

Amenazas tecnológicas en el cantón La Unión, Cartago, Costa Rica

Technological hazards in the cantón La Unión, Cartago, Costa Rica

Jorge Rodríguez-Campos¹, Mario Fernández-Arce²

Rodríguez-Campos, J; Fernández-Arce, M. Amenazas tecnológicas en el cantón La Unión, Cartago, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, N° 4. Octubre-Diciembre, 2022. Pág. 45-56.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i4.5746>

1 Comisión Nacional de Prevención del Riesgo y Atención de Emergencias (CNE). Costa Rica. Correo electrónico: jerc315@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2316-0886>

2 Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: mario.fernandezarce@ucr.ac.cr. Autor a cargo de la correspondencia.

 <https://orcid.org/0000-0003-3618-9995>

Palabras clave

Amenazas; explosiones; gas; combustible; incidentes.

Resumen

Este artículo describe la distribución de las amenazas tecnológicas en el cantón La Unión de Cartago y muestra los radios de máximo alcance por eventuales explosiones en gasolineras. En las industrias, gasolineras y el poliducto de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) podrían suscitarse incidentes tecnológicos lo que demanda estudios para conocer su capacidad destructiva. El trabajo da a conocer el potencial de los incidentes tecnológicos en el cantón La Unión y servirá para manejar más eficientemente estos peligros tecnológicos. Se utilizó una relación de linealidad y proporcionalidad con datos del Servicio Geológico Mexicano para estimar el alcance de explosiones en gasolineras. Con el fin de conocer la extensión de las fugas de gases industriales se utilizó como guía un estudio sobre amenazas químico-tecnológicas de la Gran Área Metropolitana (GAM) y se revisó referencias sobre incidentes ocurridos previamente. Un estudio de campo, para verificar la presencia de asentamientos humanos cerca del poliducto, y revisión bibliográfica permitieron tener una idea del potencial de amenaza del poliducto. Los resultados indican que los radios de máximo peligro asociados a explosiones de gasolineras en La Unión varían entre 6,85 y 13,08 metros y que la fuga de gases puede tener impacto en áreas de un radio cercano a los 10 km.

Keywords

Hazards; explosions; gas; fuel; incidents.

Abstract

This article describes the distribution of technological hazards at La Unión Canton, Cartago and shows the maximum range radius due to possible explosions at gas stations. Technological incidents could arise in the industries, gas stations and the pipeline of the Refinadora Costarricense de Petroleo (RECOPE), which requires studies to know their destructive capacity. The work reveals the potential of technological incidents in the canton of La Unión and will serve to manage these technological hazards more efficiently. A linearity and proportionality relationship with data from the Mexican Geological Service was used to estimate the extent of explosions at gas stations. In order to find out the extent of industrial gas leaks, a study on chemical-technological hazards in the Gran Área Metropolitan (GAM) was used as a guide and references on previously occurred incidents were reviewed. A field study, to verify the presence of human settlements near the pipeline, and a bibliographic review provided an idea of the potential threat of the pipeline. The results indicate that the maximum danger radii associated with gas station explosions in La Unión vary between 6.85 and 13.08 meters and that the gas leak can affect areas with a radius close to 10 km.

Introducción

Este artículo se refiere a la distribución de las amenazas tecnológicas del cantón La Unión, Cartago (figura 1). Para ello, se estimó la posibilidad de explosiones en gasolineras y sus radios de máximo alcance, se analizó la posibilidad de escapes de gases tóxicos en plantas industriales y se investigó la posibilidad de incidentes en el poliducto de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE). Con base en la capacidad y tipos de combustible, se calcularon zonas de máximo, mediano y mínimo peligro asociadas a accidentes tecnológicos en los expendios

de gasolinas y se plasmaron en mapas, que se muestran en este trabajo. Sobre las fugas de gases, se localizaron las industrias en las que existe potencial peligro que se muestran en mapas y se describen los eventos más importantes que han ocurrido en el cantón. En lo que respecta al poliducto, se hizo un mapa con el trazo del mismo y se analizan las posibilidades de que haya fugas en él.

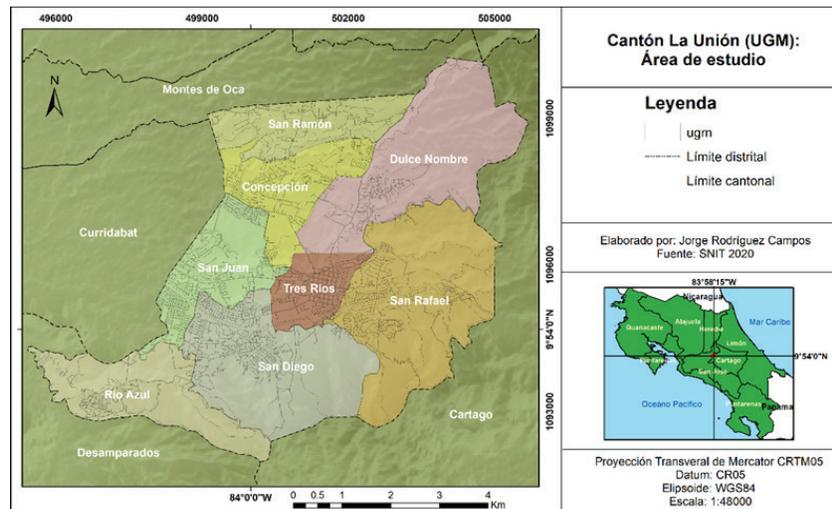


Figura 1. Área de estudio.

En las industrias, gasolineras y poliducto del cantón podrían suscitarse incidentes tecnológicos por lo que no se puede descartar que funcionarios de tales establecimientos, transeúntes y la población cercana sea impactada por las amenazas tecnológicas en algún momento futuro. En el pasado reciente ha ocurrido al menos un escape de gas tóxico [1] en una planta industrial del cantón. Pese al nivel de seguridad, en las estaciones de servicio podría haber explosiones como sucedió en una de Escazú el 26 de octubre de 2006 [2], debido a que los combustibles son altamente inflamables y solo requieren Oxígeno y una pequeña energía inicial que provoque una reacción en cadena. Los poliductos no escapan a fisuras voluntarias o involuntarias que faciliten la fuga de combustible y la combustión de los mismos; en Costa Rica y en otros países del mundo han ocurrido incidentes de esa índole con resultados letales. Estas posibilidades requieren ser estudiadas y divulgadas para aumentar los niveles de seguridad y facilitar la respuesta a un incidente de tipo tecnológico.

El propósito de la investigación realizada fue evaluar las amenazas tecnológicas del territorio de La Unión y el del artículo es dar a conocer la evaluación hecha para que los resultados mostrados sean tomados en cuenta en planificación y ordenamiento del territorio, haciendo el mejor uso posible de la tierra. Se espera también que este trabajo constituya una base para futuros estudios que ahonden en la problemática abordada y sean parte de las bases de datos necesarias para un manejo de los riesgos basado en ideas claras de las áreas que podrían ser afectadas por eventos futuros. Conociendo el potencial de los incidentes tecnológicos en el cantón La Unión es más fácil desarrollar capacidad, resistencia y resiliencia ante ellos, lo que incluye la preparación de la población vulnerable para manejar las potenciales amenazas a las que está expuesta y crear habilidad para enfrentar una eventual emergencia ocasionada por ellas. Con esta información, las autoridades locales podrán orientar sus esfuerzos hacia el manejo de estos peligros tecnológicos, usualmente relegados a un segundo plano por la baja frecuencia de ocurrencia.

Para lograr el objetivo propuesto se utilizó la experiencia y resultados del Servicio Geológico Mexicano sobre la estimación de zonas de riesgo por explosiones en gasolineras mexicanas, aprovechando lo utilizable de tal iniciativa y el dato de capacidad de almacenamiento de combustible de las estaciones de servicio de La Unión. En lo que respecta a escapes de gases se usó como guía el trabajo “Amenazas químico-tecnológicas en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica (GAM)” el cual hace un análisis de las principales amenazas tecnológicas y su posible impacto en la GAM. Finalmente, se graficó la trayectoria del poliducto en un mapa y se hizo un recorrido por las zonas urbanizadas cercanas a él para verificar la presencia de asentamientos humanos en la zona de protección del mismo.

Los resultados indican que los radios de las zonas de máximo peligro asociados a explosiones de gasolineras en La Unión varían entre 6,85 y 13,08 metros y los de las zonas de mínima amenaza van desde los 31,54 hasta los 37,27 m. Los niveles y normas de seguridad para el funcionamiento de estos expendios son tan estrictos que hasta la fecha no ha habido emergencias por fugas de gas o explosiones en ellos. La ocurrencia de escapes de gases usados en procesos industriales es más probable en el área de estudio y, de hecho, ya han ocurrido emergencias por este tipo de incidentes, con efectos en un radio de 10 km. El poliducto de RECOPE atraviesa 2 distritos, pero, pese a haber urbanizaciones cerca de él, hasta el momento no han ocurrido incidentes en él dentro de la zona estudiada. La frecuencia de incidentes tecnológicos en el cantón es muy baja, pero ello no significa que no puedan ocurrir esporádicos eventos en el futuro.

Metodología

Para evaluar el alcance de explosiones en gasolineras se tomó como referencia las estimaciones de zonas de alto, medio y bajo peligro por explosiones en gasolineras realizadas por el Servicio Geológico Mexicano y contenidas en el *Atlas de Peligros de Tamaulipas* [3]. Para dichos cálculos, el SGM usó un programa de cómputo especial y obtuvo los resultados mediante simulaciones, lo que no se pudo hacer en el caso del presente estudio porque no se contó con el mencionado programa. Por ello, se hizo un estimado [4,5] basado en los resultados obtenidos por el SGM.

En relación con lo anterior, se tomó como referencia el volumen de combustible y los valores resultantes de los radios de alto, medio y bajo peligro, determinado en cualquiera de las gasolineras estudiadas en Tamaulipas, México, y se comparó con el volumen de combustible de cada una de las gasolineras de La Unión. De lo anterior surgió un estimado porcentual, asumiendo una relación de linealidad y proporcionalidad entre los valores. Para ello fue necesario recopilar información correspondiente a la cantidad de tanques de combustible, su capacidad y el tipo de sustancia que poseen. Los resultados obtenidos fueron trasladados a mapas en los que se muestran las zonas de máximo, mediano y mínimo peligro por explosiones de cada una de las gasolineras.

Con respecto a los escapes de gas en plantas industriales, se investigó la ocurrencia de sucesos en artículos científicos y notas periodísticas, a fin de conocer el potencial real de este tipo de eventos en el cantón. Se revisó en detalle la información sobre una fuga de gas Cloro que ocurrió en la fábrica Irex en el año 2002, el cual constituye hasta la fecha la mayor emergencia por evento tecnológico de La Unión. Para el análisis de esta amenaza fue sumamente útil el estudio: *Amenazas químico-tecnológicas en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica* [6], el que consiste en un análisis de las principales amenazas tecnológicas y su posible impacto en la Gran Área Metropolitana (GAM), a la cual pertenece el cantón. De ese estudio se obtuvo valiosa

información que permitió tener un panorama más amplio acerca del potencial e impacto de las fugas de gases tóxicos y de las empresas en las que pueden ocurrir. Se hizo un mapa con las principales industrias o entidades que manejan gases para sus procesos.

Sobre fugas de combustibles en el poliducto, lo primero que se hizo fue conseguir información en la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) sobre el trazo del mismo para poder ubicarlo espacialmente y conocer de antemano las comunidades más cercanas a él. Una vez hecho lo anterior, se investigó la ocurrencia de eventos pasados en dicha obra dentro del cantón, cerca de él o en cualquier punto a lo largo de él, básicamente en notas de Prensa. Posteriormente se hicieron visitas al campo para corroborar la existencia de asentamientos humanos dentro de la servidumbre establecida por norma para la protección de la obra y la seguridad de las personas. Esto fue esencial para conocer la vulnerabilidad física de los habitantes, es decir, la condición que los hace más susceptibles a ser impactados por un evento debido a la cercanía de la fuente del mismo.

Resultados

De acuerdo con [7], desde 1978 hasta 2010 han ocurrido en Costa Rica 9 eventos en cuyo origen ha intervenido el ser humano, a saber: Incendio en el Mercado Central de Heredia (1978), Incendios forestales en los Parques Nacionales Chirripó, Barra Honda, La Amistad, Volcán Irazú y las Reservas Forestales del Río Macho y Los Santos (1992), Incendio en el Centro de Santa Cruz, Guanacaste (1993), Fuga de plaguicidas en la planta RIMAC en la Lima de Cartago (1994), Derrame de residuos de plaguicidas, Palmar Sur (2002), Derrame de hidrocarburos ocurrido en el pozo de agua potable AB-1089 y en el Acuífero Colima Superior (2004), Incendio en el Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, San José (2005), Incendio de empresa de químicos Moín, Limón (2006) y Conflicto Costa Rica – Nicaragua, por violación de la soberanía del territorio Nacional (2010). Según [7], en el listado solamente se incluyen esos porque son los que tienen una declaratoria de emergencia nacional o, bien, trascendencia histórica. El evento de RIMAC afectó al cantón La Unión mediante fuertes olores producto del incendio.

A continuación, se describen sucintamente este tipo de peligros existentes en el cantón La Unión, con el fin de generar información útil para el manejo de los riesgos. El trabajo está basado en un análisis hecho previamente en el cantón [5].

Explosiones en gasolineras

Este tipo de incidentes son remotos en Costa Rica pero posibles porque la normativa incluye reglas sumamente estrictas para el funcionamiento y operación de los expendios de combustible. No obstante, pueden ocurrir y por tanto, es útil, conveniente y recomendable conocer al máximo el peligro que los accidentes en ellos pueden representar para la población. Como ya se dijo, en el país ya ha habido evento de este tipo, lo cual justifica y apoya este análisis. De acuerdo con [8], las personas pueden resultar heridas o muertas por esta clase de acontecimientos. Se investigó el radio de influencia de una explosión en las siguientes gasolineras del área estudiada: Servicentro Ayarco, Servicentro Tinoco y Servicentro Total.

Servicentro Ayarco

Esta gasolinera es fronteriza, se encuentra en la zona limítrofe entre los cantones La Unión y Curridabat. Aunque pertenece al segundo, se incluye en el estudio debido a que un eventual incidente en ella podría afectar también a elementos del espacio del área de interés. Según la información recopilada, el tanque de mayor capacidad es de gasolina y en él se puede almacenar 55000 L del combustible. Con base en estos datos se hizo el cálculo que generó los datos del cuadro 1.

Cuadro 1. Radios de alcance por explosión en el Servicentro Ayarco.

Estación de Servicio Ayarco		
Nivel de peligro	Radio de alcance (m)	Posible daño
Alto	6,85	Local, trabajadores, clientes
Medio	19,51	Local, trabajadores, conductores, peatones.
Bajo	31,54	Conductores y peatones

Fuente: [5].

El área ubicada al sur de la autopista en la figura 2 es parte del cantón Curridabat, lo cual confirma, como se indicó, que el servicentro está en ese cantón. Según se aprecia, bosque y la vía son los rasgos espaciales que limitan el sitio. De lo anterior se deriva que la vulnerabilidad humana es baja allí por cuanto hay poca población e infraestructura expuesta. De acuerdo con las estimaciones realizadas, el peligro para el territorio de La Unión es bajo e incluye el efecto de la onda expansiva sobre personas y vehículos que estén transitando por la autopista al momento del incidente.

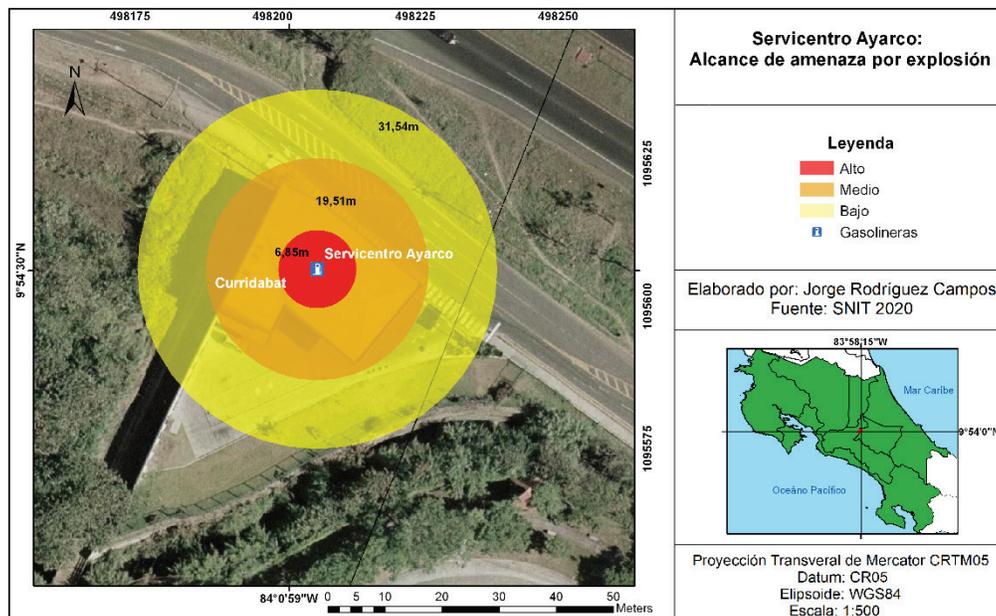


Figura 2. Zona de amenaza del Servicentro Ayarco.

Servicentro Tinoco

A diferencia de la anterior, esta gasolinera se encuentra en la cabecera del cantón, en la ciudad de Tres Ríos, en una zona urbana de gran actividad humana, que incluye comercio y servicios. Por tanto, ésta si cuenta con establecimientos comerciales y algunas viviendas cerca de él, lo cual hace que más gente circule en sus alrededores y que, por tanto, haya mayor vulnerabilidad humana asociada a él. El tanque mayor es de gasolina y su capacidad es 65000 L de combustible. En el cuadro 2 se presentan el nivel de peligro y los radios de máximo alcance de las ondas expansivas de una eventual explosión en dicha estación de servicio.

Cuadro 2. Radios de alcance por explosión en el Servicentro Tinoco.

Estación de Servicio Tinoco		
Nivel de peligro	Radio de alcance (m)	Posible efecto
Alto	13,08	Local, trabajadores, clientes
Medio	23,06	Local, trabajadores, clientes, peatones
Bajo	37,27	Conductores, peatones, comercios vecinos

Fuente: [5].

En la figura 3 se aprecia que la gasolinera está rodeada por dos calles públicas y establecimientos privados. En cuanto al alcance de las ondas, el peligro medio y máximo es para las instalaciones de la estación. Según el diámetro correspondiente al peligro bajo, personas y establecimientos cercanos podría estar sujetos a los efectos de una posible explosión.

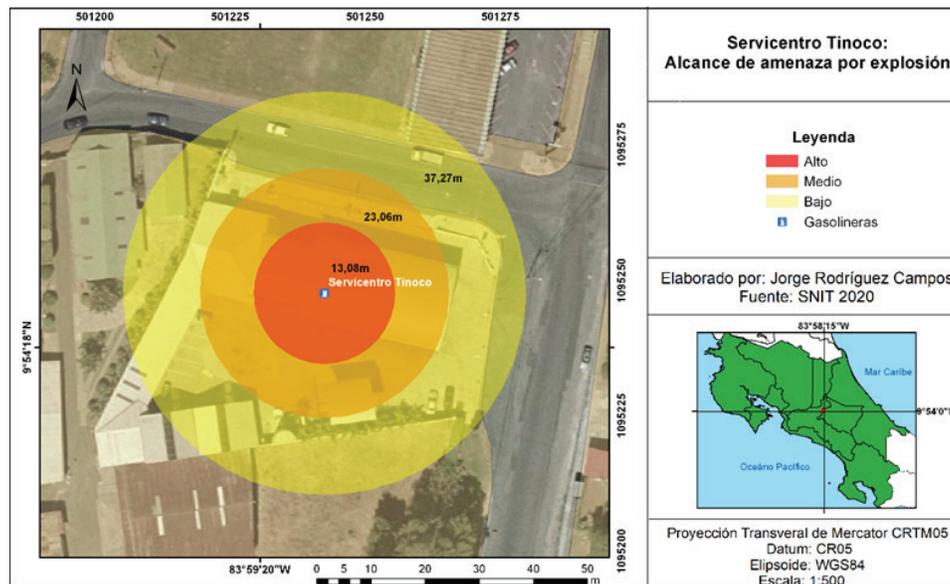


Figura 3. Zonas de amenaza del Servicentro Tinoco.

Servicentro Total

Este centro de servicio también se encuentra en la ciudad de Tres Ríos, frente a la carretera que comunica con Curridabat y San Pedro de Montes de Oca. Según los datos recopilados, el tanque más grande es de gasolina y tiene una capacidad de 60000 L de combustible. Con base en esos datos se hizo el cálculo del alcance de una explosión en dicho servicentro y los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Radios de alcance por explosión en el Servicentro Total.

Estación de Servicio Total		
Nivel de peligro	Radio de alcance (m)	Posible efecto
Alto	12,08	Local, trabajadores, clientes
Medio	21,29	Local, trabajadores, clientes, comercios
Bajo	34,40	Comercios, peatones, vehículos

Fuente: [5].

En la figura 4 se observa la ubicación de la gasolinera, así como los radios de máximo alcance correspondientes con el bajo, medio y máximo peligro. Destaca en la imagen que la estación está frente a calle principal y es diagonal al cementerio de la ciudad de Tres Ríos. La presencia de establecimientos comerciales y viviendas en los alrededores del sitio aumentan la exposición de las personas a la amenaza. De acuerdo con la figura 4, el máximo peligro abarca las instalaciones del local y los peligros medio y bajo se extenderían las obras del entorno inmediato.

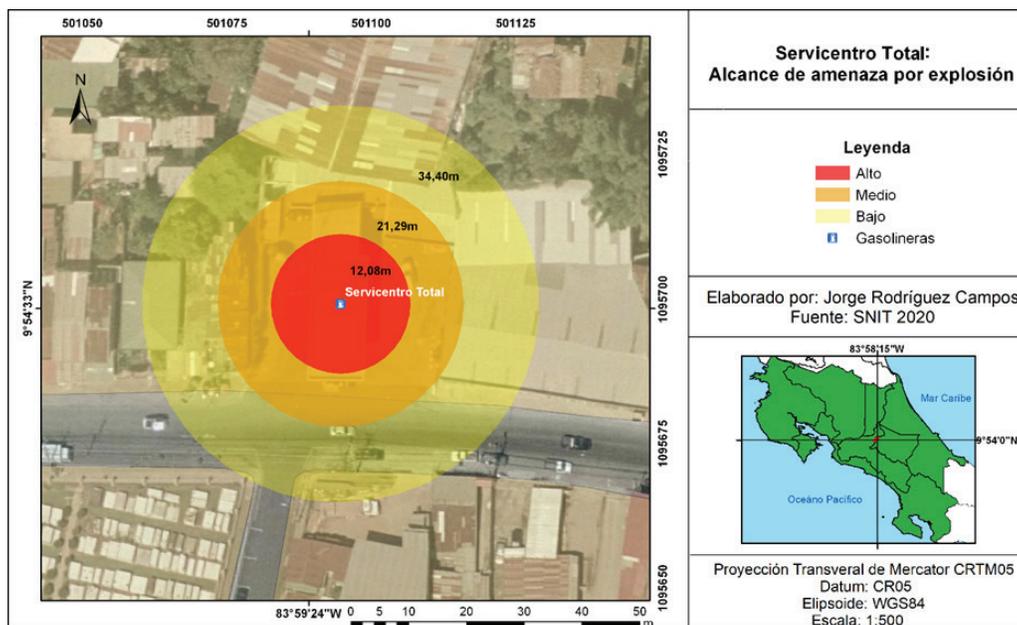


Figura 4. Zonas de amenaza del Servicentro Total.

Escapes de gas industrial tóxico

Hay trágicos casos a nivel mundial que nos recuerdan la importancia de reconocer las amenazas tecnológicas circundantes y la vulnerabilidad que tienen las obras y personas de su entorno. Uno de estos eventos es el que ocurrió en la ciudad de Bhopal, la India, en la Navidad de 1984, cuando una fuga de gas intoxicó y mató a miles de personas [9,10].

En el cantón La Unión hay amenaza directa e indirecta a causa de potenciales escapes de gas de empresas tales como Irex de Costa Rica, con antecedentes en este tipo de eventos, y la planta de Acueductos y Alcantarillados (AyA), la cual maneja una cantidad relativamente alta de gas cloro. En la figura 5 se muestra el mapa de ubicación de las fábricas y plantas de las que se tiene información sobre el alcance ante una posible emergencia. Ellas son Irex de Costa Rica, Planta de Tratamiento de Acueductos y Alcantarillados (AYA), CELCO, Grupo Xilo e Importadora Químicos del Norte. Las últimas dos no están dentro del territorio de La Unión, sin embargo, sí podrían generar amenaza para su población.

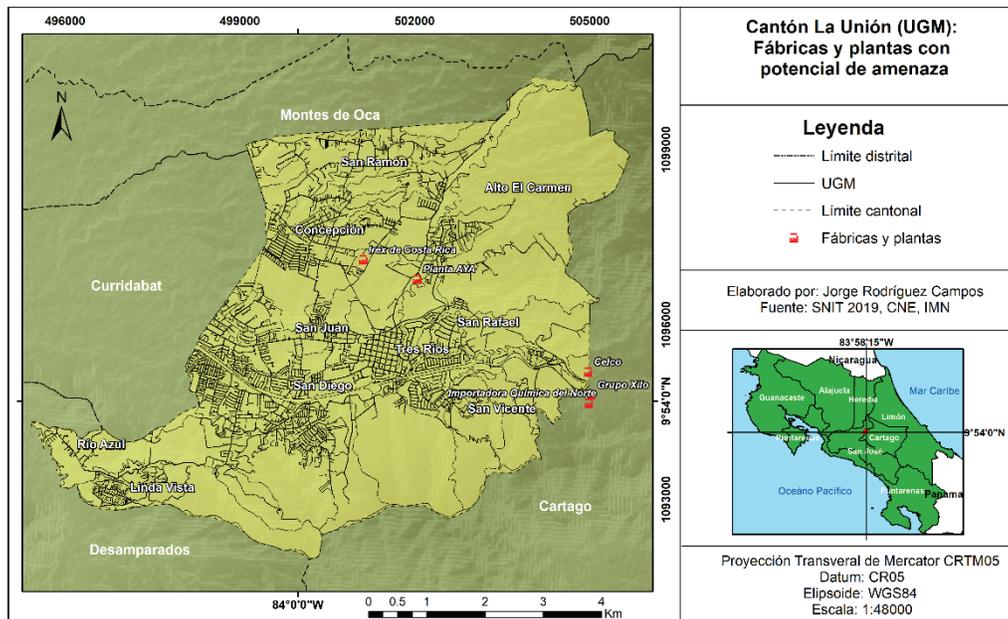


Figura 5. Sitios de potencial amenaza por escape de gases.

Las siguientes empresas fueron incluidas en un estudio sobre amenazas tecnológicas elaborado por [6]: Gerber Ingredients S.A., Importadora Química del Norte S.A., Transmequin de Costa Rica S.A., Kerkua, CELCO, Central de Servicios Químicos, Laboratorios Químicos ARVI Ltda, la estación de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Irex y Laboratorios Stein. Según los autores antes mencionados, el alcance máximo de una fuga de Ácido Nítrico de CELCO es 5,6 km y el de una fuga de Cloro en la Irex es de 6,8 km. La estación de AyA, ubicada en Tres Ríos, incluye en su radio de impacto 14 escuelas y 14 colegios, el de Laboratorios Químicos ARVI Ltda. incluye 19 escuelas y 3 colegios para un total 1 120 estudiantes.

En el 2002 hubo un escape de gas Cloro en la Irex el cual se extendió a los distritos Dulce Nombre, San Rafael, San Diego y Tres Ríos. En el periódico La Nación se indicó lo siguiente: “Ambulancias, patrullas y vehículos particulares se encargaban de llevar a familias enteras afectadas por la inhalación del tóxico al puesto que la Cruz Roja levantó a unos 400 metros de la fábrica Irex y a la clínica del Seguro Social ubicada en Tres Ríos. Un reporte recibido ayer a las 8:30 p. m., señaló que del total de afectados, 60 fueron trasladados a varios hospitales en condición regular y otros 15 en categoría roja; es decir, graves” [1]. Según [6], esta emergencia afectó aproximadamente a 1200 personas y el radio de influencia del gas superó los 10 km, siendo mayor al establecido en la Guía de respuesta en caso de emergencia.

Fugas en Poliducto

Los poliductos no escapan a incidentes pese a su seguridad. [11] reportan que ellos han incrementado en México en años recientes debido a la inadecuada evaluación de las obras y la falta de gestión para erradicar esta problemática, así como daños ocasionados por terceros, operaciones incorrectas y corrosión. Los autores mencionados reportaron que en el periodo 1970-1995 hubo quinientos incidentes grandes a nivel mundial en poliductos que arrojaron 2 000 muertes, 3 000 lesionados en casi un centenar de países afectados.

Un evento reciente y recordado es el que ocurrió en Hidalgo, México, en enero de 2019. En dicho acontecimiento 93 personas murieron y otras 46 resultaron heridas, debido a una explosión en una toma clandestina de combustible en un ducto de la petrolera estatal mexicana [12]. Según el artículo, en ocasiones se pierde el control de las válvulas clandestinas y la perforación hecha

también queda sin manejo alguno. Es cuando se acercan vecinos a recoger el combustible que sale por el orificio hecho y sobreviene el accidente por alguna pequeña energía que hace explotar el combustible. De acuerdo con esta nota de la BBC, el mercado clandestino de combustibles está aumentando.

Costa Rica no escapa a esa acción ilegal. [13] y [14] reportaron un derrame de combustible en la localidad de Moravia, provincia de San José, Costa Rica, debida a una toma ilegal. Al igual que lo manifestó la BBC, en la nota periodística de [14] se indica que el robo de tales sustancias se viene acrecentando en Costa Rica desde el 2016 y “hasta a la fecha, se han localizado 480 tomas ilegales a lo largo de los 533 kilómetros de tubería que componen el poliducto”. Los sistemas de RECOPE son muy seguros pero este tipo de acciones pueden provocar incidentes que afecten a la población.

En Costa Rica existe un poliducto que transporta combustible desde el Caribe hasta el Pacífico, el cual es administrado y operado por RECOPE. La figura 6 muestra la trayectoria de la tubería por el territorio de La Unión y como se observa, atraviesa el noreste del cantón mencionado, donde se ubican los distritos Dulce Nombre y San Ramón.

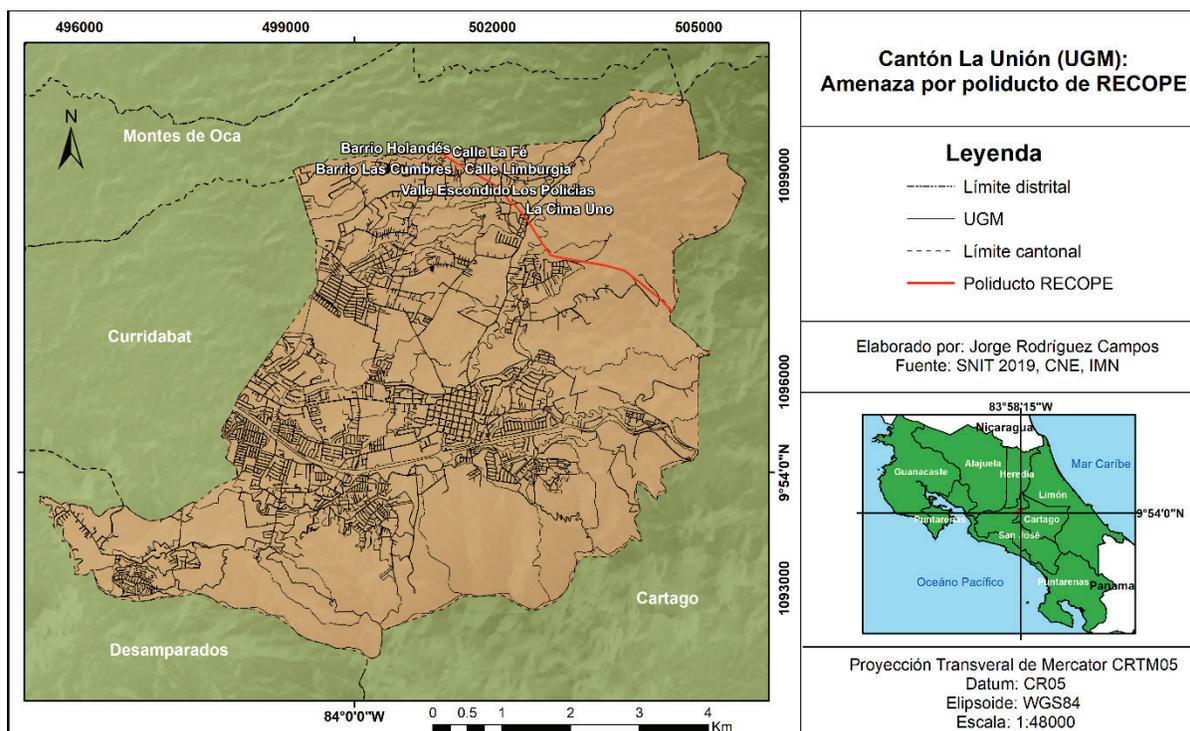


Figura 6. Tubería del poliducto costarricense.

Dicho poliducto fue construido en 1967 con los más altos estándares internacionales de diseño, construcción, operación y mantenimiento [15], por la cual es muy seguro y confiable. No obstante, un informe de la Contraloría General de la República, de 1998, reveló que existía una serie de fallas en la seguridad y mantenimiento del poliducto [16]. Ello condujo a la implementación de un sistema de monitoreo que detecta puntos de fuga y activas válvulas que detienen el flujo de combustible. Según [16], esos controles se concentran en los lugares más poblados. Otro cambio positivo en la obra es que la tubería ha sido renovada, ampliada y mejorada con la última tecnología existente. Sin embargo, el cambio de uso de la tierra y el crecimiento urbano alteró la situación por lo que aumentó la exposición de la población a una

eventual fuga de combustible. En algunos sectores se ha invadido la servidumbre de 15 m (figura 7) establecida por RECOPE para proteger el poliducto y evitar impacto de un accidente a la población.



Figura 7. Paso del poliducto por la comunidad La Cima, del distrito Concepción. El poste de color rojo señala el punto por donde pasa la tubería.

No hay reportes de incidentes en el poliducto en La Unión pero ello no significa que no los pueda haber en el futuro. Como lo indican [17,18], en Siquirres, Turrialba, Moravia, Lagunilla y Santo Domingo de Heredia ha habido incidentes tecnológicos. Los casos de Lagunilla y Jardines de Moravia generaron mucho pánico en la población pero, afortunadamente, no hubo pérdidas de vidas humanas que lamentar.

Conclusiones

De acuerdo con la investigación realizada, en el cantón La Unión de la provincia Cartago hay tres fuentes de amenazas tecnológicas, a saber: gasolineras, plantas industriales y el poliducto que transporta combustible desde Limón hasta Barranca de Puntarenas. Hasta la fecha no se conoce un solo incidente que haya ocurrido en las gasolineras del cantón, lo cual podría estar directamente relacionado con la estricta normativa de seguridad para la operación de estos centros de servicio que existe en Costa Rica. En las plantas industriales si ha habido eventos adversos relevantes siendo el más grave de ellos la fuga de gas Cloro que ocurrió en la empresa Irex de Costa Rica en el 2002, lo cual afectó a 1200 personas, 15 de ellas de gravedad. En lo que respecta a fugas de combustible en el poliducto, tampoco hay reportes sobre la ocurrencia de ellas en el tramo que atraviesa La Unión.

Debido al aumento de la población, los terrenos expuestos al impacto de las amenazas están siendo ocupados por personas, generalmente de escasos recursos, lo cual crea posibilidad de pérdidas materiales y de vidas en caso de ocurrir un incidente de moderada a gran magnitud. Para evitar ese riesgo, es necesario respetar la servidumbre correspondiente al poliducto.

Este estudio es útil para la mejorar la gestión del riesgo en el cantón La Unión por cuanto es el más actualizado e integral sobre amenazas tecnológicas. Los resultados servirán a las y los gestores del riesgo del cantón para conocer y manejar mejor los peligros derivados procesos industriales y actividades humanas. Se espera también que este trabajo sea la base para estudios más profundos y detallados sobre el tema.

Referencias

- [1] Meza, A, (2002) "Grave emergencia tóxica," La Nación, 2002. Disponible en http://www.nacion.com/In_ee/2002/junio/14/pais1.html.
- [2] Arguedas, C, (29 octubre 2006). Explosión en gasolinera mata a dos niños en Escazú. La Nación, 2006.
- [3] Servicio Geológico Mexicano-SGM, (2012). Atlas de Riesgos del Municipio de Victoria, Estado de Tamaulipas. Tamaulipas, México.
- [4] Robles, J, (2016). Análisis geoespacial de amenazas y vulnerabilidades en el distrito La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica.
- [5] Rodríguez, J, (2020). Determinación de amenazas y vulnerabilidad mediante la generación de indicadores, a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estudio de caso: Cantón, La Unión, Cartago, Costa Rica. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) Sede Costa Rica.
- [6] Sánchez-Murillo, R, Piedra-Marín, G, León-Coto, S, & Solís-Delgado, A. (2013). Amenazas químico-tecnológicas en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. *Uniciencia*, 27(1), 186-214.
- [7] Vallejos, S (2012). Histórico de desastres en Costa Rica (Febrero 1723 - Setiembre 2012) / Sheily Vallejos Vásquez, Lidier Esquivel Valverde y Maureen Hidalgo Madrigal. -- San José, C.R.: CNE, 2012.
- [8] Bossi, M., Matich, D. Pignani, J. M. (2000). Cátedra: Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos II. Difusión de los productos de combustión del PVC (policloruro de vinilo) en la atmósfera sobre la ciudad de Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Departamento de Ingeniería Química.
- [9] Embid, A, (2004). Bhopal, La mayor catástrofe química de la historia. *Revista de Medicinas Complementarias. Medicina Holística*. Nº 68, pgs 115 – 127. Recuperado de <https://nanopdf.com/download/bhopal-amcmhorg.pdf>.
- [10] Esteve, J, (2016). La Estrecha Interdependencia entre la Criminalidad de las Empresas Transnacionales y las Violaciones al Derecho Internacional de los Derechos Humanos y del Medio Ambiente: Lecciones del Caso Bhopal. *Revista Electrónica de Estudios Internacionales*. DOI: 10.17103/reei.32.01. Dialnet-LaEstrechaInterdependenciaEntreLaCriminalidadDeLas-5819683.pdf.
- [11] Olivera, R, Rodríguez, A, (2005). Estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diesel en México. *Científica* Vol. 9 Núm. 4 pp.159-165 © 2005 ESIME-IPN. ISSN 1665-0654.
- [12] BBC News, 18 de enero de 2019. Explosión en ducto de Pemex en Hidalgo: 93 muertos en la mayor tragedia por robo de combustible en la historia de México. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-46930014>.
- [13] Madriz, A, (2019): Grupo delictivo robaba combustible en zona residencial del Moravia. *ELPERIODICOCR*. Disponible en <https://elperiodicocr.com/grupo-delictivo-robaba-combustible-en-zona-residencial-del-moravia/>.
- [14] Coto, S. (Periódico La Teja 6 de 2019). ¡Qué peligro! Hombres alquilan casa en Moravia para ordeñar poliducto.
- [15] RECOPE, (2019) "Sobre el poliducto". Disponible en <https://www.recope.go.cr/quienes-somos/poliducto/>.
- [16] Chavarría, N, Camacho, M. (2009). Propuesta metodológica para la zonificación de la vulnerabilidad estructural y de la población ante la presencia de una amenaza tecnológica: El caso del poliducto de RECOPE, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(42), 57-82.
- [17] Arguedas, C. (8 septiembre 2013). Estudio alerta de riesgo por viviendas cerca de poliducto, La Nación, 2013.
- [18] Láscarez, S, (2013). Orificio en poliducto de RECOPE puso a correr a bomberos. La Nación. Disponible en <https://www.nacion.com/sucesos/accidentes/orificio-en-poliducto-de-recope-puso-a-correr-a-bomberos/>