

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Gestión**

Maestría en Gestión del Riesgo de Desastres

**La evaluación de la vulnerabilidad social en las áreas expuestas a riesgos tecnológicos en la Planta Envasadora de GLP ENI GAS en la parroquia Priorato de la ciudad de Ibarra**

Sairi Tupak de la Torre Criollo

Tutor: Santiago Andrés Tarapuez Arcos

Quito, 2024

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra	
	No comercial	
	Sin obras derivadas	

Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia



## **Cláusula de cesión de derecho de publicación**

Yo, Sairi Tupak de la Torre Criollo, autor del trabajo intitulado “La Evaluación de la Vulnerabilidad Social en las Áreas expuestas a Riesgos Tecnológicos en la Planta Envasadora de GLP ENI GAS en la parroquia Priorato de la ciudad de Ibarra”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Gestión de Reducción de Riesgos de Desastres en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

12 de abril de 2024

Firma: \_\_\_\_\_



## Resumen

Este trabajo sirve como herramienta para gestionar riesgos en zonas vulnerables a peligros tecnológicos, donde destacan explosiones, emergencias sociales, desastres, riesgos, amenazas tecnológicas, poniendo en evidencia la vulnerabilidad social y territorial, en este caso la ciudad de Ibarra en Ecuador. La investigación se enfoca en evaluar la vulnerabilidad social de los pobladores cercanos a la planta envasadora de GLP ENI GAS en la ciudad de Ibarra. La investigación sigue un enfoque cuantitativo que se basa en la recopilación de datos, análisis estadístico y modelado del comportamiento para abordar preguntas sobre la vulnerabilidad social y su relación con amenazas tecnológicas. La metodología principal utilizada es el Análisis de Componentes Principales (ACP) que se emplea para reducir la dimensionalidad de los datos y determinar los factores más relevantes que influyen en la vulnerabilidad social en la zona de estudio. Además, se menciona la aplicación de la metodología PRINQUAL, que convierte variables cualitativas en cuantitativas y se utiliza para analizar la calidad de vida y otros aspectos socioeconómicos. El estudio se basa en una muestra de 488 habitantes de la parroquia Priorato en Ibarra, a quienes se les aplicaron encuestas para relacionar los riesgos tecnológicos de la planta envasadora GLP ENI GAS con factores demográficos y sociales de la zona. Se seleccionan las principales variables que intervienen en la vulnerabilidad, descartando aquellas que no están influenciadas por la planta envasadora. La investigación determina cuales son las zonas vulnerables y las características del peligro y amenaza existente, la cual estableció que se encuentra 559.61 metros de zona afectada, mientras que es necesario elaborar planes de prevención para lograr acierto y aceptación a la comunidad, teniendo en cuenta el nivel de escolaridad e informalidad que poseen los individuos que allí residen. Finalmente, el documento incorpora los resultados, conclusiones y recomendaciones de la investigación, para que el presente trabajo sirva de guía en la gestión de riesgos tecnológicos en zonas de vulnerabilidad social.

Palabras clave: Desastres, emergencias, riesgos, riesgo tecnológico, vulnerabilidad social

Querida esposa, Carmen Castro mi compañera de vida y mi mayor apoyo, dedico este trabajo de tesis con todo mi amor y gratitud. Tus palabras de aliento, paciencia y comprensión incondicional han sido mi fuerza durante este arduo camino. Gracias por tu apoyo constante, por estar a mi lado en cada etapa y por creer en mí cuando a veces dudaba de mí mismo. Este logro no habría sido posible sin tu amor y confianza. Te amo más de lo que las palabras pueden expresar.

A mi querida hija, Yara, mi fuente de inspiración y mi razón para seguir adelante, dedico este logro con todo mi corazón. Cada vez que te miraba, encontraba la motivación para superar los obstáculos y perseguir mis sueños. Eres mi mayor alegría y el combustible que alimenta mi determinación. Espero que este trabajo de tesis sea un testimonio del amor y esfuerzo que pongo en construir un futuro mejor para ti. Siempre serás mi mayor orgullo. Te amo más de lo que puedas imaginar.

Queridos padres, Segundo y Laura a ustedes, mis pilares y ejemplos de resiliencia, dedico este logro con profundo agradecimiento. Gracias por brindarme su apoyo incondicional, por inculcarme valores y por enseñarme a perseverar. Cada sacrificio que han hecho a lo largo de mi vida ha sido la semilla que ha florecido en este momento. Su amor y confianza en mí han sido la fuerza motriz detrás de cada paso que he dado. Les dedico este trabajo con humildad y gratitud infinita. Su legado vive en cada página de este proyecto.

Queridos hermanos, Lenin y Gina a ustedes, mis compañeros de vida y amigos incondicionales, dedico este logro con alegría y camaradería. Siempre han estado a mi lado, compartiendo risas, sueños y desafíos. Juntos hemos superado obstáculos y celebrados triunfos. Gracias por su apoyo constante, por creer en mí y por ser mi fuente de fortaleza. Este trabajo de tesis también es suyo, ya que su presencia y apoyo han sido esenciales en mi camino. Los llevo en mi corazón y sé que nuestra unión se fortalecerá con cada logro compartido.



## Agradecimientos

Apreciada Universidad Andina Simón Bolívar y estimados docentes, A través de estas palabras, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Andina Simón Bolívar y a todos mis queridos docentes por su valiosa contribución y apoyo en mi camino hacia la culminación de mi trabajo de tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a esta prestigiosa institución educativa por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en un entorno inspirador y de calidad. La Universidad Andina Simón Bolívar ha sido el hogar intelectual donde he tenido el privilegio de aprender de destacados profesionales y compartir conocimientos con mis compañeros, fomentando así un ambiente propicio para mi crecimiento personal y profesional.

A mis estimados docentes, les debo un reconocimiento especial. Vuestra dedicación y pasión por la enseñanza han sido fundamentales en mi proceso de aprendizaje. Vuestra paciencia, sabiduría y constante disposición para orientarme y brindarme retroalimentación constructiva han sido invaluable. Vuestras enseñanzas han ido más allá de los contenidos académicos, impactando en mi forma de pensar, razonar y enfrentar los desafíos con determinación.

Agradezco profundamente la guía y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi trabajo de tesis. Vuestra orientación experta, vuestras sugerencias y vuestro compromiso con mi crecimiento académico han sido fundamentales para llevar a cabo una investigación rigurosa y enriquecedora. Cada uno de ustedes ha dejado una huella indeleble en mi formación como profesional y en mi perspectiva del mundo.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo constante de la Universidad Andina Simón Bolívar y el compromiso de sus docentes en proporcionarme las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos académicos. Me siento honrado y agradecido de haber formado parte de esta comunidad educativa.





## Tabla de contenidos

Figuras y tablas .....	13
Introducción.....	15
Capítulo primero. Metodologías ACP para el proceso de investigación.....	17
<b>1. Metodología .....</b>	<b>17</b>
<b>2. Metodología ACP .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Metodología PRINQUAL.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Metodologías de evaluación de la vulnerabilidad .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Descripción del área de estudio: Parroquia Priorato .....</b>	<b>23</b>
Capítulo segundo. La vulnerabilidad social .....	25
<b>1. Vulnerabilidad, riesgos, emergencias y desastres .....</b>	<b>25</b>
<b>2. Explosión.....</b>	<b>31</b>
<b>3. Amenazas tecnológicas .....</b>	<b>32</b>
<b>4. Vulnerabilidad social y territorial.....</b>	<b>34</b>
<b>5. Caracterización de la vulnerabilidad social ante peligros tecnológicos.....</b>	<b>35</b>
<b>6. Ordenamiento territorial en cuanto a vulnerabilidad.....</b>	<b>37</b>
Capítulo tercero. Características del peligro/amenaza .....	39
<b>1. Identificación de factores de riesgo de la planta envasadora ENI GAS .....</b>	<b>39</b>
<b>2. Método de evaluación del riesgo de incendio en la envasadora ENI GAS .....</b>	<b>41</b>
Capítulo cuarto. Resultados .....	43
<b>1. Zonas afectadas por una probable afectación de la envasadora GLP ENI GAS y su impacto en la población expuesta .....</b>	<b>43</b>
<b>2. Evaluación de la vulnerabilidad social de áreas expuestas entorno a amenaza tecnológicas de la planta envasadora GLP ENI GAS.....</b>	<b>44</b>
<b>3. Discusión de los resultados.....</b>	<b>54</b>
<b>Análisis de viviendas afectadas por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra .....</b>	<b>55</b>
<b>Análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato del cantón Ibarra.....</b>	<b>56</b>
Conclusiones y recomendaciones .....	59
Lista de referencias .....	61
Anexos .....	66

Anexo 1: Encuesta ..... 66

## **Figuras y tablas**

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (parroquia Priorato).....	24
Figura 2. Zona de afectación .....	43
Figura 3. Zonas críticas y vulnerables de afectación.....	43
Figura 4. Gráfico representativo de las zonas de afectación .....	44
Figura 5. Gráfico de actividad antrópica instalada (AA).....	45
Figura 6. Gráfico de ingresos familiares diario (IFD).....	46
Figura 7. Gráfico de nivel de escolaridad (NE).....	47
Figura 8. Gráfico con respecto a la informalidad de vivienda (IV).....	48
Figura 9. Gráfico con respecto a la informalidad de barrio (IB) .....	49
Figura 10. Gráfico con respecto al conocimiento del individuo .....	50
Figura 11. Gráfico de percepción del individuo (PA) .....	51
Figura 12. Gráfico de conocimiento histórico (CH).....	52
Figura 13. Gráfico de existencia de planes de prevención (PPC) .....	53
Figura 14. Gráfico de la respuesta de la comunidad (RHC).....	54
Figura 15. Mapa de viviendas afectadas por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra.....	55
Figura 16. Mapa de Análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra.....	57
Tabla 1. Proceso productivo de riesgo.....	39
Tabla 2. Características de la empresa envasadora.....	40
Tabla 3. Desechos generados.....	40
Tabla 4. Materiales peligrosos existentes en la planta ENI GAS.....	40
Tabla 5. Actividad del tipo antrópica instalada .....	45
Tabla 6. Ingresos IFD .....	46
Tabla 7. Nivel de escolaridad (NE) .....	47
Tabla 8. Informalidad de vivienda (IV).....	47
Tabla 9. Informalidad de barrio (IB) .....	48
Tabla 10. Conocimiento del individuo .....	50
Tabla 11. Percepción de amenaza del individuo .....	50
Tabla 12. Conocimiento histórico (CH) .....	51
Tabla 13. Existencia de planes de prevención (PPC).....	52
Tabla 14. Respuesta de la comunidad (RHC).....	53



## Introducción

La evaluación de la vulnerabilidad social frente a accidentes tecnológicos identifica la susceptibilidad de los individuos, estima la capacidad de los sistemas para absorber el impacto de los eventos, y orienta la planificación de políticas públicas de prevención y mitigación (Concepción y Goya 2017, 1). Las estadísticas proporcionadas por el Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres (EMDAT), desde 1990 hasta hoy, muestran que en el mundo se han registrado 253.563 pérdidas de humanas y 3 658.551 afectados, representando 68 066 127 USD por desastres tecnológicos. Ello evidencia la necesidad de realizar un análisis para determinar la vulnerabilidad social de los asentamientos humanos frente a la localización de industrias (CRED 2022, 3).

En cierto modo la historia de los desastres tecnológicos en Ecuador, son innumerables tanto eventos naturales, como antropogénicos, pero es necesario estudiar o enfatizar los de origen tecnológico, destacando, por ejemplo, el registrado el 20 de noviembre del 2002 cuando ocurrió la explosión del polvorín de la Brigada Blindada Galápagos ubicado en la ciudad de Riobamba o el suscitado el 9 de julio de 1997 cuando una mina antipersonal estalló en el Valle de los Chillos, al suroriente del Distrito Metropolitano de Quito (El Universo 2002, 1).

Por lo tanto, de acuerdo con lo indicado por Linayo (2011, 1-2), en una mirada al tratamiento del riesgo tecnológico urbano en América Latina existe una necesidad manifiesta de incluir las amenazas tecnológicas en el desarrollo de los países, debido a que hay eventos que pueden alcanzar magnitudes importantes, especialmente los riesgos del tipo nuclear, incluso excediendo a otros de tipo natural. Lo anterior obliga a gestionar mejor los riesgos tecnológicos urbanos, entendiéndose como un análisis focalizado hacia potenciales escenarios afectados por fallas en aquellas instalaciones que almacenan, transportar y/o distribuir materiales peligrosos, ya sea inflamable, explosiva, tóxica o radioactiva.

En tal sentido, cabe mencionar dos accidentes ocurridos precisamente de tipo tecnológico que dejaron consecuencias catastróficas a nivel mundial: Chernóbil, en Ucrania, en la extinta Unión Soviética, ocurrido el 26 de agosto de 1986; y el registrado en la planta de energía nuclear de Fukushima como consecuencia del terremoto y posterior tsunami que azotaron de manera devastadora a Japón el 11 de marzo del 2011.

Los desastres dejaron en evidencia los retos de la gestión del riesgo tecnológico, porque pueden acarrear consecuencias a corto, mediano y largo plazo, que pueden equipararse a cualquier otra catástrofe natural conocida.

De igual manera, de acuerdo con el INEC (2022, 1-2), en la ciudad de Ibarra, situada al norte del país con una población en 2020 estaba estimada en 221 149 habitantes, se ha registrado un crecimiento poblacional del 2 % anual, lo cual se traduce en un incremento de la necesidad de lugares donde vivir. La población tuvo que ampliar su rango de vivienda, llegando incluso a ocupar espacios destinados solo a zonas industriales, lo que genera un aumento del riesgo de accidentes tecnológicos, por el aumento de la exposición de esa población a diversas situaciones. Por eso, es importante realizar estudios de investigaciones que permitan visualizar y geolocalizar las zonas amenazadas, junto a la evaluación de los grupos sociales expuestos, para que la ciudadanía entienda su vulnerabilidad social ante peligros tecnológicos y también saber gestionarla.

## **Capítulo primero**

### **Metodologías ACP para el proceso de investigación**

A partir de los antecedentes previamente expuestos, los cuestionamientos que surgen para la realización del presente trabajo son: ¿cuál es el grado de vulnerabilidad social ante amenazas tecnológicas de los pobladores que viven en las cercanías de la planta envasadora GLP ENI GAS en la ciudad de Ibarra?, así como ¿si el grado de vulnerabilidad social incide sobre la capacidad de recuperarse?

El evaluar la vulnerabilidad social en las áreas expuestas a amenazas tecnológicas de la Envasadora ENI GAS en el barrio Priorato de la ciudad de Ibarra, en el 2022, será el objetivo general de esta investigación, y como objetivos específicos el identificar las zonas afectadas por una probable afectación de la envasadora GLP ENI GAS, así como, el impacto que este podría causar en la población expuesta a la misma, el evaluar la vulnerabilidad social de áreas expuestas en torno a amenazas tecnológicas de la planta envasadora GLP ENI GAS.

#### **1. Metodología**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo. Hernández et al. (2014, 4) menciona que este enfoque “usa la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico para modelar el comportamiento y probar la teoría”.

Así se centra en un enfoque cuantitativo para describir y encuestar a los pobladores, se toma un número representativo de muestra para realizar un análisis exhaustivo que detallará el nivel de vulnerabilidad presente en la zona, mediante denotación de los habitantes.

El presente trabajo tiene como base principal la información preexistente sobre la metodología de evaluación de vulnerabilidad social Análisis de Componentes Principales (ACP), lo que permitirá determinar la vulnerabilidad social ante amenaza tecnológica de la población asentada en las cercanías de la planta envasadora de GAS en la Parroquia Priorato de la ciudad de Ibarra.

## **2. Metodología ACP**

Según Enríquez y Bohórquez (2013, 79-93), la metodología ACP desde un enfoque cualitativo permite reducir un grupo de datos original en nuevas variables que descarten factores que nos tienen mucha relevancia para el caso de estudio. Se obtienen estas nuevas variables como combinaciones lineales a partir de sumas ponderadas realizadas a las variables originales.

Amat (2017, 30:35) agrega que esta metodología es avalada por las autoridades antisequestros y asesinatos de Estados Unidos porque permite determinar y contabilizar el porcentaje de asesinatos, secuestros y asaltos en el país; de igual manera es acreditado por las empresas tecnológicas que lo usan para estimar y cuantificar las regiones que se pueden ver afectadas por un agente externo y ocurrencia de eventos tecnológicos.

La metodología ACP) se ha utilizado ampliamente en el análisis de la vulnerabilidad social en la gestión de reducción de riesgos de desastres. Dicha metodología se basa en la reducción de la dimensionalidad de los datos, lo que permite identificar los factores más relevantes que influyen en la vulnerabilidad social en una determinada zona.

### *Aplicación*

Diversos autores han utilizado la metodología ACP para analizar la vulnerabilidad social en diferentes contextos. Uno de los estudios más relevantes es el de M. Ángeles Sánchez y García-Rubio en 2014, que analizó la vulnerabilidad social en la Comunidad Valenciana (España). Los resultados obtenidos mediante la metodología ACP permitieron identificar los factores más influyentes en la vulnerabilidad social en esta región, como el nivel educativo, la tasa de desempleo y la renta per cápita.

Otro estudio importante es el de Sánchez y Ruiz en 2015, en el que se analizó la vulnerabilidad social en la ciudad de Valdivia (Chile). Los resultados obtenidos mediante la metodología ACP permitieron identificar los factores más relevantes que influyen en la vulnerabilidad social en esta ciudad, como la falta de acceso a servicios básicos, la falta de vivienda adecuada y el bajo nivel educativo.

Asimismo, en un estudio realizado por García y Martínez en 2016, se analizó la vulnerabilidad social en la ciudad de León (México). Los resultados obtenidos mediante la metodología ACP permitieron identificar los factores que más influyen en la vulnerabilidad social en esta ciudad, como la falta de acceso a servicios básicos, el bajo nivel educativo y la falta de empleo.

En otro estudio, realizado por L. A. López y J. A. Gómez en 2017, se analizó la vulnerabilidad social en el departamento de Nariño (Colombia). Los resultados obtenidos mediante la metodología ACP permitieron identificar las variables con mayor influencia en la vulnerabilidad social en esta región, como el bajo nivel educativo, la falta de acceso a servicios básicos y el bajo nivel de ingresos.

Además, Moran (2022, 3:4) añade que esta metodología es aplicada en cualquier caso que conlleve un procedimiento estadístico o de estimación. Esta situación se aplica a cualquier problema de conjunto de datos que encontremos y se recomienda analizar las variables disponibles antes de utilizar algoritmos de agrupamiento (Kmeans, Hierarchical, DBSCAN, etc..). tal es el caso de la determinación del análisis de vulnerabilidad de la población asentada en las cercanías de la planta envasadora de GAS en la Parroquia Priorato de la ciudad de Ibarra.

### **3. Metodología PRINQUAL**

Según Castaño (2009, 134), la metodología Prinqual permite convertir variables cualitativas en cuantitativas, a través de la categorización de los elementos que lo componen. Esta metodología se basa en la descomposición por componentes principales, que se plasman en estadísticas o modelos gráficos que faciliten la comprensión de los parámetros en evaluación, para poder relacionarlos y vincularlos con el objeto de estudio. Se utiliza comúnmente para analizar la calidad de vida y otros aspectos socioeconómicos. Por ejemplo, se ha aplicado en estudios sobre condiciones de vida, crianza de animales, capital humano, seguridad social y demografía.

#### *Aplicación*

Para el presente estudio se toma en cuenta el contexto actual de la parroquia Priorato, pueblo perteneciente a Ibarra, Ecuador. Es así como en una muestra aleatoria simple de 488 habitantes se le aplicaron encuestas para relacionar los riesgos tecnológicos de la planta envasadora GLP ENI GAS con factores demográficos y sociales de la zona.

Partiendo de la metodología ACP, se seleccionan las principales variables que intervienen en la vulnerabilidad (ver Tabla 1) rechazando aquellos parámetros de riesgo que no están influenciados por la planta envasadora GLP ENI GAS.

Tabla 1  
**Principales Variables que intervienen en la Vulnerabilidad**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Influencia en la Vulnerabilidad</b>
Actividad Antrópica Instalada (AA)	Actividades desarrolladas en el área.	Afecta al nivel de daños y pérdidas tanto sociales, como económicas.
Ingresos (IFD)	Los ingresos familiares diarios en dólares.	Influye en la capacidad de prevenir y reaccionar frente a situaciones de riesgo.
Nivel de Escolaridad (NE)	El grado de instrucción que presenta cualquier poblador.	Incide en el alcance de la concientización frente al tema.
Informalidad de Vivienda (IV)	Calidad de los materiales de construcción y abastecimiento de los servicios básicos.	Impacta en la capacidad de respuesta de las viviendas (vulnerabilidad) ante amenazas naturales y tecnológicas como una posible explosión o incendio de la planta envasadora de gas.
Informalidad de barrio (IB)	Tipo y calidad de servicios básicos comunitarios	Impacta en la capacidad de organización para reaccionar ante amenazas naturales y antrópicos como la planta envasadora de gas.
Conocimiento del Individuo (CA)	Juicios respecto a las causas y efectos de las amenazas.	Afecta en la elección de la localización de la población y formas de explotación del área.
Percepción del Individuo (PA)	Apreciación desde el punto de vista de los habitantes acerca de los riesgos naturales y antrópicos .	De ella depende la preocupación de la población por prepararse frente a cualquier riesgo.
Conocimiento Histórico (CH)	Conocimiento del impacto de la evolución en el territorio.	Permiten adoptar medidas de rápida reacción ante la ocurrencia de un evento, basados la capacidad respuesta en comunidades anteriores.
Existencia de Planes de Prevención (PPC)	Planes de prevención y mitigación de daños por parte de las autoridades y comunidades.	Desarrolla criterios acerca de la participación y compromiso del gobierno y la comunidad en el asunto.
Respuesta de la comunidad (RHC)	Reacción de las comunidades frente a situaciones similares.	Permite conocer cuál es la capacidad de respuesta de las comunidades antes, durante o después de ocurrido el evento, y qué tan efectivo es.

Fuente: (Thomas Bohórquez, 2013)  
 Elaboración propia

La metodología ACP se complementa con la PRINQUAL, que permite interpretar a través de estadísticas aquellos patrones y asociaciones de manera objetiva y concreta,

nos permitirá informar a las partes sobre la importancia de la adopción de medidas correctivas necesarias. La metodología PRINQUAL permite cuantificar variables cualitativas, lo que significa que se pueden asignar valores numéricos a las categorías cualitativas para su análisis. Al combinar PRINQUAL con el ACP, se puede lograr una cuantificación más precisa de las variables cualitativas y se pueden interpretar conjuntamente los resultados obtenidos. Esto puede proporcionar una visión más completa y coherente de los patrones y relaciones presentes en los datos.

#### **4. Metodologías de evaluación de la vulnerabilidad**

Pérdomo y Valera (2014, 1-17) afirman que existen tres métodos principales para evaluar la vulnerabilidad:

##### *Identificación*

Esta es la etapa que se tiene que identificar según el enfoque de riesgo y los diversos riesgos existentes y probables. Las dimensiones consideradas en el análisis, las variables relacionadas con la amenaza, debilidades, fortalezas, y consecuencias, recurriendo a varias fuentes de información con métodos cualitativos o cuantitativos, y los vínculos sistemáticos entre a ellos.

Es por ello por lo que, los factores de amenaza se resumen a partir de contextos económicos, nacionales y sociales. Los factores de vulnerabilidad incluyen aquellas cosas que pueden explotar amenazas o promover medidas contrarias al desarrollo sostenible, como debilidades en los controles, sistemas o leyes. Los factores de consecuencia son el impacto o daño que suele causar en la economía y la sociedad, como la pérdida de bienestar, el progreso, el aumento de la pobreza, la dependencia, etc.

Asimismo, las vulnerabilidades y amenazas son inhibidores de la sustentabilidad, es decir, deterioran su función. Un ejemplo para entender este concepto es el crimen; una amenaza con un impacto significativo en el estado, la economía, la sociedad y el medio ambiente, y una laguna en la ley o una falla en el sistema que impide una acción precisa.

Finalmente, otro aspecto importante es que los componentes que interactúan con cada variable deben ser analizados en modelos de sistemas y combinados, una vez identificadas todas las variables en cada dimensión y sus datos sistémicos estimados.

##### *Análisis*

En esta etapa, las variables identificadas deben incorporarse al análisis para comprender su naturaleza, probabilidad e impacto a fin de asignar valores relativos a cada riesgo o “gravedad de cada riesgo”. Además, es necesario determinar la severidad de un riesgo, y si es relativo a otros riesgos; para ello se aplican técnicas que permiten clasificar de forma exhaustiva cada riesgo identificado según su importancia relativa.

El método aplicado es una implementación del análisis factorial multivariante, la cual facilita el enfocar un gran número de variables en un solo análisis. Este análisis basado en la variabilidad determinará la clasificación de los países en función de las estadísticas de riesgo.

De igual manera, la investigación debe basarse en el lugar y llevarse a cabo en un área geográfica, por lo que es recomendable cubrir solo áreas específicas y aceptables. Los elementos evaluados deben ser múltiples e interactivos, o múltiples e independientes. Además, se debe mostrar las diferentes capacidades de adaptación de las comunidades, tener información prospectiva e histórica.

Del mismo modo, también se recomienda que el enfoque del análisis de vulnerabilidad se divida en ocho fases:

1) Identificar el área de estudio en consulta con las partes interesadas locales. De hecho, se ha realizado un desarrollo participativo de la evaluación en el que las personas y comunidades afectadas están bien representadas.

2) Obtener una comprensión profunda de las regiones geográficas, incluida su evolución en el tiempo.

3) Desarrollar hipótesis sobre quién es vulnerable y qué es vulnerable.

4) Crear un modelo causal de vulnerabilidad.

5) Busque indicadores de componentes vulnerables. En concreto, es importante que puedan ubicarse cartográficamente en un mapa.

6) Combinación de indicadores ponderados. Los indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación deben combinarse para producir una medida de vulnerabilidad. La valoración debe hacerse con un agente social.

7) Anticipar futuras vulnerabilidades. Se debe incluir escenarios de diferentes posibilidades y sus posibles impactos.

8) Comunicar de forma creativa la vulnerabilidad a la comunidad.

Finalmente, dimensionalmente, la noción de crecimiento se suprime en favor de un enfoque que intenta expresar resultados de bienestar sostenible a través del lenguaje del riesgo. Los indicadores deben entenderse como un agregado de lenguajes para

representar fenómenos de interés en la realidad captada, transformada y expuesta de manera inteligible, al comparar, transmitir, reflejar y constituir dinámicamente un resultado, relación o evolución. En esta etapa se utilizan comparaciones y relaciones entre variables.

### *Evaluación*

La etapa de evaluación está destinada, con base en los resultados del análisis, a la aplicación de estrategias de gestión de riesgos en la política pública. Por estas razones, se deben tomar medidas para prevenir y mitigar los problemas de futuras crisis. Además de la descripción de los resultados del riesgo, se deben aplicar técnicas para mostrar ciertos cambios de política que pueden ser más apropiados para mejorar el riesgo dentro de la red del sistema identificado durante la fase de identificación. En esta etapa se aplicará la analítica web. Según los resultados de riesgo social, los grupos empresariales obtienen agrupaciones de países según la similitud de patrones de desarrollo.

Finalmente, Pérdomo y Valera (2014, 1-17) añaden que, si bien es cierto que diferentes autores han realizado diversas propuestas de investigación de la vulnerabilidad, ninguna de ellas se ha establecido como método de evaluación universal. Los procedimientos empleados en la investigación cumplieron con los requisitos propuestos por Polsky, y los factores a identificar estuvieron relacionados con el objetivo de adecuar los cálculos de vulnerabilidad a las realidades cubanas, así como con las circunstancias del accidente técnico, que fue el objetivo de la investigación.

## **5. Descripción del área de estudio: Parroquia Priorato**

Es un pequeño pueblo en Ibarra, en la sierra ecuatoriana. Priorato está cerca de Barrio Las Marianitas y Barrio La Quinta El Olivo. (Figura 1)

Entre sus principales atractivos se encuentra:

- Parque Central Priorato
- San Miguel de Yahuarcocha
- Cachipamba
- Barrio La Victoria
- Hacienda Pimán
- Urbanización Valle Hermoso

Entre los lugares más predominantes se encuentran:

- Parque Central Priorato
- Estadio El Priorato
- Club de Oficiales
- Instituto Tecnológico Superior Liceo Aduanero
- Base operativa Yahuarcocha

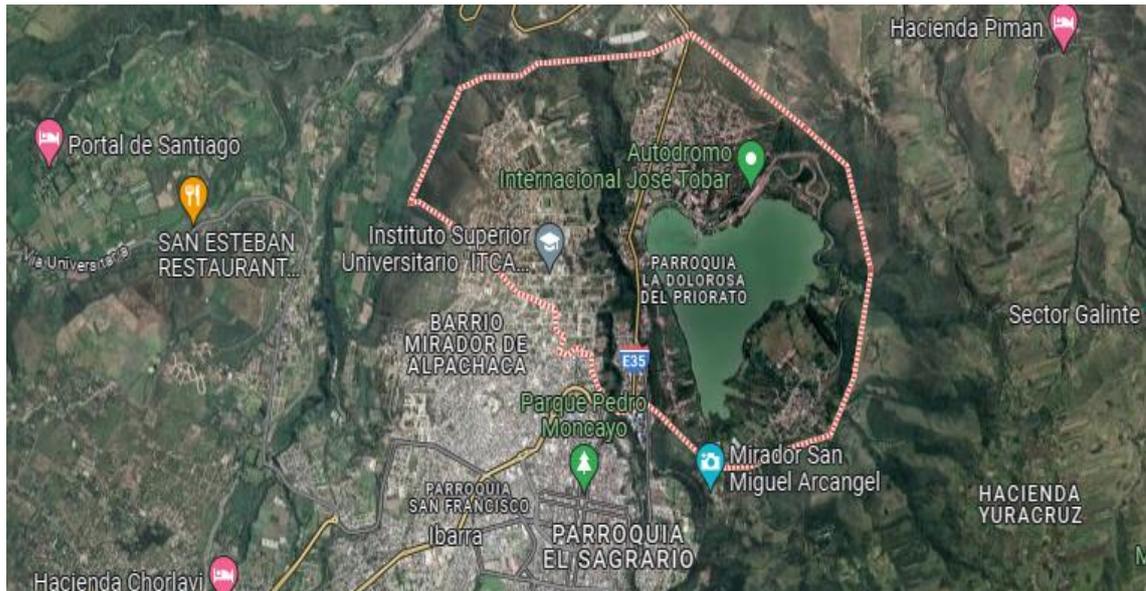


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (parroquia Priorato)

Fuente: Google Earth

Nota. En la figura 1 se aprecia la ubicación de la zona de estudio, la parroquia de Priorato en la ciudad de Ibarra.

## Capítulo segundo

### La vulnerabilidad social

#### 1. Vulnerabilidad, riesgos, emergencias y desastres

Cárdona (2013, 1-16) menciona que el proceso de desarrollo propio del hombre lo llevó a conceptualizar adecuadamente los elementos asociados a su hábitat, su entorno y las posibilidades de sus interacciones, acción que aclaró los conceptos de riesgo y desastre. Casi inevitablemente, el desarrollo humano y la continua búsqueda de novedades tecnológicas ha provocado un aumento de la exposición de la humanidad a diferentes riesgos, lo que además ha derivado en investigaciones y búsquedas de soluciones para atemperar dichos conflictos. La creación de herramientas que permitan evaluar y controlar el comportamiento y disminución de los riesgos a los que se somete la humanidad ha exigido que diferentes conceptos resulten en nuevos enfoques según los escenarios actuales.

Por eso, la gestión de desastres implica identificar y evaluar riesgos, reducir la vulnerabilidad de las comunidades y aplicar medidas de preparación y respuesta para minimizar los impactos de las emergencias y desastres. También implica la planificación de la recuperación y reconstrucción tras un desastre para fortalecer la resiliencia de las comunidades ante futuros eventos adversos.

#### *Vulnerabilidad*

La evaluación de la vulnerabilidad social en la Planta Envasadora de GLP ENI GAS se concentra en analizar cómo las características socioeconómicas, demográficas y culturales de la población en la parroquia Priorato de Ibarra pueden influir en su capacidad para afrontar y recuperarse de los riesgos tecnológicos asociados a la planta de gas.

Concepción y Goya (2017, 1-45) la considera una propensión inherente o susceptibilidad física, económica, política o social de una comunidad a ser afectada o sufrir daños cuando se presentan fenómenos desestabilizadores de origen natural o antrópico. El medio ambiente y las diferencias en la vulnerabilidad de los materiales expuestos a fenómenos peligrosos determinan la selectividad de la severidad de los efectos de dichos fenómenos. En escenarios específicos, el análisis, estimación y conversión de amenazas o peligros constituyen la base de la identificación de

vulnerabilidades. Si no hay amenaza, no puede ser atacado, y los escenarios son tan vulnerables como serios. Por lo tanto, la investigación debe llevarse a cabo utilizando un enfoque de amenazas múltiples, que permita delinear todas las amenazas y vulnerabilidades, identificar sus elementos comunes y priorizar los factores de vulnerabilidad.

Es el resultado del embate de los actuales modelos de desarrollo, pero también expresa la incapacidad de los más vulnerables de la sociedad para resistirlo, neutralizarlo o beneficiarse de él. Pizarro (2001, 72) menciona que a menudo se identifica la pobreza entre los grupos vulnerables, sin embargo, la sensación de inseguridad y desamparo que la caracteriza no es necesariamente atribuible a ingresos insuficientes, propios de la pobreza.

De igual manera, la vulnerabilidad se refiere a la capacidad de una persona, comunidad o sistema para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos adversos de un evento. En el contexto de los desastres, la vulnerabilidad se refiere específicamente a la susceptibilidad de sufrir daños o impactos negativos. Es importante identificar y comprender los diferentes aspectos de la vulnerabilidad para poder implementar medidas de reducción de riesgos y fortalecimiento de la resiliencia en las comunidades. Esto implica abordar las causas subyacentes de la vulnerabilidad y promover la equidad, la inclusión social, el desarrollo sostenible y la planificación adecuada para reducir los impactos de los desastres.

En el caso de la presente investigación resultan muy interesante los siguientes enfoques en cuanto a la vulnerabilidad:

La interpretación como exposición a peligro naturales. Autores como Anderson (1995, 11) proponen la fusión de la vulnerabilidad intrínseca al concepto de exposición, condicionando de esta forma el nivel de vulnerabilidad de las personas o lugares, en lo que establece:

- 1) El peligro y la exposición de riesgo es un concepto complejo y extraño que representa algo aparentemente irreal y esquivo, ambientado en el tiempo futuro ya que siempre está asociado con el azar, con la posibilidad, con lo que no ha sucedido y puede no suceder relacionado. Su significado tiene que ver con algo imaginario, algo esquivo necesariamente situado en el futuro, y la carga de incertidumbre que eso significa.
- 2) El análisis de riesgos se ha hecho informalmente en numerosas situaciones humanas a lo largo de la historia. El riesgo siempre está asociado con lo que

se debe hacer, con la ejecución de una acción desde lo trivial hasta lo significativo. En cada caso, debe elegir qué acción se debe tomar. El resultado de cada acción es factible en el futuro y no está determinado (Anderson 1995, 11).

- 3) Por otro lado, hay motivos para dudar de la eficacia de la gestión de riesgos. Es preocupante el aumento y acumulación de vulnerabilidades, así como la falta de conciencia y vulnerabilidad de los hacedores de políticas, autoridades políticas y las propias comunidades.

Otros de los factores que inciden:

Ben et al. (2003, 106-109) añaden que concebirla como un componente con una fuerte base social descartando el enfoque físico y apostando por su condicionamiento social como última causa de la vulnerabilidad.

Arqueológicamente el riesgo se basa en una condición de índole actual que se genera por causa de las vulnerabilidades existentes.

- 1) El proceso se fundamenta en la importancia de generar conocimiento para identificar bienes patrimoniales que puedan presentar un comportamiento defectuoso frente a amenazas tecnológicas, no solo por la vulnerabilidad de los sistemas constructivos, sino también por factores que subrayan y catalizan los mecanismos de daño.
- 2) Los proyectos de intervención de recuperación inmobiliaria ante riesgos o amenazas tecnológicas requieren una inversión importante, y los presupuestos pueden aumentar cuando se presenta un evento. Es por ello por lo que, se puede entonces decir que al hablar de vulnerabilidad estamos refiriéndonos a un factor de riesgo, expuesto a una amenaza.

### *Riesgos*

En lo que a riesgos refiere, varios autores plantean expresiones matemáticas que lo han intentado definir, siendo parte de la ecuación la vulnerabilidad como componente fundamental.

- Gilbert White (1974, 23-27) realiza una fórmula que relaciona el riesgo con la peligrosidad y la vulnerabilidad según la siguiente expresión:

$$R = f(\text{peligro}, \text{vulnerabilidad})$$

$$R = \text{peligro} * \text{vulnerabilidad}$$

Donde:

- Peligro: Expresado en unidades de probabilidad.
- Vulnerabilidad: Expresada en unidades económicas/vidas humanas/ entre otras.
- Ann Whyte (1982, 29-32) recomienda que los factores sociales se incluyan como un operando separado en la propia fórmula de riesgo:

$$R = p * Vn$$

Donde:

- p = probabilidad de ocurrencia.
- V = vulnerabilidad de pérdida.
- n = valores sociales.
- Alexander (2002, 15-20) define el riesgo como la probabilidad de que un cierto grado de daño resulte en un cierto grado de pérdida de muchos elementos y lo expresa de la siguiente forma:

$$Riesgo\ Total = (\sum Elementos\ en\ riesgo) * peligro * vulnerabilidad$$

- Hahn (2003, 15-18) realiza una propuesta integrada que añade la capacidad de respuesta:

$$Riesgo = Peligro + Exposición + Vulnerabilidad - Capacidad\ de\ respuesta$$

En resumen, cuando se habla de riesgo, se habla de una probabilidad determinada y cuantificada mediante estudios científicos de que se afecten vidas humanas, recursos materiales y ambientales. El riesgo tecnológico se caracteriza por la probabilidad de que, ante la presencia de amenazas y condiciones de vulnerabilidad, se presente un accidente con consecuencias para la salud, la economía o el medio ambiente.

Por eso, cabe resaltar que las amenazas que pueden dar lugar a riesgos tecnológicos pueden ser variadas, como fallos en los sistemas de control, errores humanos, incendios, explosiones, fugas químicas, ciberataques, entre otros. Estas amenazas pueden ser internas, como fallas en los equipos o procesos de producción, o externas, como desastres naturales o acciones malintencionadas.

De igual manera que, las condiciones de vulnerabilidad se refieren a los factores que aumentan la probabilidad de que ocurra un accidente y su gravedad. Estos pueden incluir la falta de mantenimiento de equipos, la falta de capacitación del personal, la falta de sistemas de seguridad adecuados, la falta de protocolos de emergencia, entre otros.

En el contexto de la planta envasadora de gas, los riesgos tecnológicos incluirían posibles escapes de gas, incendios, explosiones u otros eventos asociados a las operaciones de la planta.

Para la evaluación de riesgos se considera la probabilidad de que ocurran estos eventos y sus posibles consecuencias, pero el riesgo tecnológico no se puede eliminar, pero se pueden implementar medidas de prevención y mitigación para reducir su probabilidad y minimizar sus consecuencias si ocurre un accidente. Esto implica la adopción de buenas prácticas de seguridad, la implementación de sistemas de monitoreo y control, la capacitación del personal, la realización de análisis de riesgos, entre otras acciones.

Aunado a ello, la gestión adecuada del riesgo tecnológico es fundamental para garantizar la seguridad de las personas, proteger el medio ambiente y salvaguardar la sostenibilidad económica. Las autoridades reguladoras y las organizaciones son responsables de evaluar y controlar estos riesgos, promoviendo la adopción de medidas de seguridad y fomentando la transparencia y la comunicación efectiva con la población.

### *Emergencias*

Las situaciones de emergencia se definen ante la presencia de un accidente tecnológico, o ante la amenaza de ocurrencia. En todos los escenarios se pone el peligro la vida de personas, materiales o el medio ambiente. Según la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (2002, 1-10), la manifestación puede ser en forma de derrames, escapes de sustancias, explosiones, exposiciones a radiaciones o agentes biológicos tales como bacterias o virus.

De forma general, las emergencias tecnológicas se pueden clasificar según el tipo de actividad, tipo de accidente, productos involucrados y la duración de sus efectos.

Por eso las emergencias pueden ocurrir igual en el hogar, así como en centros industriales, comerciales, medios de transporte, o incluso involucrar en más de una actividad. Según el tipo de accidente se puede estar en presencia de derrame de productos líquidos o sólidos, escape de productos gaseosos, incendios donde están involucradas sustancias u objetos peligrosos, explosiones, intoxicaciones masivas y exposiciones a radiaciones ionizantes.

Para este estudio se deben evaluar la reacción frente a emergencias como un escape de gas o un incendio en la planta envasadora de gas. Sin embargo, dentro de la evaluación de vulnerabilidad también se debe considerar la capacidad de la población

local para responder adecuadamente a situaciones de emergencia, incluyendo la evacuación y la asistencia médica.

Asimismo, la temporalidad de los efectos de una situación de emergencia y su progresión dependerán del tipo de sustancia involucrada, y la muestra afectada.

### *Desastres*

Los desastres, ya sean naturales o creados por el hombre, causan la pérdida de vidas y la destrucción de los medios de subsistencia. Una economía débil, infraestructura dañada, cierres de empresas, ingresos fiscales más bajos y niveles de pobreza en aumento exacerbaban los gastos directos necesarios para responder y reconstruir. Según una clasificación de países establecida por las Naciones Unidas, que abarca el período 1970 a 2019, el 91% de todas las muertes por desastres relacionados con fenómenos atmosféricos, climáticos e hídricos ocurrieron en economías en desarrollo. Las proporciones se registraron en la clasificación de países del Banco Mundial (2022, 5-18), donde el 82% de las muertes ocurrieron en países de ingresos bajos y medianos bajos.

Los desastres tecnológicos se definen como una situación derivada de un accidente con sustancias peligrosas que dañan el medio ambiente, la salud, los componentes socioeconómicos y la infraestructura productiva de un país o un sistema, cuya gravedad supere la capacidad de respuesta de las partes afectadas.

La Comisión de Prevención de Riesgos y atención de Emergencias de Costa Rica (2002, 1-23), cuenta con una guía para el proceso de prevención y respuesta ante emergencias por materiales peligrosos, donde mencionan varias de las características más importantes de las situaciones de emergencia y desastres tecnológicos.

Las situaciones de emergencia y desastre tecnológico poseen características muy peculiares, dentro de las que se mencionan:

- Son previsibles y prevenibles: La identificación temprana de fallas en el sistema de seguridad, mal mantenimiento de procesos y maquinaria, procesos riesgosos, permite prever y evitar la ocurrencia de un accidente con potencial de causar grandes pérdidas.
- La prevención es más fácil que la mitigación: mediante la detección temprana de situaciones amenazantes, se pueden tomar medidas para evitar que ocurran accidentes.

- Sus efectos se manifiestan a largo plazo, por la exposición prolongada a sustancias tóxicas, con propiedades cancerígenas, mutagénicas o teratogénicas, repercutiendo con efectos con el paso de los años.
- Las víctimas expuestas a un accidente tecnológico presentan el mismo efecto tóxico, pudieran constituir un peligro para el personal sanitario y de rescate, así como familiares y personas cercanas, ante esta situación resulta importante aplicar oportunamente protocolos de cuarentena.
- La respuesta especializada mediante equipos de rescate equipados y preparados para enfrentar este tipo de situación es indispensable.

En el caso de la planta envasadora GLP ENI GAS, si el riesgo tecnológico no se maneja adecuadamente, puede convertirse en una emergencia sin control, que puede llevar a un desastre, lo que generaría impactos a largo plazo en la economía, salud y tejido social de la comunidad.

## **2. Explosión**

Márquez (2016, 427- 460) la define como la liberación violenta de energía en forma de luz, calor y sonido, acompañada de una onda de choque que consiste en aire altamente comprimido que viaja radialmente desde su origen a velocidades supersónicas. La duración de la explosión es del orden de una fracción de segundo.

### *Explosión por gas*

Márquez (2016, 427- 460) lo define como un proceso de combustión en el que una nube premezclada de aire-combustible gaseoso provoca un rápido aumento de la presión. Cuando ocurre una liberación accidental de gas metano y la concentración no alcanza el límite inflamable (5-15 %) o no hay una fuente de ignición, el gas puede dispersarse. De lo contrario, cuando se alcancen estos límites, se incendiará inmediatamente, provocando un incendio o, en el peor de los casos, un retardo en la ignición. En este último, la combustión de una nube de vapor inflamable genera ondas de presión que dependen de la velocidad a la que se propaga la llama y de las limitaciones durante su expansión.

Una explosión por gas ocurre cuando una mezcla de aire y combustible gaseoso alcanza una concentración y condiciones adecuadas para una reacción química exotérmica. Cuando esta mezcla se enciende, se produce una combustión rápida y violenta que genera una liberación repentina de energía en forma de calor y presión. Esta

liberación de energía puede causar daños significativos en su entorno, incluyendo explosiones destructivas, incendios y lesiones a personas.

En tal sentido, cabe destacar que las explosiones por gas suelen ocurrir en entornos donde hay una acumulación de gas inflamable, como en instalaciones industriales, refinerías, fábricas, viviendas o vehículos. Pueden ser causadas por fugas de gas, mal funcionamiento de equipos, errores humanos, chispas eléctricas o fuentes de ignición externas.

Por eso, es importante tomar precauciones adecuadas para prevenir las explosiones por gas, como garantizar una buena ventilación en áreas donde hay posibilidad de acumulación de gases inflamables, realizar inspecciones y mantenimiento regular de equipos, seguir las regulaciones de seguridad y utilizar equipos y dispositivos de protección adecuados. Además, es fundamental contar con sistemas de detección de gas y alarmas para advertir sobre la presencia de concentraciones peligrosas de gases inflamables.

Con relación al tema estudio, las explosiones de gas pueden causar daños a edificios, infraestructura y personas en la cercanía, de combinarse una fuente de ignición con el gas licuado de petróleo (GLP) que se envasa en la planta. Además, si existe una población densa o infraestructura crítica en las proximidades, la exposición a una posible explosión podría ser mayor. Sumado a ello, la sensibilidad de la población a estos eventos, debido a factores como la edad, la salud y la movilidad reducida, también influirá en su capacidad para responder y recuperarse. Basándonos en la evaluación de la vulnerabilidad social, se pueden desarrollar estrategias de mitigación específicas para reducir el riesgo de explosiones de gas, como la mejora de la infraestructura, la implementación de planes de evacuación efectivos, la promoción de la conciencia pública y la educación sobre seguridad.

### **3. Amenazas tecnológicas**

Para iniciar esta parte, en primera instancia se tomará como referencia los objetivos de desarrollo sostenible de las agendas de reducción de riesgos de las Naciones Unidas, de manera puntual la agenda 2030, la cual en un documento denominado *Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II*, desarrollado por UN Environment Programme (2019, 69:88), que resume para los responsables de políticas:

“Los objetivos globales para minimizar los impactos adversos de los productos químicos y los desechos no se cumplirán para 2020. Existen soluciones, pero se necesita con urgencia una acción mundial más ambiciosa por parte de todas las partes interesadas” (p. 2).

Por eso, siendo este preámbulo esencial para elaborar este trabajo de investigación, por la importancia actual de exponer la necesidad de desarrollar esfuerzos para reducir el impacto de los desastres en las sociedades actuales. Puesto que, los actuales esfuerzos son insuficientes frente a la evidencia empírica disponible sobre el impacto que los desastres tecnológicos dejan en el mundo.

En tal sentido, investigadores como Linayo (2011, 1-2) ya afirmaban que, es menester el poder generar un criterio técnico científico en la gerencia del riesgo tecnológico. Ante eso, las importancias de generar políticas públicas para reducir los impactos de estos eventos no solo son necesarios sino urgentes de desarrollar.

De igual manera, en el documento *El medio Ambiente en Europa en su capítulo 13 riesgos naturales y tecnológicos*, desarrollado por European Environment Agency (2020), con referencia a los accidentes industriales, se menciona que en aquellos graves en los que están presentes sustancias peligrosas, en ocasiones la causa es un encadenamiento de sucesos que involucran: falla de algún componente mecánico, reacciones químicas o falla de los operarios. Por lo que, aunque otra causa en aproximadamente el 67 % de los accidentes suele ser una mala organización o falta de dirección, no se puede atribuirle toda la responsabilidad a una causa.

En cierta manera, en un contexto más local es posible mencionar a Estacio (2008, 1), quien manifiesta el estado del conocimiento actual en las ciudades del Ecuador con respecto a los riesgos tecnológicos, con énfasis en el Distrito Metropolitano de Quito, así:

Los riesgos tecnológicos en el área metropolitana de Quito no han sido abordados como neuralgia en una acción integral de reducción de riesgos urbanos debido al escaso conocimiento y pocas formas de intervención. Una forma de entender su importancia en la gestión es a través de las tendencias y evolución de la siniestralidad en la década de 1970, período de auge económico e industrial en el país. Tanto las secuelas como las causas del accidente demuestran que el riesgo está en el centro de la interacción de innumerables elementos tecnológicos dentro de los sistemas urbanos y es parte integral del proceso de modernización urbana y mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Esto se manifiesta en las instalaciones, que no sólo representan fuentes de peligro en sí mismas, sino que al mismo tiempo constituyen fuentes de interés económico y social por la prestación de servicios, empleo, bienes, producción, etc. De esto se desprende que el costo del desarrollo urbano en el DMQ (Región Metropolitana de Quito) es que coexiste con riesgos tecnológicos que necesitan ser adecuadamente y priorizados en términos de seguridad y gobernabilidad.

Por eso, con estos antecedentes, el personal de respuesta a emergencias y los investigadores de siniestros deben utilizar modelos de dispersión atmosférica de peligros y sistemas de información geográfica (SIG), que les permiten simular y predecir la distribución espacial de las áreas de peligro y estimar las consecuencias de los accidentes. Para evaluar las posibles consecuencias de una liberación accidental o de una sustancia peligrosa, se simula un escenario hipotético de liberación utilizando un modelo de ubicación de área atmosférica peligrosa (ALOHA por sus siglas en inglés) permite determinar zonas de amenazas. El modelo ALOHA, imágenes satelitales y *Google Earth*, se pueden utilizar de forma complementaria en la evaluación de consecuencias, y la planificación de áreas que presenten vulnerabilidad ante amenazas referidas a manejo de sustancias peligrosas.

Cabe resaltar, resulta importante el entender las amenazas de tipo tecnológicas a las que se enfrenta una sociedad, desde el contexto de cosas como su tipo, es decir de si se trata o no de materias peligrosas y cómo afectan éstas a la salud, si la falta de medidas de seguridad en las instalaciones donde puede ocasionarse un accidente tecnológico influye en el nivel de amenaza o cuáles son los factores específicos que las condicionan y cuál es el escenario donde se presenta la amenaza.

Puesto que, esto constituye la base para entender la vulnerabilidad de dicha sociedad, ya que si no existe amenaza no se es vulnerable, así como el nivel de vulnerabilidad de un determinado escenario dependerá de la severidad de la amenaza. Por lo tanto, al existir una amenaza que actúa como un agente detonante, se justifica la necesidad del análisis de la vulnerabilidad.

#### **4. Vulnerabilidad social y territorial**

De acuerdo con Pizarro (2001, 72), respecto a la vulnerabilidad social y territorial, se afirma que existen dos componentes explicativos: las comunidades, familias y personas que sienten inseguridad y viven en una situación deplorable como consecuencia de un suceso económico y social traumático.

Por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento. El planeamiento urbano tiene y debe tener en cuenta que la construcción de una posibilidad de riesgo tecnológico urbano tiene su origen en la etapa de concepción del espacio urbano y territorial. La infraestructura industrial con el paso de los años y la necesidad de

crecimiento de la economía ha provocado que la interrupción en áreas urbanas, lo que ha complejizado las situaciones de incompatibilidad de funciones.

De igual manera, el Centro de Investigación en Gestión de riesgos (2010, 173-190), en su estudio de Identificación y Tratamiento del Riesgo Tecnológico Urbano de la Ciudad de Mérida, realiza una mirada al tratamiento de los riesgos tecnológicos urbanos, planteando la alta exposición de las ciudades y sus habitantes ante la localización en zonas urbanas de espacios de almacenamientos y consumo de materiales peligrosos, lo cual va en detrimento del entorno inmediato.

Por ello, el riesgo tecnológico debe verse desde el punto de vista de la actividad industrial y caracterizarse si hay industria en el interior de las ciudades, y se particularizaría como tecnológico urbano.

Asimismo, Pérez (2011, 65-81) añade que la vulnerabilidad territorial se refiere a las propiedades o características de los elementos o funciones que se distribuyen y localizan en el territorio, haciéndolos más susceptibles a ser amenazados por efectos derivados de un evento catastrófico.

De igual manera, la necesidad de desarrollar esfuerzos permanentes para detectar los niveles de riesgo tecnológicos según el espacio urbano crece proporcionalmente al desarrollo urbano, razón por la que cada vez es más imperante estudiar mecanismos de mitigación y reducción.

En tal sentido, estas dimensiones de vulnerabilidad suelen estar interrelacionadas y pueden reforzarse mutuamente. Por ejemplo, la pobreza y la exclusión social pueden aumentar la vulnerabilidad de una comunidad a los desastres naturales, mientras que la falta de infraestructura y servicios básicos puede limitar las oportunidades económicas y sociales de las personas.

En cierto modo que, la identificación de las áreas y grupos más vulnerables es importante para diseñar políticas y programas de desarrollo que aborden sus necesidades específicas y promuevan la equidad. Además, es fundamental fortalecer la resiliencia de las comunidades, tanto a nivel social como territorial, a través de la implementación de medidas de protección social, la promoción de la participación ciudadana, la planificación adecuada del territorio y la gestión sostenible de los recursos naturales.

## **5. Caracterización de la vulnerabilidad social ante peligros tecnológicos**

El objeto de estudio se centra en conocer la vulnerabilidad de una sociedad ante peligros tecnológicos. En ese sentido, Concepción et al. (2018, 13-32) define cómo la

susceptibilidad de una población sufrir daños o resultar afectados por la pérdida de vidas o en los aspectos económicos y ambientales, porque alguna tecnología utilizada en una actividad industrial funcione mal o falle de manera abrupta ocasionando un accidente como: incendio, derrame, escape, explosión, etc.

En vista de que la vulnerabilidad ante la ocurrencia de accidentes tecnológicos es un problema real y visible al que se enfrentan las sociedades, es importante considerar todos los factores que la condicionan. Es así como, de acuerdo con Concepción y Goya (2017,1), la magnitud de dicha vulnerabilidad dependerá principalmente de:

- La localización, volumen y características de la actividad que se considera la fuente de peligro,
- Las características de la zona expuesta a un potencial accidente, tomando en cuenta las condiciones del medio para que se propaguen los efectos negativos de aquel suceso, por ejemplo: el grado de exposición,
- La falta de resiliencia comunitaria: la cual se entiende cómo las limitaciones del grupo social para acceder a recursos, que le permitan tener una respuesta favorable y por ende absorber y recuperarse al impacto,
- La vulnerabilidad individual de las personas que posiblemente reciban los daños.

Cómo lo manifiestan Vázquez y Méndez (2011, 244-268), la saturación de los centros de ciudades, con viviendas y lugares para el desarrollo de diferentes actividades económicas, ha propiciado que las sociedades se expandan hacia las periferias en búsqueda de un lugar donde vivir, puesto que dichos sitios generalmente ofrecen construcciones a bajo costo. Por lo que, en los últimos años, dichos territorios se han ocupado de manera masiva, acercando a las personas cada vez más a las zonas industriales y porque aquellos acercamientos no se los hacen adoptando las medidas de seguridad adecuadas generando factores negativos como el incremento de la vulnerabilidad; ya que, por definición, el territorio habitado expuesto a accidentes tecnológicos es vulnerable.

Sin embargo, a pesar de lo mencionado, Vázquez y Méndez (2011, 244-268) hace hincapié en que este tipo de vulnerabilidad no está relacionada solo con la expansión de las sociedades sobre el territorio, sino que además tiene mucho que ver con los estratos sociales y la forma de vida de cada uno de ellos, puesto que esta está directamente relacionada con la densidad de distribución de la población

Es así como, Concepción y Goya (2017,1) considera que es relevante conocer el comportamiento de la sociedad frente a un estrés producto de una emergencia o desastre tecnológico, así como también lo es el conocer la frecuencia histórica con la que se han presentado episodios catastróficos de origen tecnológico, ya que es un factor muy importante que puede ayudar a entender su probabilidad de ocurrencia. Así, la frecuencia con la que se han originado accidentes tecnológicos en el pasado también es un indicador (aunque indirecto) de la vulnerabilidad de una sociedad.

## **6. Ordenamiento territorial en cuanto a vulnerabilidad**

Pérez (2011, 65-81) afirma que las zonas más expuestas son las más vulnerables, por eso las zonas que padecen peligros concentran mayor vulnerabilidad ante desastres naturales. La vulnerabilidad territorial por exposición a peligros resulta acumulativa, teniendo en cuenta que una exposición diferente, será proporcional directamente a los niveles de vulnerabilidad.

En la actualidad, el principal desafío va dirigido a la prevención del riesgo y desastres mediante el diseño e implementación de políticas sostenibles de desarrollo urbano. La incorporación de los estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgo a las tareas de planeamiento territorial es una acción imprescindible. Para ello es importante implementar sistemas de gestión de reducción y mitigación de riesgos heredados.

Resnichenko, (2008, 32-41) plantea que un aumento del riesgo en gran parte se debe a la creciente interconexión y complejidad del sistema de objetos y acciones que integran una sociedad. Los avances tecnológicos han incidido directamente sobre la aparición de nuevas inseguridades y exacerbación de otras ya existentes. Teniendo en cuenta lo anterior se ha convertido en un desafío lograr la compatibilización de las demandas y determinaciones de los planes territoriales y la disminución del riesgo para los pobladores. Según Cardona (2003, 60-75), el análisis espacial se ha convertido en una acción de vital importancia, no solo para las intervenciones propuestas a diferentes escalas sino para la elaboración de los planes de reducción de riesgos y desastres, los cuales permitirán crear los posibles escenarios y adelantarse a los efectos potenciales, quedando definidas respuestas más precisas para atender a la población.

Por ello, el análisis de componentes principales es una técnica de análisis multivariante cuyo objetivo es generar nuevas variables para expresar la información del conjunto de datos original, reducir la dimensión del problema y eliminar algunas variables originales que den poca información. Para ello se desarrollará un cuadro de variables que

facilitaran la elaboración de un modelo de encuesta que permitirá levantar la información en los barrios aledaños a la planta envasadora GLP ENI GAS. Posteriormente, se realizará al procesamiento de información y análisis, finalizando con la georreferenciación de la información resultante de la ACP. Estos datos serán cruzados espacialmente con el área de afectación de la amenaza tecnológica de la planta envasadora GLP ENI GAS (materiales peligrosos) de la ciudad de Ibarra, Se realizará un modelamiento de áreas de probable afectación en caso de un incidente en la planta envasadora GLP ENI GAS utilizando el programa ALOHA, así como la guía de respuesta a materiales peligrosos GRE- CANUTEG.

## Capítulo tercero

### Características del peligro/amenaza

#### 1. Identificación de factores de riesgo de la planta envasadora ENI GAS

La producción y/o servicios con numéricos consiste en identificar factores de riesgo en una planta envasadora de gas como ENI GAS requiere una evaluación exhaustiva de aspectos relacionados con la seguridad y la operación de la instalación. Aunque no tengo acceso a información específica sobre la planta envasadora ENI GAS en particular, puede proporcionar una lista general de posibles factores de riesgo que se deben considerar en este tipo de instalaciones. Es fundamental que la planta envasadora ENI GAS realice una evaluación de riesgos específica y establezca planes de mitigación adecuados para abordar los riesgos identificados. Esto debe ir acompañado de una cultura de seguridad sólida, capacitación continua para el personal, mantenimiento adecuado de equipos e instalaciones, y un enfoque proactivo para la identificación y gestión de riesgos en curso.

Tabla 1  
**Proceso productivo de riesgo**

<b>PROCESO PRODUCTIVO</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
Almacenamiento de GLP en 4 tanques al 85% (140 ton de GLP) Operación de descarga de GLP de los tanqueros hacia los tanques de almacenamiento.	1
Envasado de GLP en cilindros de 15 y 45 kg	5
Reparación de cilindros	10
Mantenimiento de planta	6
Estibaje de carga y descarga de cilindros de GLP	8
Actividades administrativas	5
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Nota. En la tabla 1 se puede apreciar el proceso productivo en cuanto al almacenamiento de GLP y el número de personas que reinciden en ello.

Fuente: Eni Ecuador

#### *Tipo y años de construcción*

La empresa funciona en la localidad desde el año 1991, en cuanto al tipo de construcción de las plantas, se detalla a continuación:

Tabla 2  
**Características de la empresa envasadora**

ÁREA	TIPO DE CONSTRUCCIÓN
Administrativa (oficinas) Nave de envasado	-Una planta de hormigón armado -Mixta: Galpón de estructura metálica, columnas y el piso son de hormigón
Taller de reparación de cilindros	-Mixta: Galpón de estructura metálica y el piso son de hormigón
Isla de descarga de GLP	-Estructura metálica y piso de hormigón

Nota. En la tabla 2 se aprecia las características de la empresa envasadora en cuanto a las diferentes áreas y el tipo de construcción.

Fuente: Eni Ecuador

### *Desechos generados*

Tabla 3  
**Desechos generados**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Aceite usado	3.75 gal/mes
Polvo de granalla	460 kg/mes
Waypes paños contaminados	6 kg/mes
Residuos de pintura	80 kg/mes
Chatarra metálica	517 kg/mes
Lodos de inertización	87 kg/mes
EPP	25 kg/mes

Nota. En la tabla 3 se aprecia la descripción de los desechos generados y la cantidad, los cuales son contaminantes y en alguna forma dañinos a la salud.

Fuente: Eni Ecuador

Es importante tener en cuenta que las prácticas de gestión de residuos varían según las regulaciones locales y las políticas internas de cada empresa. Por lo tanto, ENI GAS o cualquier otra empresa envasadora de gas tendría sus propios procedimientos y políticas para manejar y gestionar los desechos generados.

### *Materiales peligrosos*

Tabla 4  
**Materiales peligrosos existentes en la planta ENI GAS**

MATERIALES PELIGROSOS		
NOMBRE	CANTIDAD Y UNIDADES	ROMBO NFPA
Gas Licuado de Petróleo	140 ton/día	
Diesel	220 gal	
Grasa	40 lb	
Pintura	250 gal	

---

Gasolina	2 gal
Aceite	55 gal




---

Nota. En la tabla 4 se aprecia el listado de materiales peligrosos existentes en la planta envasadora de GLP ENI GAS

Fuente: Eni Ecuador

#### *Factores externos que generan posibles amenazas*

Al norte: Quebrada seca la alcantarilla

Al sur: terreno agrícola

Al este. Empresa de Adoquines

Al oeste: Quebrada seca la alcantarilla y terreno agrícola

#### *Factores naturales aledaños o cercanos*

Terrenos laderosos, montañas, terrenos baldíos, estancamiento de aguas de lluvias, ríos, lagunas, reservorios, sector sísmico, entre otros si los hubiere.

El factor predominante es la vegetación que rodea la planta, por eso se encuentra a cinco (05) metros del cerramiento de la malla, podada para minimizar el riesgo de incendio.

## **2. Método de evaluación del riesgo de incendio en la envasadora ENI GAS**

#### *Factores de construcción*

Que tienen que ver con la altura de la edificación, la superficie de construcción, resistencia al fuego de la estructura y la existencia de techo falso.

#### *Factores de situación*

Comprende la distancia hacia ayudas externas y la facilidad de accesibilidad hacia la edificación.

#### *Factores internos en proceso*

Cálculo de carga de combustible, tipo de revestimiento, características de almacenamiento de combustible.

*Factor de propagabilidad*

Comprende la facilidad o dificultad de desplazamiento del fuego.

*Factor de destructibilidad*

Representa la destrucción que puede tener el inmueble debido al calor, humo por corrosión o por agua.

*Medios y recursos*

Que tiene la entidad para solventar eventos de emergencia.

## Capítulo cuarto

### Resultados

#### 1. Zonas afectadas por una probable afectación de la envasadora GLP ENI GAS y su impacto en la población expuesta

En el siguiente parámetro se determinará cuáles son las áreas y zonas con más afectación vulnerables y expuestas alrededor de la planta envasadora GLP ENI GAS en la parroquia de Priorato en la ciudad de Ibarra. En la figura 2 se aprecia la zona de afectación por la planta de GLP ENI GAS, en círculo rojo es la zona más crítica, color naranja la zona crítica intermedia y amarilla la menos vulnerable; mientras que en la figura 3 se aprecian las zonas críticas y vulnerables más afectadas por la planta GLP ENI GAS.



Figura 2. Zona de afectación  
Fuente y elaboración propias

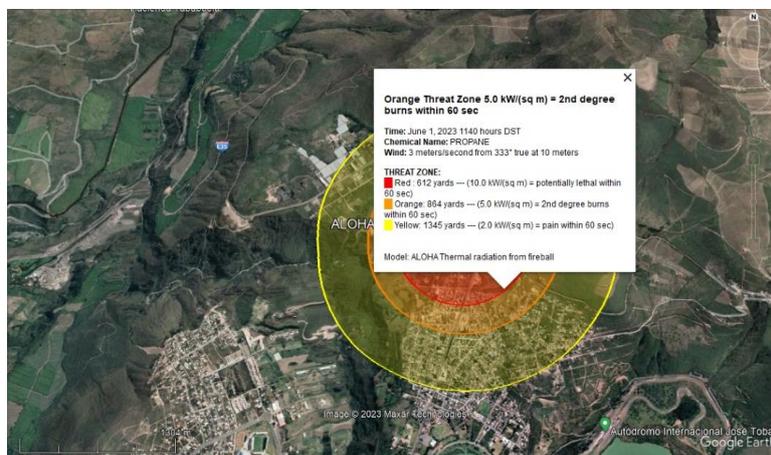


Figura 3. Zonas críticas y vulnerables de afectación

Fuente y elaboración propias

El área de afectación inicial corresponde a un área crítica de 559.61 metros de zona afectada, mientras que la zona intermedia o tibia de afectación equivale a 790.04 metros, de igual manera indica que la zona menos vulnerable o con menor afectación es de 1229.86 metros respectivamente.

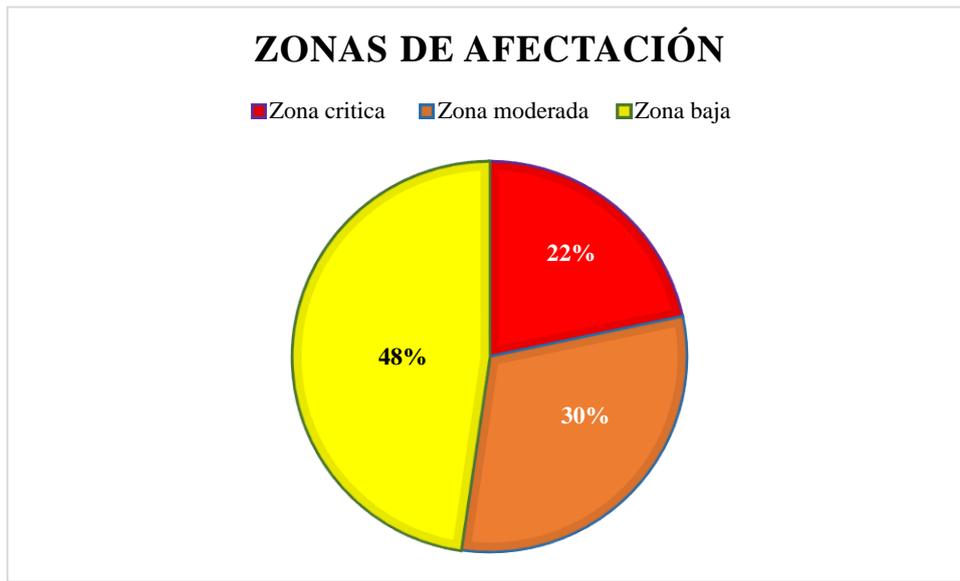


Figura 4. Gráfico representativo de las zonas de afectación  
Fuente y elaboración propias

En la figura 4 se puede apreciar el gráfico representativo donde se observa que, el 48 % equivale a las zonas con menor afectación lo que corresponde 1229,86 metros de zona con vulnerabilidad, mientras que, el 30 % equivale al área tibia correspondiente a 790,04 metros de zona con afectación, de igual manera que, el 22 % corresponde a las zonas más críticas y con mayor grado de exposición y vulnerabilidad lo que equivale a 559,61 metros de afectación.

## **2. Evaluación de la vulnerabilidad social de áreas expuestas entorno a amenaza tecnológicas de la planta envasadora GLP ENI GAS**

Para determinar la evaluación de la vulnerabilidad se tomó en consideración una población de 488 habitantes, aplicado a variables en cuanto al grado de conformidad, actividades y propuestas de cuando al conocimiento y percepción de los individuos, con ello analizar el grado de vulnerabilidad social entorno a las posibles amenazas tecnológicas de la planta envasadora GLP ENI GS en la ciudad de Ibarra en Ecuador.

### Actividad antrópica instalada

Estas amenazas influyen en las pérdidas, daños y afecciones económicas y sociales, aplicando al uso del suelo asignado, se engloba en las categorías de residencial, industrial, comercial, residencial/comercio, residencial/industria. En la tabla 5 se aprecia las cantidades e influencia de acuerdo al tipo de actividad concerniente y perteneciente a la actividad antrópica instalada, se pudo observar que en la modalidad residencial hay un total de 380 habitantes que son los más vulnerables; mientras que en la En la figura 5 se aprecia las cantidades en cuanto a las actividades antrópicas instaladas (AA) que permiten determinar el nivel de vulnerabilidad social existente para el tipo residencial, industrial, comercial, residencial/comercio y residencial/industria.

Tabla 5  
Actividad del tipo antrópica instalada

Tipo		Actividad	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
Actividad antrópica instalada (AA). Uso del suelo asignado.			1	Residencial			380
			2	Industrial		Afecta la magnitud de la pérdida, el daño y las condiciones económicas y sociales.	3
			3	Comercial	Primaria		45
			4	Residencial/Comercio			20
			5	Residencial/Industria			0

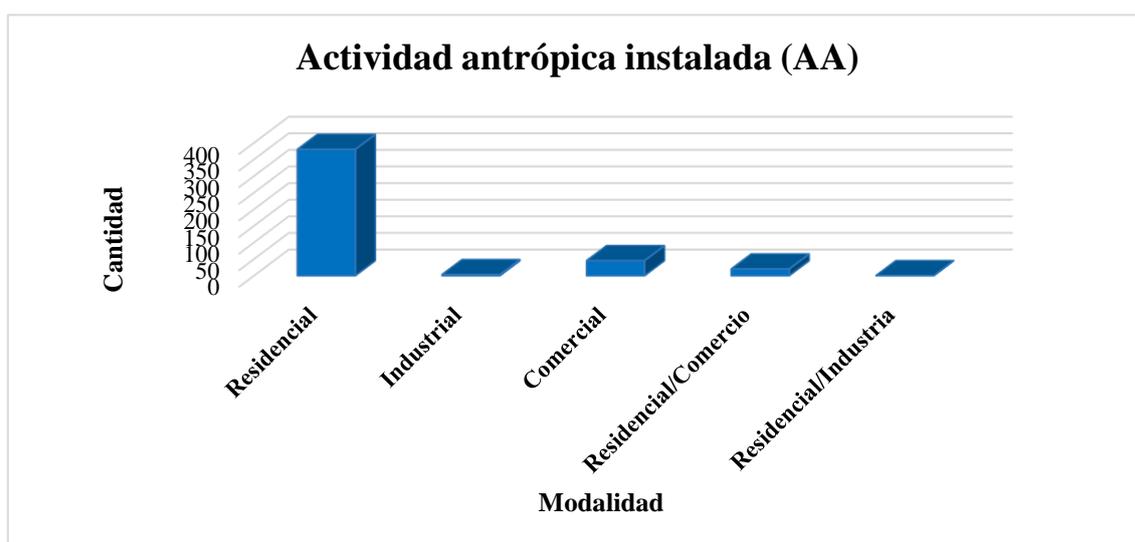


Figura 5. Gráfico de actividad antrópica instalada (AA)  
Fuente y elaboración propias

En este tipo de amenaza se caracteriza porque incide en la capacidad de preparación, respuesta y ajuste ante eventos amenazantes, en este particular los ingresos familiares diarios. En la tabla 6 se puede apreciar los ingresos familiares diarios concernientes al tipo de amenazas con modalidad alto  $< 25$ , medio  $>25<10$  y bajo  $\leq 10$ , donde el bajo predomina con una cantidad de 300, siendo el valor más predominante en la modalidad. En la figura 6 se aprecia las cantidades en cuanto a los ingresos familiares diarios (IFD) que permiten determinar el nivel de vulnerabilidad social existente en cuanto a la modalidad alto  $< 25$ , medio  $>25<10$  y bajo  $\leq 10$ .

Tabla 6  
**Ingresos IFD**

Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b> Ingresos (IFD).	Ingresos familiares diarios en dólares (\$ US).	3	alto $< 25$ ,	Primaria	Afecta la capacidad de prepararse, responder y adaptarse a eventos amenazantes.	48
		2	medio $>25<10$ ,			100
		1	bajo $\leq 10$ .			300

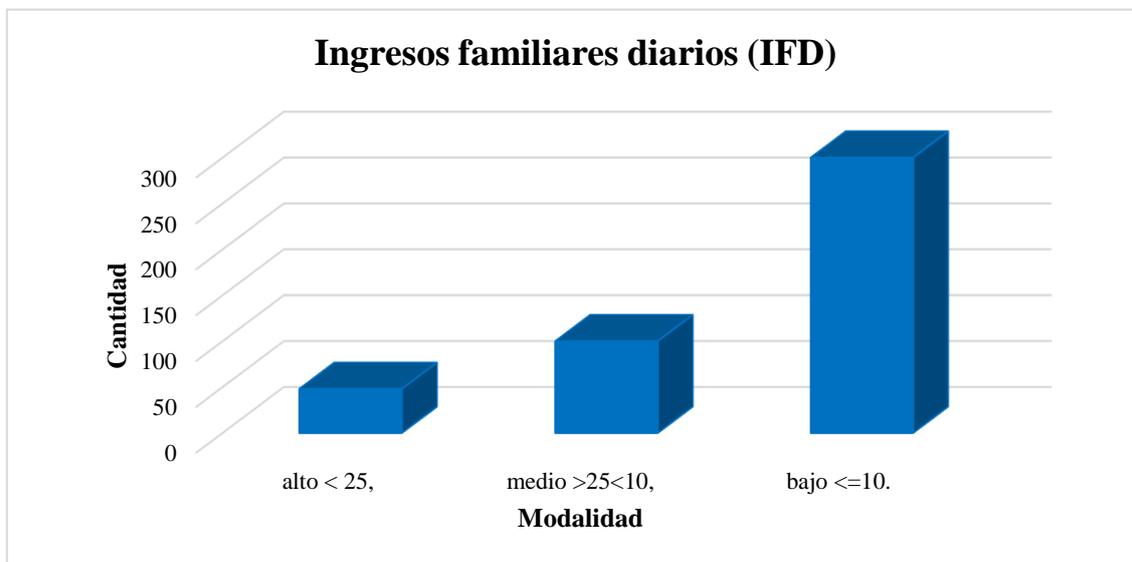


Figura 6. Gráfico de ingresos familiares diario (IFD)  
Fuente y elaboración propias

#### *Nivel de escolaridad (NE)*

Este tipo de amenazas se consideran porque influyen en la sensibilidad y los niveles de concientización frente al tema, en este caso el nivel de escolaridad, en este caso con el nivel de alto, medio y bajo evidente en la parroquia de Priorato en la ciudad de Ibarra. En la tabla 7 se aprecia el nivel de vulnerabilidad para el nivel de escolaridad,

donde se observa que el nivel medio es el más presente en la parroquia Priorato en la ciudad de Ibarra. Mientras que en la figura 7 se aprecia los valores en cuanto a la modalidad del nivel de escolaridad, donde se observa que la mayoría de la población tiene un nivel medio o de bachillerato.

Tabla 7  
Nivel de escolaridad (NE)

	Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Nivel de escolaridad (NE).	Máximo nivel de estudios realizados por cualquier habitante del predio.	3	alto: universidad,	Primaria	Afecta la sensibilidad y el nivel de conciencia del problema.	38
			2	medio: bachillerato,			360
			1	bajo: primaria o menos.			50

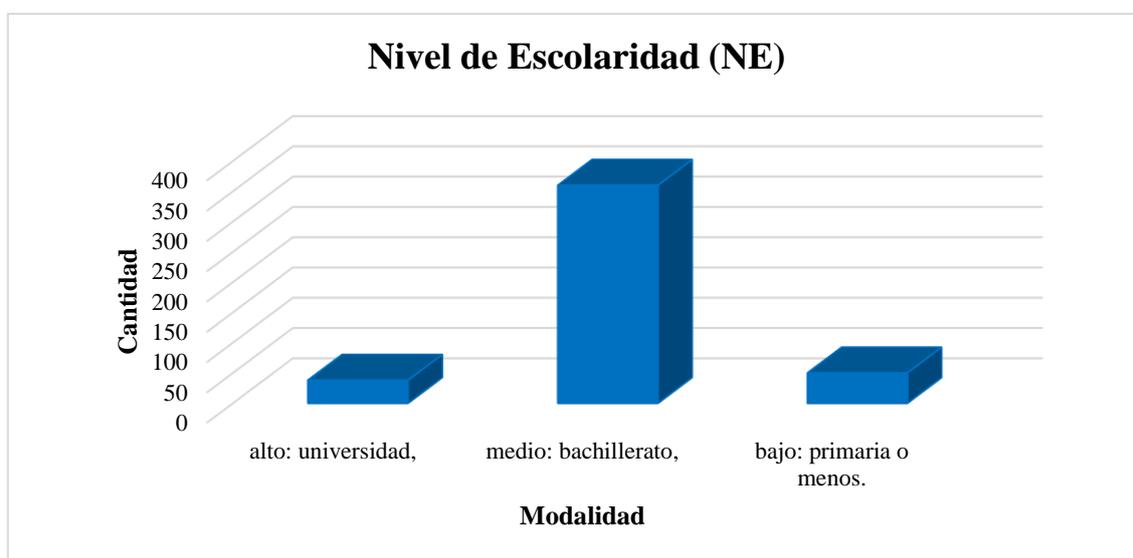


Figura 7. Gráfico de nivel de escolaridad (NE)  
Fuente y elaboración propias

#### *Informalidad de vivienda (IV)*

Tales amenazas afectan la capacidad de preparación, respuesta y adaptación a eventos amenazantes y afectan la existencia de servicios domésticos esenciales. El tipo de casa y los materiales utilizados en su construcción. En la tabla 8 se aprecia los valores en cuanto a la modalidad de nivel de informalidad de vivienda, donde se observa que el 100% de la población tomada en cuenta, es decir los 448 individuos manifestó que la existencia de servicios básicos es media, mientras que en la figura 8 se aprecia el gráfico correspondiente a los valores de la informalidad de vivienda, donde se observa que los

448 individuos que fueron analizados manifestaron que la existencia de servicios básicos es media.

Tabla 8

**Informalidad de vivienda (IV)**

	Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Informalidad de la vivienda (IV).	Existen servicios básicos para el hogar. El tipo de casa y los materiales utilizados en su construcción.	4	(4) alta,	Primaria	Afecta la capacidad de prepararse, responder y adaptarse a eventos amenazantes.	0
			3	(3) media,			448
			2	(2) baja,			0
			1	(1) nula.			0

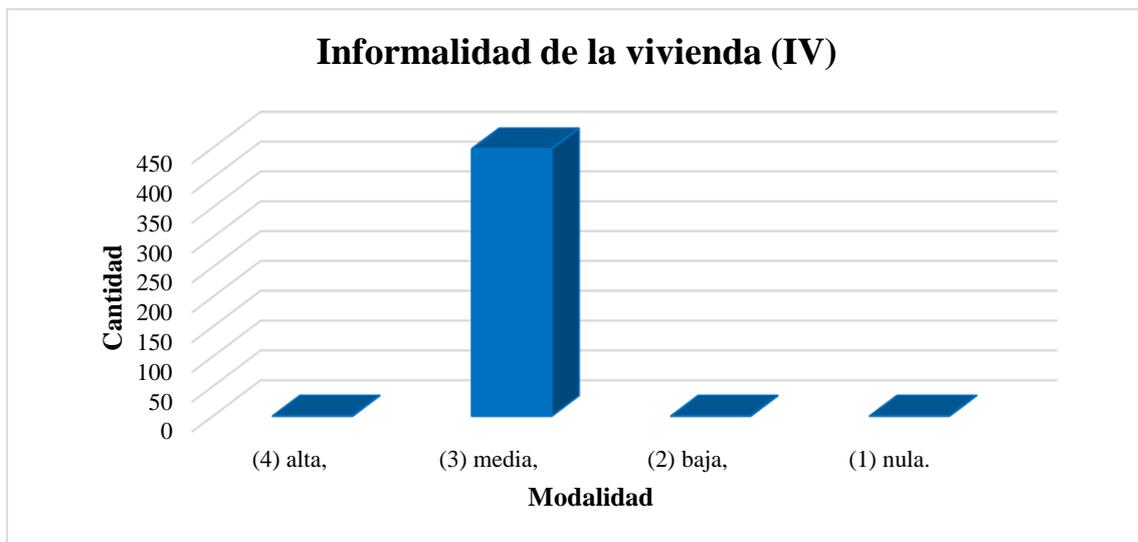


Figura 8. Gráfico con respecto a la informalidad de vivienda (IV)

Fuente y elaboración propias

**Informalidad de barrio (IB)**

En este tipo de fallas se cultivan condiciones favorables para disminuir o aumentar la vulnerabilidad a las amenazas naturales, según el tipo y presencia de los servicios comunitarios esenciales existentes. En la tabla 9 se aprecian valores correspondientes a la informalidad de barrio (IB), donde se observa que el 100% de la población, o sea, los 448 individuos, manifestó que la presencia de servicios básicos comunitarios es media. Nota. En la figura 9 se aprecia el gráfico con respecto a la informalidad de barrio, donde se observa que los 448 analizados manifestaron que la presencia de servicios básicos comunitarios es media.

Tabla 9

**Informalidad de barrio (IB)**

	Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Informalidad del barrio (IB).	Tipo y presencia de servicios básicos comunitarios existentes.	4	4) alta	Primaria	Crear condiciones favorables para reducir o aumentar la vulnerabilidad a las amenazas naturales.	0
		3	(3) media	448			
		2	(2) baja	0			
		1	(1) nula	0			

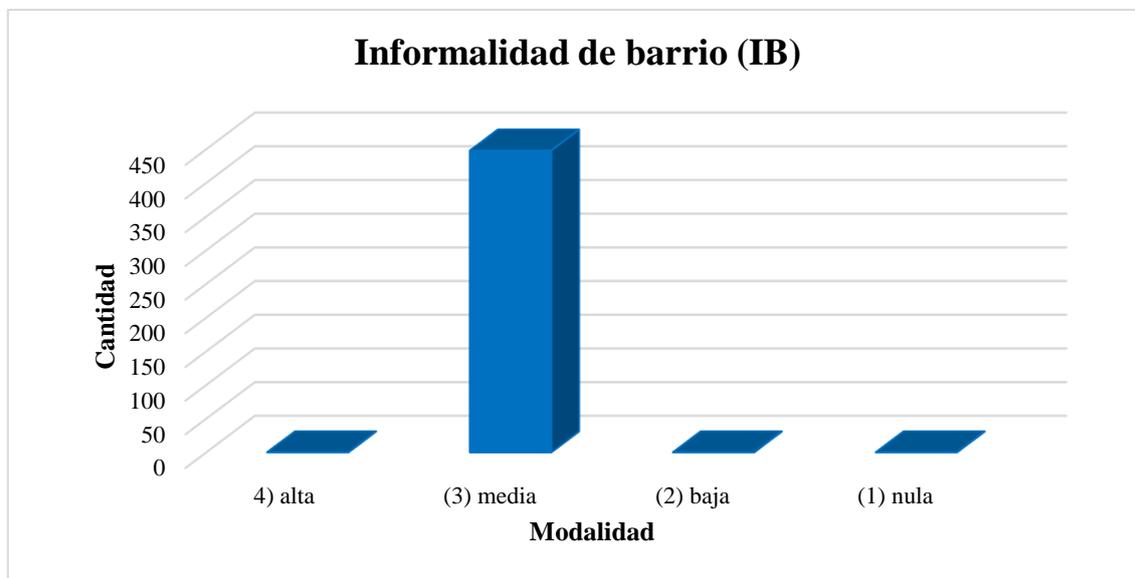


Figura 9. Gráfico con respecto a la informalidad de barrio (IB)  
Fuente y elaboración propias

#### *Conocimiento del individuo (CA)*

Este tipo de amenaza influye fuertemente en las decisiones de emplazamiento y formas de ocupación, habitación y uso de la naturaleza, donde las amenazas involucran el conocimiento de la dinámica de la naturaleza. En la tabla 10 se aprecia los valores en cuanto al conocimiento del individuo, donde se observa que el conocimiento de la dinámica natural es en su mayoría incipiente con una cantidad de 260 y nulo con 160. Nota. En la figura 10 se aprecia el gráfico en cuanto al conocimiento del individuo (CA), donde se evidencia que la modalidad de incipiente con una cantidad de 260.

Tabla 20  
**Conocimiento del individuo**

	Actividad	Características	Nº	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Conocimiento del individuo (CA).	Comprender la dinámica natural involucrada en las amenazas.	4	(4) amplio	Primaria	Influye fuertemente en las decisiones de emplazamiento y formas de apropiación, habitación y uso de la naturaleza.	8
			3	(3) suficiente			20
			2	(2) incipiente			260
			1	(1) nulo			160

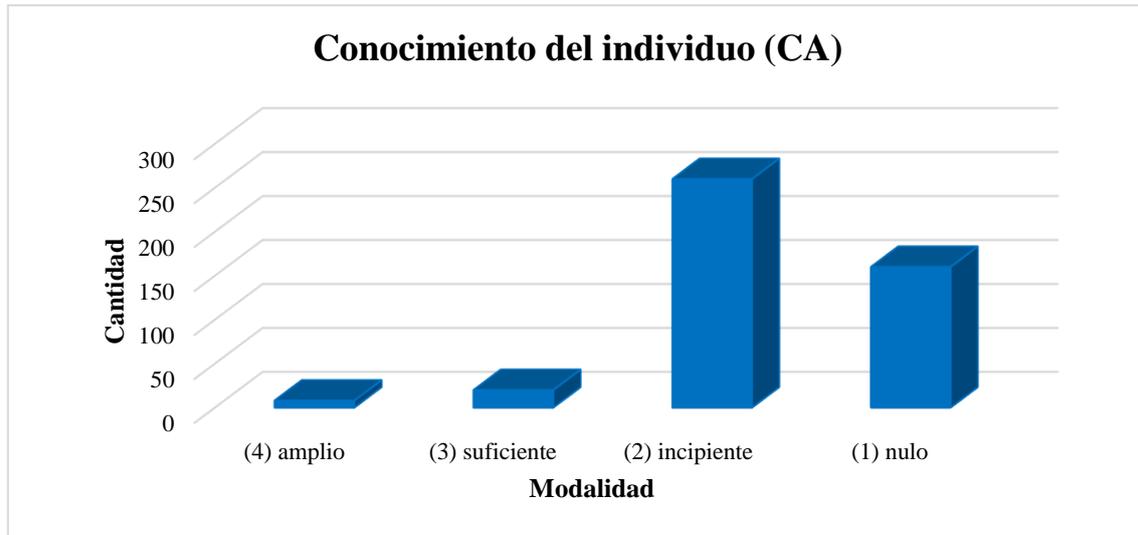


Figura 10. Gráfico con respecto al conocimiento del individuo  
Fuente y elaboración propias

### *Percepción del individuo (PA)*

En este tipo de amenazas, depende del grado de relajación y disposición de las personas, familias y comunidades para enfrentar, resistir y superar eventos amenazantes a través de su percepción de amenazas de riesgo tecnológico. (planta de envasado de GLP. En la tabla 11 se aprecia los valores en cuanto al conocimiento del individuo, donde se observa que la percepción de amenaza es mayor en la modalidad indiferente con una cantidad de 300. En la figura 11 se aprecia el gráfico en cuanto a percepción del individuo (PA), donde se evidencia que la modalidad de indiferente es la que más se percibe con una cantidad de 300.

Tabla 11  
**Percepción de amenaza del individuo**

	Actividad	Características	Nº	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Percepción del	Percepción de la amenaza riesgo	3	(3) no amenazante	Primaria	De ella depende el nivel de relajación y preparación que	100
			2	(2) indiferente			300

individuo (PA).	tecnológico (planta de envasado de GLP).	1	(1) amenazante	el individuo, la familia y la comunidad desarrollen para afrontar, resistir y superar el evento amenazante.	48
-----------------	--	---	----------------	---	----

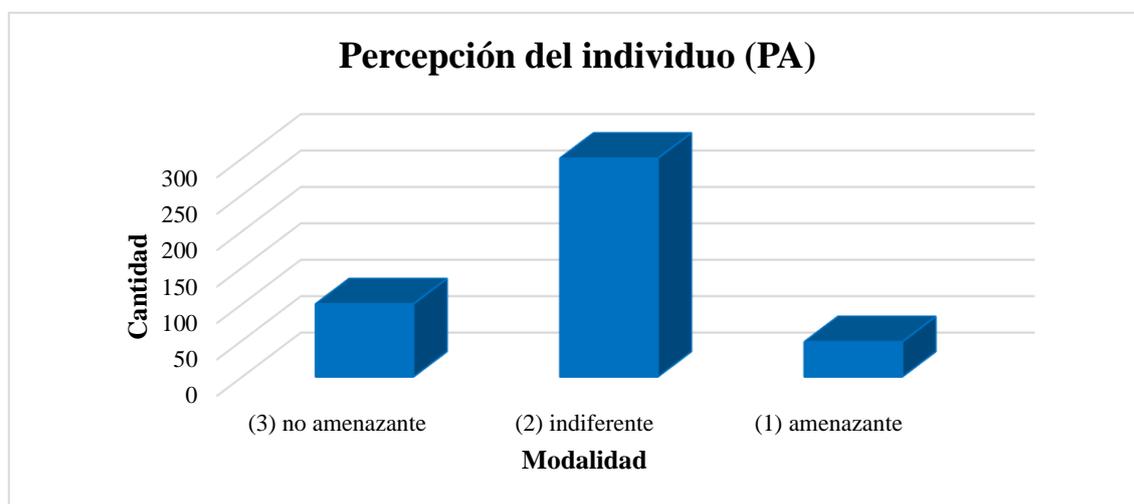


Figura 11. Gráfico de percepción del individuo (PA)

Fuente y elaboración propias

#### *Percepción del individuo (PA)*

En este tipo de amenazas, la probabilidad de que ocurra un evento en particular y las respuestas directas e indirectas al evento mismo se determinan en gran medida, aplicando el conocimiento de cómo otras comunidades han enfrentado eventos similares. En la tabla 12 se aprecia los valores en cuanto al conocimiento histórico, donde se observa que el conocimiento histórico es nulo; ya que, arrojo la cantidad de 350 como conocimiento. En la figura 12 se aprecia el gráfico en cuanto al nivel de conocimiento histórico (CH), el cual es nulo por la mayoría de los habitantes analizados, el cual fue de 350.

Tabla 32  
**Conocimiento histórico (CH)**

	Actividad	Características	Nº	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Tipo</b>	Conocimiento histórico (CH).	Conocimiento de cómo otras comunidades se han enfrentado a eventos similares.	4	4) amplio	Primaria	Determinan en buena medida, las respuestas inmediatas y mediatas que se tomen frente a la posibilidad de ocurrencia de un evento determinado y durante el evento mismo.	20
			3	(3) suficiente			28
			2	(2) incipiente			50
			1	(1) nulo			350

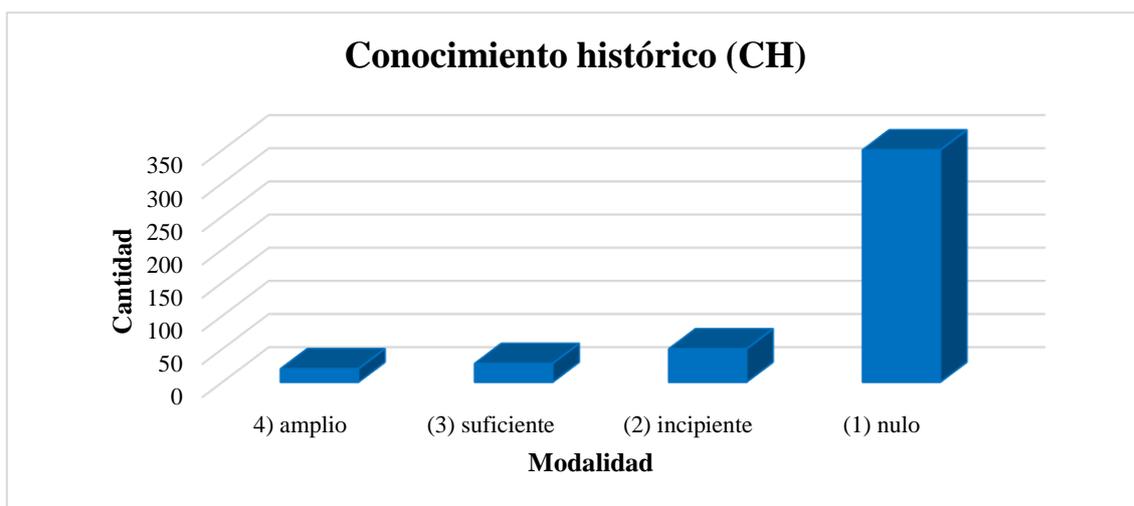


Figura 12. Gráfico de conocimiento histórico (CH)

Fuente y elaboración propias

#### *Existencia de planes de prevención (PPC)*

Esta amenaza habla del nivel de alcance institucional y social del problema, reflejado en acciones sistemáticas, coherentes y socialmente cohesivas para prepararse para posibles eventos amenazantes, y como alternativas existen planes, programas y proyectos gubernamentales, así como organizaciones gubernamentales no gubernamentales para prevención de desastres y respuesta a emergencias. En la tabla 13 se aprecia los valores en cuanto a la existencia de planes de prevención (PPC), donde se evidencia que la modalidad de incipiente es la que más existe con una cantidad de 370. En la figura 13 se aprecia el gráfico sobre la existencia de planes de prevención (PPC) que por mayoría determinó que es de modalidad incipiente con una cantidad de 370.

Tabla 13  
**Existencia de planes de prevención (PPC)**

Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
<b>Existencia de planes de prevención (PPC).</b>	Existen planes, programas y proyectos gubernamentales y no gubernamentales de preparación para desastres y de contingencia.	3	(3) suficiente	Primaria	Proporcionan causas institucionales y sociales de los problemas, reflejadas en acciones sistemáticas, coherentes y socialmente cohesivas para prepararse para posibles eventos amenazantes.	8
		2	(2) incipiente			370
		1	(1) inexistente			70

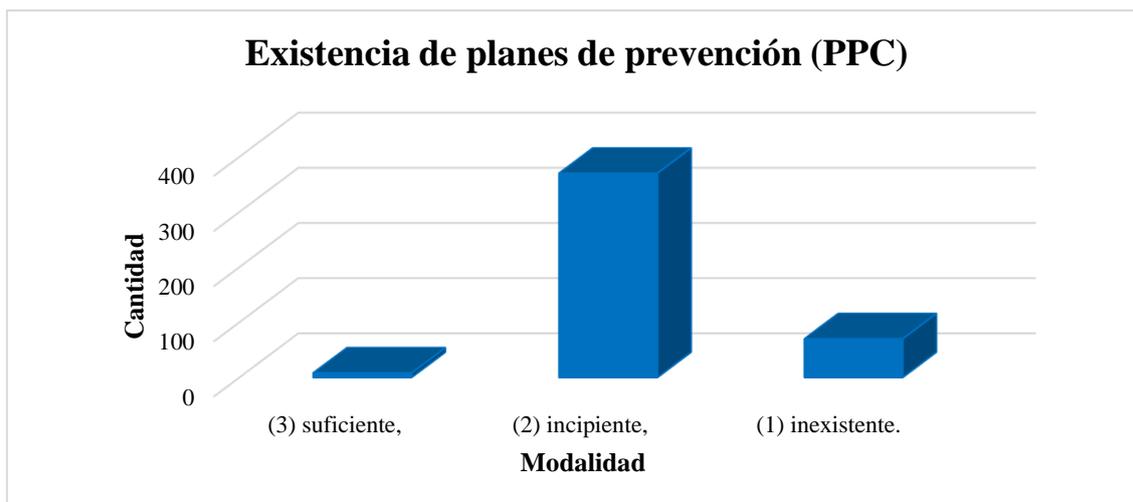


Figura 13. Gráfico de existencia de planes de prevención (PPC)  
Fuente y elaboración propias

#### *Respuesta de la comunidad (RHC)*

Este tipo de amenaza nos permite comprender cómo responden las comunidades durante e inmediatamente después de un incidente, y la efectividad o idoneidad de esa respuesta para brindar soluciones comunitarias a incidentes anteriores, idénticos o similares. En la tabla 14 se aprecia los valores en cuanto a la respuesta de la comunidad ante eventos, el cual arrojó que los 448 habitantes encuestados tienen una respuesta no apropiada, equivalente al 100% de los encuestados. En la figura 14 se aprecia el gráfico en cuanto a la respuesta de la comunidad (RHC) el cual el 100% de los entrevistados determinó que es no apropiada ante un evento de vulnerabilidad social, es decir los 448 habitantes encuestados.

Tabla 44  
**Respuesta de la comunidad (RHC)**

Actividad	Características	N°	Modalidad	Estatus	Influencia	Cantidad
		2	(2) apropiada			0
<b>Tipo</b>	Respuesta de la comunidad (RHC).	1	(1) no apropiada	Primaria	Nos permite comprender cómo respondieron las comunidades durante e inmediatamente después de un evento, y la efectividad o adecuación de esa respuesta.	448

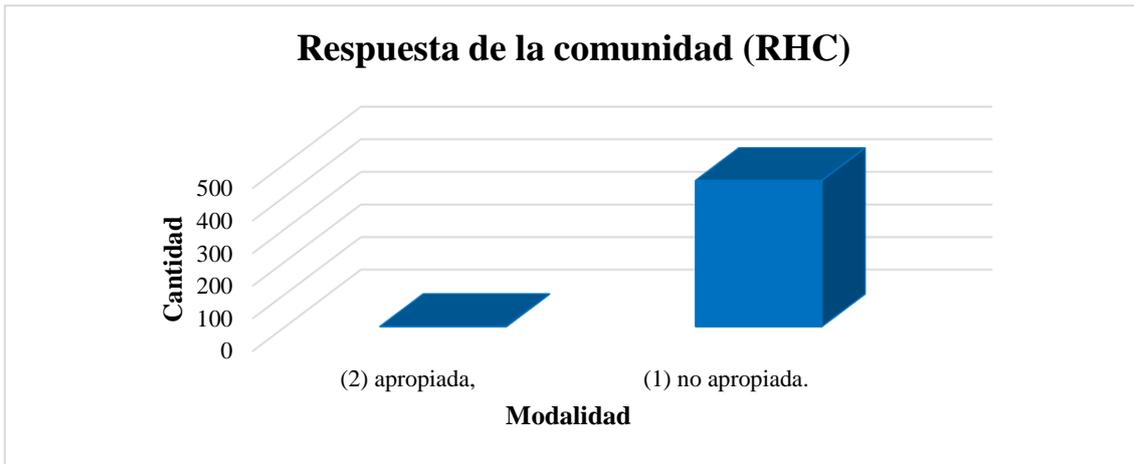


Figura 14. Gráfico de la respuesta de la comunidad (RHC)  
Fuente y elaboración propias

### 3. Discusión de los resultados.

En el desarrollo de este trabajo se determinó que existen zonas bajo vulnerabilidad ante riesgos tecnológicos, en este caso se aprecia el riesgo ante la planta de GLP ENI GAS en Ibarra en Ecuador, que evidenció que, el 48 % corresponde a zonas con menos vulnerabilidad o afectación, lo que corresponde a 1229.864 metros de zonas vulnerables, el 30 % a zonas tibias o de mediana afectación, lo que corresponde a 790.041 metros de zonas en riesgo de vulnerabilidad.

En cierto modo, las zonas afectadas bajo riesgos tecnológicos evidenciadas alrededor de la planta GLP ENI GAS en Ibarra, Ecuador, permitieron observar mediante muestreo con entrevistas y cuestionarios que se le hicieron a 488 habitantes en la zona de estudio, se evidenció que los riesgos son en las actividades antrópicas instaladas, asimismo las de ingreso familiar diario (IFD), igual que las de escolaridad (NE), también se evidencian en el tipo de informalidad de vivienda y barrio (IV, IB) respectivamente, y se aprecian los conocimientos de la comunidad ante el tipo de informalidad de vivienda. En la Figura 15 se aprecia el análisis de viviendas afectadas por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra.

## Análisis de viviendas afectadas por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra

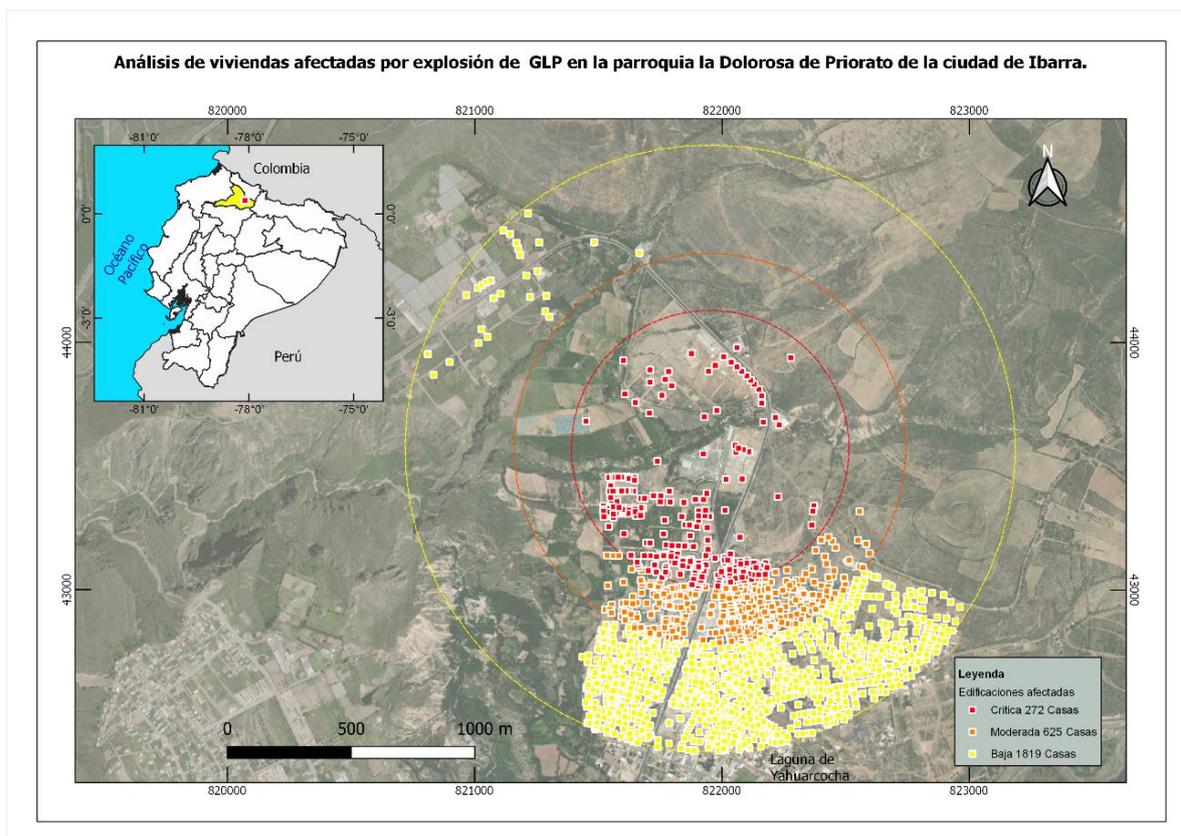


Figura 15. Mapa de viviendas afectadas por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra

Fuente: Elaboración Propia

El análisis del mapa obtenido se basa en un modelamiento realizado por el programa ALOHA, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que se utiliza para predecir la propagación de sustancias químicas peligrosas en el aire en caso de un accidente o incidente, se pueden agregar los siguientes puntos al análisis anterior:

En la precisión en la evaluación de riesgos al utilizar un software especializado como ALOHA, se puede esperar que el análisis de los impactos de la explosión de GLP en la parroquia La Dolorosa sea más preciso y detallado. ALOHA permite modelar la dispersión de sustancias químicas y evaluar los posibles escenarios de riesgo de manera más rigurosa. Los resultados del modelamiento realizado por ALOHA pueden proporcionar una base sólida para comprender la extensión de los daños causados por una explosión de GLP. La validación de estos resultados a través de inspecciones en el terreno y datos adicionales puede ayudar a confirmar la veracidad de la evaluación de riesgos. La

utilización de herramientas como ALOHA no solo contribuye a la evaluación de riesgos después de un incidente, sino que también puede mejorar la planificación de emergencias y la respuesta a futuros eventos similares. El modelamiento de escenarios de riesgo ayuda a identificar medidas preventivas y de mitigación para proteger a la comunidad en caso de situaciones de emergencia.

En la Investigación, se identificaron tres zonas de afectación en función del nivel de daño sufrido por las viviendas:

**Zona de afectación crítica:** 272 casas con probabilidad de sufrir daños críticos por la explosión de GLP. Estos daños pueden incluir la destrucción parcial o total de las viviendas, lo que podría requerir una reconstrucción completa para garantizar la seguridad de los residentes.

**Zona de afectación moderada:** Se encuentra con 625 casas en esta zona que se podrían experimentar daños moderados debido al incidente. Los daños moderados pueden implicar la necesidad de reparaciones significativas en las estructuras de las viviendas, pero no llegan al nivel de destrucción total observado en la zona crítica.

**Zona de afectación baja:** La mayor cantidad de viviendas afectadas, un total de 1,819 casas, se encuentran en esta zona con daños considerados bajos. Aunque los daños en esta zona pueden ser menores en comparación con las zonas crítica y moderada, aún pueden requerir trabajos de reparación y rehabilitación para restaurar las condiciones habitables de las viviendas.

De esta manera, en la figura 16 sintetiza el análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato del cantón Ibarra.

**Análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato del cantón Ibarra.**

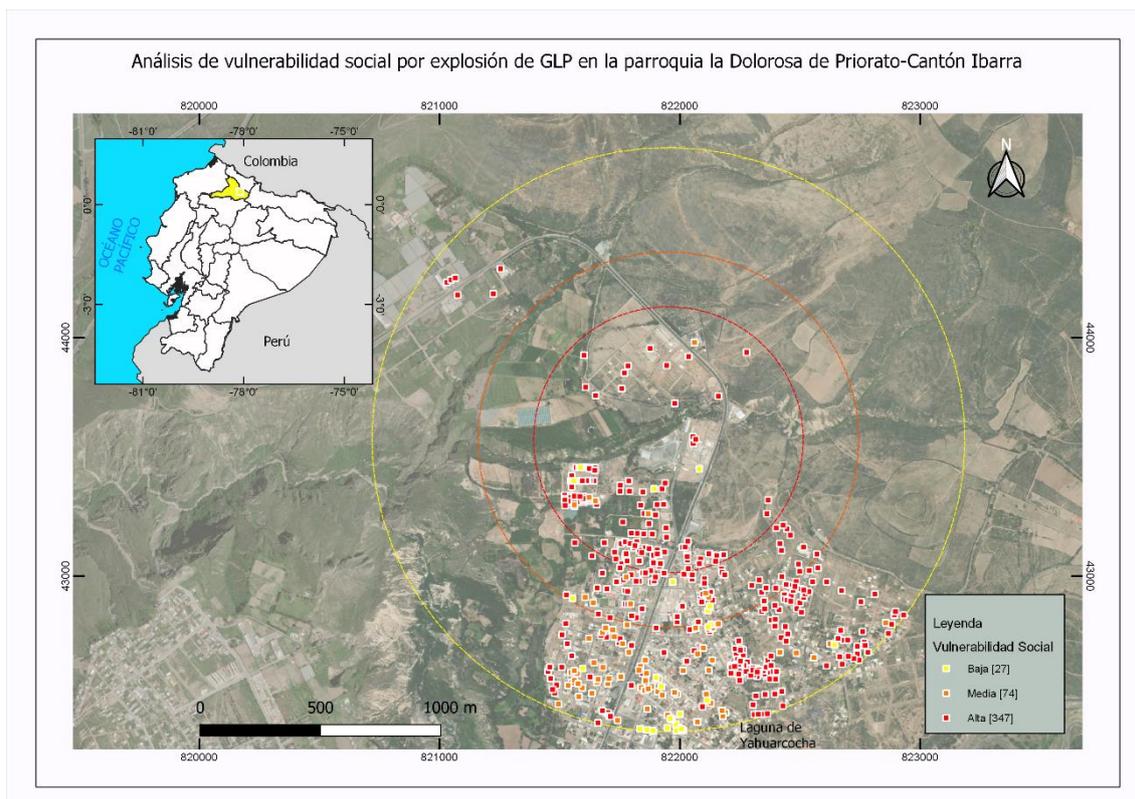


Figura 16. Mapa de Análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia la Dolorosa de Priorato de la ciudad de Ibarra

Fuente: Elaboración Propia

La investigación que se representa en el MAPA 2 sobre el análisis de vulnerabilidad social por explosión de GLP en la parroquia La Dolorosa de Priorato-Cantón Ibarra se lo realizó a través de datos numéricos y coordenadas geográficas, se identifica la ubicación de la zona de estudio. Además, se establece una clasificación de vulnerabilidad social en tres niveles: Baja, Media y Alta, con referencias a cifras específicas. Este análisis es fundamental para comprender la susceptibilidad de la comunidad ante posibles eventos adversos como una explosión de GLP, permitiendo identificar áreas de riesgo y grupos vulnerables que podrían resultar más afectados. La clasificación de vulnerabilidad social en niveles específicos da una guía para priorizar acciones preventivas y de respuesta, y asignar recursos de manera eficiente según las necesidades identificadas.

Los valores presentados en el análisis de vulnerabilidad social indican una distribución desigual de la vulnerabilidad en la parroquia La Dolorosa de Priorato-Cantón Ibarra en caso de una explosión de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Baja vulnerabilidad social (27): Este valor sugiere que hay una parte de la población o áreas de la comunidad que tienen un menor riesgo y una mayor capacidad de

respuesta ante la eventualidad de una explosión de GLP. Media vulnerabilidad social (74): Con un valor intermedio, se señala que hay sectores de la población que podrían enfrentar desafíos significativos en caso de un evento como una explosión de GLP. Es fundamental prestar atención a estos grupos para implementar medidas de preparación y respuesta que reduzcan su vulnerabilidad y fortalezcan su capacidad de recuperación. Alta vulnerabilidad social (347): El valor más alto indica que existe una proporción considerable de la población o áreas de la parroquia que se encuentran en una situación de alta vulnerabilidad social frente a una explosión de GLP. Estos grupos necesitan una atención prioritaria en términos de planificación de emergencias, acceso a recursos y apoyo comunitario para mitigar los impactos negativos de un posible desastre.

En conjunto, estos valores resaltan la importancia de abordar las desigualdades sociales y la vulnerabilidad dispar en la comunidad, así como la necesidad de implementar estrategias diferenciadas que atiendan las necesidades específicas de cada nivel de vulnerabilidad. El análisis detallado de estos valores puede orientar la planificación de medidas de prevención y respuesta para proteger a los grupos más vulnerables y reducir los efectos adversos de una explosión de GLP en la parroquia La Dolorosa de Priorato-Cantón Ibarra.

El análisis de la vulnerabilidad social en caso de una explosión de Gas Licuado de Petróleo (GLP) es de suma importancia por diversas razones fundamentales, al Identificar y comprender la vulnerabilidad social en una comunidad expuesta a riesgos como una explosión de GLP es crucial para proteger la vida y la integridad física de los habitantes. Permite priorizar acciones preventivas y de respuesta para minimizar el impacto en la población, la vulnerabilidad social puede influir en la capacidad de una comunidad para hacer frente a los daños materiales causados por una explosión de GLP. Al analizar esta vulnerabilidad, se pueden implementar medidas para reducir los daños a infraestructuras, viviendas y medios de vida, comprender la vulnerabilidad social ayuda a fortalecer la resiliencia de la comunidad frente a eventos adversos. Se pueden identificar áreas de mejora en términos de acceso a recursos, redes de apoyo y capacidad de recuperación, lo que contribuye a una respuesta más efectiva y a una recuperación más rápida. El análisis de la vulnerabilidad social garantiza la equidad y la justicia social. Permite identificar y abordar las desigualdades existentes en la comunidad, asegurando que las medidas de prevención y respuesta sean inclusivas y protejan a los grupos más vulnerables.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

La metodología ACP y PRINQUIAL planteada con las variables del estudio de Enríquez y Bohórquez (2013, 79-93) es una de las más acertadas para la evaluación de la vulnerabilidad frente a amenazas naturales, ya que permite enfocarnos en los parámetros más relevantes para realizar encuestas de opciones múltiples que nos permitan categorizar, analizar y plasmar las variables en estadísticas de mayor comprensión. Independientemente del territorio que comprenda el estudio que se realice, este método tiene mayor aceptación ya que tiene pocas restricciones y representa de manera adecuada los índices de vulnerabilidad.

El tratamiento de los datos mediante encuestas permite centrarnos en las variables más críticas que influyen no solo en la vulnerabilidad, sino también en el progreso de la zona de estudio (Parroquia Priorato), como lo son el nivel de escolaridad medio y bajo, el nivel medio de informalidad de viviendas y barrios, el incipiente y nulo conocimiento y percepción de los habitantes con respecto a las amenazas que los involucran.

Otras variables que piden atención inmediata son el nivel incipiente en la existencia de planes de prevención de las instituciones involucradas y la respuesta de la comunidad. Esto limita la capacidad de reacción de la población, por lo que se debe promover la participación entre la comunidad y las entidades mediante charlas y capacitaciones continuas, que se prueban en simulacros de emergencia.

El análisis de resultados concluyó que el mayor porcentaje de la población está en zonas de alta y mediana vulnerabilidad (78%), alrededor de la planta envasadora de GLP ENI GAS, por lo que se evidencia que las entidades involucradas no se comprometen con los habitantes y que los mismos pobladores no fomentan seguridad. Así se demanda más atención por parte de entidades reguladoras para que se cumpla con los estatutos que velen por el bienestar de los ciudadanos.

**Recomendaciones**

Las empresas productoras, fábricas, envasadoras y plantas, deben considerar adiestrar y capacitar a la población para que esta se encuentre preparada y sepa qué hacer ante eventos tecnológicos que pueden afectar la salud y la integridad de la población.

La empresa GLP ENI GAS derive sus instalaciones hacia otro predio, alejado de población, para que esta no se vea afectada ni vulnerable ante cualquier accidente tecnológicos que conlleve a afectar a la población.

El área en riesgo y vulnerable tome conciencia sobre las afectaciones del riesgo tecnológico que puede producir la empresa envasadora GLP ENI GAS, ya que se considera de alto riesgo y peligrosidad, pudiendo ocasionar explosiones, fugas, altercados a la salud de los habitantes.

Hacer más evaluaciones en áreas donde evidenciar la vulnerabilidad social ante riesgos tecnológicos considerando la escolaridad y preparación, el nivel de las viviendas alrededor, como el individuo capta y percibe el nivel de riesgo, promover planes de prevención para ayudar a la población a tener una respuesta oportuna y optima de la comunidad ante riesgos tecnológicos.

## Lista de referencias

- Alexander, D. E. (2002). *Natural disasters*. London: Routledge.
- Amat, J. (junio de 2017). *Análisis de Componentes Principales (Principal Component Analysis, PCA) y t-SNE*. Obtenido de [https://www.cienciadedatos.net/documentos/35\\_principal\\_component\\_analysis](https://www.cienciadedatos.net/documentos/35_principal_component_analysis)
- Anderson, M. B. (1995). "Vulnerability to Disaster and Sustainable Development: A General Framework for Assessing Vulnerability.". En R. Press, *Storms Volume I* (pág. 11). London: Routledge Press.
- Banco Mundial. (05 de mayo de 2022). *Gestión del riesgo del desastre*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/disasterriskmanagement/overview>
- Ben , W., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2003). *At Risk, Second Edition*,. Royalties.
- Cárdona, A. (2013). Conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. *Vulnerabilidad, amenaza y riesgo*, 1-16. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6219/04Capitulo2.PDF>
- Cardona, O. D. (2003). *"Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo."Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo*.
- Castaño, E. (2009). Evolución de las condiciones de vida en la ciudad de Medellín basados en la encuesta de la calidad de vida. Medellín, Colombia: Centro de Estudios de Opinión.
- Centro de Investigación en Gestión de riesgos. (2010). Identificación y Tratamiento del riesgo tecnológico urbano de la ciudad de Mérida (Venezuela). *Una mirada al tratamiento vigente del riesgo tecnológico urbano*, 173-190.
- Comision Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2002). *Desastres y Emergencias Tecnologicas*. Costa Rica: Departamento de Prevención y Mitigación .
- Concepción, L., & Goya, A. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad social en las áreas expuestas a riesgos tecnológicos. *OIDLES(23)*. Obtenido de Eumed.net: <http://www.eumed.net/rev/oidles/23/vulnerabilidad-social.html>
- Concepción, L., & Goya, A. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad social expuestas a riesgos tecnológicos. *Vulnerabilidad Social*, 1-45.

- Concepción, L., Goya, F., Ibarra, E., Guerra, B., & Dupín, M. (2018). índice de riesgo tecnológico para la evaluación holística del riesgo en escenarios propensos a accidentes mayores. *Revista Centro Azúcar*, 45(1), 84-93. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612018000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612018000100009&script=sci_arttext&tlng=pt)
- CRED. (2022). *EM-DAT: International Disaster*. Obtenido de CRED (Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres): <https://www.emdat.be/>
- El Universo. (21 de Noviembre de 2002). *Tragedia por explosión en cuartel*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/2002/11/21/0001/12/D84A780BCAF542A1B6A08C5F72402B56.html/>
- Enriquez, J., & Bohórquez, T. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. *Investigaciones Geográficas*(81), 79-93.
- Estacio, J. (2008, Agosto 13). *Los riesgos tecnológicos en el DMQ: la paradoja del desarrollo urbano y el síndrome de nuevos escenarios de riesgos y desastres*. Retrieved from FLACSO ANDES: Biblioteca Digital de Vanguardia para la Investigación en Ciencias Sociales REGIÓN ANDINA Y AMÉRICA LATINA: <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/los-riesgos-tecnologicos-en-el-dmq-la-paradoja-del-desarrollo-urbano-y-el-sindrome-de-nuevos>
- European Environment Agency. (2020). *El Medio Ambiente en Europa: segunda evaluación. Riesgos naturales y tecnológicos (Capítulo 13)*. Obtenido de <https://fddocuments.ec/document/medio-ambiente-en-europa-secunda-evaluacion-riesgos-a-desastres-causados.html>
- H., H. (2003). *"Indicators and Other Instruments for Local Risk Management for Communities and Local Governments. GTZ. International Strategy for Disaster Reduction ISDR. Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). *Proyecciones Poblacionales*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Linayo, A. (2011). *Una mirada al tratamiento del riesgo tecnológico urbano en América Latina*. Obtenido de

- [https://www.desenredando.org/public/vari0s/2011/FLACSO\\_Linayo\\_RiesgoTecnologicoUrbano.pdf](https://www.desenredando.org/public/vari0s/2011/FLACSO_Linayo_RiesgoTecnologicoUrbano.pdf)
- Márquez, O. (2016). Investigación de accidentes explosivos por la liberación de sustancias peligrosas: Uso potencial del modelo ALOHA. *Explosión*, 427- 460.
- Moran, J. (19 de agosto de 2022). *¿Qué es el Análisis de Componentes Principales y cómo reducir el tamaño de una base de datos?* Obtenido de [https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-de-componentes-principales/#:~:text=El%20An%C3%A1lisis%20de%20Componentes%20Principales%20\(ACP\)%20%E2%80%93%20o%20en%20su,con%20la%20que%20estamos%20trabajando](https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-de-componentes-principales/#:~:text=El%20An%C3%A1lisis%20de%20Componentes%20Principales%20(ACP)%20%E2%80%93%20o%20en%20su,con%20la%20que%20estamos%20trabajando).
- Municipio de Ibarra. (23 de mayo de 2023). *Turismo e identidad de Ibarra*. Obtenido de Ibarra: <https://www.ibarra.gob.ec/site/>
- Pérdomo, J., & Valera, J. (29 de agosto de 2014). Metodología para la medición de riesgos sociales. *Etapas de la metodología de vulnerabilidad*, 1-17. Obtenido de [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8202/ev.8202.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8202/ev.8202.pdf)
- Perez, M. R. (2011). *Vulnerabilidad territorial y evaluación de daños postcatástrofe: una aproximación desde la geografía del riesgo*.
- Pizarro, R. (2001). *Vulnerabilidad y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. (CEPAL, Ed.) Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf)
- Resnichenko, Y. (2008). *Riesgo tecnológico y territorio: las instalaciones para la refinación de hidrocarburos en Montevideo. Un análisis utilizando Tecnologías de Información Geográfica*.
- UN Environment Programme. (2019, Enero 21). *Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II: resumen para responsables de políticas*. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/35969/k1900126s.pdf>
- Vázquez, M., & Méndez, J. (2011). La vulnerabilidad de los asentamientos en espacios no urbanizables en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México. *Quivera*, 13(1), 244-268. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/401/40118420015.pdf>
- White, G. (1974). *Natural hazards, local, national, global*. New York: Oxford University Press.

Whyte. (1982). "Probabilities, consequences, and values in the perception of risk.  
*"Probabilities, consequences, and values in the perception of risk. In Risk  
Assessment and Perception Symposium Royal Society of Canada, Toronto."*  
Toronto.



## Anexos

### Anexo 1: Encuesta



#### ENCUESTA DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL

##### I. IDENTIFICACIÓN.

Ciudad. \_\_\_\_\_

Parroquia. \_\_\_\_\_

Coordenadas. \_\_\_\_\_

Vecindad. Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Vivienda No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

##### II. ACERCA DE LA POBLACIÓN DE LA VIVIENDA.

###### 1. de 448 encuestados

No total de Personas	No. Niños Menores de 10 años	No. Adultos mayores de 75 años	No. Discapacitados	No. Mujeres embarazadas	Máximo nivel de escolaridad alcanzado por alguien
	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>38</b> <b>universidad</b>  <b>360</b> <b>secundaria</b>

					<b>50</b> <b>primaria</b>
--	--	--	--	--	------------------------------

No. Familias.	Ingresos diarios familia 1(\$)	Ingresos diarios familia 2(\$)	Ingresos diarios familia 3(\$)
<b>112</b>	< 100	< 100	< 100
<b>44</b>	100 – 300	100 – 300	100 – 300
<b>212</b>	301 – 500	201 - 500	201 - 500
<b>80</b>	> 501	> 501	> 501
<b>Total, Familias 448</b>			

### III. ACERCA DE LOS USOS DEL SUELO.

2. Marque según el uso que se le esté dando al espacio habitado:

- a) Vivienda: Solo habitación ningún otro tipo de uso. \_\_\_\_\_338\_\_\_\_\_
- b) Comercio: Edificación destinada al comercio y/o prestación de servicios (talleres mecánicos, tienda, restaurante indique cual \_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_
- c) c) Industria: Edificaciones destinados a la producción de bienes, mediante la transformación o extracción de recursos. (Talleres metalmecánicos, de fundición, carpinterías) Indique cual \_\_\_\_\_45\_\_\_\_\_
- d) d) Mixto Vivienda/Comercio: Edificación donde se combinan usos de vivienda v comercio. Indique cual \_\_\_\_\_20\_\_\_\_\_
- e) f) Mixto Vivienda/Industria: Edificaciones donde se combinan usos de vivienda e industria. Indique cual \_\_\_\_\_0\_\_\_\_\_

### IV. ACERCA DE LA VIVIENDA.

**3. Tipo de vivienda:**

Casa \_\_448\_\_ Departamento \_\_\_\_\_ Programa de vivienda \_\_\_\_\_ Autoconstrucción \_\_\_\_\_

¿Construida con planos? Sí \_\_48\_\_ No \_\_400\_\_

¿Totalmente terminada? Si \_\_148\_\_ No \_\_300\_\_

¿Es usted propietario? Si \_\_168\_\_ No \_\_280\_\_

¿Tiene escrituras? Si \_\_168\_\_ No \_\_\_\_\_

**4. Material predominante de las paredes exteriores:**

Bloque, ladrillo, piedra, etc.: \_\_440\_\_

Material prefabricado: \_\_\_\_\_

Madera: \_\_8\_\_

Lata, cartón u otro tipo de material desechable: \_\_\_\_\_

**5. ¿Cuántos años hace que fue construida la estructura? Indique \_\_promedio 15 años\_\_**

**6. ¿Después se le han hecho modificaciones o adecuaciones? Si \_\_168\_\_ No \_\_\_\_\_**

No sabe \_\_\_\_\_ Indique cuál ---ampliación \_\_\_\_\_

**7. ¿Mantenimiento o restauración? Si \_\_168\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_280\_\_ Indique**  
cual \_\_\_\_\_

**8- ¿Incorpora condiciones resistentes a sismos? Si \_\_168\_\_ No \_\_\_\_\_ No sabe \_\_280\_\_**

**9. ¿Cuántos pisos tiene la estructura? Indique \_\_una planta \_\_348\_\_**

Dos plantas 100

**10. ¿Cuántos m<sup>2</sup> construidos tiene su vivienda? \_\_\_\_\_**

**11. La vivienda cuenta con servicios de:**

Energía eléctrica Si \_\_448\_\_ No \_\_\_\_\_

Agua potable Si \_\_448\_\_ No \_\_\_\_\_

Alcantarillado Si \_\_448\_\_ No \_\_\_\_\_

Teléfono convencional Si \_\_168\_\_ No \_\_280\_\_

Gas Si \_\_x\_\_ No \_\_\_\_\_

Cable Si \_\_168\_\_ No \_\_280\_\_

Internet Si \_\_448\_\_ No \_\_\_\_\_

Ninguno \_\_\_\_\_

Si tienen todos los servicios, pase a la pregunta 15.

**12. ¿Cómo obtiene la energía?**

Redes conectadas al servicio público \_\_\_\_\_

Redes conectadas por particulares \_\_\_\_\_

**13 ¿Cómo obtiene el agua para consumo?**

Por carrotanques \_\_\_\_\_

En pipas de agua \_\_\_\_\_

No tienen el servicio \_\_\_\_\_

**14. ¿Cómo se evacuan las aguas negras?**

Alcantarillado conectado a la vivienda \_\_\_\_\_

En fosa séptica \_\_\_\_\_

A caño o quebrada \_\_\_\_\_

A canal de aguas negras \_\_\_\_\_

A lotes o campo abierto \_\_\_\_\_

**15. ¿El servicio de teléfono es?**

Fijo \_\_\_168\_\_\_

Celular\_448\_\_\_\_\_

**16. ¿El servicio de gas es?**

Por centralina \_20\_\_\_\_\_

Estacionario en cisternas \_\_\_\_\_

En cilindros\_428\_\_\_\_\_

**17. ¿Cuáles de los siguientes servicios hay en el barrio? Marque equis (x) si la hay.**

a) servicio de bus \_\_\_X\_\_\_

b) Servicio informal de transporte \_\_\_X\_

c) Centro o puesto salud \_X\_\_\_

d) Mercado\_X\_\_\_

- e) Escuelas o colegios
- f) Vigilancia
- g) Parques infantiles
- h) Canchas deportivas
- i) Parques o zonas verdes

#### V. ACERCA DE LA AMENAZA.

18. ¿Conoce usted algún evento RIESGO TECNOLÓGICO (Envasadora de GLP) que ponga en amenaza su vivienda? Si  No

¿Cuál o cuáles? (Para el encuestador: mencione los eventos, en caso de no hacerlo el encuestado)

(4) amplio,	8
(3) suficiente,	20
(2) incipiente,	260
(1) nulo.	160

19. ¿Sabe qué lo produce(n) y como se manifiesta(n) este(os) evento(s)?

(3) no amenazante,	100
(2) indiferente,	300
(1) amenazante.	48

20. ¿Sabe cómo puede(n) afectar su vivienda y a usted y su familia?

(3) no amenazante,	100
(2) indiferente,	300

(1) amenazante.	48
-----------------	----

**21. ¿Se siente en peligro por ellos?**

(3) no amenazante,	100
(2) indiferente,	300
(1) amenazante.	48

**22. ¿Conoce usted qué hacen otras personas para enfrentarlos?**

(3) no amenazante,	100
(2) indiferente,	300
(1) amenazante.	48

**23. ¿En su comunidad qué han hecho en ocasiones anteriores?**

4) amplio,	20
(3) suficiente,	28
(2) incipiente,	50
(1) nulo.	350

**24. ¿Conoce de planes de prevención de desastres aplicados en la localidad? Sí \_\_\_\_ No. \_\_\_\_ hecho por quién? Municipalidad \_\_\_\_ Entidades de Respuesta \_\_\_\_ Otros \_\_\_\_ Indique o describa el programa.**

(3) suficiente,	8
(2) incipiente,	370

(1) inexistente.	70
------------------	----

25. ¿Cree usted que han tenido algún éxito? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ ¿Cuál o en qué?

(2) apropiada,	0
(1) no apropiada.	448