



Efectos a la salud por la exposición a BTEX en personas que manipulan combustibles

Marcela Martínez Sepúlveda ID 387214

Carlos Gamboa Villada ID 355400

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el

Trabajo

2022

Asesor(a)

Edward

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede / Centro Tutorial Bogotá D.C. - Sede Principal

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo.

Introducción

1. Problema

1.1 Descripción del problema

Diferentes comunidades en el mundo comparten la preocupación sobre la calidad de su medio ambiente y el impacto que puede tener este sobre la salud de la población. Esta preocupación es mayor en las comunidades donde hay una intensa actividad industrial o elevado tráfico vehicular. La evaluación de la exposición a contaminantes del aire en estas comunidades es una medida efectiva y eficiente para orientar los diferentes programas o actividades para proteger a la población de sus potenciales efectos en la salud (Buckley y cols., 2005).

Los BTEX, (Benceno, Tolueno, etilbenceno y Xillol), especialmente el benceno, son agentes no polares de carácter lipofílico con diversos efectos nocivos para la salud humana (Morales 2010; Bayliss 1997); en especial el benceno, es uno de los componentes de la gasolina que tiene baja tasa de excreción, efectos cancerígenos, mutagénicos y se les ha identificado también como disruptor endócrino (D'Andrea 2014; Arnold et al. 2013).

De acuerdo a estudios internacionales realizados en Gibraltar donde se realizaron mediciones ambientales de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en diferentes puntos de esta zona, detectando concentraciones promedio de benceno en La Línea de la Concepción y Los Barrios inferiores al nivel límite legislado por la Directiva Europea de Calidad del Aire (2000/69/CE), $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual en el aire ambiente que deberá alcanzarse el 1 de enero del 2010. Encontrándose además que este valor límite se superó en la Barriada de

CEPSA (Puente Mayorga) en situaciones de viento de poniente, detectándose valores máximos que superaron este nivel en un factor de 5 a 6 veces para una media de 8 horas.

Los efectos en la salud de la exposición ocupacional a benceno han sido ampliamente evaluados, asociándose con leucemia aguda no linfocítica y una variedad de otros desórdenes “Evaluación de la exposición a BTEX en la población del Campo de Gibraltar” Escuela Andaluza de Salud Pública Área de Consultoría 6 hematológicos (US-EPA, 2006), inmunológicos, neurológicos y reproductivos (ATSDR, 2007). Ante la falta de evidencia de lo contrario, se asume que para algunos carcinógenos como el benceno no hay un umbral de exposición “seguro” o de “no efecto” a partir del cual se observen efectos en salud (EPAQS 1994, Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente; Duarte-Davidson et al, 2001; Glass et al, 2003), por lo que la población no ocupacionalmente expuesta puede estar a riesgo debido a los potenciales efectos cancerígenos de la exposición crónica al benceno a bajas dosis (ATSDR, 2005).

Las enfermedades laborales son una situación a la que están expuestas todas las personas que laboran para una compañía en el país sin importar su actividad económica, el tipo de proceso productivo que desarrollan, las materias primas y su ubicación geográfica en el país, sin embargo en el sector industrial, en prestación de servicios, en entidades de salud, el sector transporte y en el sector comercial como lo son las estaciones de servicio de venta de combustibles, son empresas que cuentan con personal que se expone a diferentes factores de riesgo y en el cual se encuentra en algunos casos muy poco compromiso por parte de los jefes y empleados dependiendo de la ubicación geográfica de la estación, especialmente en las zonas rurales en las cuales se encuentran las estaciones minoristas o Dealer.

La (LEY 1562 DE 2012, Artículo 4°), define la enfermedad laboral como “la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacionales será reconocida como enfermedad laboral, conforme lo establecido en las normas legales vigentes”. Estas definiciones son conocidas por la mayoría de los trabajadores y patronos en las empresas ubicadas en las grandes ciudades, pero no son conocidas por los trabajadores de las zonas rurales del país.

Estos factores aportantes de accidentes y enfermedades laborales, actualmente están siendo más visibilizados y están generando altos costos sociales debido al impacto provocado a las familias y a la sociedad debido a que las aseguradoras , administradoras de riesgos laborales y fondos de pensiones, en muchos casos por incumplimientos en procesos, por la mala afiliación o no afiliación de una persona al régimen de seguridad social no se hacen cargo de las personas afectadas por accidentes o enfermedades laborales.

En la actualidad las estaciones de servicio están siendo muy acompañadas por agremiaciones en las diferentes ciudades del país para la implementación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo. En Colombia, en los últimos años se ha incrementado la sospecha de la generación de cáncer ocupacional por exposición a vapores de BTEX (Benceno, Tolueno, etilbenceno y Xillol), los BTEX, especialmente el benceno, teniendo en cuenta que son agentes no polares de carácter lipofílico con diversos efectos nocivos para la salud humana (Morales 2010; Bayliss 1997); en especial el benceno, ya que es uno de los componentes de la gasolina que tiene baja tasa de excreción, efectos

cancerígenos, mutagénicos y se les ha identificado también como disruptor endócrino (D'Andrea 2014; Arnold et al. 2013). Adicional a esto es considerado uno de los productos petroquímicos clasificado como hidrocarburo líquido a temperatura ordinaria, incoloro, tóxico e inflamable, también empleado en la fabricación de plásticos, explosivos, colorantes, etc.; como disolvente y materia prima de numerosas síntesis orgánicas.

Por lo anterior se destruyó el benceno antes de agotarlo en el aire debido a que a pesar de sus muchos usos es un carcinógeno humano, entendido como un agente directamente involucrado en la causa del cáncer.

Según un estudio realizado por el laboratorio ambiental Induanalisis “El benceno también se ha relacionado con la insuficiencia de la médula ósea, la anemia aplásica, la leucemia aguda, el síndrome mielodisplásico, la leucemia linfoblástica aguda y la leucemia mieloide crónica. Debido a que el benceno se encuentra en la gasolina y los combustibles de hidrocarburos que se usan prácticamente en todas partes, la exposición a este se ha convertido en un problema de salud mundial”.

Por otra parte, se encuentra el (Tolueno), que se trata de un hidrocarburo líquido derivado del benceno que se utiliza en la fabricación de trinitrotolueno y en la preparación de colorantes, detergentes y productos aromáticos, entre otros artículos.

Cuando se inhala, el tolueno causa cansancio, debilidad, confusión, pérdida de memoria, pérdida del apetito, náuseas, pérdida de la audición, pérdida de la visión, incluida la del color y comportamiento y acciones similares al borracho. Cuando se detiene la exposición, estos síntomas a menudo desaparecen, aunque los altos niveles de inhalación causan aturdimiento, náuseas, somnolencia, pérdida del conocimiento e incluso la muerte. PPM. La exposición puede ser recreativa como inhalante y se sabe que causa daños neurológicos graves. (Laboratorio Induanalisis).

La tercera parte del BTEX es el etilbenceno, que es un líquido inflamable, de olor similar a la gasolina y se le encuentra en productos naturales, tales como carbón y petróleo, como también en productos de manufactura como tinturas, insecticidas y pinturas. En seres humanos, la exposición breve a niveles altos de este puede producir irritación de los ojos y la garganta. La exposición a niveles más altos puede producir vértigo y mareo.

Finalmente se encuentra el Xileno, que es considerada la más segura de las cuatro partes de BTEX, siendo este un producto petroquímico producido por reformado catalítico y carbonización de carbón durante la fabricación de combustible (Refinería), específicamente combustible. “Mientras que el Xileno tiene toxicidad aguda, uno de sus factores más preocupantes es que es altamente inflamable. Los principales efectos físicos de la exposición al vapor de Xileno es su efecto sobre el sistema nervioso central. Los síntomas a corto plazo incluyen dolores de cabeza, mareos, náuseas, vómitos, debilidad, irritabilidad y reducciones en los tiempos de reacción. La exposición a baja concentración es reversible y no se sabe que cause daño permanente”.

En los estudios realizados por ARL SURA en el año 2018 en estaciones de gasolina, se tomaron un total de 90 muestras y aplicando la técnica de medición del método NIOSH 1501 evaluación de concentraciones de perfil de BTEX. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Bureau Veritas ubicado en Canadá, siendo este certificado por la AIHA (American Industrial Hygienist Association).

Como conclusión general ninguna de las muestras sobrepasa los valores límites permisibles (TLV-TWA), las concentraciones para Tolueno, Etilbenceno y Xileno arrojaron una baja exposición, para el caso de Benceno se habla de una exposición media de manera general, lo que implica la permanente vigilancia de los operadores de islas y la intervención del riesgo a través de la jerarquía de controles, todo esto dada la calificación de cancerígeno

para esta sustancia y teniendo en cuenta que la Organización Mundial de la Salud, no recomienda un valor seguro de exposición a la misma.

Se evaluaron 6 EDS y 4 de ellas que corresponden a un 80% de las estaciones, ofrecen o hacen requinte a los vehículos. Este servicio es solicitado especialmente por la mayoría de la población evaluada fueron hombres con 56 muestras y 4 a mujeres.

La imagen que se muestra a continuación detalla los niveles permisibles de exposición a BTEX.

SUSTANCIA	TLV- TWA ppm	TLV- TWA mg/m ³	TLV- TWA (corregido) mg/m ³
Benceno	0,5	1,60	1,25
Etil benceno	20	86,84	7,84
Tolueno	20	75,36	58,87
Xileno	100	434,19	39,19

Imagen 1. Valores límites permisibles de exposición a BTEX

1.2 Pregunta de investigación

¿Identificar los efectos a la salud por la exposición a BTEX en empleados que manipulan combustibles en una estación de servicio en la ciudad de Bogotá?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Conocer los efectos a la salud por la exposición a BTEX en personas que trabajan en una estación de servicio en Bogotá.

2.2 Objetivos específicos

- Consultar antecedentes relacionados con la enfermedad de exposición a BTEX tanto a nivel nacional e internacional
- Identificar antecedentes de estudios realizados sobre de higiene ocupacional y estudios médicos
- Analizar la implementación de los controles que se pueden ejecutar de acuerdo al numeral 6 (planificación) de la Norma ISO 45001 versión 2018.

3. Justificación

Es importante evaluar la problemática de las enfermedades laborales en las organizaciones debido a los costos directos e indirectos que esta tiene por concepto de días de incapacidad, reemplazos, horas extras, sin tener en cuenta las afectaciones a mediano y largo plazo la salud de los trabajadores.

La exposición a compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes en la gasolina, como el benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (**BTEX**), por su capacidad cancerígena se ha asociado con el aumento del riesgo a desarrollar cáncer en las personas que trabajan en las estaciones de servicio

Por lo anterior es relevante conocer los estudios que se han realizado a nivel latinoamericano sobre exposición a BTEX con el propósito de buscar propuestas que se han presentado para el diseño de sistemas de vigilancia epidemiológica o técnicas para prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos a vapores de BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) y VOC's; sustancias presentes en los vapores de la gasolina y el ACPM

en estaciones de servicio. Esto con el fin de generar conciencia sobre el uso de los elementos de protección personal, adherencia a estándares y prevenir la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedad laboral.

Esta investigación tendrá gran importancia para las compañías comercializadoras de combustibles ya que a raíz de los resultados obtenidos, se tendrá una visión más clara sobre el diseño y utilización de estrategias mucho más eficaces y de impacto frente a la prevención enfermedades laborales en las empresas que venden combustibles; con base a esto se podrá tener más bases del por qué es importante utilizar métodos que activen la conciencia del trabajador, de la salud y que alcance a dimensionar las consecuencias de no actuar de acuerdo con los estándares establecidos y de manera cuidadosa con la salud.

Para la academia esta indagación documental permitirá presentar los diferentes estudios que se han realizado sobre las consecuencias a la salud que genera la exposición a los vapores del BTEX, lo cual será de gran importancia para los estudiantes y egresados de la especialización en gerencia en seguridad y salud en el trabajo ya que esta indagación enriquecerá el conocimiento de cada una de las personas que se encuentren interesadas en conocer sobre el BTEX.

Para los profesionales en seguridad y salud en el trabajo, esta investigación documental permitirá disponer de un resumen más aterrizado a la realidad colombiana, ya que está enfocado en la problemática que se presenta en estaciones de gasolina, lo cual tiene un valor muy importante porque esto permitirá que las situaciones que se presentan en el entorno en el cual se realizó la consulta y sirvan como guía para o referencia al momento de realizar otra

verificación de información ya que cuenta con datos de base internacional para un mejor desarrollo de estudio.

4. Marco teórico.

La preocupación por el control de la presencia de benceno en el lugar de trabajo es un hecho existente hace más de medio siglo, con una mejora gradual de sus LT en comparación con la concentración máxima de benceno en el aire tomada por distintas instituciones en el mundo.

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA), organismo estadounidense cuyos límites tienen valor legal, estableció el valor de 10 ppm en 1974. En 1987, el nivel de exposición permisible se incrementa en una 1 ppm. En 1997, la ACGIH fija el valor de 0,5 ppm (1,6 mg/m³) para el TLV-TWA.⁷

En este contexto, la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) recomienda en 1946, el valor de 100 ppm (325 mg/m³) como la concentración máxima admisible de benceno en el aire. En 1947, esta misma organización indica el límite de 50 ppm (163 mg/m³). Debido a la aparición del concepto de Threshold Limit Value Time Weighted Average (TLV-TWA), hay una reducción gradual de estos límites e indican 35 ppm (114 mg/m³) en 1948, 25 ppm (82 mg/m³) en 1957 y 10 ppm (33 mg/m³) en 1977.⁷

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA), organismo estadounidense cuyos límites tienen valor legal, establece el valor de 10 ppm en 1974. En 1987, el nivel de exposición permisible se incrementa en una 1 ppm. En 1997, la ACGIH fija el valor de 0,5 ppm (1,6 mg/m³) para el TLV-TWA.⁷

Las principales fuentes de hidrocarburos aromáticos son la destilación del petróleo crudo y la alquilación de hidrocarburos aromáticos de las series más bajas.

Varios hidrocarburos policíclicos se encuentran en las atmósferas urbanas como estaciones de servicio.

El benceno se conoce comúnmente como “Benzol” cuando se encuentra en forma comercial (mezcla de benceno y sus homólogos).

La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer considera cancerígenos del grupo 1 a los contaminantes atmosféricos al benceno que es un compuesto orgánico volátil.

Los hidrocarburos aromáticos BTX-EB, son en general líquidos (incolores o ligeramente amarillos) a temperatura ambiente (20oC), poseen olor característico (aromático). El benceno solidifica a temperatura igual o inferior a 5,5 oC como prismas romboédricos; el xileno se presenta en placas o prismas incolores a temperatura mayor o igual a 13oC. Son insolubles o ligeramente solubles en agua (benceno). Son líquidos inflamables, (categoría 3 según las Naciones Unidas (ONU), sus vapores son más densos que el aire, pueden desplazarse a ras del suelo y alcanzar sitios distantes de ignición con peligro de inflamación, reaccionan con sustancias oxidantes y halógenos causando peligro de fuego y explosión.

El benceno líquido puede emitir vapores a temperaturas tan bajas como -11°C, por ello, si no se observan las precauciones durante el almacenamiento, la manipulación o el uso de este, es seguro que, a las temperaturas normales de trabajo, se formarán concentraciones inflamables. Este riesgo aumentará cuando se produzcan salpicaduras o derrames accidentales. Estos datos se han tomado de la Guía de productos químicos de la enciclopedia OIT (2001) y de las fichas internacionales de seguridad ICSC (WHO/IPCS/ILO, 1996).

El benceno debido a su efecto cancerígeno fue prohibido para uso como disolvente industrial en varios países, entre ellos Colombia, por recomendación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). También en otros países, se ha prohibido su uso como componente de productos destinados al uso doméstico y de los líquidos de limpieza en seco. Se ha utilizado ampliamente en la fabricación de estireno, fenoles, anhídrido maléico, detergentes, explosivos, productos farmacéuticos y colorantes. Se ha empleado además como combustible, reactivo químico y agente de extracción para semillas y frutos secos. Aunque la utilización del benceno como disolvente ha disminuido considerablemente, en la actualidad aún se usa en pequeñas cantidades como disolvente y reactivo en los laboratorios de control de calidad. El benceno se encuentra como impureza en combustibles como la

gasolina, disolventes, pegantes y otros productos químicos. La gasolina para automóviles puede contener de 0-7% de benceno, comúnmente de 2 a 3 %. (IARC 1989, Vol 45).

En derivados del petróleo el contenido de benceno generalmente es menor a 1% en solventes no hidrogenados con rangos de ebullición especiales; en otros solventes es menor al 0.1 % (IARC 1989, Vol 47). Internacionalmente, desde la década de los años 80 existen regulaciones relativas al uso del benceno. Como parte de las regulaciones para el transporte de materiales peligrosos del departamento de Transporte de Estados Unidos (1980), los embarques de benceno están sujetos a restricciones consistentes con la categoría de material peligroso (rotulado, empaque, cantidad).

El tolueno en mezcla con benceno y xileno (BTX) es un componente del combustible para aviones y de la gasolina para automóviles.

El Reglamento 594/91/CE del Consejo de la Unión Europea ha prohibido el uso de esta sustancia en la Unión Europea (OIT, 2001).

Existen tres isómeros del xileno: orto- (o-), para- (p-) y meta- (m-). El producto comercial es una mezcla de estos isómeros, con el isómero meta- en mayor proporción (60 a 70 %) y el para- en menor proporción (hasta un 5 %). El xileno se utiliza como diluyente de pinturas y barnices, en productos farmacéuticos, como aditivo de alto octanaje en combustibles de aviones; en la síntesis de colorantes y en la producción de ácidos ftálicos. El xileno se utiliza en técnicas histológicas de laboratorio por ser un buen disolvente de la parafina, el bálsamo de Canadá y el poliestireno (OIT, 2001).

El etilbenceno es un producto intermedio en síntesis orgánicas, especialmente en la producción de estireno y caucho sintético. Se utiliza como disolvente o diluyente; como componente de los combustibles para automóviles y aviones y en la fabricación de acetato de celulosa (OIT, 2001).

El isopropilbenceno, se utiliza como componente de alto octanaje en los combustibles de los aviones, como disolvente de pinturas y lacas de celulosa, como materia prima para la síntesis de fenol y acetona y para la producción de estireno por pirólisis.

También se encuentra en muchos disolventes comerciales derivados del petróleo, con puntos de ebullición que oscilan entre 150 y 160°C. Es un buen disolvente de grasas y resinas y, por este motivo, se ha utilizado como sustituto del benceno en muchos de sus usos industriales (OIT, 2001).

Los derivados monos, di y triarquilados del benceno, entre otros el 1, 3, 5-trimetilbenceno (mesitileno) se utilizan principalmente como disolventes y diluyentes de pinturas y en la fabricación de perfumes y productos intermedios en la producción de colorantes (OIT, 2001).

Los efectos de los disolventes orgánicos tienen la característica de causar trastornos no específicos del sistema nervioso (SN), debido a su liposolubilidad que los hace afín a todos los tejidos con alta cantidad de grasa como son cerebro o médula espinal, es posible deprimir al tejido nervioso en cualquier nivel (Chen, 2001). La inespecificidad del trastorno también es posible porque el sistema nervioso presenta una gran complejidad de reacciones de control que ha de llevar a cabo sobre la mayoría de las funciones del organismo correspondientes a los diferentes órganos sensoriales de los cuales recibe estímulos innumerables, que integra y devuelve una respuesta, y entre los que se cuenta la contracción muscular esquelética, la contracción de las fibras lisas de los órganos internos y la secreción de las glándulas endocrinas y exocrinas (Bello, 2001, Repetto, 1997). Debido a esta variedad de sistemas involucrados las respuestas pueden ser múltiples.

Los efectos sobre el SN de la exposición a concentraciones de disolventes orgánicos, viene siendo estudiado desde hace más de 30 años a través de la evaluación de diferentes niveles de su organización funcional, (neuroconductual, electrofisiológico, neurológico (NIOSH, 1997, Mayor, 1995, Mayor 1997, Uribe 2001).

En las intoxicaciones cabe distinguir, las agudas y las crónicas. En la intoxicación aguda aparece un cuadro clínico patológico, dramático, tras la absorción de la sustancia y que usualmente se presenta antes de las 24 horas. Con la exposición a los disolventes, la aparición de los síntomas es precoz, debido a la rapidez con que la mayoría de estos elementos atraviesan las barreras orgánicas (Cassarett and Doull's, 1996, Uribe, 2001). Por otro lado, la intoxicación crónica es aquella que es consecuente con la absorción repetida de un

elemento tóxico (Repetto, 1997), puede ser más sutil en su presentación y crea problemas de relación causal (NIOSH, 1987, Rutchik, Jonathan S, 2002). Cabe mencionar que esta última, se presenta en forma predominante con las exposiciones de tipo ocupacional o aquellas consideradas por los consumidores adictos (LaDou J, 2006 Cassarett and Doull's, 1996). Según variados estudios incluidos los de la NIOSH y Spencer P

(LaDou J, 2006, Spencer PS, 1985) se ha reportado que la exposición prolongada a mezcla de disolventes induce cambios demenciales moderados no progresivos, con o sin disfunción del sistema nervioso periférico.

Con relación a la exposición, en general no se dispone de estimados adecuados de la dosis o el tiempo que se requiere para que aparezca una enfermedad, ya que casi siempre aparecen elementos de juicio clínico difusos y de un modo paulatino y gradual (LaDou J, 2006).

El Nordic Council of Ministers y la Organización Mundial de la Salud patrocinaron una conferencia en 1985 en Dinamarca que produjo una definición de neurotoxicidad por disolventes orgánicos la cual fue posteriormente revisada en una reunión en Carolina del Norte un año después (Anon, 1986).

En cuanto a los efectos agudos los hidrocarburos aromáticos son generalmente grandes irritantes y anestésicos, pero la sustitución del benceno por tolueno, y xileno hacen esos efectos más ligeros, encontrando dentro de las más frecuentes euforias, mareo, vértigo, cefalea, somnolencia, debilidad, temblor, incoordinación, delirio, pérdida de la conciencia (LaDou J, 2006, Olson K et al., 1995). Si la cantidad absorbida ha sido elevada, en un ambiente demasiado saturado se puede presentar confusión mental, alteración psicomotora, coma, edema pulmonar, paro respiratorio, síndrome orgánico cerebral, síndrome de encefalopatía tóxica o incluso la muerte.

Estudios recientes, bien diseñados, sugieren que en trabajadores altamente expuestos los disolventes pueden tener efectos más sutiles en la función cognoscitiva (Spurgeon A, 2001). Los trabajadores expuestos a benceno en combinación con otros químicos presentaron polineuritis, algunas veces asociada con progresión neuronal (ATSDR, 1999 -1) En la Intoxicación crónica por xileno se han señalado como síntomas, la cefalea, irritabilidad,

fatiga, laxitud, somnolencia diurna e insomnio nocturno, trastornos dispépticos. Los efectos por inhalación pueden causar depresión del SNC, caracterizado por parestesias, pérdida de memoria, debilidad, vértigo, jaqueca, anorexia, náusea (LaDou J, 2006, NIOSH, 1987, ATSDR, 1995).

Para el tolueno, los trastornos crónicos más importantes están ligados a su acción narcótica en los que figuran, cefalea, pérdida de apetito, falta de coordinación y de memoria, somnolencia y náuseas (LaDou J, 2006). En abusadores de solventes, se ha observado alteraciones neuronales especialmente distrofia cerebelosa. Se ha observado disfunción de los test psicométricos y de función muscular (ATSDR, 2000). También se han reportado cambios en el electroencefalograma mostrando disrupciones y cambios de frecuencia en la actividad de la onda teta del hipocampo. Experimentalmente se ha demostrado la disminución de la corteza y atrofia cerebrales y cerebelosa, hallazgo que se han identificado con técnicas de imágenes (TAC y RMN) como alteraciones estructurales en cerebro y cerebelo además de cambios sutiles en el sistema auditivo (Poungavin N, 1991).

Con relación a los efectos neurotóxicos del etilbenceno, se establece que la exposición a niveles entre 2000 a 5000 ppm se ha acompañado de vértigo, pero los datos no han sido consistentes dados los múltiples factores de confusión. No obstante, en experimentación animal se ha encontrado ataxia asociada a efectos narcóticos. También se encontró experimentalmente que a 2.000, 4.000, y 8.000 ppm se produjeron cambios posturales, vigilia disminuida, disturbios al caminar y de la movilidad, y coordinación psicomotora deteriorada entre otros. Estos efectos agudos eran de breve duración y más pronunciados durante la exposición que después de la exposición, con recuperación dentro pocos minutos después del retiro del compartimiento de la exposición (ATSDR, 1999).

Continuando con los estudios experimentales, niveles por debajo de 2000 ppm no muestran efectos Neuro comportamentales en los diferentes animales estudiados. Sin embargo, las ratas wistar muestran una prolongación del 30% en potenciales evocados (ATSDR, 1999) Se utilizará la metodología de Evaluación simplificada de riesgo químico francesa propuesta por el INRS la cual está dirigida específicamente a la evaluación del riesgo químico con el fin de jerarquizar las actuaciones preventivas, siendo su principal objetivo el de ayudar a decidir las prioridades de acción.

Para la evaluación del riesgo químico, se tienen en cuenta tanto los aspectos relacionados con la salud laboral, como los de seguridad relacionada con incendios y explosiones, y los posibles impactos medioambientales. Para efectos de este Sistema se tendrá en cuenta el aspecto de salud laboral.

La evaluación del riesgo químico relacionado con los aspectos de salud laboral se hace teniendo en cuenta:

El autodiagnóstico del estado en cuanto al riesgo químico dentro una estación de servicio, realizar la línea basal de los elementos que requiere el sistema de vigilancia y el plan de acción, inspección y recomendaciones al sitio de exposición de las sustancias tóxicas, el inventario de las sustancias químicas en exposición y clase de peligro determinado por la sustancia o agente químico considerado, las hojas de seguridad y las propiedades físico-químicas de la sustancia con relación a las condiciones de operación, la descripción y características del proceso industrial, las características de la protección colectiva (ventilación), los informes de Mediciones ambientales realizadas dentro del periodo de funcionamiento, el perfil demográfico y ocupacional del personal operativo dentro del laboratorio.

Utiliza preferentemente las frases R de las Fichas de Datos de Seguridad o de las etiquetas, para definir la clase de peligro, pero además utiliza otros conceptos, como los TLV's (Threshold Limit Values Valores Límite Umbral), según la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales , 2018), o las referencias extraídas de ejemplos prácticos, lo cual amplía la extensión de productos y agentes químicos a los que se les puede asignar una clase de peligro, como por ejemplo los agentes químicos “naturales”, o los que se generan en el proceso.

4.1 Marco legal

Se contemplan en esta investigación, tanto la normatividad legal vigente en Colombia en materia de Salud y Seguridad en el Trabajo, como también, la legislación correspondiente a regular el desarrollo de las actividades de peluquería. De manera específica se tendrán en cuenta las siguientes normatividades aplicable a la actividad de venta de combustibles.

Normatividad internacional

- **Norma NTP 486 Ministerio del trabajo y asuntos sociales España**, Evaluación de la exposición a benceno: control ambiental y biológico R144 - Recomendación sobre el benceno, 1971 OIT; La presente Recomendación se aplica a todas las actividades en que los trabajadores estén expuestos:

(a) al hidrocarburo aromático, benceno C(DNB)6(DNE)H(DNB)6(DNE), que se designará en adelante por la palabra *benceno*;

(b) a los productos cuyo contenido en benceno exceda de 1 por ciento por unidad de volumen, que se designarán en adelante por la expresión *productos que contengan benceno*; el contenido en benceno debería determinarse mediante métodos analíticos recomendados por organizaciones internacionales competentes.

La presente Recomendación, el contenido en benceno de los productos no cubiertos por el apartado b) del párrafo 1 de la presente Recomendación debería reducirse progresivamente al nivel más bajo posible cuando sea necesario para proteger la salud de los trabajadores.

Siempre que se disponga de productos de sustitución inocuos o menos nocivos, deberían utilizarse tales productos en lugar del benceno o de los productos que contengan benceno.

Debería prohibirse el empleo de benceno o de productos que contengan benceno en ciertos trabajos que deberá determinar la legislación nacional.

Esta prohibición debería comprender, por lo menos, el empleo de benceno o de productos que contengan benceno como disolvente o diluyente, salvo cuando se efectúe la operación en un sistema estanco o se utilicen otros métodos de trabajo igualmente seguros.

- **Norma Iso 45001: 2018** Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso.

- **NTP 750: Ministerio del trabajo y asuntos sociales España** Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada.

- **NTP 775, Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo España,** Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio.

- **NTP 486: Evaluación de la exposición a benceno:** control ambiental y biológico Ministerio del Trabajo y Asuntos sociales de España. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/Fichas Técnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_486.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/Fichas_Técnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_486.pdf). Última visita julio 2019.

- **C136 - Convenio sobre el benceno, 1971 OIT,** El presente Convenio se aplica a todas las actividades en que los trabajadores estén expuestos a hidrocarburo aromático, benceno C₆H₆, que se designará en adelante por la palabra *benceno* y a los productos cuyo contenido en benceno exceda de 1 por ciento por unidad de volumen; estos productos se designarán en adelante por la expresión *productos que contengan benceno*.

- **Directrices OIT 2001,** Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo, estas **directrices buscan proteger** a los trabajadores contra los peligros y a eliminar las lesiones, enfermedades, dolencias, incidentes y muertes relacionadas con el trabajo.

- **Guía de bolsillo sobre NIOSH** sobre riesgos químicos benceno. Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/npg-sp/npgd0049-sp.html>. Última visita en noviembre 2019.

Norma oficial mexicana nom-138-semarnat/ssa1-2012, límites máximos permisibles

de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y

especificaciones para la remediación.

- **Norma Brasileira, Norma Reglamentaria No. 15 (NR-15),** La norma reglamentaria fue publicada originalmente por Ordenanza MTb nº 3.214, de 8 de junio de 1978, que establece las “Actividades y Operaciones Insalubres”, con el fin de regular

los artículos 189 a 196 de la Consolidación de Leyes Laborales - CLT, modificada por la Ley No. 6.514, de 22 de diciembre de 1977, que modificó el Capítulo V (de Seguridad y Medicina del Trabajo) del CLT. La NR-15 establece las actividades que deben ser consideradas insalubres, generando el derecho al bono insalubre para los trabajadores. Consta de una parte general y mantiene 13 anexos, que definen los Límites de Tolerancia para agentes físicos, químicos y biológicos, cuando es posible cuantificar la contaminación del medio ambiente, o enumerar o mencionar situaciones en las que el trabajo se considera cualitativamente insalubre

- Norma Argentina, ATSDR Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades. Resumen de Salud Pública Benceno. Agosto de 2007.

Normatividad Nacional

- **Ley 9 de 1979** Por la cual se dictan Medidas Sanitarias para preservar, conservar y mejorar la salud de los trabajadores en sus ocupaciones.
- **Resolución 2400 de 1979**, Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
- **Ley 100 de 1993**, Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.
- **DECRETO 1274 DE 1997**, Por el cual se promulga el "Convenio 136 relativo a la Protección contra los riesgos de intoxicación por el Benceno", adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, el 23 de junio de 1971.
- **Ley 1562 de 2012**, Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en Materia de Salud Ocupacional.
- **Resolución 1447 de 2014**, Por la cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales
- **Resolución 1111 de 2017**, Por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para empleadores y contratistas.

· **Decreto 1469 de 2018**, Por el cual se adopta el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

· **Resolución 0773 de 2021**, Por la cual se definen las acciones que deben desarrollar los empleadores para la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), de Clasificación y Etiquetado de productos químicos en los lugares de trabajo y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

5. Metodología

Para la recolección de información de la presente investigación se utilizaron fuentes primarias, secundarias y terciarias, las cuales se indican a continuación.

1. Fuentes primarias:

• NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. Hydrocarbons, Aromatic: Method1501.

• American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). 2018 TLV's and BEIs: based on the documentación of threshold limit valúes for chemical substances and physical agents & biological exposure indices.

• Norma INTE 31-09-09:2016, “Salud y Seguridad en el trabajo. Requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo”. 19

2. Fuentes secundarias:

• Norma INTE T20:2016, “Salud y Seguridad en el trabajo. Concentraciones ambientales máximas permisibles en los centros de trabajo”.

• Norma INTE T55:2011, “Guía para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad ocupacional”

• Base de datos Google Scholar

• Página web: RECOPE

- Artículo científico nacional: Estudio Exploratorio sobre Exposición Inhalatoria a Benceno en Catorce Estaciones de Servicio dentro de las Provincias del Valle Central de Costa Rica, 2008.
- Bases de datos suscritas a la Biblioteca José Figueres Ferrer: EBSCO Host, e-libro, Digitalia.
- Páginas web visitadas: INSHT, CDC, NIOSH, OIT, OMS

2. Fuentes secundarias:

- Norma INTE T20:2016, “Salud y Seguridad en el trabajo. Concentraciones ambientales máximas permisibles en los centros de trabajo”.
- Norma INTE T55:2011, “Guía para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad ocupacional”
- Base de datos Google Scholar
- Página web: RECOPE

3. Fuentes terciarias:

- Bases de datos suscritas a la Biblioteca Uniminuto
- Páginas web visitadas: INSHT, CDC, NIOSH, OIT, OMS

6. Enfoque y alcance de la investigación

Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura que trata el Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) en estaciones de servicio resaltando al detalle las patologías posibles que pueden generar en el ser humano y teniendo en cuenta esta revisión se encontró que, el benceno y el etilbenceno son carcinógenos bien conocidos.

1-2 El benceno afecta el sistema hematopoyético, el sistema nervioso central y el sistema reproductivo.

3-5 El tolueno afecta el sistema nervioso central y reproductivo. 6 El etilbenceno y el xileno puede afectar el sistema respiratorios y neurológicos.

7-8 Los compuestos BTEX de acuerdo con la información consultada se puede producir durante diversas actividades de operación de petróleo y gas, incluidas la quema, la ventilación y la operación de varios tipos de maquinaria.

Los trabajadores de las estaciones de gasolina de acuerdo con la información consultada están directamente expuestos a los compuestos BTEX a través de la inhalación, la ingestión y el contacto dérmico. Sin embargo, la principal vía de exposición es el sistema respiratorio.

De acuerdo con la información consultada se encontró que existe un grave problema que se debe principalmente al rápido aumento en el número de estaciones de servicio y el consumo de gasolina que podría generar problemas de salud en los trabajadores.

a. Descripción de la estrategia de búsqueda

- **Peligro:** Condición o situación con potencial de causar lesiones, enfermedades, daños a la propiedad y/o paralización del proceso.
- **Riesgo:** Combinación de la probabilidad de materialización de un peligro y las consecuencias que puede generar.
- **Compuesto Orgánico:** Químico que contiene carbono formando enlaces carbono - carbono y carbono - hidrógeno.
- **Degradación:** Es el resultado de los procesos de asimilación y metabolización de un compuesto

- **El benceno:** C_6H_6 , se considera uno de los productos petroquímicos elementales con una combinación de moléculas de seis átomos de carbono y un átomo de hidrógeno. Debido a que sus contenidos son sólo átomos de carbono e hidrógeno, se clasifica como un hidrocarburo. Hidrocarburo líquido a temperatura ordinaria, incoloro, tóxico e inflamable obtenido de la destilación del alquitrán de hulla; se emplea en la fabricación de plásticos, explosivos, colorantes, etc., como disolvente y como materia prima de numerosas síntesis orgánicas.
- **El tolueno** Hidrocarburo líquido derivado del benceno que se utiliza en la fabricación de trinitrotolueno y en la preparación de colorantes y medicamentos. Se trata de un hidrocarburo de tipo aromático de olor agradable que se produce a partir del benceno. Con el tolueno puede fabricarse TNT, colorantes, detergentes y productos aromáticos, entre otros artículos.
- **Etilbenceno:** Es un líquido inflamable, incoloro, de olor similar a la gasolina. Se le encuentra en productos naturales tales como carbón y petróleo, como también en productos de manufactura como tinturas, insecticidas y pinturas.
- **Xileno:** es un producto petroquímico producido por reformado catalítico y carbonización de carbón durante la fabricación de combustible, específicamente combustible de coque. Encontrado en pequeñas cantidades en combustibles de gasolina y aviones, el xileno se produce a una tasa de varios millones de toneladas por año con las instalaciones de fabricación más grandes de Singapur.
- **TLV (threshold limit value):** Valor umbral límite. Concentración máxima permitida para exposición de trabajadores. Generalmente se da en partes por millón (ppm) o en mg/m³. Según la ACGIH (organismo norteamericano de Higiene Industrial), existen los siguientes TLVs: TWA, STEL y CEILING. Estos son los adoptados por la legislación colombiana.
- **TWA (time-weighted average):** Concentración máxima ponderada para trabajos de 8 horas diarias y 40 semanales.
- **STEL (short time exposure limit):** Límite de exposición de corto tiempo, que no se debe alcanzar cuando se trabaja por periodos cortos de 15 minutos, con una frecuencia máxima de 4 veces por día dejando espacios de 1 hora entre exposición y exposición.

- **TLV-C (ceiling):** Concentración instantánea a la cual nunca se debe exponer un trabajador durante su labor.
- **IDLH (immediately dangerous to health or life):** Concentración que presenta un inmediato peligro de daños graves irreversibles o de muerte.
- **(NIOSH)** es la agencia federal encargada de hacer investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo.
- **ACGIH** Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales,

Otros valores límites:

- **OSHA (Occupational Safety and Health Act):** Ley marco de la Salud Ocupacional en los Estados Unidos.
- **PEL(Permissible Exposure Limit):** Se refiere a la máxima concentración de aire contaminante al que un trabajador se puede exponer de forma repetida sin desarrollar efectos adversos y se encuentran registrados en el código federal 29CFR 1910.1000.

Dosis tóxicas:

- **LD50(lethal dose 50):** Dosis letal para el 50% de la población estudiada. Pueden ser ratas, perros u otras especies, esto se aclara en el dato, por ejemplo LD50 (rats) quiere decir “dosis letal 50% en ratas”. También se aclaran las condiciones de ensayo (oral, inhalación, tiempo, etc.).
- **LDLo:** Dosis mortal mínima reportada para humanos. El subíndice Lo significa lower (valor mínimo).
- **TDL (toxic dose, lower):** Mínima dosis reportada que causó efectos tóxicos.

Frases a aplicar en la base de datos.

1. Degradación AND de benceno, tolueno, etilbenceno, xileno (BTEX)
2. Evaluación de riesgos OR compuestos orgánicos volátiles
3. Revisión de concentración BTEX AND estaciones de gasolina
4. Alteraciones en trabajadores OR expuestos ocupacionalmente a mezcla de BTEX
5. Nivel de afectación a la salud OR exposición a BTEX en estaciones de servicio.
6. Valores límite permitido de exposición al compuesto OR de BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno).

7. Concentración máxima de exposición ocupacionalmente AND durante la jornada laboral.
8. Peligros de exposición de acuerdo con la concentración, AND que se puede reflejar en consecuencias graves.
9. La Agencia emite regulaciones y especificaciones para prevenir y mitigar las enfermedades laborales por exposición a BTEX.

Para el desarrollo de esta monografía se va tener en cuenta la revisión documental de las siguientes bases de datos:

- DIALNET Plus
- EBSCOhost
- JSTOR
- Google Académico

Para realizar este estudio se utilizó como criterio de selección de documentos:

- Artículos, tesis y documentos sobre investigaciones o que mencionen información sobre BTEX y exposición a BTEX. del periodo de 2010 a 2020

7. Instrumentos

- Tesis, revistas, artículos y legislación vigente

Nombre	Porcentaje de información aplicable	variable definida
Tesis, Evaluación y actualización de controles ante un derrame de odorante en la estación de entrega tasajera de la empresa transmetro	10 %	De la tesis en mención se consultó se tuvo en cuenta el 10% de la información.
Tesis diseño de un sistema de vigilancia epidemiológica para la prevención de enfermedades laborales en vendedores de	20 %	Del documento SVE y prevención se tuvo en cuenta el 20 % de la información

combustible expuestos a vapores del BTEX		
Revistas Análisis y comparación de metodologías utilizadas para el control de riesgos Químicos (OIT-SOBANE)	10 %	De las metodologías presentadas por la OIT se tuvo en cuenta el 10 %.
Legislación internacional Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo	10 %	De acuerdo al marco legal internacional se aplica el 10% de la información Consultada
Manual clasificación de productos cancerígenos	5%	Se incluyen el 5 % de las patologías generadas por el BTEX,
Manual de herramientas de control Químico	5 %	de acuerdo al manual se incluye la peligrosidad de los agentes químicos en 5 %
Estudio Arl SURA informe general de las evaluaciones ocupacionales de contaminantes químicos BTEX en estaciones de servicio de la corporación AES Colombia	20 %	Se incluye los TLV-TWA por la exposición a BTEX e información del Btex en un 20 %
Resolución 773 de 2021 SGA.	7 %	Consulta
Decreto 1496 de 2018 se adopta SGA	7 %	Consulta
Naciones unidas SGA guía sexta	6 %	Consulta

8. Procedimientos

- En primera instancia, mediante la revisión de estudios científicos publicados, se logra definir la importancia del riesgo de exposición a BTEX a nivel internacional.
- Como segunda medida se recopila la información consultada en revistas científicas, tesis, artículos en donde se trae a colación los valores límites permisibles de

exposición a sustancias BETEX a nivel nacional y los efectos que tiene dicha exposición en trabajadores de estaciones de gasolina.

- Posteriormente se revisa la legislación vigente donde se recopila la información con el fin de documentar la presente investigación, la cual pretende dar a conocer las consecuencias de la exposición a BTEX en trabajadores de estaciones de servicio, basado en la teoría consultada.
- Para consultar la información en los buscadores o páginas técnicas se utilizarán las siguientes frases de búsqueda.
 - Personal Expuesto - Exposición BTEX.
 - Número de casos de enfermedades por exposición a BTEX.

9. Análisis de información.

Después de consultar el tema de interés en las revistas científicas, tesis, artículos y legislación, se determinó y se validó la información, donde se utilizó como herramienta informática, Microsoft Office, la cual permitió conocer los tipos de diagnóstico y métodos para validar los casos de exposición a BTEX en estaciones de servicio y los posibles casos de enfermedad.

10. Consideraciones éticas

Este estudio se basa en lo señalado por la Declaración de Helsinki (versión 2013) y lo dispuesto en la Ley 23 de 1982 Sobre los Derechos. Se someterá ante el Comité de Ética de Investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios:

- I. Respetará los derechos de autor de los autores de la literatura consultada.
- II. No realizará copia de documentos, tesis o investigaciones consultadas.

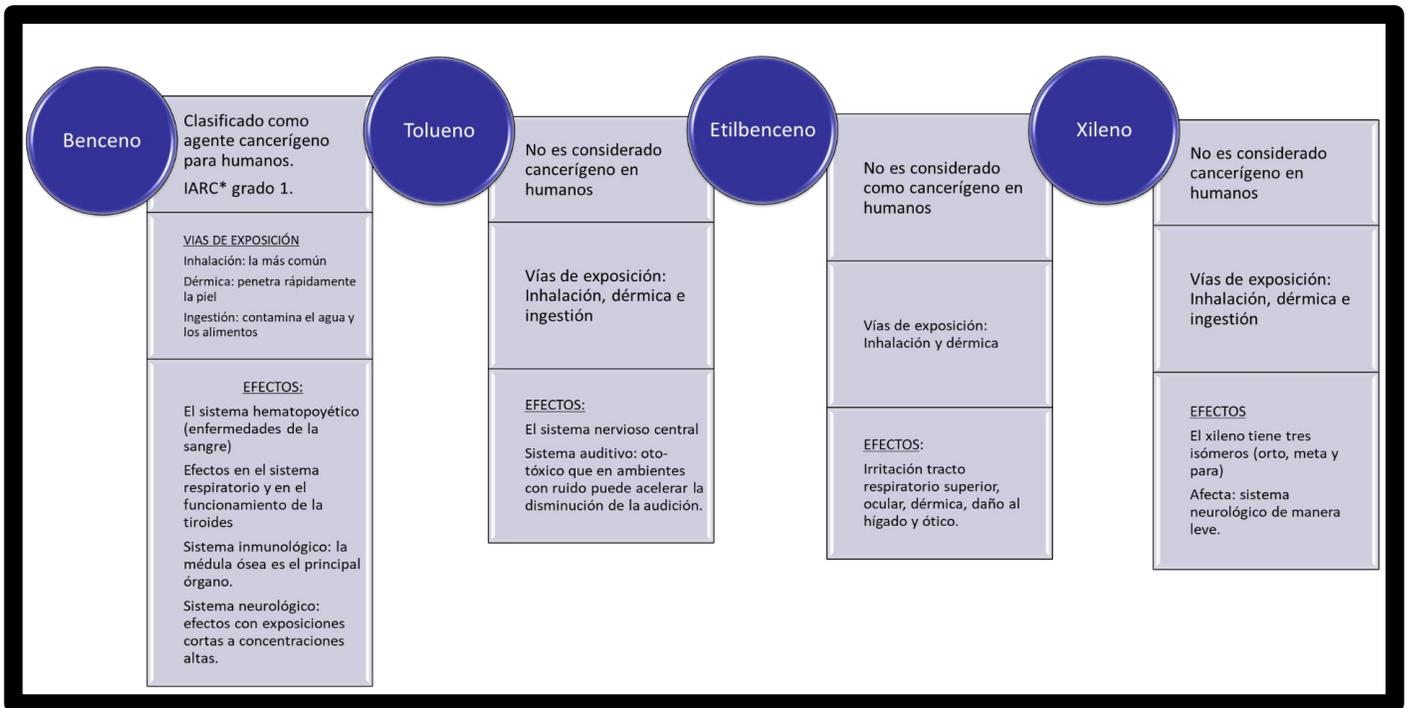
11. Cronograma

No.	Actividad	Tiempo (meses)		Producto
		Desde	Hasta	
1	Revisión información páginas web	Mayo 24 de 2022	Mayo 31 de 2022	Conocimiento afectaciones a la salud y de riesgos a los

				trabajadores por la exposición a BTEX
2	Extracción de información asociada al BTEX	Junio 1° de 2022	Junio 8 de 2022	Construcción de base datos para la descripción del problema Descripción del problema
3	Documentación de las patologías por exposición a BTEX	Junio 9 de 2022	Junio 16 de 2022	Inventario y conocimiento de la información relevantes sobre las patologías generadas por el BTEX
4	Consulta TLV-TWA en la página de la entidad reguladora ACGIH	Junio 17 de 2022	Junio 23 de 2022	Tabla Actualizada de valores límites permisibles del último año
5	Consulta de literatura del BTEX	Junio 24 de 2022	Junio 28 de 2022	Construir base datos con la información relevante sobre el btex
6	Consulta de FDS de los componentes del BTEX	Julio 1° de 2022	Julio 5 de 2022	Disponer de inventario de FDS actualizadas
7	Consulta de normatividad legal nacional e internacional asociada al BTEX	Julio 4 de 2022	Julio 7 de 2022	Inventario de requisitos legales actualizado
8.	Elaboración de conclusiones	Julio 7 de 2022	Julio 8 de 2022	Presentación de conclusiones
9.	Realizar foro para discutir los resultados	Julio 8 de 2022		Foro realizado
10.	Publicación de resultados	Julio 9 - 2022		Estudio presentado
11.	Resultados y discusión	Julio 10 - 2022		Presentación de Resultados y discusión
12.	Conclusiones y recomendaciones	Julio 11 - 2022		Presentación de conclusiones y recomendaciones

12. Resultados y discusión

- De acuerdo con la literatura existente de estudios o análisis realizados por exposición a BTEX.
- Proponer actividades de capacitación para la prevención de los factores de riesgo por la exposición a BTEX
- Conocer los resultados de la exposición a BTEX en Latinoamérica y sus consecuencias.
- Aplicar las tablas de los TLV-TWA para valorar y conocer los valores establecidos en la norma ACGIH.
- Determinar qué afectaciones a la salud se han visto en las personas expuestas a BTEX de acuerdo con la literatura.
- Divulgación de las consecuencias por la exposición a BTEX, medidas de prevención y mitigación
- Relación existente entre el daño a la salud y la exposición ocupacional al BTEX en trabajadores de estaciones de gasolina.
- Documentar información estadística sobre los daños a la salud de acuerdo con la exposición.



COMPARATIVO EN BENCENO Y TOLUENO

AMBIENTAL	OCUPACIONAL
La Resolución 2254 de 2017 artículo 4 establece límites permisibles de concentración para contaminantes tóxicos como el benceno y tolueno.	Los Valores Límites Permisibles emitidos por La ACGIH (Asociación Gubernamental de higienistas industriales) aceptados por la Legislación Colombiana desde 1979 en la resolución 2400 y así definir la existencia o no de riesgos para la salud de los trabajadores generados por la exposición a BTEX
Benceno= 5 µg/m³ = 0.005 mg/m³ anual	Benceno = 1.25 mg/m³ corregido
Tolueno = 260 µg/m³ = 0.260 mg/m³ semanal	Tolueno = 58.87 mg/m³ corregido
Tolueno = 1000 µg/m³ = 1mg/m³ 30 minutos	

- Con base a los hallazgos realizados durante la investigación se recomienda las siguientes acciones con el objetivo de estructurar los requisitos de la norma ISO 45001 :
 - Elaborar un inventario detallado de todos los productos químicos existentes en la lugar de trabajo ya sean materias primas, productos intermedios, mezclas, productos finales y residuos generados.

- Documentar detalladamente las operaciones en las compañías que manipulen componentes del BTEX.
 - Disponer la información de la FDS (fichas de seguridad) actualizadas de las sustancias químicas que componen el BTEX.
 - Revisión de documentos y archivos; inspección directa de los productos utilizados en los lugares de trabajo; consulta con los trabajadores; revisión de etiquetas y rótulos de los recipientes contenedores; adquisición, estudio y aplicación y de las hojas de datos de seguridad de materiales.
 - Identificar las circunstancias de exposición a BTEX de los trabajadores, quienes, y cuántos se exponen, por qué, cuándo ocurre la exposición y bajo qué condiciones, lugares de trabajo, tareas y turnos en los que ocurre.
 - Identificar los sistemas de control existentes para reducir la exposición a BTEX y su eficacia. Controles en la fuente, el medio y el trabajador.
 - Establecer medidas administrativas y técnicas que promuevan ambientes de trabajo sanos y saludables para los trabajadores que manipulen sustancias químicas que contengan presencia de BTEX con el propósito de reducir el riesgo.
- En el caso de Colombia se encontró información relevante sobre:
- Estudio realizado en la ciudad de Medellín en el año 2018 por la ARL Sura en asocio con la AR Experta de Argentina y la mutual Experta, el cual tenía como objetivo Determinación del nivel de exposición Ocupacional a Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) en estaciones servicio en Colombia (Valle de Aburrá).
 - Estudio realizado por medio de convenio entre el área metropolitana el valle del aburra y la Universidad Pontificia Bolivariana, que tuvo como objetivo “Diseñar y llevar a cabo dos campañas de monitoreo de BTEX en estaciones de servicio y una campaña en terminales mayoristas del Valle de Aburrá”.
 - Un trabajo de grado en la Universidad de la costa, de ciudad barranquilla sobre “Caracterización de compuestos orgánicos volátiles, provenientes de seis estaciones de servicio de combustibles de la ciudad de Barranquilla.”

Bibliografía.

Acp, B. (2017). *Acp, Bogotá* . Obtenido de Acp, Bogota: <https://acp.com.co/web2017/es/asustos/economicos/125-informe-economico-octubre-mercado-de-combustibles-en-colombia-asi-avanzan-las-importaciones-y-el-consumo-de-gasolina-diesel-y-jet-fuel-en-2017/file>

Acp, Bogota (2017) <https://acp.com.co/web2017/es/asustos/economicos/125-informe-economico-octubre-mercado-de-combustibles-en-colombia-asi-avanzan-las-importaciones-y-el-consumo-de-gasolina-diesel-y-jet-fuel-en-2017/file>

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Benzene. Atlanta: US Public Health Services; 2007. Recuperado de: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html>.

ARLSura, Agudelo.M; Uribe. J; Ruiz.J; Urazan.L, Vanegas.L, Proyecto de Higiene Ocupacional - Determinación del nivel de exposición Ocupacional a Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) en estaciones servicio en Colombia (Valle de Aburrá). Medellin.2018.

Ciro, J. B. (30 de 09 de 2014). *Ciro, JE Bogota* . Obtenido de *Ciro, JE Bogota* : La republica.com.co. <https://www.larepublica.co/archivo/estaciones-de-servicio-son-un-negocio-con-valor-agregado-2175011>.

Ciro, JE Bogota (septiembre 30 2014). Las estaciones de servicio son un negocio con valor agregado. Obtenido de La republica.com.co. <https://www.larepublica.co/archivo/estaciones-de-servicio-son-un-negocio-con-valor-agregado-2175011>.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Diagnóstico de la situación ambiental del entorno del Campo de Gibraltar. Agosto 2006.

Duarte-Davidson R, Courage C, Rushton L. Benzene in the environment: an assessment of the potential risks to the health of the population. *Occup Environ Med.* 2001; 58:2-13.

ICONTEC. (2012). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo. Bogotá D.C.: ICONTEC.

Induanalisis, L. A. (23 de 10 de 2019). *Laboratorio Ambiental Induanalisis*. Obtenido de Laboratorio Ambiental Induanalisis. Recuperado de: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/que_es_btex_24

INSHT Madrid. (2007). Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio. Madrid, España: INSHT MADRID. Recuperado el 24 de septiembre de 2018.

Madrid, I. (24 de 09 de 2018). *Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio*. Obtenido de Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio.

Ministerio de Salud y Protección Social (2012) Decreto 1562 Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Bogotá D.C., República de Colombia.

Ministerio del Trabajo. (2017). Resolución 1111. Por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para empleadores y contratistas. Bogotá DC., República de Colombia.

Ministerio del Trabajo. (2018). Decreto 1496. Por el cual se adopta el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química. Bogotá D.C., República de Colombia.

Ministerio de la Protección Social Año de la publicación. (2007). Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a Benceno y sus derivados (GATISO-BTX-EB). Bogotá D.C., República de Colombia.

OIT. (2002). Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. En O. I. Trabajo. Ginebra.

Orem, D. (1985). Nursing: concepts of practice (Vol. 3). Michigan, EE UU: McGraw-Hill.

International Agency for Research on Cancer. Investigation Group.

Monograph of benzene. Paris: World Health Organization; 2008

International Agency for Research on Cancer. Investigation Group.

Monograph of cadmium. Paris: World Health Organization; 2007

Organización Mundial de la Salud. Regional europea. Selected Pollutants

WHO. Copenhagen: World Health Organization; 2010

Agency for toxic substances and disease registry. Guía toxicológica del

benceno. Atlanta: Center for disease control and prevention; 2007. Serie

ToxGuide

Zhang W, Du Y, Zhai M, Shang Q. Cadmium exposure and its health effects:

a 19 years follow-up study of a polluted area in China. Science of the total

environment. 2013 Oct 18; 470 (2014): 224-228.

Agency for toxic substances and disease registry. Guía toxicológica del

cadmio. Atlanta: Center for disease control and prevention; 2012. Serie

ToxGuide

Ministerio de Salud de Chile. Guia clínica de vigilancia biológica de la población expuesta a cadmio, beneficiario de la ley 20.590. Santiago de Chile: 2014.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Hacia una economía verde: Guia para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

Oslo: Organización de las Naciones Unidas; 2011.

Calidad del aire ambiente y una atmosfera más limpia en Europa. Directiva 2008/50/CE de 21 de mayo de 2008. Diario Oficial de la Unión Europea, L152/1, (11/6/2008).

Relativo al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente. Directiva 11 2004/107/CE de 15 de diciembre de 2004. Diario Oficial de la Unión Europea, L23/3, (26/1/2005).

Por la cual se modifica la resolución 601 del 4 de abril de 2006.

Resolución 610 del 24 de marzo de 2010. Diario Oficial del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, (24/03/2010).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación cardiovascular de Colombia. Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana. Diagnostico Nacional de Salud Ambiental. Bogotá: 2012

Peña C, Carter D, Ayala-Fierro F. Toxicología Ambiental Evaluación de riesgos y restauración ambiental. 1ª ed. Phoenix: Collage of Pharmacy. 2001. p 49.

- Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del aire.

Ginebra: Programa de Salud Ocupacional y Ambiental y Departamento de

protección del medio humano. 2000. Guías OMS.

Watanabe M. Política Ambiental del Japón. En: Ambiente y desarrollo en Argentina. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2007. [Consultado el 20 de enero 2016]; Disponible en: <http://www.ar.embjapan.go.jp/Notas/070808.DiscursoMiniMedioAmbiente.html>

Yale University. [<http://www.yale.edu/>]; Nueva Zelanda encabeza el ranking del Nuevo Índice de eficiencia medio ambiental presentado en Davos; New Haven: Environmental Performance Index. [Consultado el 25 de enero 2016]; Disponible en:

http://www.yale.edu/epi/files/2006EPI_PR_%20Spanish.pdf

Mayorga F. Codificación de la legislación en Colombia: Procesos de unificación del sistema jurídico. 2002 Abr [citado 2016 Ene 26]; [aprox. 6p]. Ed 148. Bogotá; disponible en:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/abril2002/codificacion.htm>

Santana E, Borges da Cunha K, Ferreira A, Zamboni A. CONAMA. Padrões de qualidade do ar, experiência comparada Brasil, EUA e União Europeia [Monografía en internet]. São Paulo: Instituto de energia e meio ambiente: 2012. [Revisado el 21 de enero 2016]. Disponible en:

http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/C1CB3034/Estudo_Padrees_Qualidade_Ar.pdf

Guideline values to protect health. Law from 2002. Ministry for the Environment and the Ministry of Health. Disponible en:

<http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/ambient-guide-may02.pdf>.

Environmental quality standards for benzene, tetrachloroethylene and dichloromethane. Law from February 1997. Ministry of the environment of government of Japan. Disponible en: <https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.html>

Emisión de BTEX por las gasolineras, proximidad geográfica y síntomas neurológicos en residentes de Ensenada, Baja California, México M. García, E. Arellano, L. Walter, I. Espejel, M. Villada, P. Aceves, M. Quintero. C. V

https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20Naturales%20T- I/Articulo_15.pdf

CAMPAÑAS DE MUESTREO DE BTEX <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Campanas-BTEX-Final-V2.pdf>

Ciro, JE Bogota (septiembre 30 2014). Estaciones de servicio son un negocio con valor agregado. Obtenido de La republica.com.co. <https://www.larepublica.co/archivo/estaciones-de-servicio-son-un-negocio-con-valor-agregado-2175011>.

Acp, Bogota (2017) <https://acp.com.co/web2017/es/asustos/economicos/125-informe-economico-octubre-mercado-de-combustibles-en-colombia-asi-avanzan-las-importaciones-y-el-consumo-de-gasolina-diesel-y-jet-fuel-en-2017/file>

INSHT Madrid. (2007). Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio. Madrid, España: INSHT MADRID. Recuperado el 24 de septiembre de 2018.