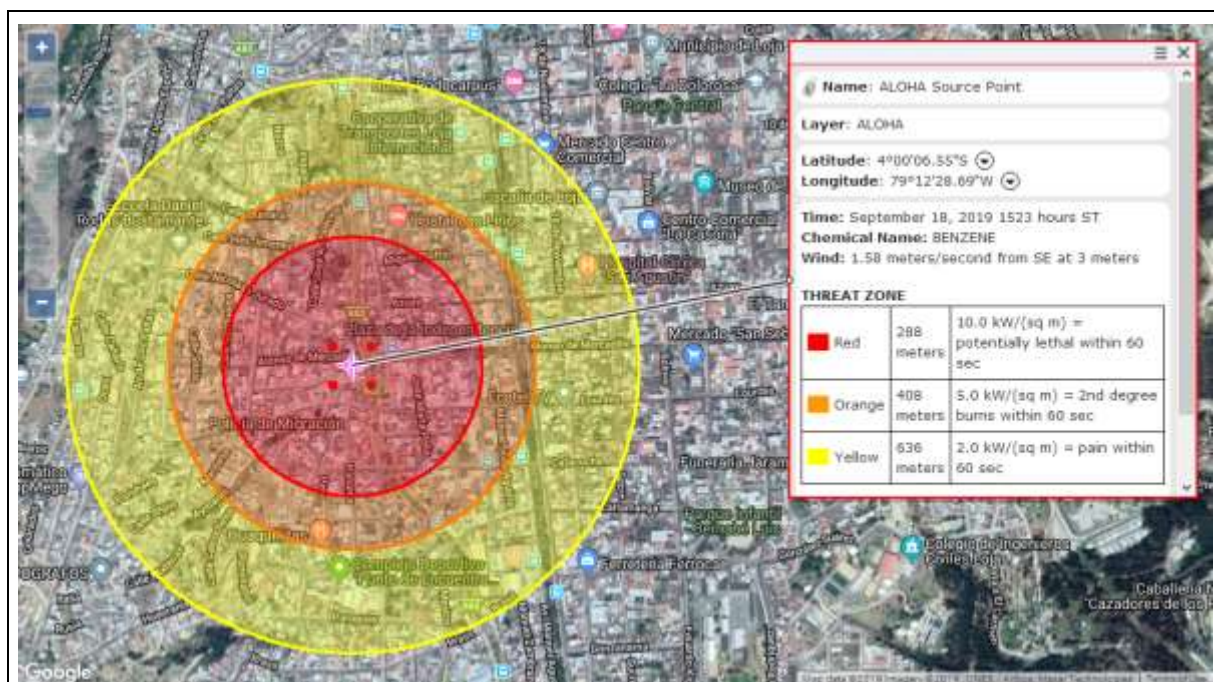
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	136
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	10
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	31
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	57
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	288
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	408
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	636
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	708

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-002
FECHA DE CÁLCULO:	11/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



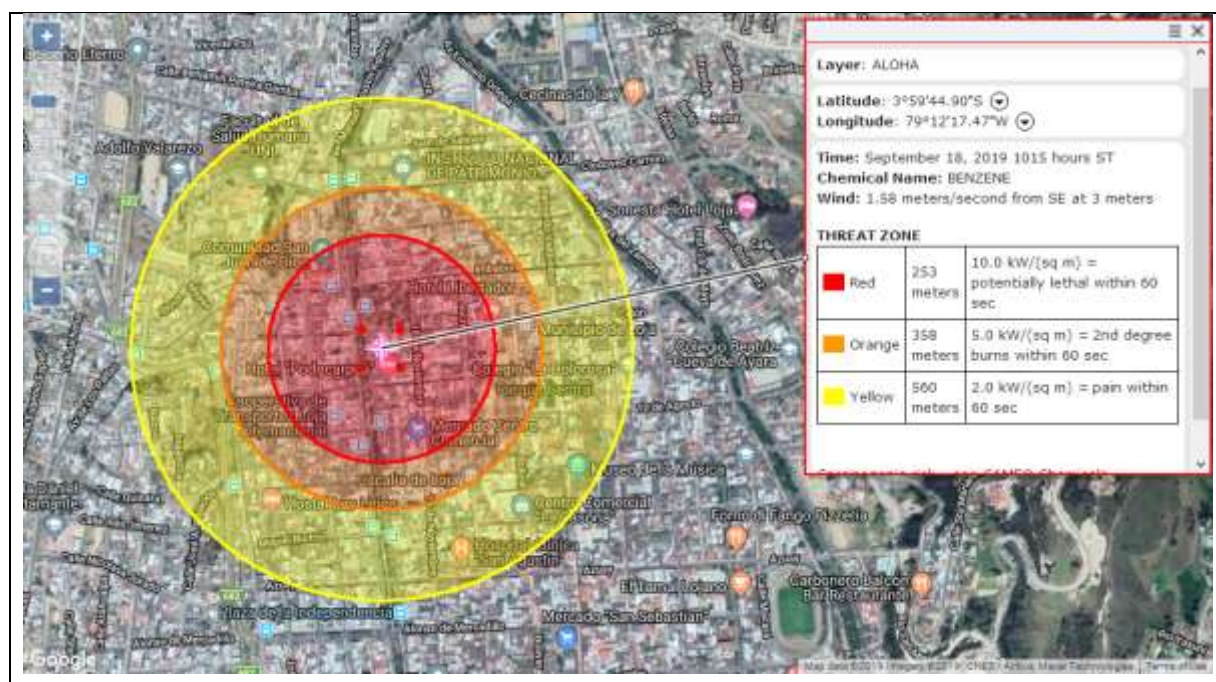
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	49
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	559
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-003
FECHA DE CÁLCULO:	18/08/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



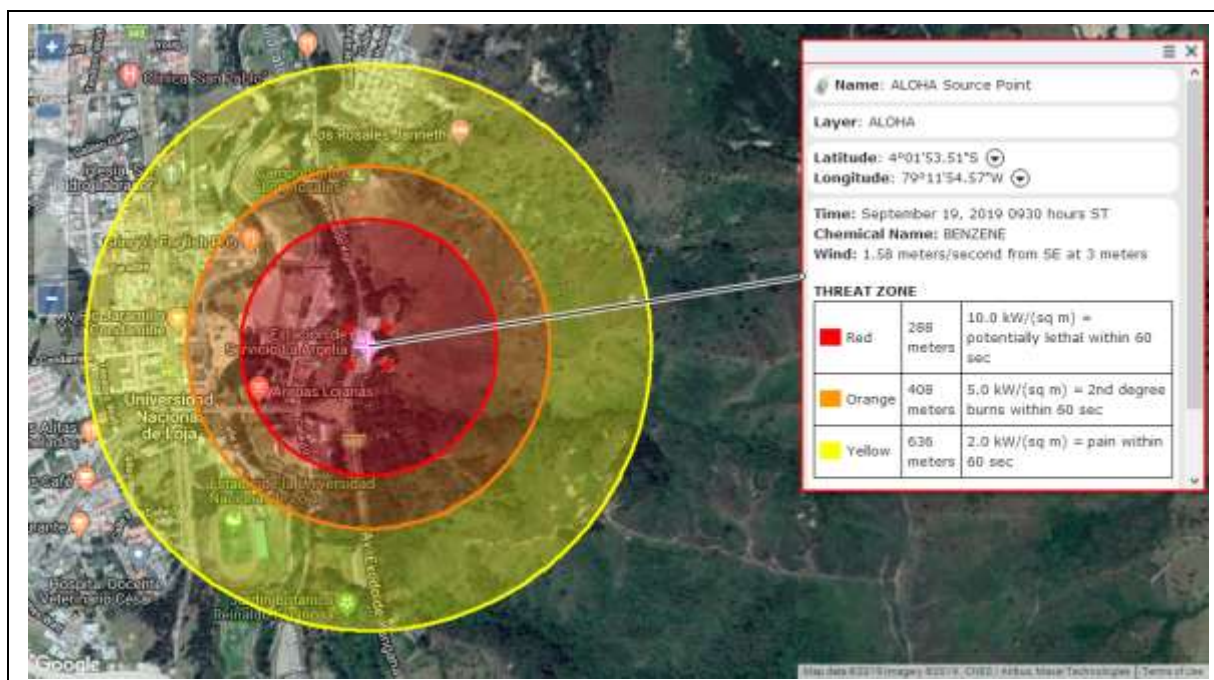
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	136
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	10
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	31
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	57
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	288
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	408
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	636
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	708

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-004
FECHA DE CÁLCULO:	18/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



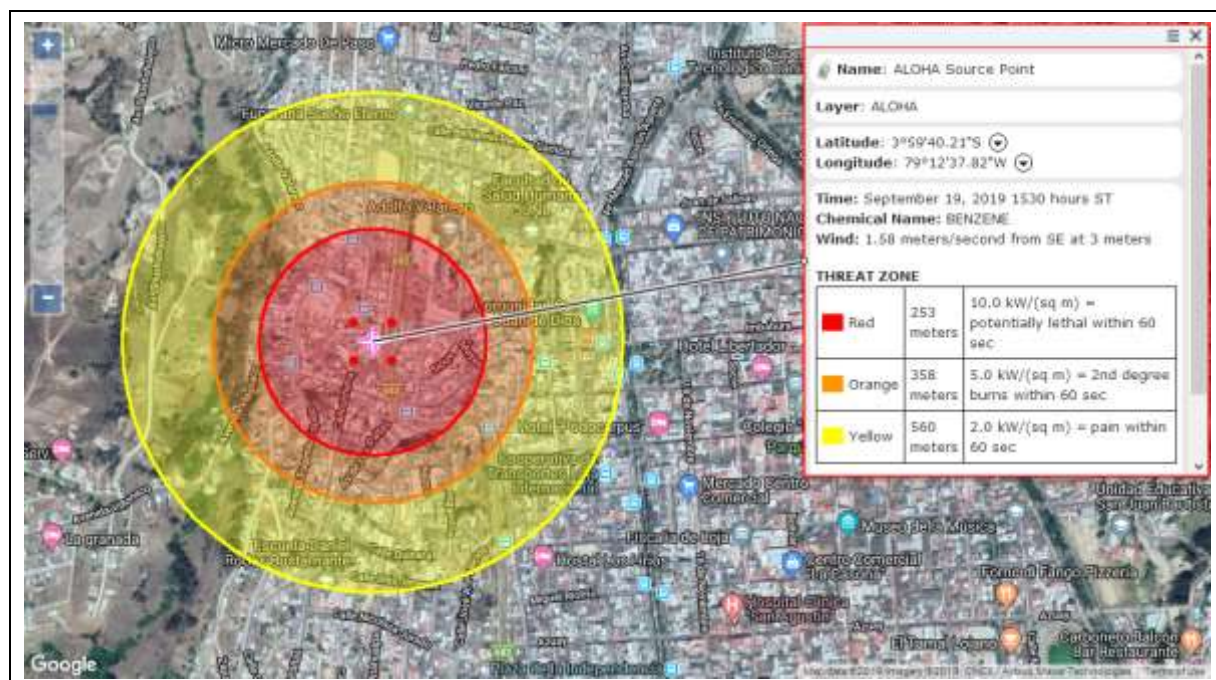
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	49
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-005
FECHA DE CÁLCULO:	15/07/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



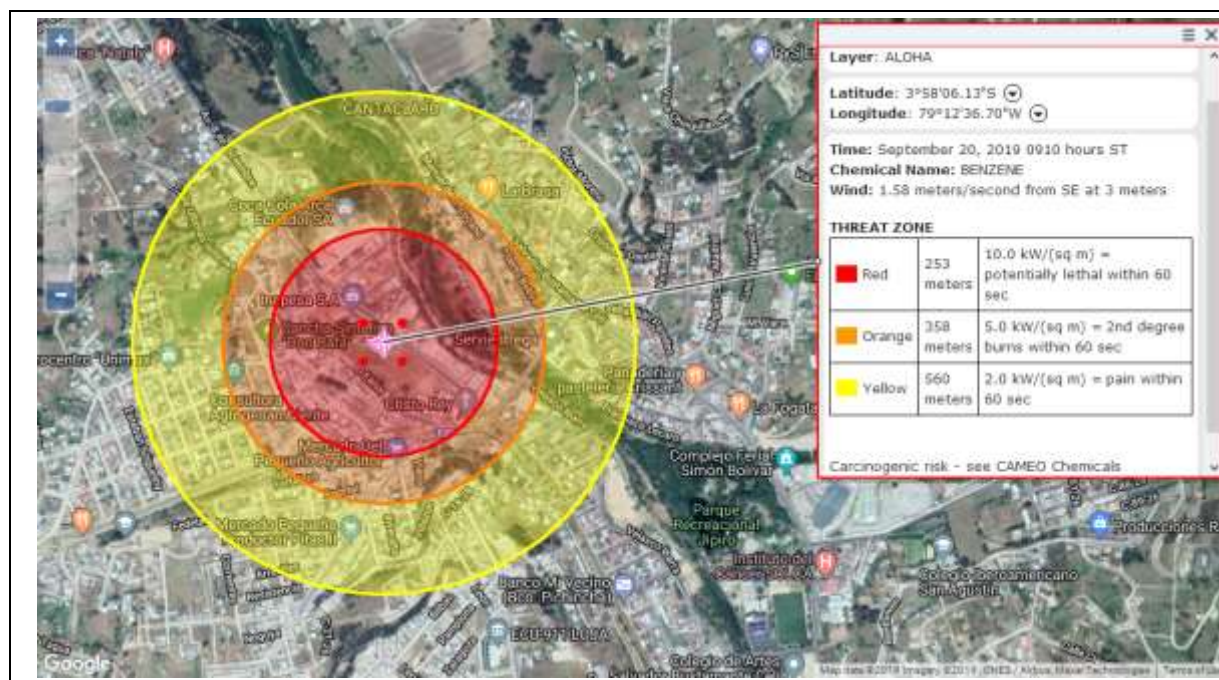
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	136
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	10
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	31
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	57
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	288
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	408
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	636
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	708

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-006
FECHA DE CÁLCULO:	19/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



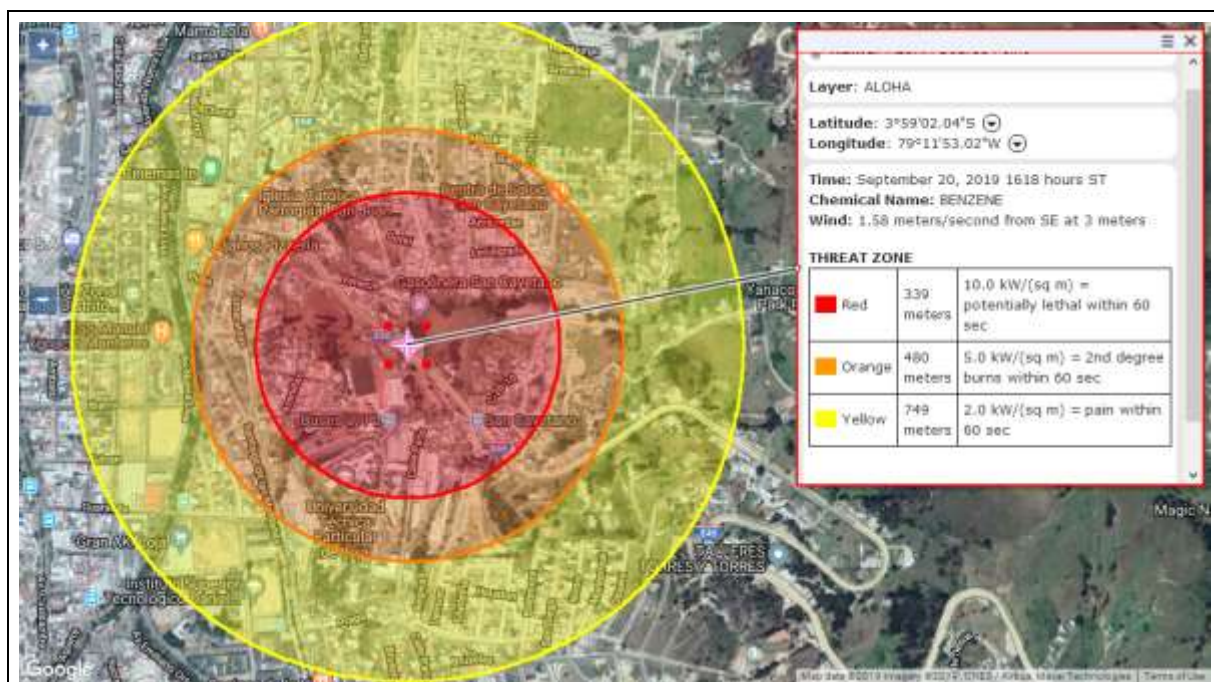
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	50
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-007
FECHA DE CÁLCULO:	20/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



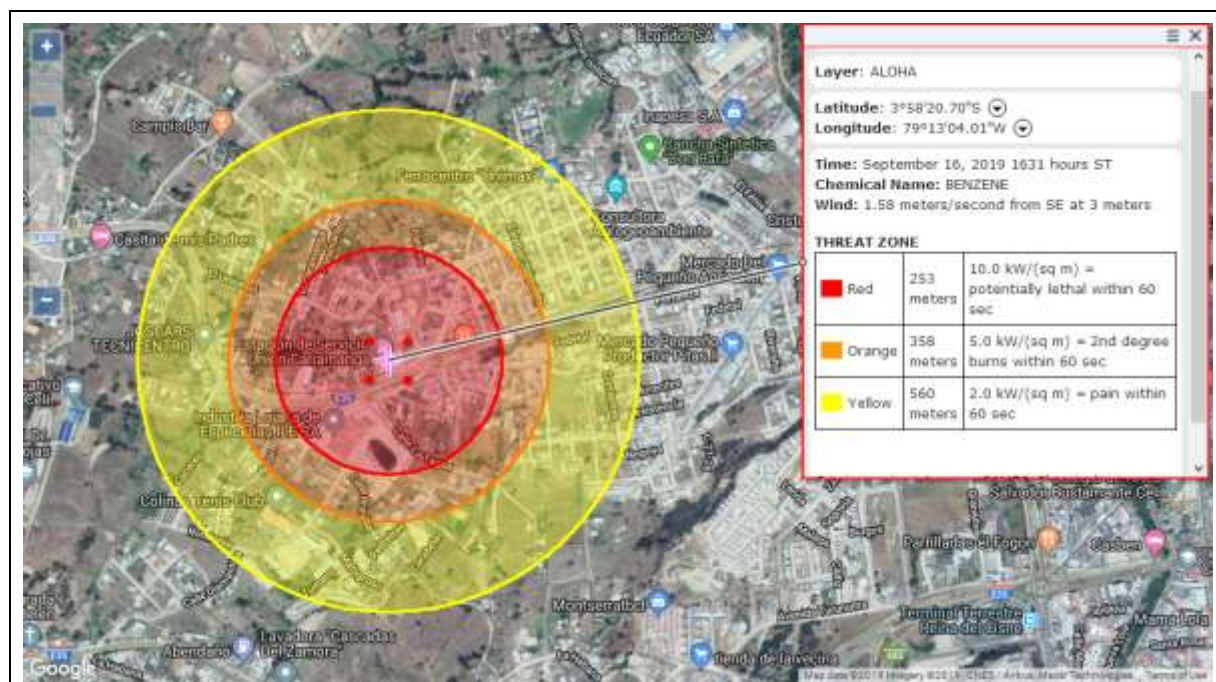
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	49
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-008
FECHA DE CÁLCULO:	20/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



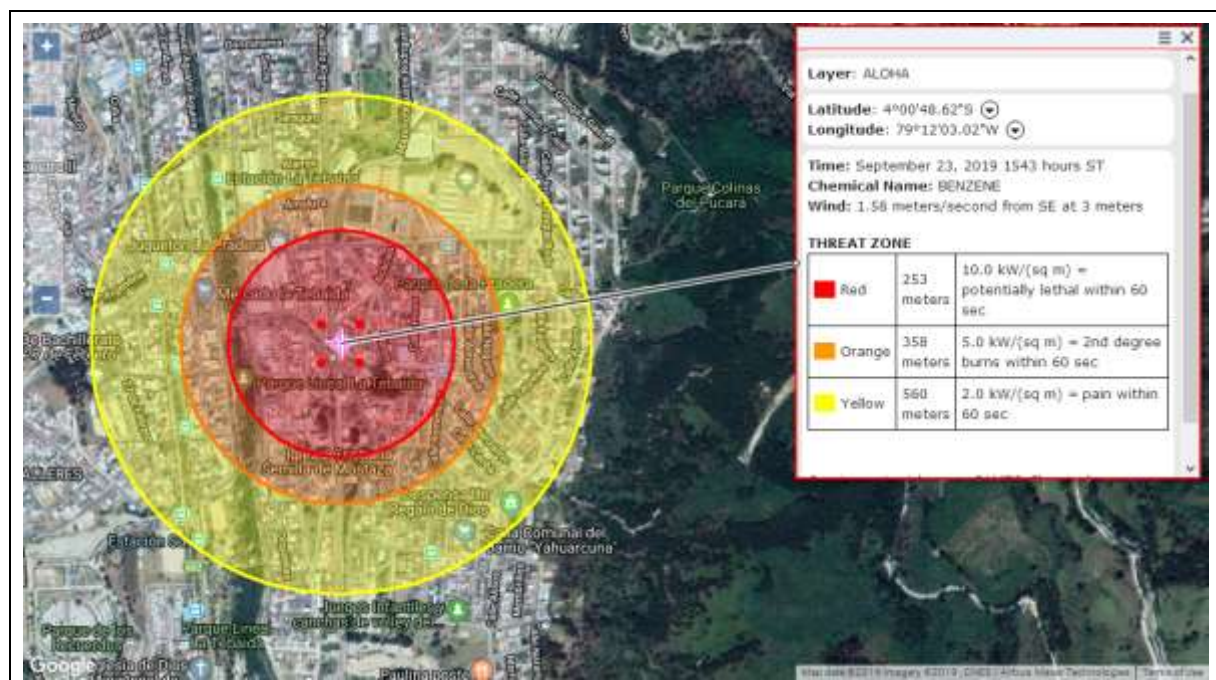
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	161
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	11
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	41
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	67
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	339
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	480
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	749
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	834

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-009
FECHA DE CÁLCULO:	16/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



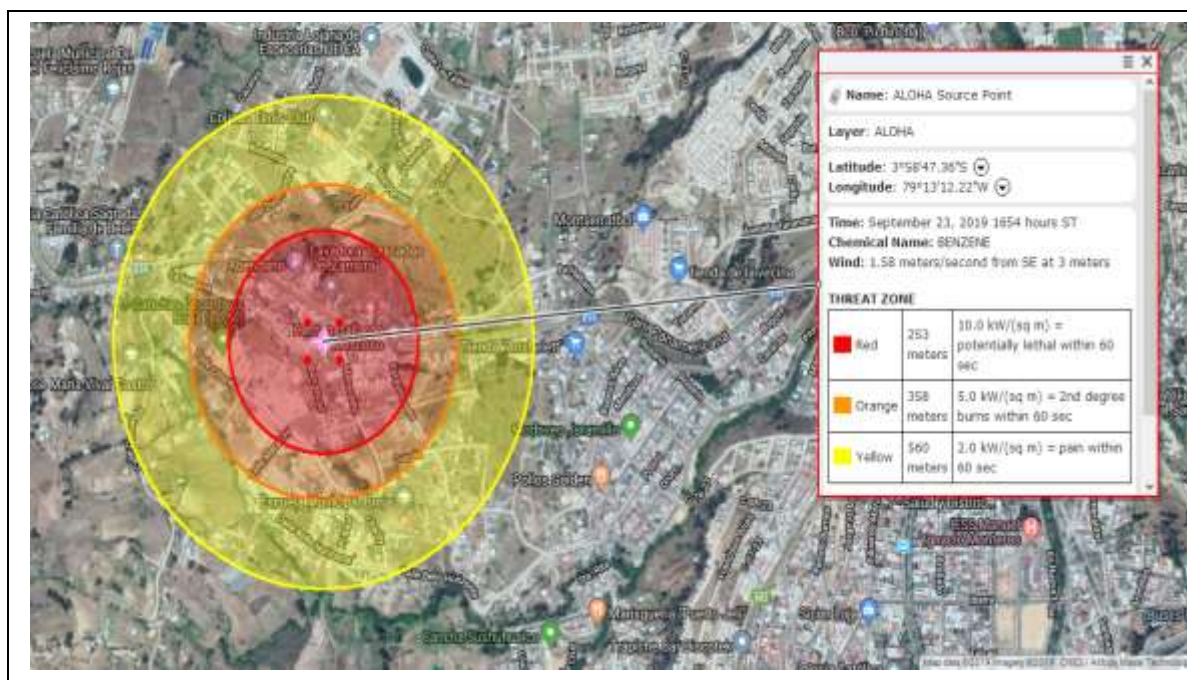
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	49
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-010
FECHA DE CÁLCULO:	23/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



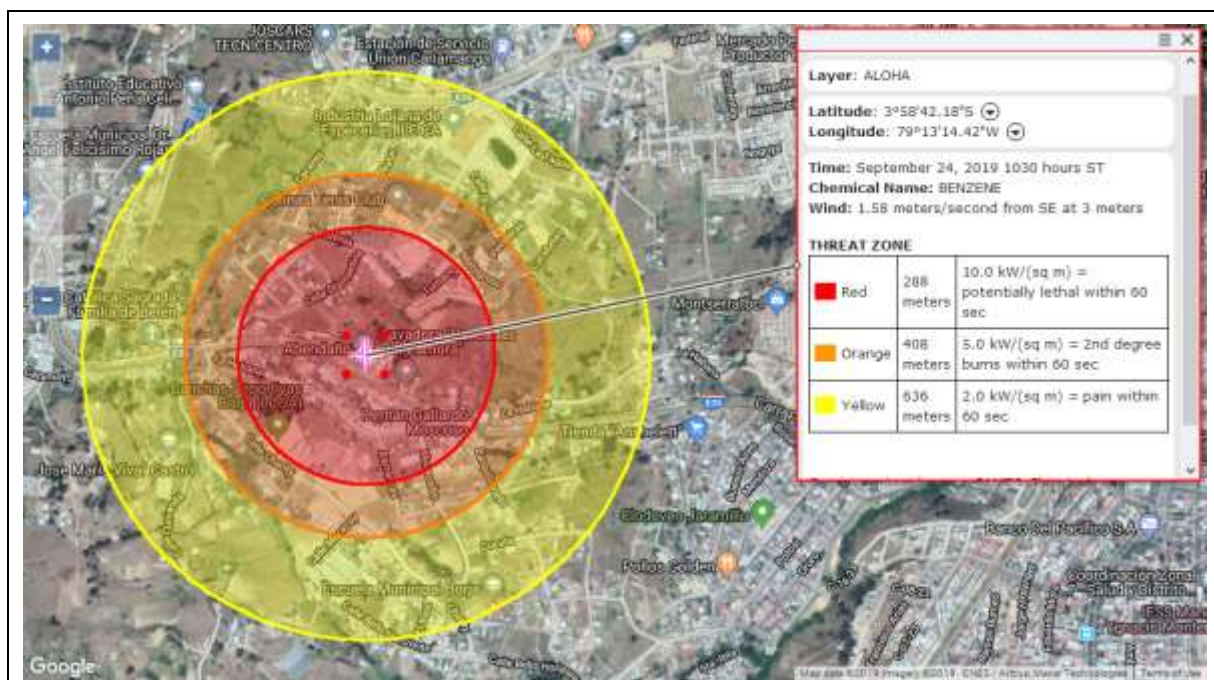
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	49
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-011
FECHA DE CÁLCULO:	23/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



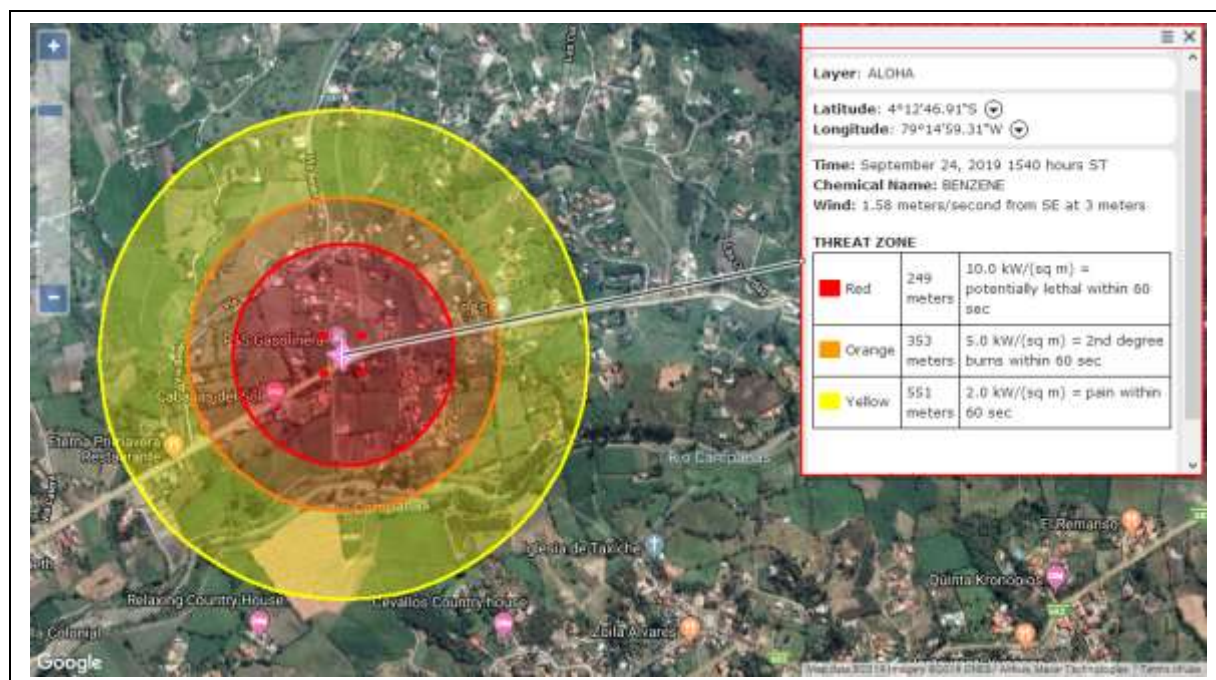
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	119
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	50
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	253
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	358
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	560
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	623

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-012
FECHA DE CÁLCULO:	24/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	136
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	10
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	32
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	53
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	288
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	408
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	636
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	708

ZONA DE AFECTACIÓN EN CASO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	
CÓDIGO ESTACIÓN:	ES-013
FECHA DE CÁLCULO:	24/09/2019
TIPO DE COMBUSTIBLE:	Gasolina
TIPO DE ACCIDENTE:	BLEVE
PROCESO ANALIZADO:	Descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.
CAPACIDAD DEL CAMIÓN CISTERNA:	80% de su capacidad.



PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la bola de fuego.	metros	118
Tiempo de duración de la bola de fuego.	segundos	9
Diámetro de la piscina de combustible.	metros	26
Tiempo de duración de la piscina.	segundos	41
Longitud de la llama.	metros	48
ZONA ROJA: 10.0 kW/(sq m). Daño potencial con 60 segundos de exposición.	metros	249
ZONA NARANJA: 5.0 kW/(sq m). Daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición.	metros	353
ZONA AMARILLA: 2.0 kW/(sq m). Dolor con 60 segundos de exposición.	metros	551
ZONA SEGURA: 1.6 kW/(sq m). No causa afectación a las personas aún en exposiciones prolongadas.	metros	613

Fuente de información y Elaboración: Richard Gálvez

4.4. MATRIZ DE CUMPLIMIENTO TÉCNICO Y LEGAL PARA PREVENIR EL RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

Luego del análisis realizado a toda la normativa vigente en el país en relación a seguridad y prevención de incendios y explosiones, a continuación se presenta el modelo de la matriz de cumplimiento obligatorio técnico y legal diseñada para las estaciones de combustible que se encuentren dentro del cantón Loja.

Tabla 10 Matriz de cumplimiento técnico y legal para las estaciones de combustible del cantón Loja.

MATRÍZ DE VERIFICACIÓN TÉCNICO LEGAL DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN					
ESTACIONES DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA					
DATOS GENERALES					
NOMBRE ESTACIÓN:					
FECHA DE INSPECCIÓN:					
NOMBRE INSPECTOR:					
CARGO:					
MATRÍZ DE INSPECCIÓN					
LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 815 de 19/04/1979					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
Art. 49	Para establecer depósitos de combustibles destinados a la venta al público, se requiere permiso del respectivo Jefe de Cuerpo de Bomberos.				
REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 114 de 02/04/2009					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO.					
Art. 277	Bajo ningún concepto se podrá utilizar materiales fácilmente inflamables o que por acción del calor sean explosivos, ni se permitirá la instalación eléctrica y de artefactos que no dispongan de su respectivo "blindaje" y se encuentren aislados de los surtidores y tuberías de ventilación.				
Art. 278	La instalación del sistema eléctrico en su totalidad será interna y en tubería metálica adecuada, empotrada en la mampostería; quedando totalmente prohibido el realizar cualquier tipo de instalación temporal o improvisada, para los surtidores será en circuito independiente y dispondrá del fusible apropiado.				
Art. 279	Las bóvedas de transformadores, grupos electrógenos, banco de capacitores e interruptores, dispondrán del correspondiente "blindaje" y estarán aislados de los surtidores y tuberías de ventilación.				
Art. 280	Todos y cada uno de los surtidores dispondrán de instalaciones aterrizadas para descarga a tierra, las sobrecargas o electricidad estática.				
Art. 281	Las gasolineras contarán con un dispositivo "pararrayos" ubicado en el sitio más alto de la edificación y con la respectiva descarga a tierra totalmente independiente. Además toda estación de servicio debe tener en cada isla una barra de cobre con masa puesta a tierra, para que empleados y usuarios descarguen energía estática antes de proceder al reabastecimiento del vehículo.				

Art. 282	Toda gasolinera y estación de servicio, contará con un número de extintores de incendio equivalente a la relación de un extintor de polvo químico seco BC de 20 lb., o su equivalente, por cada surtidor de cualquier combustible.				
Art. 282	Los empleados y trabajadores de la gasolinera deben tener conocimientos sobre el uso y manejo correcto de los extintores de incendio, para lo cual acreditarán un certificado expedido por el Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción.				
Art. 282	En la Oficina de Administración y en el exterior de la misma debe existir un teléfono en servicio y junto a éste, impreso en un cartel totalmente identificable constarán los números telefónicos de los servicios de emergencia.				
Art. 283	Deben existir no menos de cuatro letreros de 20 (veinte) por 80 (ochenta) centímetros con la leyenda PROHIBIDO FUMAR, y frente a cada isla de surtidores un letrero con iguales dimensiones con la leyenda APAGUE LOS MOTORES PARA REABASTECERSE DE COMBUSTIBLE, de acuerdo a la normativa NTE INEN 439.				
Art. 284	La operación de trasvase y descarga del combustible debe realizarse con la adecuada protección contra incendios y manteniendo, un extintor de incendios cerca del operador (PQS 150 lbs.).				
Art. 285	Se prohíbe el expendio de gasolina en recipientes no adecuados para ser transportados manualmente.				
Art. 286	En las gasolineras y estaciones de servicio se prohíbe el expendio de G.L.P. en cilindros.				
Art. 287	Se prohíbe el reabastecimiento de combustible de vehículos con los motores en funcionamiento, de servicio público con pasajeros o vehículos con carga de productos químicos peligrosos, inflamables o explosivos, sea dentro o fuera del perímetro urbano.				
Art. 288	En los predios destinados a gasolineras y estaciones de servicios no se instalarán antenas matrices y repetidoras de todo tipo de sistemas de comunicación.				
Art. 289	Se colocarán en lugares estratégicos, tarros metálicos provistos de tapa hermética para depositar en ellos trapos o textiles impregnados de combustible, lubricantes o grasas. No se empleará ningún tipo de material inflamable en las labores de limpieza.				
Art. 290	No se permitirá el almacenamiento de combustible en tanques o tambores que no estuvieren técnicamente normados para cumplir con dicha función.				
Art. 291	Las gasolineras deben contar con Boca de Incendio Equipada (BIE) las mismas que deben estar provistas con un sistema de extinción automático a base de espuma, a razón de un BIE incluido reductor por cada quinientos metros cuadrados de superficie (500 m ²).				
Art. 292	Todas las gasolineras deben disponer de un plan de auto protección, mapa de riesgos, recursos y evacuación en caso de incendios, bajo la responsabilidad del representante legal con la constatación del Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción.				
Art. 292	Todo el personal de gasolineras y estaciones de servicio, y, moradores colindantes a éstas, deben estar capacitados y entrenados para responder efectivamente ante un incidente de incendio.				
Art. 292	El mobiliario de estos locales debe distribuirse de tal forma que dejen libres las vías de circulación hacia las salidas.				
NORMAS PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES.					
Art. 293	Dentro de los parámetros considerados en la distancia de los tanques a linderos y propiedades vecinas, deben ser de seis metros (6 m) como mínimo y podrá ocupar los retiros reglamentarios municipales.				
Art. 293	También debe retirarse cinco metros (5 m) de toda clase de edificación o construcción propia del establecimiento.				
Art. 294	El diseño y construcción de los tanques de almacenamiento se sujetarán a las siguientes normas: a) Los tanques serán subterráneos podrán ser de fibra de vidrio o planchas metálicas y debidamente protegidos contra la corrosión;				

Art. 294	b). Su diseño tomará en consideración los esfuerzos a que están sometidos, tanto por la presión del suelo como de las sobrecargas que deben soportar;				
Art. 294	c) Las planchas de los tanques deben tener un espesor mínimo de cuatro milímetros (4 mm.) para tanques de hasta cinco mil galones (5000 gls.); y de seis milímetros (6 mm) para tanques de entre cinco y diez mil galones (5000 y 10000 gls.);				
Art. 294	d) Serán enterrados a una profundidad mínima de un metro (1 m). Las excavaciones serán rellenas con material inerte como arena;				
Art. 294	e) El diámetro mínimo para entrada de revisión interior será de sesenta centímetros;				
Art. 294	f) No se permitirá la instalación de tanques bajo calzadas, ni en los subsuelos de edificios;				
Art. 294	g) El borde superior de los tanques quedará a no menos de treinta centímetros (30 cm) del nivel de piso terminado y a no menos de noventa centímetros (90 cm) cuando exista posibilidad de tránsito vehicular. En casos especiales cuando se demuestre que el diseño de los tanques puede soportar cargas producidas por el tránsito, se podrá autorizar su instalación, sin necesidad de ajustarse a las normas antes descritas;				
Art. 294	h) Si el caso lo requiere de acuerdo a lo que determine el estudio de suelos, los tanques serán ubicados dentro de una caja formada por muros de contención de mampostería impermeabilizada que evite la penetración de aguas y evite el volcamiento de tierras;				
Art. 294	i) Las cavidades que separan los tanques de las paredes de la bóveda serán llenadas con arena lavada o tierra seca compactada hasta una altura de cincuenta centímetros (50 cm) del suelo;				
Art. 294	k) Todo tanque debe poseer su respectivo ducto de venteo (desfogue de vapores) con la boca de desfogue a una altura de cuatro metros (4 m) sobre el nivel de piso terminado, y situado en una zona totalmente libre de materiales que puedan originar chispas (instalaciones eléctricas, equipos de soldadura, etc.);				
Art. 294	l) El remate terminará en forma de T, o codo a 90ro., y en los orificios irán telas metálicas de cobre o aluminio de 80 a 100 mallas por centímetro cuadrado. El extremo donde se une el tanque no irá a más de veinticinco milímetros (25 mm). Introducidos en el mismo;				
Art. 294	m) La descarga de los ductos de venteo no estará dentro de ninguna edificación, ni a una distancia menor de cinco metros (5 m) a cualquier edificio.				
Art. 295	b) Los extremos del cilindro o cabezales constituirán casquetes esféricos, la soldadura debe ser certificada y cumplir con la norma AWS D1.1;				
Art. 295	d) La masa del tanque tendrá una conexión de puesta a tierra;				
Art. 295	e) Cada tanque llevará adherida a la chapa una placa visible y fácilmente identificable donde figure: el nombre del fabricante, la fecha de fabricación, espesor de la plancha metálica del tanque, capacidad total del tanque y presión máxima permisible;				
Art. 295	f) Previo a su emplazamiento, el exterior del tanque será protegido contra la corrosión del metal;				
Art. 295	g) En el fondo de la fosa se dispondrá una cama de hormigón de por lo menos de diez centímetros (10cm) de espesor, y antes de su fragüe, se asentará el tanque sobre ella;				
Art. 295	h) En el interior de la cámara que contiene el tanque de almacenamiento y alrededor del tanque, existirá un espacio de circulación de cuarenta centímetros (40cm) de ancho como mínimo en todo su perímetro;				
Art. 295	j) Cada tanque o compartimiento independiente del tanque tendrá ventilación con cañería de acero o hierro galvanizado de diámetro interior mínimo de treinta milímetros (30mm) para gasolina, solventes, alcohol, kerosén o similares, y veinte y cinco milímetros (25mm) para otros combustibles;				
Art. 295	k) La cañería de desfogue no podrá tener más de seis (6) codos en su longitud, las vías horizontales estarán unidas en una pendiente del uno por ciento (1%) y las salidas con dirección al tanque;				
Art. 295	l) Luego de su instalación los tanques deben contar con un registro de las fechas de mantenimiento y su responsable;				

Art. 295	m) Bajo ningún concepto los perímetros donde se encuentran ubicados los tanques de almacenamiento de combustible serán utilizados como bodegas.				
NORMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN VEHÍCULOS.					
Art. 325	Los vehículos que transporten combustible y productos químicos peligrosos como: tanqueros, vehículos llamados tráiler, camiones, camionetas, etc., deben portar los extintores correspondientes. Además, tienen la obligación de llevar arista llamas y leyendas pintadas en los vehículos como: COMBUSTIBLE -ININFLAMABLE - PELIGRO- NO FUMAR. Y LA RESPECTIVA SEÑALIZACION EN CASO DE TRANSPORTAR PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS.				
CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO DE REGISTRO Y AUTORIZACIÓN.					
Art. 349	El permiso de funcionamiento tendrá vigencia de un año calendario (1 de enero al 31 de diciembre) exceptuando los permisos ocasionales y es la autorización que el Cuerpo de Bomberos emite a todo local en funcionamiento.				
REGLAMENTO DE OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS. Reglamento Oficial 254 de 02/02/2018.					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
CAPÍTULO I. OBJETO, AMBITO DE APLICACIÓN Y GENERALIDADES.					
Art. 10	Planes de Contingencia.- Los Sujetos de Control deben contar con planes de contingencia y respuesta inmediata aprobados por los órganos competentes; y, equipos adecuados en buenas condiciones operacionales.				
Art. 11	Pólizas de Seguros.- Los Sujetos de Control deben contar con pólizas de seguros, expedidas por una compañía de seguros establecida legalmente en el país y calificada por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros.				
Art. 12	Los días de operación en las actividades de refinación e industrialización, transporte y almacenamiento para la comercialización de derivados de petróleo, Biocombustibles y sus mezclas; y, Gas Natural se inician a las 06:00 de la mañana y terminan a las 06:00 de la mañana del siguiente día, de forma ininterrumpida. Los reportes diarios del control de existencias de los hidrocarburos y su fiscalización deben remitirse a la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburiífero ARCH hasta las 08:00 de la mañana de cada día.				
REGLAMENTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS. Registro Oficial 265 de 13/02/2001.					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
CAPÍTULO III. DISPOSICIONES GENERALES.					
Art. 26	Toda instalación industrial dispondrá de personal profesional capacitado para seguridad industrial y salud ocupacional, así como de programas de capacitación a todo el personal de la empresa acorde con las funciones que desempeña.				
Art. 27	Operación y mantenimiento de equipos e instalaciones.- Se deberá disponer de equipos y materiales para control de derrames así como equipos contra incendios y contar con programas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, especificados en el Plan de Manejo Ambiental.				
Art. 27	Durante la operación y mantenimiento se dispondrá, para respuesta inmediata ante cualquier contingencia, del equipo y materiales necesarios así como personal capacitado especificados en el Plan de Contingencias del Plan de Manejo Ambiental, y se realizarán periódicamente los respectivos entrenamientos y simulacros.				
CAPÍTULO X. COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE DERIVADOS DE PETROLEO PRODUCIDOS EN EL PAÍS E IMPORTADOS.					
Art. 78	e) Junto a las bocas de descarga se instalará una toma a tierra, a la cual será conectado el autotank previo al trasvase del combustible, para eliminar la transmisión de la energía estática;				
Art. 78	f) Los surtidores de combustibles deberán estar ubicados de tal modo que permitan el fácil acceso y la rápida evacuación en casos de emergencia;				

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2251:2013. MANEJO, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y EXPENDIO EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
7	REQUISITOS				
7.1	TRANSPORTE DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS				
7.1.1.2	El tanque de combustible, el marco o chasis del vehículo, sus ejes y muelles deberán estar interconectados metálicamente. En la parte posterior del chasis se dispondrá de una cadena de arrastre de suficiente longitud para que llegue al suelo estando el autotank en circulación, con el objeto de descargar a tierra la electricidad estática que pueda generarse. El tope de la cadena constará de un aditamento o eslabón de bronce.				
7.1.1.3	Cada vehículo deberá disponer de por lo menos dos extintores de polvo químico tipo ABC de 15 kg. de capacidad, en óptimas condiciones de funcionamiento. Los extintores deberán llevar inscrito el número de placa del vehículo y la etiqueta de actualización o carga.				
7.1.1.4	Todo el sistema de escape de gases deberá estar aislado de la alimentación de combustibles al motor, a fin de que el gas sea descargado a la mayor distancia posible de los accesorios de conexiones del tanque. El tubo de escape contará con un arresta llamas técnicamente construido, el cual podrá ser fijo o desmontable.				
7.1.1.6	Las instalaciones eléctricas y cableado, estarán debidamente protegidas mediante tubería rígida y completamente aislada; y, la batería del vehículo, estará colocada en un gabinete protector provisto de una tapa o cubierta aislante.				
7.1.2	REQUISITOS PARA EL TANQUE TRANSPORTADOR.				
7.1.2.1	En los costados del tanque, aparecerá la leyenda "PELIGRO INFLAMABLE"; con el número de la placa correspondiente al vehículo de arrastre.				
7.1.2.1	En la parte posterior del tanque deberá indicarse la capacidad de almacenamiento total en galones.				
7.1.2.1	A los lados y en la parte superior del tanque deberá identificarse la capacidad de almacenamiento de cada compartimiento en galones, de manera coincidente con la ubicación de la boca de llenado.				
7.1.2.2	El tanque llevará inscrita en su parte posterior, las leyendas de seguridad: "PELIGRO INFLAMABLE", "CONSERVE SU DISTANCIA".				
7.1.2.3	Dispondrá también de una placa soldada en la que consten sus principales características como: nombre del fabricante, la norma o código de construcción, material, espesor, fecha de fabricación, capacidad, número de compartimientos, peso, entre otros.				
7.1.2.4	Cada compartimiento de un tanque deberá tener su válvula de descarga debidamente empacada que no permita escape de combustible cuando el vehículo esté en circulación, y válvulas de venteo en la parte superior.				
7.1.2.4	Las tuberías y mangueras al acoplarse deben ajustarse herméticamente. Cada compartimiento dispondrá de salida individual del producto, si esto no sucede el tanquero deberá transportar un solo producto.				
7.1.2.6	Todo tanque estará provisto de defensas metálicas adecuadas para protección ante golpes y de un parachoques posterior como parte integrante del chasis para proteger al mismo en caso de colisión.				
7.1.2.6	Todas las aberturas para llenado, inspección y drenaje deberán estar protegidas mediante guardas colocadas alrededor de la parte superior del tanque de dimensiones entre 200 mm y 300 mm de altura, para fines de protección en caso de volcamiento del vehículo.				
7.1.3	REQUISITOS PARA TRANSPORTISTAS				

7.1.3.4	Conocimiento y aplicación de las normas de operación, seguridad contra incendios y emergencia; y, la aplicación de los instructivos y disposiciones de operación y seguridad de cada terminal o depósito;				
7.1.3.6	Disponer de un botiquín para primeros auxilios y revisar que los extintores se encuentren en perfecto estado de funcionamiento;				
7.1.3.10	Es obligación que el transportista porte la orden de despacho emitida por el terminal o abastecedora respectiva, donde se indique el tipo, cantidad, origen y destino del producto, por compartimiento.				
7.1.3.13	Durante la carga y descarga de combustibles, el transportista ubicará el autotank únicamente en el espacio de estacionamiento destinado para la descarga, desconectando el mando eléctrico y lo asegurará con el freno auxiliar.				
7.1.3.14	Antes de bajar las mangueras, colocará un extintor del tipo polvo químico seco en el piso cerca de la parte posterior del vehículo, y utilizará el sistema de conexión a tierra.				
7.2.	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES				
7.2.1	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES				
7.2.1.6	La capacidad operativa del tanque no debe ser menor que la capacidad nominal, ni mayor que 110% de la capacidad nominal. La longitud del tanque no será mayor que 6 veces su diámetro.				
7.2.1.8	Los tanques de almacenamiento y la tubería, especialmente la enterrada deberán ser protegidos contra la corrosión a fin de evitar contaminación al ambiente por filtraciones de combustibles. Para esto se utilizarán sistemas de revestimiento internos y/o externos de las paredes de los tanques, sistemas de protección catódica (ánodo de sacrificio, corriente impresa) y/u otras alternativas tecnológicas equivalentes.				
7.2.1.10	TANQUES SUPERFICIALES.				
7.2.1.10	a. Los tanques de combustible de instalación superficial deben mantenerse herméticamente cerrados, a nivel del suelo, estar aislados del suelo mediante un material impermeable para evitar filtraciones y contaminación del ambiente, y rodeados de un cubeto o estructura de contención impermeable técnicamente diseñado para el efecto, con un volumen igual o mayor al 110% del tanque.				
7.2.1.10	b. Cuando un grupo de tanques comparta un cubeto, la capacidad de contención será igual o mayor al 110% del tanque mayor, descontando el volumen ya ocupado por los otros tanques.				
7.2.1.10	c. En el caso de que sean tanques sobre superficie contarán con uno de los siguientes sistemas: - sistema retardante de fuego que proteja al tanque de una eventual ignición por al menos dos horas continuas; - sistema de inertización del aire para evitar el fuego; - sistema automático de extinción de fuego, o - sistema equivalente para minimizar el riesgo de incendio y explosión.				
7.2.1.11	TANQUES SUBTERRÁNEOS.				
7.2.1.11	a. Los tanques subterráneos para almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deben ser tanques horizontales, cilíndricos, atmosféricos, con doble pared, provistos de un sistema de monitoreo intersticial de fugas.				
7.2.1.11	b. Los tanques subterráneos serán fabricados de fibra de vidrio y/o planchas metálicas, y debidamente protegidos contra la corrosión.				
7.2.1.11	c. Los tanques serán enterrados a una profundidad mínima de 1 m. Las excavaciones serán rellenadas con material inerte como arena.				
7.2.1.11	d. La masa del tanque tendrá una conexión de puesta a tierra.				
7.2.1.11	e. El diámetro mínimo para entrada de revisión interior será de 600 mm.				
7.2.1.11	f. No es deberá instalación de tanques bajo calzadas, ni en los subsuelos de edificios.				

7.2.1.11	g. Si el caso lo requiere de acuerdo a lo que determine el estudio de suelos, los tanques serán ubicados dentro de una caja formada por muros de contención de mampostería impermeabilizada que evite la penetración de aguas y evite el volcamiento de tierras.				
7.2.1.11	h. En el interior de la cámara que contiene el tanque de almacenamiento y alrededor del tanque, existirá un espacio de circulación de 400 mm de ancho como mínimo en todo su perímetro.				
7.2.1.11	i. Las cavidades que separan los tanques de las paredes de la bóveda serán llenadas con arena lavada o tierra seca compactada hasta una altura de 500 mm del suelo.				
7.2.1.11	j. La cañería de desfogue no podrá tener más de 6 codos en su longitud, las vías horizontales estarán unidas en una pendiente al 1 % y las salidas con dirección al tanque.				
7.2.1.11	k. Bajo ningún concepto los perímetros donde se encuentran ubicados los tanques de almacenamiento de combustible serán utilizados como bodegas.				
7.3	MANEJO DE COMBUSTIBLES.				
7.3.1	CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLES.				
7.3.1.6	TRASIEGO.				
7.3.1.6	Para el trasiego de combustibles líquidos inflamables, desde los autotanques a los depósitos subterráneos en estaciones de servicio o depósitos industriales, se verificará lo siguiente: a) Disponibilidad de mangueras provistas de ajuste hermético, fabricadas de material que no se deteriore por los productos que circulen por ellas, ni que produzcan chispa por roce o golpe.				
7.3.1.6	b) Identificación de bocas de los tubos de llenado de los tanques de almacenamiento en función del tipo de combustible: Gasolina de 92 octanos. Color Blanco Gasolina de 87 octanos. Color Azul Combustible Diesel No. 1. Color Amarillo Combustible Diesel No. 2. Color Amarillo				
7.4	EXPENDIO DE COMBUSTIBLES.				
7.4.5	SEGURIDAD EN EXPENDIO DE COMBUSTIBLES.				
7.4.5.1	En los surtidores que funcionan con bomba sumergible, deberá instalarse una válvula de emergencia, la cual deberá cerrarse automáticamente en el caso de que el surtidor sufra un golpe o volcamiento.				
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
6.1	REQUISITOS ESPECÍFICOS.				
6.1.1.3	Toda empresa que maneje materiales peligrosos debe contar con procedimientos e instrucciones operativas formales que le permitan manejar en forma segura dichos materiales a lo largo del proceso: a) Embalaje. Rotulado y etiquetado. b) Producción c) Carga d) Descarga e) Almacenamiento f) Manipulación g) Disposición adecuada de residuos h) Descontaminación y limpieza.				
6.1.1.4 6.1.1.5	Quienes manejen materiales peligrosos deben garantizar que todo el personal que esté vinculado con la operación cumpla con los siguientes requisitos: Contar con los equipos de seguridad adecuados y en buen estado, de acuerdo a lo establecido en la Hoja de seguridad de materiales.				

6.1.1.4 6.1.1.6	Quienes manejen materiales peligrosos deben garantizar que todo el personal que esté vinculado con la operación cumpla con los siguientes requisitos: Instrucción y entrenamiento específicos, documentados, registrados y evaluados de acuerdo a un programa. Se recomienda que el programa de capacitación incluya como mínimo los siguientes temas: a) Reconocimiento e identificación de materiales peligrosos. b) Clasificación de materiales peligrosos. c) Aplicación de la información que aparece en las etiquetas, hojas de seguridad de materiales, tarjetas de emergencia y demás documentos de transporte. d) Información sobre los peligros que implica la exposición a estos materiales. e) Manejo, mantenimiento y uso del equipo de protección personal. f) Planes de respuesta a emergencias. g) Manejo de la guía de respuesta en caso de emergencia en el transporte.				
6.1.1.4	Quienes manejen materiales peligrosos deben garantizar que todo el personal que esté vinculado con la operación cumpla con los siguientes requisitos: Todo el personal vinculado con la gestión de materiales peligrosos debe tener conocimiento y capacitación acerca del manejo y aplicación de las hojas de seguridad de materiales.				
6.1.2	TRANSPORTISTAS.				
6.1.2.1	Los transportistas deben capacitar a sus conductores mediante un programa anual.				
6.1.2.2	Los transportistas que manejen materiales peligrosos deben contar con los permisos de funcionamiento de las autoridades competentes.				
6.1.2.3	El transportista debe garantizar que los conductores y el personal auxiliar reciban de forma inmediata a su admisión, la inducción de seguridad que abarque los temas específicos de su operación.				
6.1.2.5	Todo vehículo para este tipo de transporte debe ser operado al menos por dos personas: el conductor y un auxiliar. El auxiliar debe poseer los mismos conocimientos y entrenamiento que el conductor. El transportista es responsable del cumplimiento de este requisito.				
6.1.2.8	Los conductores deben contar con licencia de conducir tipo E.				
6.1.2.9	Antes de cada recorrido el transportista debe elaborar y entregar al conductor un plan de transporte, de tal forma que se tenga un control y seguimiento de la actividad. Un plan de transporte debe incluir: a) Hora de salida de origen. b) Hora de llegada al destino. c) Ruta seleccionada. d) Antes de cada recorrido, la empresa que maneje materiales peligrosos, en conjunto con los transportistas deben cumplir la siguiente: - Las jornadas máximas no deben exceder 12 horas (incluyendo la hora de la comida /cena). - La jornada máxima al volante (conducción) no debe exceder 9 horas de manejo.				
6.1.2.10	Los conductores deben tener un listado de los teléfonos para notificación en caso de una emergencia. Este listado debe contener los números telefónicos del transportista, del comercializador, destinatarios y organismos de socorro, localizados en la ruta a seguir.				
6.1.2.11	El transportista debe garantizar que los conductores conozcan las características generales de la carga que se transporta, sus riesgos, grado de peligrosidad, normas de actuación frente a una emergencia y comprobar que la carga y los equipos se encuentren en buenas condiciones para el viaje.				
6.1.2.14	El transportista controlará que los vehículos que transporten materiales peligrosos estén dotados del equipamiento básico destinado a enfrentar emergencias, consistente en al menos de: 1 extintor tipo ABC, con una capacidad de 2,5 kg ubicado en la cabina del vehículo.				
6.1.2.14	2 extintores PQS (Polvo Químico Seco), tipo ABC (u otro agente de extinción aceptable al tipo de carga que transporte) con una capacidad mínima de 9 kg, ubicados en el exterior de la unidad.				

6.1.2.14	Equipo de primeros auxilios.				
6.1.2.14	2 palas, 1 zapapico, 2 escoba.				
6.1.2.14	Fundas plásticas resistentes, cintas de seguridad, kit de cuñas para taponamiento.				
6.1.2.14	Aserrín o material absorbente.				
6.1.2.14	Equipo de comunicación.				
6.1.2.14	Equipo de protección personal adecuado según la hoja de seguridad.				
6.1.2.14	En caso de vehículos tipo cisterna se debe adicionar un arnés con su respectiva línea de vida.				
6.1.5	ETIQUETADO Y ROTULADO.				
6.1.5.2	Rótulos para la identificación de auto tanques, contenedores y otros tipos de transporte al granel: a) Para identificar fácilmente el material peligroso que es transportado, y para advertir a otros del tipo de carga, se deben colocar en los extremos y lados de los tanques, isotanques, furgones, contenedores, auto tanques y camiones plataforma, rombos de la clase de peligro y una placa anaranjada que deberá colocarse junto al rombo, con el número de identificación de cuatro dígitos de las Naciones Unidas (NU), correspondientes al material transportado, o el rombo que incluya en su parte central, la placa de color blanco con el número de identificación de Naciones Unidas (ver Anexos G, I, I-1, I-2, I-3, L).				
6.1.5.2	Rótulos para la identificación de auto tanques, contenedores y otros tipos de transporte al granel: b) En los vehículos de transporte no debe utilizarse el rombo tipo diamante de identificación NFPA - 704, solamente se debe usar en tanques fijos de almacenamiento al granel, ubicados en las áreas exteriores o interiores de las instalaciones.				
6.1.5.3	a) Los rótulos deben estar escritos en idioma español y los símbolos gráficos o diseños incluidos de los rombos deben aparecer claramente visibles				
6.1.5.3	b) Los rótulos deben ser de material reflectivo de alta intensidad o grado diamante y resistente a la intemperie. Para unidades de transporte y contenedores las dimensiones del rombo no deben ser menores de 250 mm por 250 mm con una línea del mismo color que el símbolo, trazada a 12,5 mm del borde en todo el perímetro y paralelo a él y las de la placa de color anaranjado, no deben ser menores de 300 mm de largo por 120 mm de ancho con 10 mm de borde negro, con dígitos negros de un alto no menor de 65 mm.				
6.1.6	VEHÍCULOS.				
6.1.6.1	Los vehículos dedicados al transporte de materiales peligrosos deben cumplir con un mínimo de características especiales:				
c).	Deben disponer de un equipo básico de emergencia para control de derrames.				
e).	Para efectos de limpieza de derrames, el transportista es responsable de que el vehículo cuente con materiales e implementos de recolección. Algunos elementos que pueden ser de ayuda en caso de derrame son: e.1) Paños absorbentes seleccionados de acuerdo a las características de la sustancia. e.2) Cordones o barreras absorbentes seleccionadas de acuerdo a las características de la sustancia a confinar. e.3) Una pala de plástico antichispas. e.4) Bolsas de polietileno de alta densidad, para depositar temporalmente los materiales de los derrames. e.5) Masillas epoxy para reparar fisuras.				
f).	El vehículo debe ir provisto de al menos 2 cuñas o tacos de dimensiones apropiadas al peso del mismo, de un material resistente y que no genere chispas.				
g).	El vehículo debe contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en que se encuentre en movimiento de reversa.				

h).	Todas las partes metálicas del vehículo deben mantener continuidad eléctrica a fin de asegurar una adecuada descarga a tierra, mediante cables flexibles conectados eléctricamente a las partes metálicas, atornillados y conectados a puntos metálicos limpios y pulidos que evidencien buena conductividad eléctrica.				
i).	Ninguna llanta o neumático del vehículo debe tener defectos en las lonas o bandas de rodamiento.				
l).	Los vehículos tipo cisterna deben tener protección del tipo antivuelco que proteja las bocas o tapas superiores de carga, de igual forma estas tapas deben impedir la salida del producto hacia el exterior en caso de vuelco.				
m).	En los vehículos tipo cisterna, la capacidad en litros de cada compartimiento debe estar rotulada en ambos lados a la altura de las tapas o bocas superiores de carga.				
n).	Todo el sistema de válvulas de carga y descarga de vehículos tipo cisterna deben estar equipados con un cubeto (bandeja) de contención libre de fugas con su respectiva válvula de drenaje en el punto más bajo.				
o).	Los mecanismos de operación y las tapas de acople rápido de las válvulas de carga y descarga deben ser asegurados en su posición de cierre durante el transporte, con cadenas o su equivalente.				
p).	Toda válvula o accesorio debe ser soldado al cuerpo de la cisterna, evitando utilizar elementos roscados, aplicando este criterio para cisternas presurizadas y no presurizadas.				
q).	Para cisternas de transporte de líquidos no presurizados, la boca de carga (manhold) debe tener mínimo 40,64 cm de diámetro, excepto para ácidos que debe ser mínimo de 45,72 cm .				
r).	Los sellos, empaques de las válvulas, bocas de carga y descarga y acoples deben ser de un material resistente acorde al producto transportado, asegurándolos de forma adecuada para evitar fugas.				
s).	Todo vehículo tipo cisterna debe tener sus respectivas válvulas de alivio de presión para cada compartimiento, las mismas que deben ser calibradas y revisadas según recomendación del fabricante.				
t).	Toda cisterna debe tener un sistema de protección personal anti caídas, ubicado en la parte superior del tanque.				
u).	Los vehículos que transportan materiales inflamables y no tienen incorporado en el escape el dispositivo de control para evitar la salida de chispas, deben contar con un arresta llamas para colocarlo al final del tubo de escape.				
w).	Deben estar equipados con un tacógrafo digital que incluya un dispositivo de monitoreo satelital por GPS, con un soporte inalterable y factible de ser descargado fácilmente, que permita monitorear, alertar y grabar por medios magnéticos y físicos los parámetros de operación del vehículo. Los registros de estos dispositivos deben quedar en poder del transportista para ser entregados a la autoridad competente cuando sean requeridos.				
6.1.7.10	ALMACENAMIENTO.				
e).	Parqueadero.				
e.1)	Los sitios destinados para parquear los vehículos deben estar orientados hacia la salida.				
e.2)	Debe existir un sitio exclusivo para el estacionamiento de vehículos que transportan materiales peligrosos.				
e.3)	El parqueadero debe estar perfectamente señalizado y contará con el área suficiente de maniobra.				
6.1.7.12	PREVENCIÓN Y PLANES DE EMERGENCIA.				

a).	Planes de prevención.				
	a.1) La empresa debe diseñar e implementar planes y programas de prevención que elimine o reduzca el riesgo asociado a una actividad donde exista la posibilidad de producirse una emergencia. Los planes y programas serán diseñados en función del análisis de riesgos y pueden incluir actividades de: capacitación, entrenamiento, inspecciones planeadas y no planeadas, auditorías, simulacros y eventos de concienciación.				
b).	Planes de emergencia.				
	b.1) El manejo de emergencias es responsabilidad del fabricante, almacenador, comercializador y transportista. Para optimizar estas acciones, se coordinará con los organismos públicos y privados que tengan relación con el tema. Toda empresa debe contar con un plan de emergencia que contenga todos los requisitos establecidos desde el numeral b.1.1 hasta b.1.9.				
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 1781 1991. SURTIDORES PARA DERIVADOS LÍQUIDOS DE PETRÓLEO. REQUISITOS. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
5	REQUISITOS.				
5.4	MANGUERAS.				
5.4.1	Dimensiones. La longitud de la manguera no deberá ser mayor que 8 metros.				
5.4.2	Material. Deberá ser del tipo reforzado, resistente a la deformación permanente y capaz de soportar la presión de trabajo.				
5.5	VÁLVULA DE DESCARGA.				
5.5.2	Debe tener un dispositivo automático que corte el flujo, cuando el nivel del líquido entregado alcance la boca de descarga de la válvula.				
5.6	Fugas o goteo. No deberán existir fugas o goteo en todo el sistema del surtidor hasta la válvula de descarga (pistola).				
5.7	Eliminador de gases. Debe estar situado tan cerca, como sea posible, a los mecanismos de medición, provisto de una tubería de desfogue que conecte con el exterior, la que deberá estar protegida, para evitar obstrucciones accidentales.				
5.8	Indicador de flujo. Entre el bastidor y la manguera, visible al usuario, debe instalarse un elemento que permita verificar el flujo de combustible y su coloración.				
5.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.				
5.10.1	Los conductores eléctricos deben estar protegidos dentro de una tubería de material aislante, los empalmes deben realizarse en cajas de conexiones, con sistemas mecánicos de sujeción para evitar chispas eléctricas.				
5.10.2	Todas las instalaciones eléctricas deben tener conexión a tierra.				
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA CPE INEN 019 2001. CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
514-5	DESCONEXIÓN DE LOS CIRCUITOS.				
a).	Generalidades. Todos los equipos que terminen o atraviesen los surtidores, incluidos los de sistema de bombeo remoto, deben estar dotados con un interruptor u otro medio aceptable claramente identificado y fácilmente accesible, ubicado lejos de los surtidores para desconectar simultáneamente de su fuente de alimentación todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra si lo hubiera. Todo el alambrado de control de una bomba remota desde dispositivo dispensador se debe separar de cada otro por un medio que elimine la retroalimentación a este alambrado en cualquier momento.				

b).	Estaciones de autoservicio atendidas. Los controles de emergencia especificados en el anterior apartado a) se deben instalar en un lugar aceptable para la autoridad con jurisdicción, pero nunca a más de 30 m de los surtidores.				
514-16	Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión.				
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 739 2016. EXTINTORES PORTÁTILES. INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y RECARGA.					
ARTÍCULO NUMERAL	ACTIVIDAD	INSPECCIÓN			OBSERVACIONES
		C	NC	NA	
4.1	INSPECCIÓN				
4.1.1	FRECUENCIA DE LA INSPECCIÓN.				
4.1.1.2	Los extintores de incendio deben inspeccionarse a intervalos que no excedan los 31 días.				
4.1.3.1	Los registros de las inspecciones deben mantenerse en una tarjeta o rótulo fijado al extintor, o sobre una lista de verificación de inspección que se mantenga en un archivo.				
4.1.3.3	Se debe mantener los registros de los extintores revisados, incluyendo aquellos que requieren acción correctiva.				
4.2.4.1	Cada extintor debe tener una etiqueta o rótulo fijado con seguridad, que indique qué mantenimiento fue realizado y como mínimo, debe identificar lo siguiente: a) mes y año en que el mantenimiento fue realizado, b) persona que realizó el trabajo, c) nombre de la entidad que realizó el trabajo.				
4.2.5.1	Cada 6 años, los extintores de incendio de presión almacenada que requieren prueba hidrostática de 12 años, deben ser vaciados y sujetos a los procedimientos aplicables de mantenimiento interno y externo que se detallan en el manual de servicio del fabricante y en esta norma.				
4.2.5.6	Rótulo de mantenimiento interno de seis años. Los extintores que pasan el mantenimiento aplicable de 6 años del 4.2.5.1, deben tener el registro de la información de mantenimiento en un rótulo a prueba de agua de un mínimo de 51 mm x 89 mm.				
4.2.5.6.3	El rótulo de mantenimiento interno de 6 años debe como mínimo identificar lo siguiente: a) mes y año en que la inspección interna de 6 años fue realizada, b) persona que realizó el trabajo, c) nombre de la entidad que realizó el trabajo.				

Fuente de información: normativa vigente. Elaboración: Richard Gálvez.

4.5. APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE CUMPLIMIENTO TÉCNICO Y LEGAL PARA PREVENIR EL RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

De acuerdo a lo establecido en el cuarto objetivo del presente trabajo de investigación, se aplicó la Matriz de Cumplimiento Técnico y Legal a todas las estaciones de combustible del cantón Loja, obteniendo los siguientes resultados:

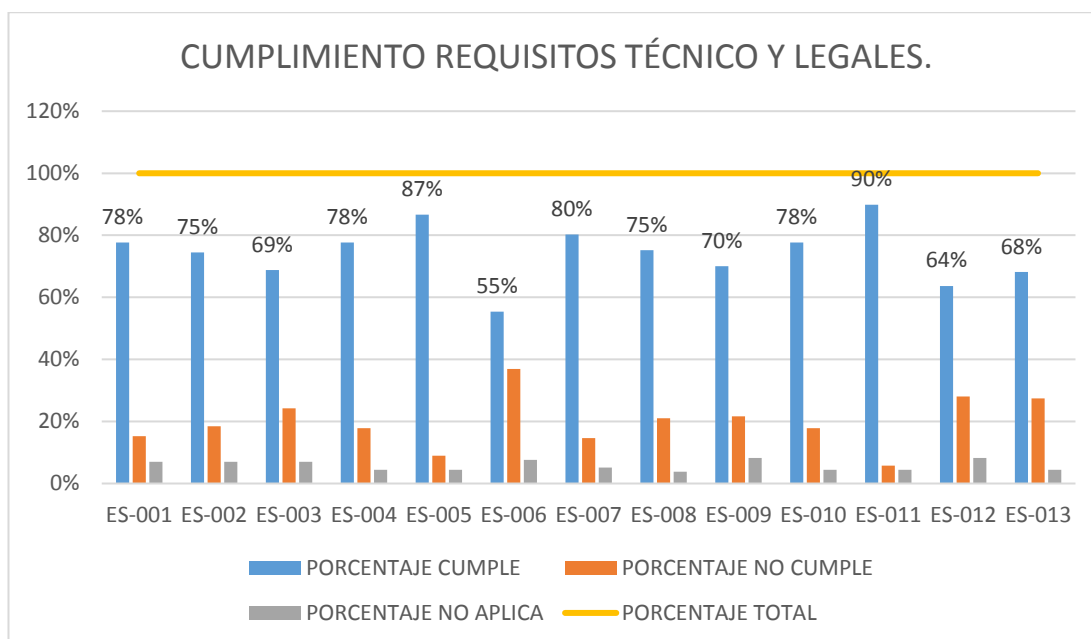


Figura 22 Cumplimiento técnico y legal de las estaciones de combustible del cantón Loja. Fuente de información: levantamiento en campo. Elaboración: Richard Gálvez.

5. CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.

El cantón Loja cuenta entre los riesgos principales de sus actividades económicas, la distribución y comercialización de combustibles debido a la cantidad que se almacena y la ubicación de las estaciones de servicio dentro del área urbana y periférica de la ciudad.

Es así, que mediante las encuestas realizadas en cada una de las estaciones de combustible se determina que las mismas en su mayoría cuentan con más de 20 años de operación lo cual sumado al crecimiento de la ciudad, las mismas se encuentran operando en zonas residenciales, lugares cercanos a sitios de afluencia masiva de gente, tales como iglesias, parques, comercios, empresas, centros educativos, etc.

Asimismo, dentro de los resultados de las encuestas se expone la falta de requerimientos básicos de seguridad industrial en ciertas estaciones de combustible como reglamentos internos, identificación y evaluación de riesgos laborales, personal con formación en seguridad industrial que se encuentre como responsables de los procesos internos, brigadas de emergencia, simulacros ejecutados. Lo anteriormente mencionado, ha tenido como consecuencia que dos de las trece estaciones de combustible hayan tenido en algún momento de su operación incendios o explosiones lo cual ha dado como resultado personas e infraestructura afectadas.

En lo concerniente a la evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión a través del Índice DOW, todas las estaciones de combustible tuvieron como resultado un grado de peligro GRAVE, mismo que es la categoría mal alta dentro de la presente metodología. Los valores obtenidos del Índice de Incendio y Explosión IIE, superan mayoritariamente al umbral inferior del presente grado de peligro que es de 159 puntos. En todos los casos se cuenta con un 68% de probabilidad de ocurrencia de un accidente mayor con incendio y/o explosión.

La estación de servicio ES-001, es la que mayor cantidad de combustible almacena y es la que cuenta con el mayor Factor de Riesgo de la Unidad (F3) y el Índice de Incendio y Explosión IIE, asimismo, la estación ES-013 es la que menor cantidad de combustible almacena y cuenta con el menor Factor F3 y IIE; no obstante, no hay una relación directamente proporcional entre estos valores, ya que por ejemplo en el caso de la estación ES-006, es la segunda con menor capacidad de almacenamiento de combustible y sin embargo tiene valores elevados en lo que corresponde al Factor F3 y IIE.

Entre las principales variables que se toma en cuenta en la metodología del Índice DOW y que influencia en los valores elevados del IIE en las estaciones de combustible se cuenta con las siguientes:

- ✓ Los sistemas de drenaje de las estaciones de combustible y en especial las zonas de descarga al momento de un incendio, rebasaría su capacidad entre la mezcla de combustibles con el agua utilizada para aplacar el flagelo, lo que provocaría un mayor riesgo a la estación de servicio como tal y al área aledaña.
- ✓ La transferencia y manejo de las sustancias al momento de descargar los tanqueros en las estaciones combustible recibe una penalidad alta si no es realizado con todas las medidas de seguridad y protocolos establecidos.

En lo concerniente a la aplicación del software ALOHA para identificación de las zonas de afectación en caso que se presente un tipo de accidente BLEVE en la descarga de los tanqueros, existiría un daño potencial en las personas que se encuentren dentro de un radio que va en el caso menor para la estación ES-013 de 249 m. hasta el mayor radio con la estación ES-008 es de 339 m. La mayoría de estaciones de servicio se encuentran entre los 253 m. y 288 m. de radio dentro de la zona roja.

En lo que respecta la zona naranja con potencial daño de quemaduras de segundo grado con 60 segundos de exposición, existen radios que van desde los 288 m. en el caso de las estaciones ES-001 y ES-002 hasta 480 m. en la estación ES-008. Asimismo, siete de las trece estaciones tienen un radio de influencia de 358 m.

En la zona amarilla que se presentaría dolor en las personas expuestas en más 60 segundos, se ha tenido como resultados radios que van desde los 551 m. en caso de la estación ES-013 hasta el valor más alto que es en la estación ES-008 con 749 m. En el resto de estaciones se presentan valores de 636 m. y 560 m.

Dentro de las variables que presentan mayor influencia en el cálculo con el software ALOHA se encuentran las siguientes:

- ✓ Las propiedades de inflamabilidad propias de la gasolina.
- ✓ La capacidad de almacenamiento y manejo de combustible en un determinado momento.

Los resultados demuestran que siete de las trece estaciones de combustible se encuentran ubicadas en el casco urbano de la ciudad de Loja, con aproximadamente 100 m. de lugares de afluencia de personas. A continuación, se detallan los lugares que tienen mayor presencia alrededor de las estaciones de servicio:

Domicilios.

Centros Educativos.

Restaurantes.
Hoteles.
Parques.
Hospitales y Clínicas.
Oficinas e Instituciones Públicas.

Seis de las trece estaciones de combustible se encuentran en zonas periféricas en las que comparten el territorio con domicilios, empresas, comercios.

En relación al cumplimiento del cuarto objetivo, se realizó un análisis integral de toda la normativa vigente y de cumplimiento obligatorio relacionada con seguridad y prevención de incendios y explosiones y se diseñó una matriz que consta de 157 ítems de verificación relacionados a: seguridad industrial, sistemas contraincendios, medidas para prevenir o mitigar los derrames de hidrocarburos, señalética, medidas de los tanqueros, capacitaciones requeridas, sistemas eléctricos en estaciones de combustible, características de los tanques de almacenamiento, planes de emergencia y contingencia, etc.

Una vez que se contó con la Matriz de cumplimiento técnico y legal se procedió a aplicarla en cada una de las trece estaciones de combustible, teniendo como resultado que el cumplimiento más deficiente es para la estación ES-006 con 55% y el mayor cumplimiento es para la estación ES-011 con el 90%. El resto de estaciones de combustible varía su cumplimiento entre el 60% y 70%.

Finalmente, es necesario realizar el análisis entre los principales datos obtenidos de la investigación en cada estación de combustible, esto es: el Índice de Incendio y Explosión IIE, la zona roja identificada con el software ALOHA (zona con mayor daño causado a las personas e infraestructura colindante) y el porcentaje de cumplimiento técnico legal de las estaciones:

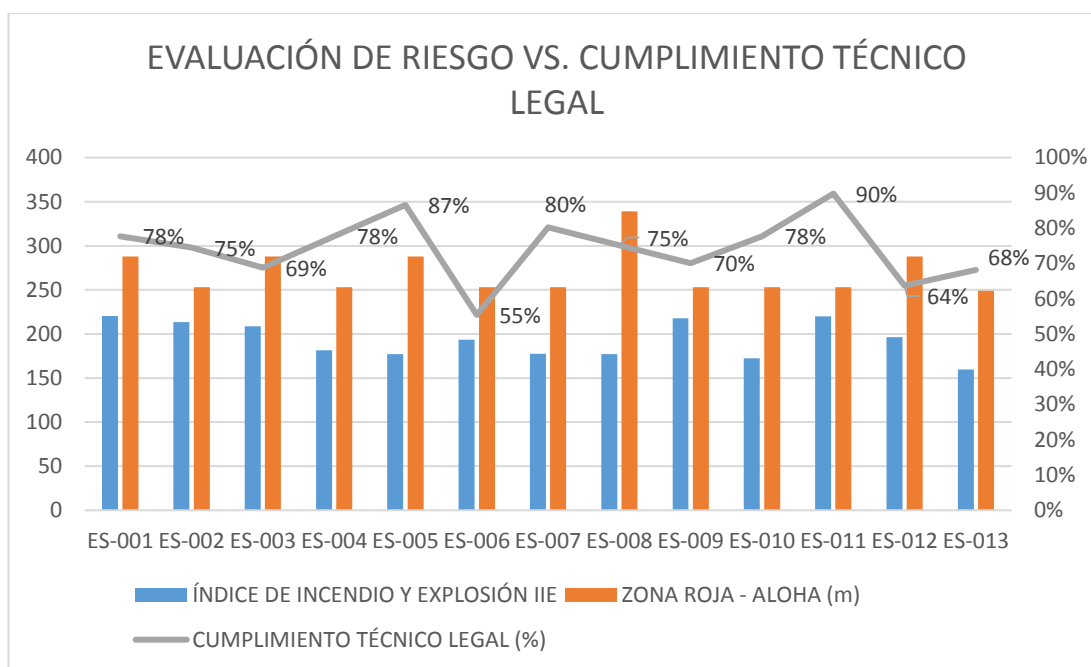


Figura 23 Evaluación de riesgo vs. Cumplimiento técnico y legal de las estaciones de combustible del cantón Loja.

Fuente de información: levantamiento en campo. Elaboración: Richard Gálvez.

La estación ES-006 que cuenta con el menor cumplimiento de los requisitos técnicos y legales tiene un radio de 253 m. en la zona roja de mayor afectación para el entorno, lo cual incluye dentro de la zona un hospital, restaurantes y comercios, debido a que se encuentran para tener una referencia a aproximadamente 10 cuadras del parque central de la ciudad de Loja.

Por otro lado, la estación ES-001 cuenta con el mayor número respecto al Índice de Incendio y Explosión (220.34) y sin embargo cuenta con un 78% de cumplimiento de las normas técnico y legales vigentes; lo mismo ocurre con la estación ES-009 misma que cuenta con el tercer mayor puntaje de IIE (217.7) y su porcentaje de cumplimiento técnico y legal no pasa del 70%. Ambas estaciones se encuentran en la vía Loja – Catamayo, rodeadas de comercios, centros educativos y domicilios.

El porcentaje de cumplimiento de la normativa técnico legal de las estaciones de combustible es deficiente en relación al riesgo al que están expuestos los trabajadores, usuarios y personas que se encuentran a los alrededores.

6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

- ✓ Mediante la aplicación de la metodología del Índice DOW para la evaluación de riesgos de incendios y explosiones en las estaciones de combustible del cantón Loja, se determina que todas las estaciones tienen un grado de peligro GRAVE, siendo esta la categoría más alta de la metodología utilizada, con Índices de Incendio y Explosión IIE que van desde los 159,68 hasta 220,34, tomando en cuenta que 159 es el umbral inferior de la presente categoría de peligro. Asimismo, la metodología determina que existe un 68% de probabilidad de ocurrencia de incendio y/o explosión en todas las estaciones de combustible analizadas.
- ✓ Con la implementación del software ALOHA al proceso de descarga de gasolina del camión cisterna en caso de un accidente de tipo BLEVE se determina que existiría una amenaza dentro de los primeros 60 segundos de daño potencialmente grave (zona roja) a las personas en un radio que va desde los 249 m. hasta los 339 m. alrededor de las estaciones de combustible del cantón Loja. Asimismo, se presentarían quemaduras de segundo grado (zona naranja) a las personas que se encuentren entre los 288 m. hasta los 358 m. alrededor de las estaciones, y tendrían dolores (zona amarilla) para las personas que se encuentren en un radio de 551 m. hasta 749 m. alrededor de las estaciones de combustible estudiadas. La zona de seguridad estaría entre los 613 m. y 834 m.
- ✓ Siete de las trece estaciones de combustible se encuentran operando en el casco urbano de la ciudad de Loja y dentro de los radios determinados por el programa ALOHA se encuentran domicilios, centros educativos, restaurantes, hoteles, parques, hospitales y clínicas, oficinas e instituciones públicas, etc., es decir existe un riesgo grave que en caso de un accidente de incendio y/o explosión existan muchas personas perjudicadas. Por otro lado, seis de las trece estaciones de combustible se encuentran en zonas periféricas en las que comparten el territorio con domicilios, empresas, comercios.
- ✓ El país cuenta con normativa técnica y legal relacionada a la seguridad y prevención de incendios y explosiones en estaciones de combustible, sin embargo no existe un cumplimiento adecuado de la referida normativa por parte de las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja, ya que los porcentajes de cumplimiento van desde el 55% hasta una sola estación que cuenta con el 90%, el resto tienen un promedio de cumplimiento del 74%, resultados que resultan deficientes en relación a la cantidad de personas e infraestructura amenazada y al nivel de riesgo grave en la cual se encuentran las estaciones de combustible.

6.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Se recomienda a los propietarios de las estaciones de combustible mejorar sus procedimientos e implementar todas las medidas que establece la normativa vigente en relación a la seguridad y prevención de incendios y explosiones, ya que de lo analizado mediante las encuestas, no existe un cumplimiento total ni siquiera de las normas básicas de seguridad y salud ocupacional.
- ✓ Las autoridades competentes deberán mejorar los procesos de control que permitan prevenir algún accidente mayor relacionado a incendios y explosiones en las estaciones de combustible, a través del cumplimiento integral de la normativa vigente. Así también, aplicar la presente matriz de cumplimiento técnico legal de manera bimensual para tener un control constante del cumplimiento y prevenir algún accidente mayor, esto, complementado con visitas sorpresivas y frecuentes.
- ✓ Se recomienda que se implemente como herramientas de control la evaluación de riesgos mediante el Índice Dow y las inspecciones con la matriz de cumplimiento técnico y legal, con una frecuencia alta de inspecciones hasta que se logre disminuir el nivel de riesgo de las estaciones.
- ✓ Se recomienda que las autoridades locales aprueben una ordenanza específica para la regulación y control de las estaciones de combustible debido al alto riesgo que generan en ciertas zonas de la ciudad de Loja. El mencionado cuerpo legal deberá tomar en cuenta la prohibición de construir lugares de afluencia de personas cerca de las estaciones de combustible existentes, así como la ubicación en lugares adecuados de las nuevas estaciones que se construyan en el futuro, y medidas adicionales de seguridad especialmente en el mayor riesgo que se genera, como es la descarga de los camiones cisternas.
- ✓ Tomar en cuenta dentro de los planes de emergencia por parte de los propietarios de las estaciones y los entes de control, las áreas de afectación y zonas de seguridad establecidas mediante el software ALOHA para que permitan prevenir lo más apegados a la realidad, el daño a las personas e infraestructura.
- ✓ Para disminuir el riesgo de incendio o explosión mediante el Índice DOW, se recomienda mejorar el sistema de drenaje de las estaciones de combustible, ya que acorde a la metodología utilizada, si el sistema de drenaje no abastece en un accidente para evacuar a un lugar seguro al combustible derramado y el agua producto de la sofocación del incendio, eleva drásticamente el riesgo.

- ✓ Según la información recopilada en las encuestas y visitas a las estaciones de servicio, existe capacitación y preparación del personal que se encuentra laborando en las estaciones, sin embargo, se recomienda también tomar en cuenta a las personas colindantes en ciertos tipos de capacitación o en los planes de evacuación, para que la población se encuentre preparada ante un accidente mayor.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abreu, J., & Godoy, L. (2011). Investigación de causas de explosiones en una planta de almacenamiento de combustible en Puerto Rico. *Revista Internacional de Desastres Naturales e Infraestructura Civil*, 11.
- Agencia de Protección Ambiental U.S. (2007). *Manual de Usuario ALOHA 2007*.
- Agencia de Protección Ambiental U.S. (2018). ALOHA. Retrieved from www.epa.gov/cameo/aloha-software. 2019
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. *Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero*, ARCH. , (2011).
- Centro de Entrenamiento Móvil de Incendios CEMI. (2012). *Manual de Incendios Estructurales*.
- Ciudad-Real, L., & Acero, J. (2009). *Manual de Procedimientos “Índice de Incendio y Explosión DOW.”*
- Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo. *RESOLUCIÓN-CISHT-001-2018.pdf*. , (2018).
- Diario El Comercio. (2015). 1062 gasolineras para tanquear en Ecuador. Retrieved April 30, 2019, from 2015 website: <https://especiales.elcomercio.com/2015/10/gasolineras/#ubicacion>
- Empresa Municipal Cuerpo de Bomberos de Ambato EP. (2018). Métodos de Extinción del Fuego. Retrieved from <https://www.embaep.gob.ec/metodos-de-extincion/>
- Hernández, R., García, S., Hernández, F., Chuncho, G., & Alvarado, V. (2018). El ruido vehicular : un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 08.
- Ingeniería en Tecnología Ambiental. (2007). *Manual de Usuario ALOHA 2007 en español*.
- Instituto Americano de Ingenieros Químicos. (1994). *Guía de Clasificación del Índice DOW de Incendio y Explosión* (Vol. 7).
- Instituto Americano del Petróleo. *API Standard 521*. , (2014).
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1980). *ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN*.
- Julián, P., & Merino, M. (2018). Definición de Comburente. Retrieved from <https://definicion.de/comburente/>
- LAARCOM CIA. LTDA. (2019). Tipos de Incendio. Retrieved from <https://www.laarcom.com/tipos-de-incendio> website: <https://www.laarcom.com/tipos-de-incendio>
- Ministerio de Empleo y Seguridad Social España. (2015). Guía básica sobre prevención de incendios. *FREMAP*.
- Municipio de Loja. *Ordenanza de Institucionalización del Cuerpo de Bomberos de Loja*. , (2011).
- Municipio de Loja. (2014). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de Loja 2014-2022*.

Retrieved from <https://www.loja.gob.ec/>

Orduña, M., & Domínguez, R. (2017). *El Análisis de Riesgos y sus metodologías de acuerdo a la norma NOM-028-STPS-2012*.

Organización Internacional del Trabajo OIT. (2018). Seguridad y salud en el trabajo.

Retrieved April 30, 2019, from <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--es/index.htm>

Pérez, J., & Gardey, A. (2012). Definición de Explosión. Retrieved from Definición de explosión website: <https://definicion.de/explosion/>

Pérez, J., & Merino, M. (2014). Definición de Incendio. Retrieved from Definición de incendio website: <https://definicion.de/incendio/>

Revista Ekos. (2017). Seguridad y Salud Ocupacional en 2017. 2017. Retrieved from <https://www.ekosnegocios.com/negocios/verarticulocontenido.aspx?idart=8557>

Servicios de Salud y Riesgos Laborales. *Ficha de Prevención: Medios de Extinción de Incendios*. , (1991).

7.1. REFERENCIAS LEGALES.

- ✓ LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 815 de 19/04/1979.
- ✓ REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Registro Oficial 114 de 02/04/2009.
- ✓ REGLAMENTO DE OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS. Reglamento Oficial 254 de 02/02/2018.
- ✓ REGLAMENTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS. Registro Oficial 265 de 13/02/2001.
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2251:2013. MANEJO, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y EXPENDIO EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS. (OBLIGATORIEDAD DE CUMPLIMIENTO DEBIDO AL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 1781 1991. SURTIDORES PARA DERIVADOS LÍQUIDOS DE PETRÓLEO. REQUISITOS. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA CPE INEN 019 2001.CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA).
- ✓ NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 739 2016. EXTINTORES PORTÁTILES. INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y RECARGA.

8. ANEXOS.**Anexo 1. Modelo de encuesta desarrollada en las estaciones de combustible del cantón Loja.**

ENCUESTA EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA.

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA.

DATOS GENERALES	
CÓDIGO COMBUSTIBLE:	ESTACIÓN
CARGO:	
SEXO:	
EDAD:	

La presente encuesta es de carácter confidencial y todos los datos recopilados serán usados exclusivamente con fines investigativos.

- 1) Años de operación de la estación de servicio: ()
- 2) Número de trabajadores que constan en nómina de la estación: ()
- 3) ¿Cuenta la estación de servicio con el Reglamento Interno de Higiene y Seguridad y su correspondiente aprobación?

SI () NO ()
- 4) ¿Cuenta con una identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales por puestos de trabajo?

SI () NO ()
- 5) ¿Cuenta con un Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo?

SI () NO ()
- 6) ¿El personal cuenta con Equipo de Protección Personal?

SI () NO ()
- 7) ¿Cuenta con Responsables o Brigadas de Emergencia?

SI () NO ()
- 8) ¿Cuenta la estación de servicio con sistema contra incendios? Detalle los sistemas.

SI () NO ()

.....

.....

.....

.....
- 9) ¿La estación de servicios cuenta con procedimientos para descarga de los tanqueros?

SI () NO ()
- 10) ¿Existen lugares en los cuales concurra bastantes personas a unos 100 m. de la estación de servicio, tales como: iglesias, escuelas, centros comerciales, mercados, parques, empresas, etc.?

- SI () NO ()
- 11) ¿Ha sufrido alguna vez un incendio o explosión en la estación de servicio durante su operación?
- SI () NO ()
- 12) ¿Han existido personas heridas o fallecidas por un evento de incendio o explosión?
- SI () NO ()
- 13) ¿Han ocurrido derrames de combustible en la estación de servicio?
- SI () NO ()
- 14) ¿Cuenta con un Plan de Emergencia y Contingencia?
- SI () NO ()
- 15) ¿Se ha realizado capacitaciones en el presente año para actuar ante incendio o explosión?
- SI () NO ()
- 16) ¿Se ha realizado un simulacro en el último año?
- SI () NO ()
- 17) ¿Se ha realizado de parte del Cuerpo de Bomberos una inspección durante el último año?
- SI () NO ()
- 18) ¿La ARCH realiza inspecciones anuales respecto a seguridad de incendio y explosión?
- SI () NO ()

Anexo 2. Hojas de cálculo utilizado para el Índice DOW.

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-001		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluador	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)			2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80		0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00		0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95		0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50		0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00		2,20
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70		0,69
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00		0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75		0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50		0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00		0,00

L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F_2)		5,86
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD ($F_1 * F_2$) = F_3	13,77	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN ($F_3 * MF$) = IIE	220,34	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F_3)	13,77
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	220,34
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-002		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F_1)			2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00

C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad		
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,10
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,61
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F_2)		5,68
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD ($F_1 * F_2$) = F_3	13,35	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN ($F_3 * MF$) = IIE	213,57	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F_3)	13,35
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	213,57
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-003		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluador	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00	1,00	

A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25	0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40	0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85	0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90	0,00
E. Acceso	0,35	0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50	0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)		2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
FACTOR BASE	1,00	1,00
A. Temperatura del proceso		
1. Superior al punto de inflamación	0,30	0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60	0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75	0,00
B. Presión baja	0,50	0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad		
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,00
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,58
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,55
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	13,04	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	208,68	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	13,04
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	208,68
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-004		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	12/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F ₁)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80		0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00		0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95		0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50		0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00		2,10
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70		0,60
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00		0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75		0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50		0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00		0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15		0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50		0,00

FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F_2)		5,67
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD ($F_1 * F_2$) = F_3		11,34
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN ($F_3 * MF$) = IIE		181,44
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F_3)	11,34
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	181,44
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 46.3 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 46.3 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-005		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	12/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F_1)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			

1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,00
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,57
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,54
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	11,08	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	177,28	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F3)	11,08
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	177,28
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 45 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 45 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-006		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluador	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00	1,00	
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25	0,00	

B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40	0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85	0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90	0,00
E. Acceso	0,35	0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50	0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)		2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
FACTOR BASE	1,00	1,00
A. Temperatura del proceso		
1. Superior al punto de inflamación	0,30	0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60	0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75	0,00
B. Presión baja	0,50	0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad		
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	1,70
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,48
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,15
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	12,10	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	193,64	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	12,10
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	193,64
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 49.4 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 49.4 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-007		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	12/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F ₁)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80		0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00		0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95		0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50		0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00		2,00
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70		0,58
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00		0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75		0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50		0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00		0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15		0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50		0,00

FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F_2)		5,55
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD ($F_1 * F_2$) = F_3	11,10	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN ($F_3 * MF$) = IIE	177,60	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F_3)	11,10
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	177,60
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 45.7 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 45.7 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-008		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluator	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	12/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F_1)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			

1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,00
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,57
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,54
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	11,08	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	177,28	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	11,08
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	177,28
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 45 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 45 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-009		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluador	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00	1,00	
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25	0,00	

B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40	0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85	0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90	0,00
E. Acceso	0,35	0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50	0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)		2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
FACTOR BASE	1,00	1,00
A. Temperatura del proceso		
1. Superior al punto de inflamación	0,30	0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60	0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75	0,00
B. Presión baja	0,50	0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad		
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,20
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,62
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,79
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	13,61	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	217,70	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	13,61
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	217,70
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-010		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	12/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80		0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00		0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95		0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50		0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00		1,90
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70		0,52
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00		0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75		0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50		0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00		0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15		0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50		0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)			5,39

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD ($F_1 * F_2$) = F_3	10,78
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN ($F_3 * MF$) = IIE	172,48
GRADO DE PELIGRO IIE	GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F_3)	10,78
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	172,48
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 44 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 44 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA			
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-011		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluator	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,85
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F_1)			2,35
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30

3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,20
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,68
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,85
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	13,75	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	219,96	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	13,75
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	219,96
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW		
Ciudad	Loja		
Código Estación de Servicio	ES-012		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	11/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00	1,00	
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25	0,00	
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40	0,00	
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85	0,85	
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90	0,00	
E. Acceso	0,35	0,00	

F. Desagües	0.25 - 0.50	0,25
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)		2,10
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO		
FACTOR BASE	1,00	1,00
A. Temperatura del proceso		
1. Superior al punto de inflamación	0,30	0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60	0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75	0,00
B. Presión baja	0,50	0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad		
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50	0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30	0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80	0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00	0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95	0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50	0,00
G. Cantidad de material inflamable		
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00	2,20
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70	0,68
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00	0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75	0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50	0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00	0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15	0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50	0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)		5,85
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃	12,29	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE	196,56	
GRADO DE PELIGRO IIE		GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F ₃)	12,29
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	196,56
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 50 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 50 m.	

NIVEL DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLE DEL CANTÓN LOJA	
Metodología Utilizada	ÍNDICE DOW
Ciudad	Loja

Código Estación de Servicio	ES-013		
Unidad del Proceso	Descarga de combustible en estación de servicio		
Material Químico	Combustible		
Evaluable	Richard Gálvez González		
Fecha Evaluación	13/07/2019		
FACTOR MATERIAL (FM)			16,0
1. RIESGOS GENERALES DEL PROCESO	Penalización		
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Reacciones exotérmicas	0.30 - 1.25		0,00
B. Reacciones endotérmicas	0.20 - 0.40		0,00
C. Transferencia y manejo materiales	0.25 - 0.85		0,50
D. Unidades de proceso cerradas	0.30 - 0.90		0,00
E. Acceso	0,35		0,00
F. Desagües	0.25 - 0.50		0,50
FACTOR DE RIESGOS GENERALES DEL PROCESO (F₁)			2,00
2. RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO			
FACTOR BASE	1,00		1,00
A. Temperatura del proceso			
1. Superior al punto de inflamación	0,30		0,30
2. Superior al punto de ebullición	0,60		0,00
3. Superior al punto de autoignición	0,75		0,00
B. Presión baja	0,50		0,00
C. Operación en o cerca condiciones inflamabilidad			
1. Líquidos inflamables almacenados en tanques en el exterior	0,50		0,00
2. Alteración del proceso o fallo de purga	0,30		0,30
3. Siempre en condiciones de inflamabilidad	0,80		0,80
D. Explosión de polvo	0.25 - 2.00		0,00
E. Presión de tarado	0.15 - 1.95		0,17
F. Temperatura baja	0.20 - 0.50		0,00
G. Cantidad de material inflamable			
1. Líquidos o gases en procesos	0.15 - 3.00		1,57
2. Líquidos o gases almacenados	0.10 - 1.70		0,45
3. Sólidos combustibles almacenados	0.10 - 4.00		0,00
H. Corrosión y erosión	0.10 - 0.75		0,10
J. Fugas por uniones y empaquetaduras	0.10 - 1.50		0,30
K. Uso de calentadores con llama abierta	0.10 - 1.00		0,00
L. Sistema intercambio térmico con aceite caliente	0.15 - 1.15		0,00
M. Compresores, bombas y equipos rotativos	0,50		0,00
FACTOR DE RIESGOS ESPECIALES DEL PROCESO (F₂)			4,99
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F₁ * F₂) = F₃		9,98	
ÍNDICE DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (F₃ * MF) = IIE		159,68	
GRADO DE PELIGRO IIE			GRAVE

FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD (F3)	9,98
FACTOR MATERIAL (MF)	16,0
FACTOR DE DAÑO (FD)	0,68
IIE	159,68
RADIO DE EXPOSICIÓN (RE)	MÁS DE 41.5 m
CONCLUSIÓN: La estación de servicio tiene un grado de peligro de incendio y explosión GRAVE, con un 68% de probabilidad de daño y un radio de exposición de más de 41.5 m.	

Anexo 3. Recopilación de datos arrojados por el software ALOHA 5.4.7.

ES-001

```

Building Air Exchanges per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)
Time: July 15, 2019 1500 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2                      Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm  AEGL-2 (60 min): 800 ppm  AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
IDLH: 500 ppm           LEL: 12000 ppm           UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 71.9° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
Ambient Saturation Concentration: 106,027 ppm or 10.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 1.55 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest          Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 16.14° C                   Stability Class: B
No Inversion Height                         Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
SLEEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 1.80 meters                  Tank Length: 8.92 meters
Tank Volume: 22.7 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 16.14° C
Chemical Mass in Tank: 16,014 kilograms
Tank is 80% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
Fireball Diameter: 136 meters               Burn Duration: 10 seconds
Pool Fire Diameter: 31 meters               Burn Duration: 41 seconds
Flame Length: 57 meters

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 288 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 408 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 436 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

```

ES-002

```

Building Air Exchanges Per Hour: 0.36 (unsheltered single storied)
Time: September 11, 2019 1030 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2                      Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm  AEGL-2 (60 min): 800 ppm  AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
IDLH: 500 ppm           LEL: 12000 ppm           UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 72.3° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.083 atm
Ambient Saturation Concentration: 105,865 ppm or 10.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 1.55 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest          Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16.4° C                   Stability Class: B
No Inversion Height                         Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
SLEEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 1.5 meters                  Tank Length: 8.58 meters
Tank Volume: 15.2 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 16.4° C
Chemical Mass in Tank: 10,494 kilograms
Tank is 80% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
Fireball Diameter: 119 meters               Burn Duration: 9 seconds
Pool Fire Diameter: 26 meters               Burn Duration: 41 seconds
Flame Length: 49 meters

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 559 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

```

ES-003

Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 18, 2019 1523 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.1° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 105,291 ppm or 10.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.80 meters Tank Length: 8.92 meters
 Tank Volume: 22.7 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 14,014 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 136 meters Burn Duration: 10 seconds
 Pool Fire Diameter: 31 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 37 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 288 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 408 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 636 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-004

Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 18, 2019 1015 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.2° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 104,937 ppm or 10.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.58 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 10,497 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 119 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 26 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 49 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 560 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-005

Building Air Exchanges Per Hour: 0.38 (unsheltered single storied)
 Time: September 19, 2019 0930 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 32 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 71.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 106,173 ppm or 10.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.50 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.80 meters Tank Length: 8.92 meters
 Tank Volume: 22.7 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 16,014 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 136 meters Burn Duration: 10 seconds
 Pool Fire Diameter: 31 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 57 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 288 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 408 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 636 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-006

Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 19, 2019 1530 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 32 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 71.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 106,173 ppm or 10.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.50 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: C
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.80 meters Tank Length: 8.92 meters
 Tank Volume: 22.7 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 16,014 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 136 meters Burn Duration: 10 seconds
 Pool Fire Diameter: 31 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 57 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 288 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 408 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 636 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-007

Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 20, 2019 0910 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENIENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.3° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 104,482 ppm or 10.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 SLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.55 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 10,697 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 119 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 26 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 49 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 560 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-008

Building Air Exchanges Per Hour: 0.38 (unsheltered single storied)
 Time: September 20, 2019 1618 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENIENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.1° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 105,160 ppm or 10.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 SLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.7 meters Tank Length: 14.7 meters
 Tank Volume: 37.9 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 26,742 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 161 meters Burn Duration: 11 seconds
 Pool Fire Diameter: 41 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 67 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 339 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 480 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 749 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-009

Building Air Exchanges per Hour: 0.37 (unheated single storied)
 Time: September 16, 2019 1631 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.1° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 105,356 ppm or 10.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: C
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.55 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 10,697 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 119 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 26 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 49 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 560 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-010

Building Air Exchanges per Hour: 0.37 (unheated single storied)
 Time: September 23, 2019 1543 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 72.0° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 105,487 ppm or 10.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: C
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.55 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 10,697 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 119 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 26 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 49 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 560 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-011

Building Air Exchanges per hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 23, 2019 1454 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLM: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 71.9° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 105,935 ppm or 10.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: C
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 SLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.58 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 10,497 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 119 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 26 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 50 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 253 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 358 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 540 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-012

Building Air Exchanges per hour: 0.37 (unsheltered single storied)
 Time: September 24, 2019 1030 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLM: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 75.7° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.082 atm
 Ambient Saturation Concentration: 93,752 ppm or 9.38%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 16.14° C Stability Class: B
 No Inversion Height Relative Humidity: 81%

SOURCE STRENGTH:
 SLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.80 meters Tank Length: 8.92 meters
 Tank Volume: 22.7 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 16.14° C
 Chemical Mass in Tank: 16,014 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 136 meters Burn Duration: 10 seconds
 Pool Fire Diameter: 32 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 53 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 288 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 408 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 636 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

ES-013

building air exchanges per hour: 0.35 (unheated single storied;
 Time: September 24, 2019 1540 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: BENZENE
 CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 32 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
 IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
 Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
 Ambient Boiling Point: 74.4° C
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.11 atm
 Ambient Saturation Concentration: 126,315 ppm or 12.6%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 1.58 meters/second from SE at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 0 tenths
 Air Temperature: 21.4° C Stability Class: B
 No Inversion Height: Relative Humidity: 78%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 1.50 meters Tank Length: 8.58 meters
 Tank Volume: 15.2 cubic meters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 21.4° C
 Chemical Mass in Tank: 10,634 kilograms
 Tank is 80% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 80%
 Fireball Diameter: 118 meters Burn Duration: 9 seconds
 Pool Fire Diameter: 24 meters Burn Duration: 41 seconds
 Flame Length: 48 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 249 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
 Orange: 353 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 551 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)