



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra  
“Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy”  
Posgrado INICIT



Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio



Tesis

# **“Vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón”**

Presenta

Ing. Indelisa Berenice Contreras Ávila

Para obtener el grado de

Maestra en Geociencias y Planificación del Territorio

Directora de tesis:

Dra. Erna Martha López Granados

Co-directora de tesis:

Dra. Martha Gabriela Gómez Vasconcelos

Morelia, Mich., noviembre de 2025

**Agradecimientos:**

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por la beca otorgada para realizar estudios de posgrado en el periodo del 2023 al 2025.

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT) por formarme académicamente en la Maestría.

A la Universidad de Murcia en España, por recibirme en la Estancia de Investigación de abril a junio de 2025 en el programa de investigadores extranjeros.

## Índice

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introducción .....</b>                                          | <b>15</b> |
| <b>1. Marco teórico conceptual.....</b>                            | <b>21</b> |
| <b>1.1 Peligro .....</b>                                           | <b>21</b> |
| <b>1.1.1 Falla Tarímbaro – Álvaro Obregón (TAO).....</b>           | <b>21</b> |
| <b>1.1.2 Subsidencia diferencial.....</b>                          | <b>22</b> |
| <b>1.2 Exposición.....</b>                                         | <b>25</b> |
| <b>1.3 Vulnerabilidad (V).....</b>                                 | <b>26</b> |
| <b>1.3.1 Vulnerabilidad socioeconómica (VS) .....</b>              | <b>27</b> |
| <b>1.3.2 Vulnerabilidad física (VF).....</b>                       | <b>28</b> |
| <b>1.4 Resiliencia .....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>1.5 Riesgo (R).....</b>                                         | <b>29</b> |
| <b>1.6 Tipos de localidades.....</b>                               | <b>31</b> |
| <b>1.7 Zonificación primaria y secundaria .....</b>                | <b>31</b> |
| <b>2. Zona de estudio .....</b>                                    | <b>33</b> |
| <b>2.1 Caracterización de los elementos del medio natural.....</b> | <b>37</b> |
| <b>2.1.1 Edafología.....</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>2.1.2 Phaeozem.....</b>                                         | <b>37</b> |
| <b>2.1.3 Vertisol.....</b>                                         | <b>38</b> |
| <b>2.1.4 Luvisol .....</b>                                         | <b>38</b> |
| <b>2.1.5 Hidrografía.....</b>                                      | <b>39</b> |
| <b>2.1.6 Uso de suelo y vegetación .....</b>                       | <b>40</b> |
| <b>2.2 Marco geológico .....</b>                                   | <b>41</b> |
| <b>3. Antecedentes.....</b>                                        | <b>45</b> |
| <b>4. Planteamiento del problema de la investigación.....</b>      | <b>48</b> |
| <b>5. Hipótesis general.....</b>                                   | <b>54</b> |
| <b>6. Justificación de la investigación.....</b>                   | <b>55</b> |
| <b>7. Objetivo general.....</b>                                    | <b>58</b> |
| <b>7.1 Objetivos específicos .....</b>                             | <b>58</b> |
| <b>8. Materiales y métodos .....</b>                               | <b>59</b> |
| <b>8.1 Materiales.....</b>                                         | <b>59</b> |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8.2 Métodos</b>                                                              | <b>61</b>  |
| 8.2.1 Delimitación de la zona de afectación                                     | 61         |
| 8.2.2 Obtención del grado de exposición                                         | 62         |
| 8.2.3 Grado de vulnerabilidad socioeconómica                                    | 63         |
| 8.2.4 Método 1 para el cálculo de la $VS_1$                                     | 65         |
| 8.2.5 Método 2 para el cálculo de la $VS_2$                                     | 79         |
| 8.2.6 Análisis integral de la vulnerabilidad socioeconómica                     | 85         |
| 8.2.7 Vulnerabilidad física (VF)                                                | 85         |
| <b>9. Características socioeconómicas del Municipio de Tarímbaro, Michoacán</b> | <b>87</b>  |
| 9.1 Población                                                                   | 87         |
| 9.2 Vivienda                                                                    | 87         |
| 9.3 Empleo                                                                      | 92         |
| 9.4 Educación                                                                   | 92         |
| 9.5 Salud                                                                       | 92         |
| 9.6 Índice de gini                                                              | 93         |
| 9.7 Rezago social                                                               | 93         |
| 9.8 Zona metropolitana (Morelia, Tarímbaro y Charo)                             | 94         |
| <b>10. Resultados</b>                                                           | <b>99</b>  |
| 10.1 Delimitación zona de afectación (ZA)                                       | 99         |
| 10.2 Zonificación primaria y secundaria                                         | 106        |
| 10.3 Grado de exposición                                                        | 110        |
| 10.4 Daños en los sistemas expuestos                                            | 110        |
| 10.5 Zona de afectación crítica (ZAC)                                           | 119        |
| 10.6 Vulnerabilidad socioeconómica                                              | 127        |
| 10.6.1 Condiciones sociales y económicas (CSE), método 1 y 2                    | 127        |
| 10.6.2 Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR), método 1 y 2                  | 128        |
| 10.6.3 Percepción Local del Riesgo (PLR), método 1 y 2                          | 128        |
| 10.7 Resultados método 1 (SEDATU-CENAPRED)                                      | 131        |
| 10.8 Resultados método 2 (cuestionarios en campo)                               | 132        |
| 10.9 Resultado vulnerabilidad socioeconómica zona de afectación                 | 135        |
| <b>11. Análisis y discusión de resultados</b>                                   | <b>138</b> |
| 11.1 Metodología                                                                | 138        |

|                                                 |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| <b>11.2 Vulnerabilidad socioeconómica .....</b> | <b>139</b> |
| <b>12. Conclusiones y recomendaciones .....</b> | <b>143</b> |
| <b>13. Bibliografía.....</b>                    | <b>145</b> |

## Índice de Figuras

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Orígenes naturales y antropogénicos del fenómeno de hundimiento del terreno. ....                                                                                                                                                              | 23 |
| <b>Figura 2.</b>  | Subsidencia diferencial. El hundimiento más pronunciado se observa al pie de la falla (1), en zonas más distantes a la traza de falla, generalmente es menor el hundimiento (2). La principal afectación se observa en la franja de daño. .... | 25 |
| <b>Figura 3.</b>  | Fórmula para calcular el riesgo.....                                                                                                                                                                                                           | 30 |
| <b>Figura 4.</b>  | Factores que incrementan el riesgo clasificados por tipos.....                                                                                                                                                                                 | 31 |
| <b>Figura 5.</b>  | Localización de la zona de estudio.....                                                                                                                                                                                                        | 33 |
| <b>Figura 6.</b>  | Zona de estudio: Parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.....                                                                                                                                                                       | 34 |
| <b>Figura 7.</b>  | Demarcación de las 17 localidades afectadas por la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón en su parte central. ....                                                                                                                                    | 36 |
| <b>Figura 8.</b>  | Edafología de la zona de estudio.. ....                                                                                                                                                                                                        | 37 |
| <b>Figura 9.</b>  | Hidrografía de la zona de estudio.....                                                                                                                                                                                                         | 40 |
| <b>Figura 10.</b> | Uso de Suelo y Vegetación de la zona de estudio.. ....                                                                                                                                                                                         | 41 |
| <b>Figura 11.</b> | Ubicación del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. ....                                                                                                                                                                                          | 42 |
| <b>Figura 12.</b> | Geología de la zona de estudio.....                                                                                                                                                                                                            | 44 |
| <b>Figura 13.</b> | Sistema de fallas Morelia-Acambay.....                                                                                                                                                                                                         | 45 |
| <b>Figura 14.</b> | Zonificación secundaria del municipio de Tarímbaro, Michoacán, elaborada por ONU-Hábitat, 2023. ....                                                                                                                                           | 51 |
| <b>Figura 15.</b> | Mapa de fallas y fracturas, Programa Municipal de Desarrollo Urbano PMDU 2023-2040, municipio de Tarímbaro, Michoacán.....                                                                                                                     | 52 |
| <b>Figura 16.</b> | Vulnerabilidad socioeconómica, elementos y ponderación.....                                                                                                                                                                                    | 64 |
| <b>Figura 17.</b> | Cuestionario para la medición de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>1</sub> ).. ....                                                                                                                                             | 76 |
| <b>Figura 18.</b> | Cuestionario aplicado en campo: Percepción Local del Riesgo (PLR <sub>1</sub> ).. ....                                                                                                                                                         | 78 |
| <b>Figura 19.</b> | Cálculo de la muestra representativa para la aplicación de cuestionarios en campo por el método aleatorio simple.....                                                                                                                          | 80 |
| <b>Figura 20.</b> | Cuestionario aplicado en campo: Tipo y Servicios de la Vivienda (TSV).....                                                                                                                                                                     | 82 |
| <b>Figura 21.</b> | Cuestionario aplicado en campo. Tipo y Servicios de la Edificación (TSE). ....                                                                                                                                                                 | 83 |
| <b>Figura 22.</b> | Elementos de una vivienda adecuada. Se resalta la ubicación y habitabilidad como factor relevante de la vulnerabilidad.. ....                                                                                                                  | 89 |
| <b>Figura 23.</b> | Imagen tomada de los Indicadores de Pobreza Multidimensional, 2025. Muestra el rezago social para las principales localidades del municipio de Tarímbaro, Michoacán.. ....                                                                     | 94 |
| <b>Figura 24.</b> | Delimitación de la Zona Metropolitana de la ciudad de Morelia para el año 2020, integrada por los municipios de Morelia, Tarímbaro y Charo.....                                                                                                | 96 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 25.</b> Total de viviendas y promedio de ocupantes del municipio de Tarímbaro en el periodo del año 2000 al 2020.....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 97  |
| <b>Figura 26.</b> Localidades dentro de la zona de afectación de acuerdo al periodo de urbanización.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 100 |
| <b>Figura 27.</b> Distribución de la población de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 106 |
| <b>Figura 28.</b> Imagen tomada del PMDU del municipio de Tarímbaro (2023). Zonificación primaria del municipio de Tarímbaro, Michoacán. ....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 107 |
| <b>Figura 29.</b> Zonificación primaria de la zona de afectación.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 108 |
| <b>Figura 30.</b> Zonificación secundaria de la zona de afectación.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 109 |
| <b>Figura 31.</b> Viviendas afectadas estructuralmente en la localidad rural El Colegio.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 111 |
| <b>Figura 32.</b> Vulnerabilidad constructiva para las localidades afectadas.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 112 |
| <b>Figura 33.</b> Zonas afectadas por hundimientos asociados al fenómeno de subsidencia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 113 |
| <b>Figura 34.</b> Ubicación de los pozos de extracción de agua en la zona de afectación.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 115 |
| <b>Figura 35.</b> Localización, identificación y permisos otorgados al pozo de extracción de agua 08MCH124303/12EMDL13, el cual se publicita en google maps como “pipas de agua el Trébol”. Imagen obtenida de (Comisión Nacional del Agua, 2025).....                                                                                                                                                                  | 116 |
| <b>Figura 36.</b> Mapa de calor de los mayores daños identificados en la infraestructura en la Zona de Afectación.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 117 |
| <b>Figura 37.</b> Afectaciones estructurales en la infraestructura de la zona de estudio. A) Fraccionamiento Laureles Eréndira, B) Antiguas oficinas administrativas del COMAPAT en el Fraccionamiento Valle Real, C) Edificio de departamentos de tres niveles en Rinconada los Sauces. ....                                                                                                                           | 117 |
| <b>Figura 38.</b> Vivienda identificada atípicamente con severos daños estructurales en castillos, muros de carga, paredes y pisos; ubicada en la localidad de Uruétaro, Mich. (-101.088072, 19.78943598), en las inmediaciones del escarpe principal de la falla. De acuerdo a su dueña, revisada por Protección Civil Municipal, emitiendo “dictamen” verbal de continuar habitándola por inexistencia de riesgo..... | 118 |
| <b>Figura 39.</b> Escuela primaria Emancipación Proletaria, imagen tomada de Google Earth, febrero 2012; antes de la demolición.....                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 119 |
| <b>Figura 40.</b> Escuela primaria Emancipación Proletaria, imagen tomada de Google Earth, octubre de 2024; donde se observa que ya no está el aula que fue demolida por daño estructural. ....                                                                                                                                                                                                                         | 119 |
| <b>Figura 41.</b> Zona de Afectación Crítica.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 120 |
| <b>Figura 42.</b> Zona de convergencia de tres trazas dentro de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 121 |
| <b>Figura 43.</b> Imagen tomada de Google Earth, febrero de 2012. Calle De la Mina, Fracc. Campestre Tarímbaro.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 122 |
| <b>Figura 44.</b> Imagen tomada en visita a campo, noviembre de 2024. Calle De la Mina, Fracc. Campestre Tarímbaro.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 122 |
| <b>Figura 45.</b> Algunos daños en la infraestructura fuera de los 50 m del buffer de afectación. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 123 |

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 46.</b> Impacto de la subsidencia diferencial en torres de edificios del Fraccionamiento Rinconada los Sauces. .... | 124 |
| <b>Figura 47.</b> Algunos de los daños en viviendas y bardas perimetrales identificados en la zona de afectación.....         | 125 |
| <b>Figura 48.</b> Ductos en operación de PEMEX que atraviesan por la parte central de la falla TAO. ....                      | 126 |
| <b>Figura 49.</b> Gráfica de resultados de la vulnerabilidad socioeconómica por cada uno de los métodos usados.....           | 130 |
| <b>Figura 50.</b> Grado de rezago social por localidad.....                                                                   | 135 |



## Índice de Tablas

|                  |                                                                                                                                                           |     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Lista de archivos digitales en formato vectorial y raster usados en el análisis de la zona de estudio y en la elaboración de mapas. ....                  | 60  |
| <b>Tabla 2.</b>  | Niveles de vulnerabilidad socioeconómica.....                                                                                                             | 65  |
| <b>Tabla 3.</b>  | Indicadores estadísticos por rubros utilizados para la evaluación de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE <sub>1</sub> ).. ....                     | 67  |
| <b>Tabla 4.</b>  | Evaluación de las condiciones de salud de la población.....                                                                                               | 68  |
| <b>Tabla 5.</b>  | Evaluación de las condiciones educativas de la población.....                                                                                             | 69  |
| <b>Tabla 6.</b>  | Evaluación de las condiciones de vivienda.. ....                                                                                                          | 70  |
| <b>Tabla 7.</b>  | Evaluación de las condiciones de empleo e ingreso.....                                                                                                    | 72  |
| <b>Tabla 8.</b>  | Evaluación de las condiciones poblacionales.. ....                                                                                                        | 73  |
| <b>Tabla 9.</b>  | Rangos para evaluación de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) <sub>1</sub> .. ....                                                               | 75  |
| <b>Tabla 10.</b> | Rangos para evaluación de la Percepción Local del Riesgo (PLR) <sub>1</sub> .. ....                                                                       | 77  |
| <b>Tabla 11.</b> | Distribución de los tipos de cuestionarios aplicados en campo.....                                                                                        | 80  |
| <b>Tabla 12.</b> | Ponderación de respuestas para el cuestionario Tipo y Servicios de la Vivienda.. ....                                                                     | 84  |
| <b>Tabla 13.</b> | Año 2000, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. ....      | 101 |
| <b>Tabla 14.</b> | Año 2010, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.....       | 103 |
| <b>Tabla 15.</b> | Año 2020, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.....       | 104 |
| <b>Tabla 16.</b> | Evolución de indicadores sociodemográficos de las 17 localidades urbanas y rurales dentro de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020.. .... | 105 |
| <b>Tabla 17.</b> | Localización de daños estructurales fuera de la Zona de Afectación (ZA). ....                                                                             | 123 |
| <b>Tabla 18.</b> | Método 1. Valores obtenidos por rubro para el cálculo de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE <sub>1</sub> ).....                                   | 127 |
| <b>Tabla 19.</b> | Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE <sub>2</sub> ).....         | 127 |
| <b>Tabla 20.</b> | Método 1. Valores obtenidos para la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>1</sub> ).. ....                                                        | 128 |
| <b>Tabla 21.</b> | Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>2</sub> ).. ....      | 128 |
| <b>Tabla 22.</b> | Método 1. Valores obtenidos para la Percepción Local del Riesgo (PLR <sub>1</sub> ).. ....                                                                | 129 |
| <b>Tabla 23.</b> | Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de la Percepción Local del Riesgo (PLR <sub>2</sub> ).. ....              | 129 |
| <b>Tabla 24.</b> | Resultados de cada uno de los rubros a evaluar clasificados por el método de obtención....                                                                | 129 |

|                  |                                                                                                                                                                                                     |     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 25.</b> | Resultado de la vulnerabilidad socioeconómica por el Método 1..                                                                                                                                     | 132 |
| <b>Tabla 26.</b> | Resultado de la vulnerabilidad socioeconómica por el Método 2..                                                                                                                                     | 132 |
| <b>Tabla 27.</b> | Resultado final de la vulnerabilidad socioeconómica de las 17 localidades que integran la zona de afectación por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.. | 137 |

## Abreviaturas

|           |                                                                            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| CENAPRED  | Centro Nacional de Prevención de Desastres                                 |
| CNPC      | Coordinación Nacional de Protección Civil                                  |
| CONAPO    | Consejo Nacional de Población                                              |
| CONEVAL   | Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social         |
| CPR       | Capacidad de Prevención y Respuesta                                        |
| CPV       | Censo de Población y Vivienda                                              |
| CSE       | Condiciones Sociales y Económicas                                          |
| CVTM      | Cinturón Volcánico Trans-Mexicano                                          |
| ENOE      | Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo                                    |
| ENOT      | Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial                            |
| IMSS      | Instituto Mexicano del Seguro Social                                       |
| INEGI     | Instituto Nacional de Estadística y Geografía                              |
| INFONAVIT | Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores                        |
| ISSSTE    | Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado |
| LASSI     | Iniciativa Internacional de Subsidencia del Terreno                        |
| LGPC      | Ley General de Protección Civil                                            |
| LPI       | Línea de Pobreza por Ingresos LPEI                                         |
| LPEI      | Línea de Pobreza Extrema por Ingresos                                      |
| ODS       | Objetivos del Desarrollo Sostenible                                        |
| ONU       | Organización de las Naciones Unidas                                        |
| PEA       | Población Económicamente Activa                                            |
| PLR       | Percepción Local del Riesgo                                                |
| PMDU      | Programa Municipal de Desarrollo Urbano                                    |
| PSCF      | Procesos de Subsidencia-Creep-Falla                                        |
| SEDATU    | Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano                     |
| SEE       | Secretaría de Educación en el Estado                                       |
| SEGOB     | Secretaría de Gobernación                                                  |
| SFMA      | Sistema de Fallas Morelia-Acambay                                          |
| TAO       | Tarímbaro-Álvaro Obregón                                                   |
| TCA       | Tasa de Crecimiento Anual                                                  |
| TSE       | Tipo y Servicios de la Edificación                                         |
| TSV       | Tipo y Servicios de la Vivienda                                            |
| VF        | Vulnerabilidad Física                                                      |
| VS        | Vulnerabilidad Socioeconómica                                              |
| VSM       | Veces Salario Mínimo                                                       |
| ZA        | Zona de Afectación                                                         |
| ZAC       | Zona de Afectación Crítica                                                 |

## **Resumen**

Esta investigación estima y analiza en un marco espacial, la vulnerabilidad socioeconómica por el fenómeno geológico de la subsidencia diferencial, que afecta a 17 localidades ubicadas en la parte central de la Falla Tarímbaro-Álvaro Obregón en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.

Con base en antecedentes del área de influencia de otras fallas ubicadas en el Sistema de Fallas Morelia-Acambay, al cual pertenece la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, y cuyos comportamientos suelen ser similares, se delimitó la zona de afectación a 50m alrededor de cada una de las seis trazas de falla ubicadas dentro de la zona de estudio, para la cual se identificaron por medio de la percepción remota, un total de 1890 viviendas y una población estimada de 4,630 habitantes.

Desde una perspectiva espacio-temporal para el periodo del año 2000 al 2020, se ubicó el riesgo por subsidencia diferencial al que está expuesta la población de la zona de estudio, para las que se describen los principales aspectos socioeconómicos, incorporando un análisis demográfico por periodos de diez años, donde se presentó un aumento del 315% en viviendas del año 2000 al 2010, impactando en un 110.82% de incremento poblacional. Siendo en este periodo, en el que se incorporan a la zona de afectación, seis de los nueve fraccionamientos que actualmente integran la zona.

El análisis espacial de la subsidencia diferencial, complementado con trabajo de campo, confirmó que los daños son directamente proporcionales a la cercanía con las trazas de la falla. En la inspección de campo se georreferenciaron afectaciones estructurales en viviendas, vialidades, escuelas y bardas, con lo que se identificó una zona de afectación crítica, donde convergen tres trazas de falla, en la que se encuentran los fraccionamientos Rinconada los Sauces, Laureles Eréndira y Campestre Tarímbaro; destacando que en la zona se ubica una escuela primaria con 172 alumnos.

Para la estimación de la vulnerabilidad socioeconómica, se consideraron tres elementos: Condiciones Sociales y Económicas, Percepción Local del Riesgo y Capacidad de Prevención y Respuesta, partiendo de la metodología desarrollada en 2006 por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). La estimación se fortaleció con información de campo, recabada en la zona afectada mediante la aplicación de cuestionarios a una muestra representativa. Estos instrumentos permitieron obtener datos focalizados y actualizados sobre las características de las viviendas y el perfil socioeconómico de sus habitantes.

A partir del análisis de estos indicadores de campo, complementados con datos estadísticos oficiales de cada localidad, se describieron los principales aspectos socioeconómicos de la zona de afectación. El análisis detalló las disparidades en el acceso diferencial a los recursos clave, como elementos prioritarios en la estimación de la vulnerabilidad.

La Percepción Local del Riesgo, con un peso del 25% en la vulnerabilidad, impacta negativamente en la zona, ya que la autoridad municipal encargada de la actualización y difusión de los peligros, sigue sin considerar los efectos de la subsidencia diferencial. Prueba de ello es que sigue otorgando permisos de construcción en espacios donde ya se han demolido edificaciones por daño estructural grave. Ejemplos claro son el aula de la escuela primaria Emancipación Proletaria en la localidad de La Palma, y doce viviendas en el fraccionamiento Laureles Eréndira, que después de su demolición por daño estructural, fueron reconstruidas en el mismo lugar.

Los hallazgos revelan una contradicción, aunque el grado de vulnerabilidad se estimó como medio, la realidad en campo muestra daños severos no reparados en viviendas e infraestructura. Esta incapacidad de recuperación se explica por la precariedad económica, ya que el 56.74% de las familias afectadas vive en los límites de la pobreza por ingresos.

Se observó, además, que la vulnerabilidad incrementó debido principalmente a dos factores: la falta de actualización y difusión sobre el peligro, y la insuficiente acción municipal. Enfatizando que la falta de difusión agrava el riesgo, pues conlleva una mayor exposición a medida que se siguen construyendo fraccionamientos en la zona de afectación.

Finalmente, la evaluación de los resultados desde una perspectiva metodológica, permitió identificar elementos para profundizar en el análisis y caracterización de la vulnerabilidad socioeconómica de la población, al encontrar diferencias sustanciales entre lo que se consideraba “adecuado” hace casi 20 años, en comparación con la evaluación de las condiciones sociales y económicas actuales.

Por lo anterior, se presentan las implicaciones metodológicas de seguir usando un procedimiento referido al año 2006, y a futuro, se recomienda un análisis exhaustivo de variables, umbrales y ponderadores para cada uno de los elementos que intervienen en la medición de la vulnerabilidad socioeconómica.

**Palabras clave:** Peligro; riesgo; exposición; daños viviendas e infraestructura; falla geológica; hundimiento.

## **Abstract**

This research estimates and analyzes, within a spatial framework, the socioeconomic vulnerability caused by differential subsidence, which affects 17 communities located in the central part of the Tarímbaro-Álvaro Obregón Fault in the municipality of Tarímbaro, Michoacán.

The affected zone was delimited to 50 meters around each of the six fault traces located within the study area. A total of 1,890 homes and an estimated population of 4,630 inhabitants were identified using remote sensing.

For the period from 2000 to 2020, the risk of differential subsidence to which the population of the study area is exposed was identified. The main socioeconomic aspects are described, incorporating a demographic analysis for ten-year periods, which showed a 315% increase in housing between 2000 and 2010, impacting the population by 110.82%. It was during this period that six of the nine housing developments that currently comprise the area were incorporated into the affected zone. The spatial analysis of differential subsidence, complemented by fieldwork, confirmed that the damage is directly proportional to the proximity to the fault lines. During the field inspection, structural damage to homes, roads, schools, and walls was georeferenced, identifying a critical impact zone where three fault lines converge, encompassing the Rinconada los Sauces, Laureles Eréndira, and Campestre Tarímbaro housing developments.

To estimate socioeconomic vulnerability, three elements were considered: Social and Economic Conditions, Local Risk Perception, and Prevention and Response Capacity, based on the methodology developed in 2006 by the Ministry of Agrarian, Territorial, and Urban Development (SEDATU). The estimate was strengthened with field data collected in the affected area through questionnaires administered to a representative sample. These instruments provided focused and up-to-date data on housing characteristics and the socioeconomic profile of its inhabitants. Based on the analysis of these field indicators, supplemented with official statistical data from each locality, the main socioeconomic aspects of the affected area were described. The analysis detailed the disparities in differential access to key resources, as priority elements in the vulnerability assessment. Local risk perception, which accounts for 25% of vulnerability, negatively impacts the area, as the municipal authority responsible for updating and disseminating hazards continues to disregard the effects of differential subsidence.

Proof of this is that the municipality continues to grant building permits in areas where buildings have already been demolished due to severe structural damage. It was also observed that vulnerability increased primarily due to two factors: a lack of updated

information and dissemination about the danger, and insufficient municipal action. It should be emphasized that the lack of dissemination exacerbates the risk, as it leads to greater exposure as housing developments continue to be built in the affected area.

Finally, the methodological evaluation of the results allowed for the identification of elements to further analyze and characterize the socioeconomic vulnerability of the population. Substantial differences were found between what was considered “adequate” almost 20 years ago and the assessment of current social and economic conditions. Therefore, the methodological implications of continuing to use a procedure based on 2006 data are presented, and a thorough analysis of variables, thresholds, and weighting factors for each element involved in measuring socioeconomic vulnerability is recommended for the future.

Keywords: Hazard; risk; exposure; damage to housing and infrastructure; geological fault; subsidence.

## **Introducción**

La posición geográfica y características socioeconómicas de México configuran un escenario de alta vulnerabilidad frente a amenazas de origen natural. Dicha vulnerabilidad está determinada por la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos –principalmente la población (vulnerabilidad socioeconómica), y la infraestructura (vulnerabilidad física)- a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006), teniendo una influencia significativa en la gestión integral del riesgo, ya que los efectos de un peligro no dependen únicamente de la severidad del fenómeno, sino también del grado de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad socioeconómica se constituye por elementos sociales, económicos, culturales, políticos e institucionales (Alcántara-Ayala et al., 2019). Por otro lado, la vulnerabilidad física, está determinada principalmente por la calidad y tipo de materiales usados en la construcción de viviendas e infraestructura, así como por las técnicas constructivas empleadas.

La vulnerabilidad socioeconómica, objeto de estudio de esta investigación, está definida como la capacidad de los elementos expuestos de absorber los efectos de un fenómeno natural o antropogénico, así como del tiempo en que tarda en recuperarse a partir de la manifestación del evento hasta su restablecimiento. De esta forma, se considera que la vulnerabilidad física y social, son la consecuencia directa de la planeación urbana, así como la organización conjunta del gobierno y la ciudadanía.

Por otro lado, en el país, dos tercios de la población reside en áreas susceptibles a la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como huracanes, inundaciones, tormentas tropicales, heladas, sequías, tormentas de polvo, erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos de laderas, terremotos y fenómenos de subsidencia, por mencionar algunos; los cuales pueden causar lesiones o algún otro efecto a la salud de quienes



se encuentran en su área de influencia, así como daños materiales a los elementos físicos que allí han sido construidos (Servicio Geológico Mexicano, 2024).

Los efectos de los peligros están determinados principalmente, por la magnitud del fenómeno, el grado de exposición y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo es la probabilidad de que la población o la infraestructura puedan ser perjudicadas por un fenómeno de origen natural o antropogénico. Cuando ese impacto ocurre repentinamente en una población vulnerable, incapaz de soportar las fuerzas de ese fenómeno, rebasando la capacidad de respuesta de los elementos expuestos, y de las instancias gubernamentales encargadas de atender la emergencia, se dice que ocurre un desastre.

Por ello, el riesgo es considerado una construcción social en la medida en la que, población vulnerable ocupa zonas de peligro, como pueden ser aquellas afectadas por fallas geológicas, llanuras propensas a inundación o las laderas de los cerros (Rodríguez Esteves, 2002).

Se calcula que un 68% de los habitantes de México han sufrido los efectos de algún desastre (Gobierno de México, 2024), población que coincide con los grupos en situación de pobreza, los cuales representaron el 36.3% de la población en el año 2022, y extrema pobreza con un 7.1% (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2024).

En México los fenómenos naturales de tipo geológico toman relevancia, debido a que forma parte del llamado Cinturón de Fuego, lugar donde se presentan gran parte de los movimientos telúricos a nivel mundial, registrando un promedio de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados (Protección Civil CDMX, 2024).

En el centro de México, un peligro importante es la sismicidad intraplaca, asociada a la ruptura de fallas corticales. Sin embargo, en algunas ciudades asentadas sobre sedimentos no consolidados y saturados en agua, como lo son Ciudad de México, Querétaro, Guadalajara, Celaya y Morelia, también se presenta el peligro por subsidencia diferencial con control estructural (a lo largo de fallas activas) asociada

con la sobreexplotación de acuíferos (Carreon-Freyre et al., 2016; Villaseñor-Reyes et al., 2022).

La sobreexplotación de agua subterránea genera subsidencia y ésta, en combinación con algunas fallas geológicas cubiertas por sedimentos no consolidados, produce la subsidencia diferencial (Hernández-Madrigal et al., 2015).

La subsidencia diferencial afecta principalmente a la infraestructura, produciendo pérdidas económicas, tanto para el gobierno como para los habitantes que viven en esas zonas. Tal fue el caso de la demolición por daño estructural del edificio del IMSS ubicado en la Av. Nocupétaro sobre la falla Nocupétaro, en la ciudad de Morelia, Mich., cuya demolición costó más de 12 millones de pesos en el año 2011, tan solo 36 años después de su construcción en 1975.

De acuerdo a Hernández-Madrigal (2014), en la ciudad de Morelia, los daños económicos a consecuencia de cinco de las doce fallas más importantes tuvieron un impacto económico de más de 201 millones de pesos, siendo la falla Nocupétaro la que impacta de mayor forma debido a su desarrollo longitudinal, seguida por la falla Chapultepec y después la Colina.

El hombre ha ido entendiendo la importancia que juega la influencia humana en la recurrencia y magnitud de algunos de estos fenómenos. En ocasiones, los impactos causados en el ambiente han contribuido al aumento de los principales peligros hidrometeorológicos y geológicos, incorporando la acción humana como un factor fundamental en la ecuación.

Por otro lado, la compleja interrelación de orden social que se genera en los espacios donde hay carencia de servicios básicos para la población como: salud, vivienda, educación, transporte, entre otros, los cuales ponen en evidencia la relación insostenible que hemos tenido con nuestro entorno, poniendo en claro que han dejado de ser sólo fenómenos naturales para transformarse en riesgos o amenazas, trayendo consigo pérdida de vidas humanas y cuantiosos daños económicos, además del significativo retraso en el desarrollo.

La construcción en zonas de peligro, la inadecuada infraestructura y vivienda, la destrucción del medio ambiente, la sobreexplotación de pozos de agua, el crecimiento urbano desordenado, así como el uso desmedido de los recursos naturales, son algunos de los caminos que un gran número de ciudades han seguido para “elevar” sus niveles de desarrollo, pero de igual forma han contribuido a incrementar la vulnerabilidad a lo largo del tiempo, la cual aumenta el riesgo y genera impactos negativos sobre el desarrollo mismo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2012).

La experiencia vivida ante los fenómenos naturales que han dejado a su paso pérdidas humanas y materiales como el sismo de magnitud 8.1 MW en 1985, demostró lo vulnerables que somos y la necesidad de fortalecer la cultura de la prevención, en la que se considera el análisis de la vulnerabilidad como factor fundamental en la prevención del riesgo.

Comprender y cuantificar los peligros que existen en el país, evaluar la vulnerabilidad de la población que los habita y establecer los niveles de riesgo que existen, será el paso decisivo para definir procedimientos y medidas de mitigación para reducir los efectos que pueden provocar los peligros, considerando que el riesgo es una variable compleja y continuamente cambiante en el tiempo, el cual está en función de la variabilidad de las amenazas que nos rodean, así como de la condición dinámica de la vulnerabilidad y grado de exposición (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2006)

El presente trabajo estudia la vulnerabilidad socioeconómica como consecuencia de la subsidencia diferencial asociada a una de las fallas más importantes dentro del Sistema de Fallas Morelia-Acambay, la Falla Tarímbaro-Álvaro Obregón (TAO), ubicada al norte de la ciudad de Morelia, entre el límite norte con el municipio de Tarímbaro. Esta falla normal es potencialmente activa y podría llegar a producir sismos de magnitud 6.2 a 7.2 (Gómez-Vasconcelos et al., 2024).

Por la relevancia del crecimiento habitacional y poblacional en la parte central de la Falla TAO, se analizaron 23 km, divididos en seis trazas, para las cuales se determinó

un área de influencia de 50 m a cada uno de los lados del plano de falla. Con la delimitación espacial de esta zona de influencia, se obtuvo la Zona de Afectación (ZA) con una superficie analizada de 2.26 km<sup>2</sup>; la cual integra un total de 17 localidades pertenecientes todas al municipio de Tarímbaro, Michoacán.

La investigación consistió en el reconocimiento espacial del trazo de la Falla TAO en su parte central, y la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica (VS) a través de técnicas de percepción remota, el análisis de información sociodemográfica y económica provista por el INEGI y CONEVAL, el levantamiento de evidencias de daños in situ, así como encuestas y entrevistas a los habitantes de la Zona de Afectación (ZA); todo ello analizado espacialmente a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El periodo de estudio se focaliza entre el año 2000 y el 2024, ya que es cuando se identifica un importante crecimiento poblacional. De acuerdo a los Censos de Población y Vivienda del INEGI (2000 y 2020), tan solo en el periodo del año 2000 al 2020, se registró un incremento del 189% para las 17 localidades afectadas, al pasar de 9,057 a 26,232 habitantes. Por su parte, el número de viviendas también creció significativamente en el mismo periodo, registrando un incremento del 469% al iniciar con 1,951 viviendas en el año 2000 y llegar a la cifra de 11,115 viviendas para el año 2020.

En este trabajo se generó cartografía referente a la determinación de la Zona de Afectación (ZA) de la Falla TAO y la Zona de Afectación Crítica (ZAC), en la que se georreferenciaron las principales afectaciones a la infraestructura ocasionadas por la subsidencia diferencial.

Para la estimación de la vulnerabilidad, se aplicó una metodología combinada, la primera fue desarrollada por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano en el año 2006, la segunda complementó con la recopilación de datos en campo, lo que permitió obtener información más focalizada y actualizada.

El resultado comparativo de la estimación de la vulnerabilidad socioeconómica por los dos métodos, dio origen a un análisis de pertinencia de seguir usando una

metodología creada bajo las circunstancias socioeconómicas de hace casi veinte años, por lo que se incluye un breve análisis de la misma.

Esta investigación es una evidencia documental del peligro por subsidencia diferencial en la zona, que busca proporcionar a los tomadores de decisiones, los fundamentos necesarios para restringir los asentamientos humanos en el área afectada y, a su vez, es la voz de la población afectada, que requiere que, la instancia correspondiente emita los dictámenes oficiales sobre la condición de sus inmuebles.

Finalmente, con la difusión de los resultados, se espera fortalecer la cultura de la prevención, elevar la percepción local del riesgo, así como la capacidad de prevención y respuesta, las cuales inciden positivamente en la disminución de la vulnerabilidad socioeconómica de la población que habita en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.

## **1. Marco teórico conceptual**

A continuación, se citan los conceptos clave para comprender el proceso de cómo la población llega a ser socioeconómicamente vulnerable partir del peligro por subsidencia diferencial, como consecuencia de la Falla TAO; así también como para una mejor comprensión de los elementos que la propician.

### **1.1 Peligro**

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (2024), el peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso dado. Los peligros pueden ser de origen natural, antropogénico, o la combinación de ambos. Los peligros naturales ocurren cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza (Aneas de Castro, 2000). Estos pueden ser principalmente de tipo geológico, hidrometeorológico o atmosférico.

Los de origen geológico pueden manifestarse en forma repentina, como la presencia de las fallas, terremotos, tsunamis, o las erupciones volcánicas. Por otro lado, están los que se manifiestan gradualmente, como el deslizamiento de laderas, o la subsidencia.

#### **1.1.1 Falla Tarímbaro – Álvaro Obregón (TAO)**

Uno de los peligros de tipo geológico que afectan de forma importante a México, son los sismos causados por la ruptura de las fallas y el desplazamiento relativo de sus bloques. Hablamos de falla activa, cuando ésta ha provocado un sismo en los últimos 10,000 años, o bien se tiene evidencia de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2006).

En México, las formaciones volcánicas del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) están compuestas por varios sistemas de fallas normales, afectando a grandes ciudades como la CDMX, Guadalajara, Puebla o Morelia. El CVTM alberga al Sistema de Fallas Morelia-Acambay (SFMA), el cual comprende alrededor de treinta

fallas activas o potencialmente activas, entre las que destaca la Falla Tarímbaro – Álvaro Obregón (TAO), la que dio origen a la presente investigación.

Con ~40 km de longitud y orientación de NE-SW a E-W, la Falla TAO es una de las estructuras más largas del SFMA, atraviesa los Municipios de Morelia, Tarímbaro, Charo, Álvaro Obregón e Indaparapeo, en Michoacán. Por su ubicación, podría generar un peligro sísmico de moderado a alto, ya que podría generar sismos de magnitud entre 6.2 y 7.2, lo que podría poner en riesgo a la población en estos municipios. Además, esta falla atraviesa zonas densamente pobladas como la zona de fraccionamientos del Municipio de Tarímbaro, Michoacán (Gómez-Vasconcelos et al., 2023).

El potencial peligro sísmico de la Falla TAO no es la única amenaza de tipo geológico que se manifiesta en las zonas habitacionales de Tarímbaro, Michoacán, ya que la sobreexplotación del agua subterránea (entre otros detonantes), ha dado origen a la subsidencia diferencial, para la que estudios recientes de Villaseñor-Reyes et al. (2022) y Gómez-Vasconcelos, et al., (2024) han calculado una tasa de subsidencia de 2 cm/año.

### **1.1.2 Subsidencia diferencial**

La subsidencia, ya sea inducida por factores naturales o antrópicos, afecta a países como China, España, Italia, Japón, Estados Unidos, México, entre otros (Figueroa-Miranda et al., 2018).

De acuerdo con Carreón-Freyre (2021), miembro activo del grupo de la Iniciativa Internacional de Subsidencia del Terreno (LASSI) de la Unesco, la subsidencia se define como un hundimiento del nivel del suelo. La autora establece una diferencia clave de escala: mientras que el hundimiento puede ser un fenómeno local, la subsidencia tiene un carácter regional, que puede afectar grandes extensiones como ciudades enteras. Corapcioglu en 1984 definió la subsidencia como un fenómeno en el que la superficie de la tierra se asienta debido a factores que pueden ser naturales o causados por el impacto de las actividades humanas.

La subsidencia puede suceder a una velocidad extremadamente alta (desarrollándose en segundos), hasta muy baja (cuando la consolidación se produce en largos periodos de tiempo), lo que conlleva menores daños estructurales.

Según Prokopovich (1979), se puede clasificar a los procesos de subsidencia en dos grupos de factores: exógenos (nacen cerca de la superficie terrestre, como la compactación de depósitos profundos debido a causas naturales o inducidas por el hombre como la extracción de fluidos, donde gran parte de la compactación ocurre en los estratos arcillosos de grano fino, ya que son más compresibles y con baja permeabilidad) y endógenos (asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, volcanismo o deriva continental). De acuerdo a Vázquez-Morales (2023), los orígenes del fenómeno de hundimientos del terreno pueden ser naturales o antropogénicos, ver Figura 1.



**Figura 1.** Orígenes naturales y antropogénicos del fenómeno de hundimiento del terreno. Fuente: (Vázquez-Morales, 2023).

La subsidencia también puede clasificarse en función de los mecanismos que la desencadenan (Scot,1979), como la extracción de fluidos, el descenso del nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural de terreno y lavado de materiales por efecto del agua, procesos morfotectónicos y de sedimentación, consolidación de suelos blandos, entre otros. La compactación del suelo puede darse por carga, por drenaje, por vibración, extracción de fluidos e hidrocompactación.



La subsidencia diferencial ocurre cuando la deformación no es uniforme debido a que se han alcanzado diferentes grados de consolidación, dependiendo de factores como el peso de las edificaciones.

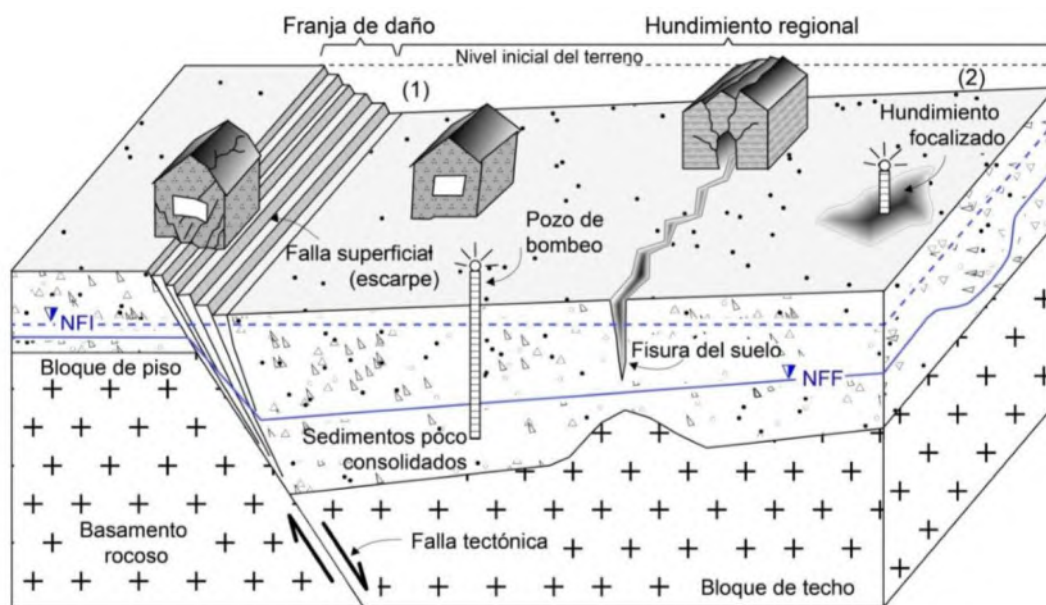
En el proceso de subsidencia diferencial, solamente los sedimentos fluviolacustres se deforman. Las principales manifestaciones en las áreas urbanas son: agrietamientos a las viviendas, obras civiles y pavimentos, o la rotura de conductos de alcantarillado y suministro de agua. Generalmente, cuando los movimientos son causados por el hombre, su efecto aparece en cortos periodos de tiempo.

En la década de 1920, la subsidencia fue identificada por primera vez en México, cuando Gayol (1925) detectó problemas en el sistema de drenaje de la Ciudad de México. En las décadas posteriores, se presentó un auge en los reportes, principalmente en las ciudades del centro del país como Aguascalientes, Celaya, Morelia y Querétaro (Ávila-Olivera y Garduño-Monroy, 2008). Figueroa-Miranda et al. (2018) refieren que la subsidencia en México es detonada principalmente por la extracción de agua subterránea.

La subsidencia diferencial se caracteriza por la aparición de fallas y hundimientos diferenciales, los cuales se alinean con las fallas tectónicas sepultadas. Los reportes de la década de 1980 indican el apogeo del fenómeno en ciudades asentadas sobre formaciones geológicas tipo graben y semigraben, con relleno de sedimentos lacustres y fluviolacustres. Se caracteriza por la aparición de fallas del terreno y hundimientos diferenciales, los cuales se alinean con la presencia de fallas tectónicas sepultadas (Figueroa-Miranda S. , 2019).

Figueroa-Miranda (2019) define la subsidencia como el hundimiento del terreno generalmente gradual (a escala regional), detonado por la extracción de agua subterránea. Se caracteriza por la aparición de discontinuidades y colapsos del terreno, alineados según la dirección de una estructura geológica de control. Una característica particular es la formación de una franja de daño de unos pocos hasta decenas de metros de ancho, correspondiente a la proyección superficial de la

estructura geológica de control preexistente, ver Figura 2. El 76% de las ciudades con problemas de subsidencia diferencial se localizan en acuíferos sobreexplotados y zonas con alta densidad de pozos de bombeo (Figueroa-Miranda S. , 2019).



**Figura 2.** Subsidencia diferencial. El hundimiento más pronunciado se observa al pie de la falla (1), en zonas más distantes a la traza de falla, generalmente es menor el hundimiento (2). La principal afectación se observa en la franja de daño. Fuente: (Figueroa-Miranda S. , 2019).

## 1.2 Exposición

Se refiere a la cantidad de sistemas o elementos presentes en una zona de riesgo, lo que los hace susceptibles a pérdidas o daños potenciales (Naciones Unidas, 2009). Estos pueden ser personas, elementos naturales, valores u obras construidas por el hombre.

El grado de exposición es un parámetro continuamente cambiante, el cual está estrechamente ligado al crecimiento y desarrollo de la población y su infraestructura. El riesgo que presentan los sistemas o elementos expuestos está ligado a su valor. *Si el valor de lo expuesto es nulo, el riesgo también será nulo, independientemente del nivel del peligro.* La exposición puede disminuir con el alertamiento anticipado de la ocurrencia de un fenómeno, ya sea a través de una evacuación, o inclusive evitando los asentamientos humanos en el sitio (SNIEG, 2024).

El principio rector de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) prioriza la persona humana como fin supremo (CENAPRED, 2020). Su objetivo es la protección de la vida e integridad física, el acceso a servicios básicos, los medios de vida, sus bienes, la infraestructura, y el medio ambiente.

### 1.3 Vulnerabilidad (V)

La vulnerabilidad es definida como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, en el que el grado de pérdidas esperadas y los daños, no solo se deben a la intensidad del fenómeno, sino también a la vulnerabilidad. Se expresa como la probabilidad del daño, y en su expresión cuantitativa toma valores de 0 (implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo) a 1 (el daño es igual al valor del bien expuesto) (CENAPRED, 2020).

Se puede ser vulnerable ante un peligro y simultáneamente no serlo ante otro. En términos generales podemos distinguir dos tipos: la vulnerabilidad socioeconómica y la vulnerabilidad física (SNIEG, 2024).

El concepto de vulnerabilidad ha sido estudiado desde diversos enfoques académicos como la antropología, la sociología, la ecología política y las geociencias; por ello, su definición depende del enfoque usado. Sin embargo, podemos encontrar algunos elementos coincidentes en las diferentes perspectivas (Ruíz-Rivera, 2012):

1. La vulnerabilidad se define siempre en relación a algún tipo de amenaza.
2. La unidad de análisis (persona, grupo social) son vulnerables a estar en una situación de pérdida, que puede ser la salud, el ingreso o las capacidades básicas. En el caso de las viviendas e infraestructura, son vulnerables a sufrir algún tipo de daño principalmente en pisos, muros y techos.
3. El análisis de la vulnerabilidad se formula en dos momentos distintos. El primero, en las condiciones que la unidad de análisis tiene *antes* del impacto, lo que la hace más o menos propensa a una pérdida o daño específico. El segundo momento se da *durante* la situación, considerando las formas que

desarrolla la unidad de análisis para afrontar esta situación de estrés (Ruíz-Rivera, 2012).

Ante la amenaza de un peligro de origen geológico, como es la subsidencia diferencial o la actividad sísmica, el análisis y comprensión de la vulnerabilidad se convierte en una tarea fundamental. La vulnerabilidad es un concepto que abarca diferentes dimensiones, incluyendo aspectos físicos, sociales y económicos, los cuales sintetizan la perspectiva de las personas con respecto a su territorio y sientan las bases para promover un desarrollo urbano equilibrado e integral (SEDATU, 2024).

### **1.3.1 Vulnerabilidad socioeconómica (VS)**

La estructura y composición de la población, así como la salud, educación, economía y cultura, son aspectos que pueden valorarse cualitativamente y relativamente, y son un tema fundamental para entender la dinámica socioeconómica de cualquier lugar.

Una población preparada y organizada para responder de manera adecuada ante la inminencia del peligro, mediante sistemas de alerta temprana y planes operativos de evacuación por parte de las instancias correspondientes, presenta menor vulnerabilidad que otra que no está preparada de esa forma.

El CENAPRED define la vulnerabilidad social como el *“conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo”* (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

La vulnerabilidad social es el resultado de las desigualdades que enfrenta la población para acceder a oportunidades que brindan el mercado, el Estado y la sociedad, y de la falta de entornos equitativos que permiten aprovecharlas para poder potencializar su desarrollo (Avila-Vera et al., 2019).

Medir la vulnerabilidad socioeconómica permite conocer las características del territorio y de las personas que en él habitan. Caracterizar la población nos permite

identificar con mayor claridad en dónde están los puntos críticos de nuestra población y con ello coadyuvar en la mitigación o contención del riesgo, lo que deriva en la construcción de comunidades cada vez más resilientes.

### **1.3.2 Vulnerabilidad física (VF)**

La vulnerabilidad física es definida como la susceptibilidad que tiene un agente afectable a presentar algún tipo de daño provocado por la acción de un agente perturbador (fenómeno natural o antropogénico) (CENAPRED, 2024). Por su naturaleza es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo, la resistencia que ofrece una construcción ante la presencia de un evento sísmico.

En el caso de la vivienda, es importante estimar el nivel de daño esperado para un nivel de intensidad dado, por ello resulta fundamental conocer las características de las viviendas, entre las que se encuentran los materiales, calidad y antigüedad de construcción de los techos, muros y pisos, de manera que se puedan tomar las medidas preventivas para disminuir su vulnerabilidad.

## **1.4 Resiliencia**

La vulnerabilidad y la resiliencia son términos similares en varios aspectos. Su principal coincidencia es la naturaleza multifactorial de ambos. La vulnerabilidad y la resiliencia no sólo se concentran en la parte económica, ya que además dependen de variables sociales, políticas y culturales.

Dentro del marco legal de la Ley General de Protección Civil (LGPC) del año 2014, se define la resiliencia como la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos (CNPC-CENAPRED, 2015).

De acuerdo con Walker (2004) y Folke (2006), refieren la resiliencia como una forma positiva de adaptación, la cual es la capacidad de un sistema de absorber

perturbaciones y reorganizarse, al tiempo que tiene esencialmente la misma función, estructura, identidad y retroalimentaciones (Walker et al., 2004; Folke, 2006).

La principal diferencia entre los conceptos de vulnerabilidad y resiliencia proviene del enfoque temporal en el cual se analiza el fenómeno que impacta al sistema y/o comunidad, ya que la vulnerabilidad hace hincapié en las características socio-económicas *preexistentes* que exponen a una comunidad ante un fenómeno externo, por esta razón, la vulnerabilidad estudia el proceso de pre-impacto de un fenómeno sobre un sistema cualquiera (Rose, 2009), explicando así, la posición del agente de estudio en un escenario de pre-crisis; por su parte, la resiliencia se encarga de la reacción del sistema *durante y después* del impacto del fenómeno (CNPC-CENAPRED, 2015). Por ello, la importancia de priorizar la reducción de riesgos y la gestión integral de riesgos como pilares para fortalecer la capacidad de resiliencia de las comunidades.

## **1.5 Riesgo (R)**

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (2024), el riesgo se refiere a las condiciones, procesos, fenómenos o eventos que, debido a su localización y frecuencia e intensidad, pueden causar heridas, enfermedades o la muerte de seres humanos, así como causar daños a la infraestructura y al medio ambiente.

El riesgo se refiere a la *probabilidad de pérdida* y depende de la combinación de dos factores fundamentales que son el peligro y la vulnerabilidad (CENAPRED, 2006).

De este modo, se puede inferir que el riesgo al que está expuesta una comunidad es una condición latente, es algo que puede ocurrir, pero que aún no ha ocurrido. Esto implica la posibilidad de identificar y actuar sobre sus causas para disminuir o eliminar sus consecuencias, ya que está conformado por una combinación de las condiciones preexistentes que han sido construidas socialmente (vulnerabilidad) y de la probabilidad de que un evento natural extremo (peligro) ocurra en un periodo de tiempo determinado, en una determinada zona geográfica (CNPC-CENAPRED, 2015).

Ya que todo elemento expuesto tiene un grado de vulnerabilidad ante un fenómeno perturbador (peligro), podría decirse que el cálculo del riesgo es una ecuación en la cual intervienen el peligro, la exposición y la vulnerabilidad, ver Figura 3.

$$R = P * E * V$$

Donde:

- R** indica el riesgo
- P** el peligro
- E** la exposición y
- V** la vulnerabilidad

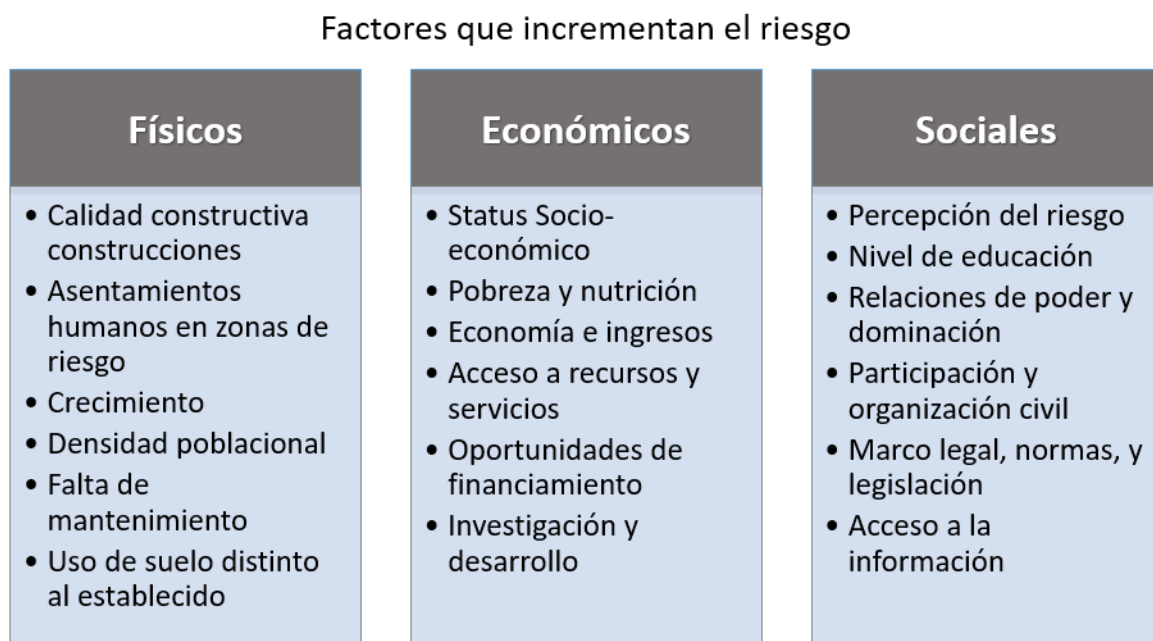
**Figura 3.** Fórmula para calcular el riesgo. Fuente: Elaboración propia con base en (Servicio Geológico Mexicano, 2024).

Equivocadamente se tiene la percepción de que los desastres se deben exclusivamente a los peligros, pero es la sociedad en su conjunto la que se expone con su infraestructura física, organización, preparación y cultura al encuentro de dichos fenómenos y, por lo tanto, los desastres son producto de la vulnerabilidad y exposición derivados en gran medida por aspectos socioeconómicos y de desarrollo no resueltos, como elevados índices de construcciones informales, marginación, pobreza, escaso ordenamiento urbano y territorial entre otros (CENAPRED, 2006).

Es por ello que se dice que los desastres no son naturales, sino socialmente contruidos (Alcántara-Ayala et al., 2019); reflejan la materialización del riesgo, como resultado del impacto potencial de las amenazas en una sociedad vulnerable y expuesta a las mismas. Por ello, sin restar importancia a los peligros, la vulnerabilidad y la exposición son los dos ingredientes que materializan la construcción social del riesgo, los cuales se deben atender de manera prioritaria para disminuir el riesgo de desastres.

Las implicaciones que se derivan de los desastres, trascienden el ámbito de la Protección Civil, que en México ha estado enfocada a la protección de la integridad física de la población, mediante acciones de respuesta durante emergencias. Sin embargo, este enfoque ha dejado de lado las acciones preventivas, como lo son la reducción de la vulnerabilidad y la exposición como factores fundamentales de la construcción social del riesgo (Alcántara-Ayala et al., 2019).

De acuerdo con el CENAPRED, los factores que incrementan el riesgo se describen en la Figura 4, en la que se hace una diferenciación de acuerdo a su tipo.



**Figura 4.** Factores que incrementan el riesgo clasificados por tipos. Fuente: Elaboración propia con base en (CENAPRED, 2020).

## 1.6 Tipos de localidades

De acuerdo a la Integración Territorial dada por el INEGI, existen dos tipos de localidades: urbana y rural. La definición de lo rural y urbano en México corresponde la definición censal dada por el INEGI que considera desde 1930 como localidad urbana a “aquella que posee dos mil quinientos o más habitantes, o bien, si es cabecera municipal”, y se considera rural a la que no cumple estas condiciones (Soloaga et al., 2022)”

## 1.7 Zonificación primaria y secundaria

Dentro del ámbito de la planeación del territorio existen dos tipos de zonificación que determinan el aprovechamiento del suelo: la primaria y la secundaria. Entendida como un instrumento para redistribuir la riqueza y reducir las desigualdades



socioterritoriales, la zonificación es una herramienta clave para concretar un desarrollo territorial más justo (ONU-Habitat, 2023). Estas dos zonificaciones van de la mano con los procesos de construcción y urbanización, por lo que necesariamente deberían corresponder a lo definido en los instrumentos de planeación de los diferentes órdenes de gobierno que norman el territorio.

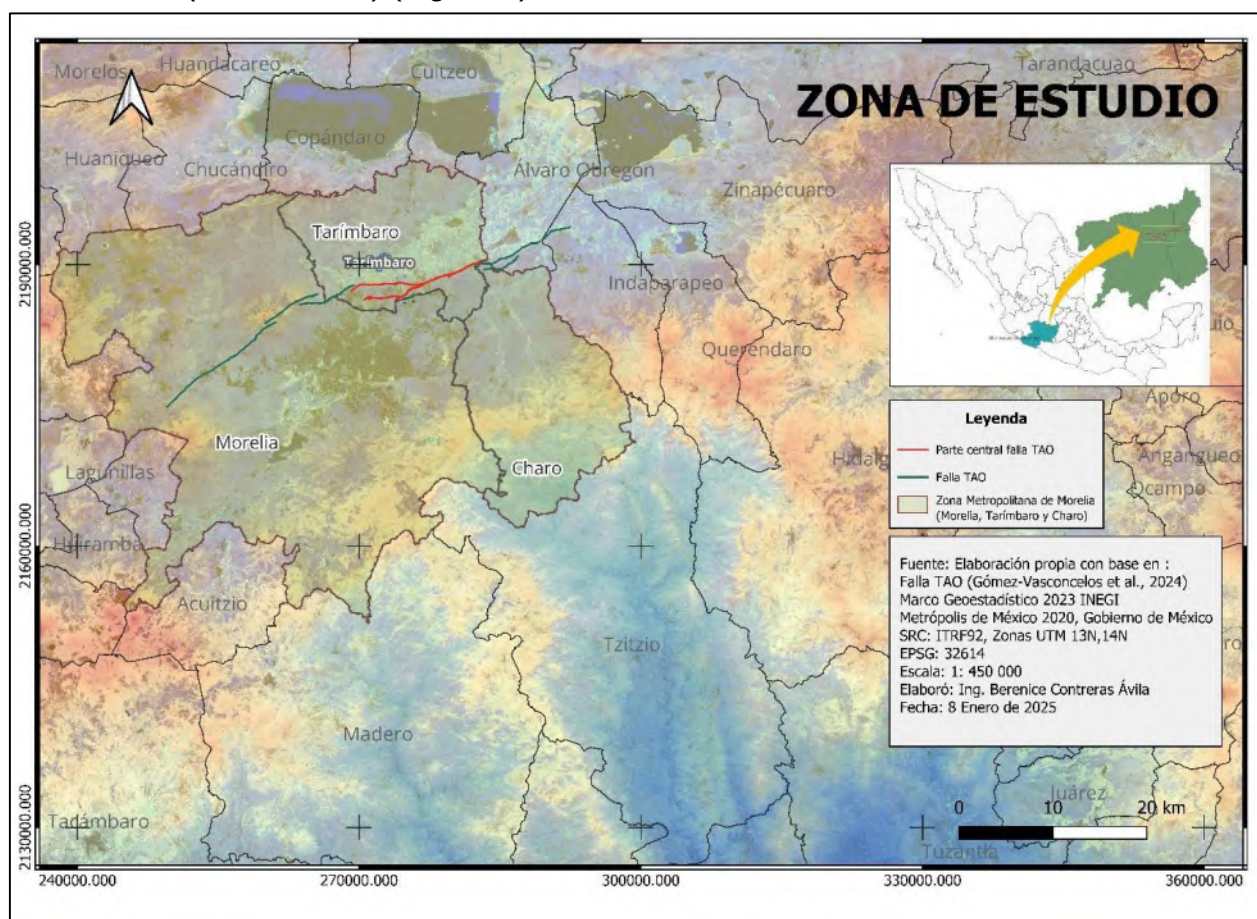
La zonificación primaria promueve los beneficios colectivos de la urbanización, teniendo en consideración criterios relacionados con la aptitud del suelo. Su objetivo principal es frenar la expansión del área urbana por las consecuencias negativas que esto representa, las cuales tienen impactos sobre la vida de las personas y el medio ambiente (SEDATU, 2024).

Establece cuatro áreas: urbanizada (ya existe desarrollo urbano), área urbanizable (cumple la normatividad para el desarrollo urbano), área no urbanizable (productiva y servicios ecosistémicos) y límites de asentamientos rurales, teniendo en consideración la aptitud del suelo, además de establecer la superficie de suelo a urbanizar necesaria para garantizar el crecimiento proyectado. Cabe resaltar que la zonificación primaria en su zona *no urbanizable*, establece claramente la incorporación de las zonas de riesgo y aquellas que tengan condición de peligro no mitigable, entre otras (SEDATU, 2024).

Por su parte, la zonificación secundaria, que subdivide la zonificación primaria en categorías, determina las principales reglas para su desarrollo, así como los usos de suelo compatibles e incompatibles. Define el aprovechamiento puntual del territorio a través del uso de suelo (fines particulares a los que podrá dedicarse), los coeficientes de ocupación (superficie del predio permitida para edificación), coeficiente de utilización (cantidad de veces que se puede edificar en proporción a la superficie del predio) y la densidad habitacional, que se refiere a la cantidad de viviendas permitidas en una extensión territorial determinada (SEDATU, 2024).

## 2. Zona de estudio

Tarímbaro es un municipio de Michoacán situado en el norte del estado. Se encuentra localizado entre los paralelos 19°44′ y 19°54′ de latitud norte y los meridianos 101°03′ y 101° 17′ de longitud oeste, su altitud está entre 1900 y 2400 msnm. Colinda al norte con los municipios de Copándaro, Cuitzeo y Álvaro Obregón, al este con los municipios de Álvaro Obregón y Charo; al sur con los municipios de Charo y Morelia, al oeste con los municipios de Morelia y Copándaro. Su cabecera municipal lleva el mismo nombre, Tarímbaro, y su clave de identificación oficial asignada por el INEGI es 16088 (INEGI, 2010) (Figura 5).



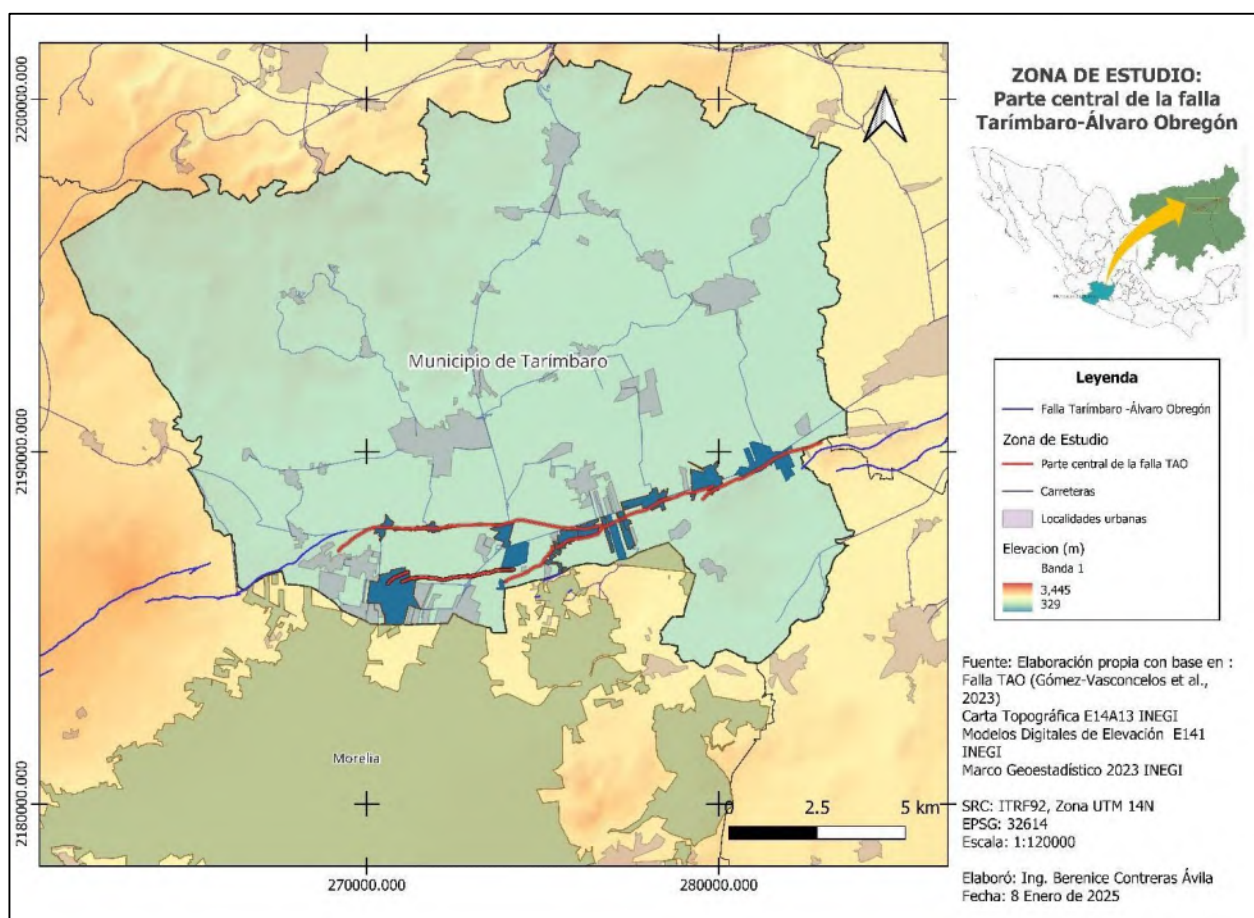
**Figura 5.** Localización de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023) y Marco Geoestadístico (2023) de INEGI.

La carretera México-Guadalajara comunica al municipio con las principales ciudades del país: Ciudad de México, Guadalajara y Querétaro. La carretera Morelia-Tarímbaro es una de sus principales vías de transporte, ya que accede al Aeropuerto

Internacional Gral. Francisco J. Múgica, el aeropuerto de Morelia, capital del estado y el más importante de la entidad.

El municipio de Tarímbaro abarca el 0.44% de la superficie del estado, ocupa el lugar número ocho en la escala de los más poblados para el estado de Michoacán con 114,513 habitantes, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda (CPV) 2020 del INEGI. Está integrada por 108 localidades entre urbanas y rurales, siendo las principales de acuerdo a su población: los fraccionamientos Galaxia Tarímbaro, Metrópolis II, Hacienda del Sol, Tarímbaro (cabecera municipal) y Cuto del Porvenir

Figura 6.



**Figura 6.** Zona de estudio: Parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023).

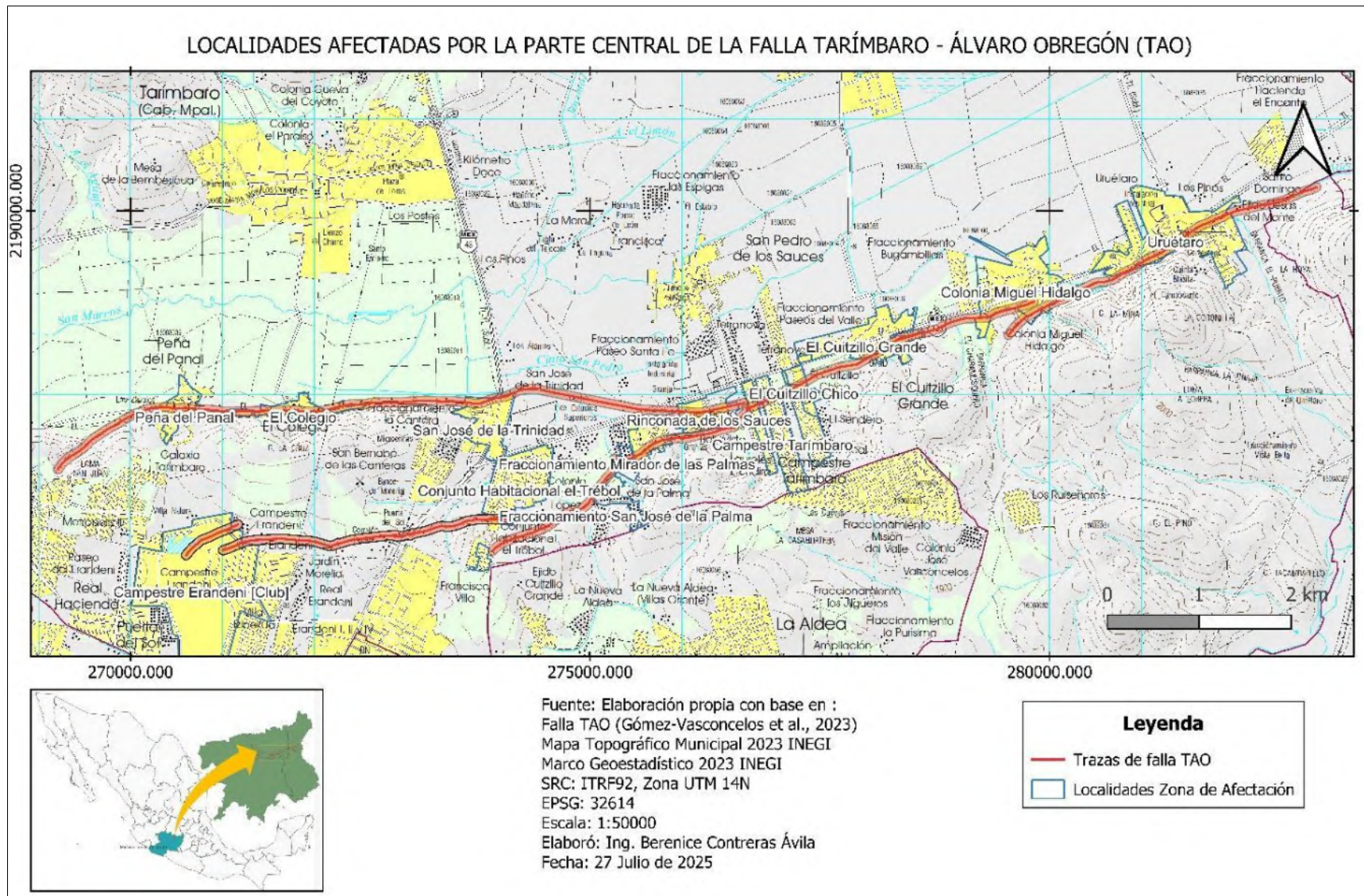
Pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y a la subprovincia Sierras y Bajíos Michoacanos, así como a la Neovolcánica Tarasca. Predominan las sierras volcánicas de laderas tendidas y las llanuras aluviales (INEGI, 2010).

Pertenece a la región hidrológica Lerma Santiago y a la cuenca del Lago de Cuitzeo. Su clima predominante es subhúmedo con lluvias en verano y templado subhúmedo con lluvias en verano, con una humedad media de 44.20%. Se ubica a una distancia de 12 kilómetros de Morelia, la capital del estado, y tiene una extensión de 258.57 km<sup>2</sup> (INEGI, 2010).

Uno de los factores de mayor importancia de la zona, radica en su riqueza de recursos naturales, destacando las tierras fértiles y la presencia de ríos en la zona, debido a que el Valle de Tarímbaro está conformado por sedimentos lacustres del paleolago de Cuitzeo, el cual ha sido enriquecido por las cenizas de los volcanes en la región (Martínez-Vázquez, 2022).

La zona de estudio (Figura 7), se sitúa en el límite sur del municipio de Tarímbaro, Michoacán, colindando con Morelia. Está delimitada por la zona de afectación (ZA) de la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Dicha ZA comprende 17 localidades del municipio de Tarímbaro, con una población total de 26,232 habitantes en 2020. Esta población se distribuye entre tres localidades urbanas (Fraccionamiento El Trébol, Campestre Tarímbaro y Uruétaro), que suman 9,578 habitantes, y 14 localidades rurales, con 6,654 habitantes (CPV INEGI, 2020).





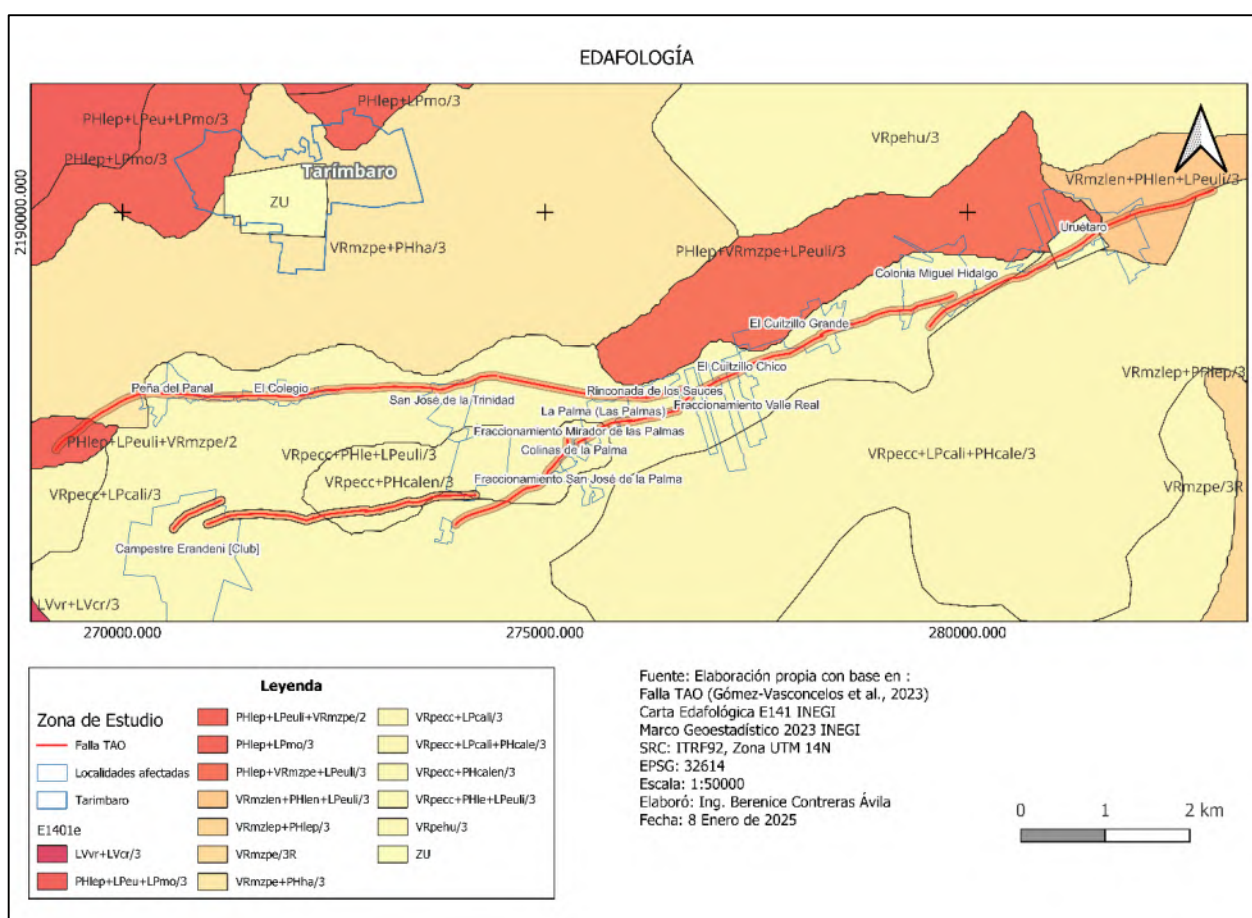
**Figura 7.** Demarcación de las 17 localidades afectadas por la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón en su parte central. Fuente: Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023; INEGI, 2023).

## 2.1 Caracterización de los elementos del medio natural

A continuación, se presenta una visión general de los temas clave en la evaluación del territorio, como lo son la edafología, hidrografía, uso de suelo y vegetación y marco geológico.

### 2.1.1 Edafología

En el municipio se reconocen tres tipos principales de suelo: Phaeozem (PH), Vertisol (VR) y Luvisol (LV) (Figura 8).



**Figura 8.** Edafología de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en la Carta Edafológica E14-1 Escala 1:250000 del INEGI y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).

### 2.1.2 Phaeozem

Tiene una mayor presencia dentro del municipio al abarcar el 56% de la superficie total. Del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra. Son suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, y sin carbonatos en el subsuelo; presentan una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, lo que los hace propicios para el desarrollo de diversos tipos de vegetación. Estos suelos, profundos y ubicados en las planicies o terrenos con poca pendiente, sirven para la agricultura, mientras que en suelos de mayor pendiente y menor profundidad, presentan un menor rendimiento (INEGI, 2015).

### **2.1.3 Vertisol**

Abarca el 41% del total de la superficie municipal en la zona suroeste. La palabra vertisol proviene del latín *vertere*, que significa dar vuelta. Estos suelos, conocidos como “pesados”, se forman bajo condiciones alternadas de saturación y sequía. Se caracterizan por desarrollar grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos, debido a su alto contenido de arcillas expandibles (más del 30%).

Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos, requieren especificaciones rigurosas para evitar daños por movimiento o inundación. Paradójicamente, las características que los hacen riesgosos, como su alta capacidad de retención de humedad, son las que los vuelven fértiles para la agricultura. Estos suelos son bastante estables frente a la erosión y poseen un buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas (INEGI, 2015).

Se trata de suelos arcillosos expandibles que cuentan con una alta capacidad de retención de humedad; sin embargo, su principal característica es que en épocas de secas presentan grietas anchas, abundantes y profundas, lo que puede ocasionar hundimientos irregulares. La mayor parte de los asentamientos del municipio y, particularmente en la zona de estudio (Figura 8), se ubican dentro de este tipo de suelo (INEGI, 2015).

### **2.1.4 Luvisol**

Los luvisoles abarcan el 2% de la superficie del municipio, concentrándose en la zona suroeste. Su nombre proviene del latín *luere*, que significa “lavar”. Se caracterizan por ser suelos de color rojo, gris o pardo claro. Aunque generalmente son fértiles para la agricultura, presentan una alta susceptibilidad a la erosión, especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los que están situados en pendientes pronunciadas. (INEGI, 2015).

Se presentan tres tipos principales de erosión en la zona. En primer lugar, la erosión hídrica afecta los suelos y está directamente relacionada con las zonas de mayor pendiente. Es generada por escurrimientos, tanto perenes como intermitentes, lo que paradójicamente implica también una mayor presencia de vegetación en dichas áreas.

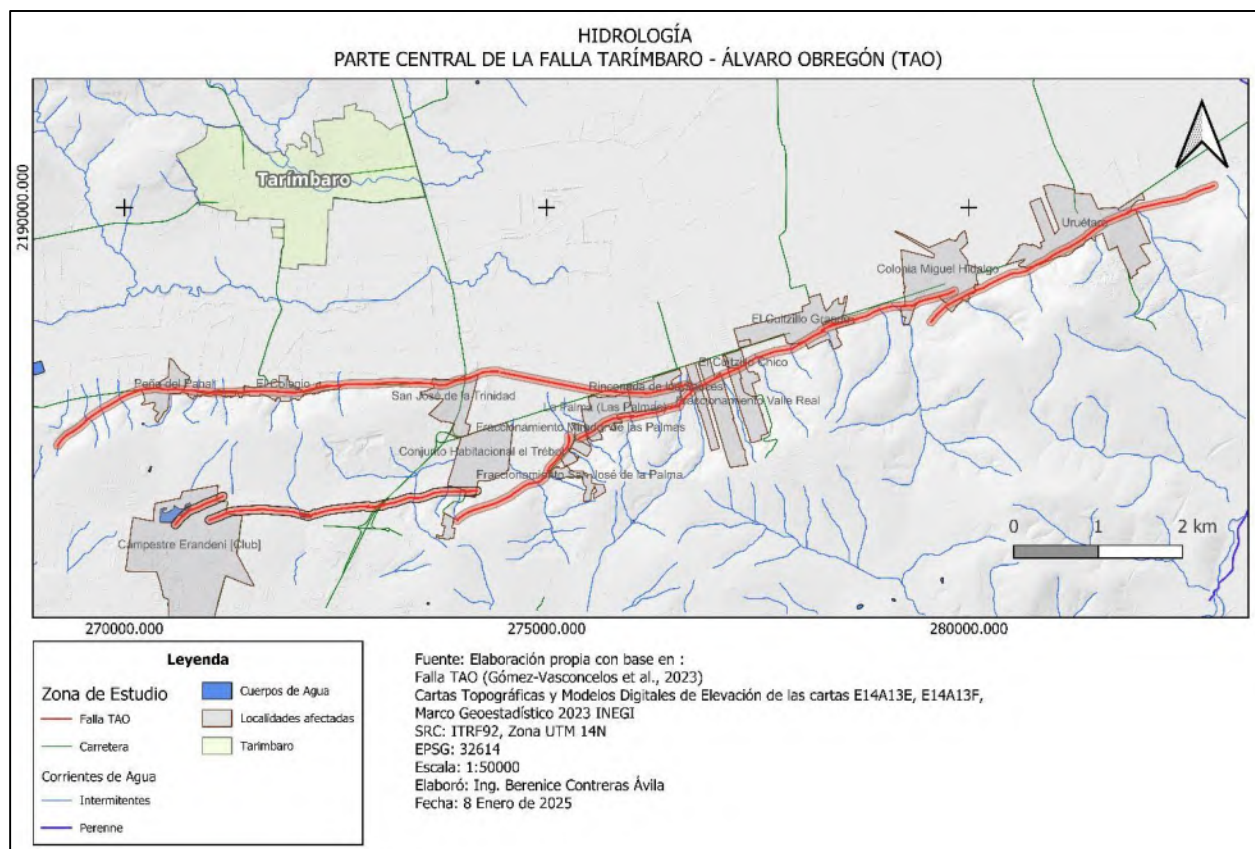
Por otro lado, la erosión antrópica es generada principalmente en las áreas donde se concentran los asentamientos humanos. Por último, la degradación química que se debe a tres factores principales: la declinación de la fertilidad, por salinización y por alcalinización del suelo (ONU-Habitat, 2023).

### **2.1.5 Hidrografía**

Tarímbaro se localiza en la región hidrológico-administrativa número VIII Lerma-Santiago-Pacífico, la cual alberga la cuenca del lago de Cuitzeo. La región cuenta con una precipitación anual de 722 mm (ONU-Habitat, 2023).

La hidrografía de Tarímbaro se observa en la Figura 9, y está constituida por el río San Marcos, arroyos, manantiales de agua fría, represas y escurrimientos perenes e intermitentes; gran parte de ellos confluyen hacia el lago de Cuitzeo. Dentro de los cuerpos de agua destacan la Toluquilla, El Puerto, El Limón, La Presa del Panteón, y la Presa El Garbanzo (ONU-Habitat, 2023).



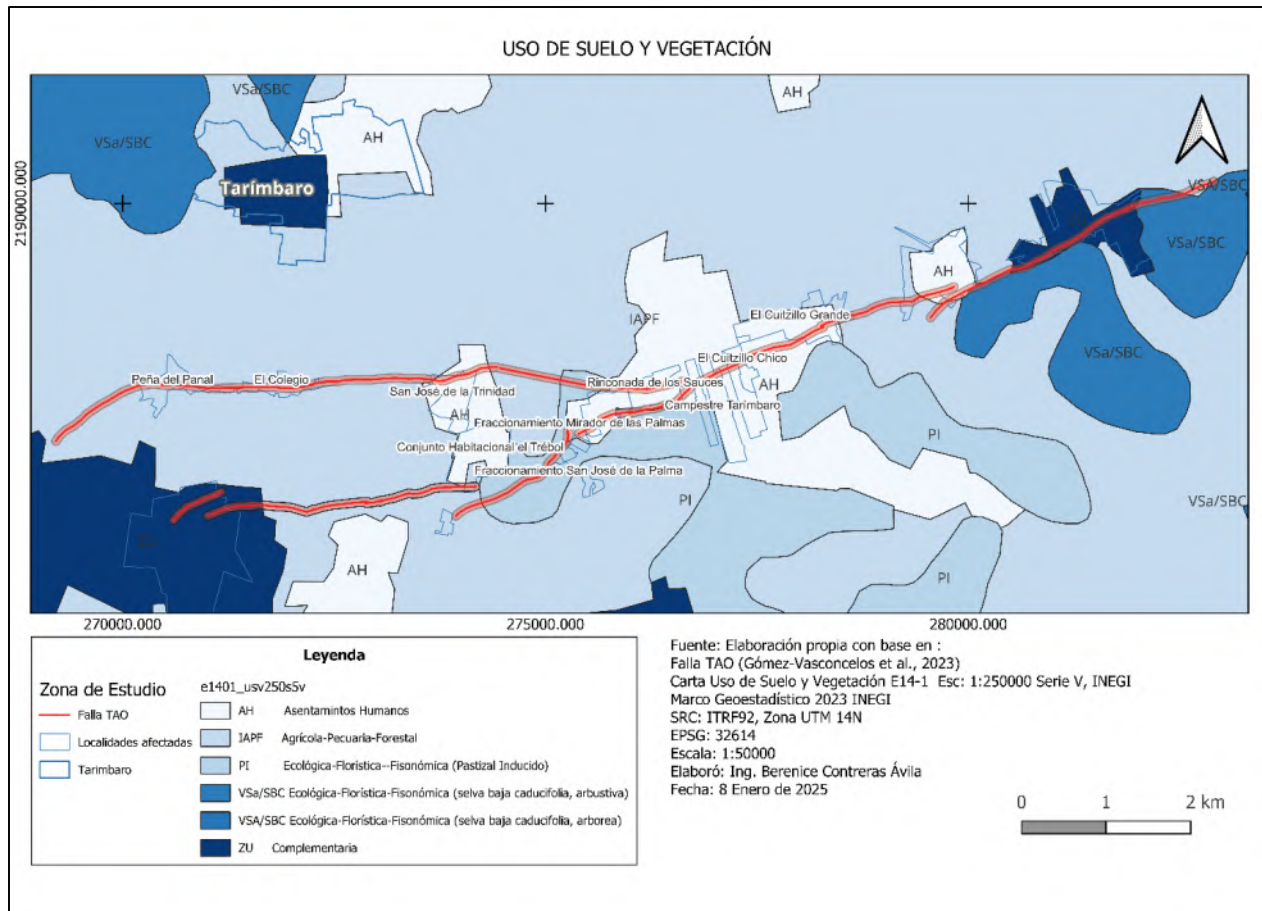


**Figura 9.** Hidrografía de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en Gómez-Vasconcelos et al. (2024), cartas topográficas y modelos digitales de elevación de las cartas E14A13E, E14A13F, y marco geoestadístico 2023 del INEGI.

### 2.1.6 Uso de suelo y vegetación

De acuerdo a ONU-Habitat (2023), el municipio de Tarímbaro tiene una superficie total de 25,569 ha, de las cuales el 11.1% es área forestal, el 25% es vegetación de matorral, el 33.2% son pastizales, el 23.3% son cultivos de temporal y el 6.9% son áreas urbanas (ver Figura 10).

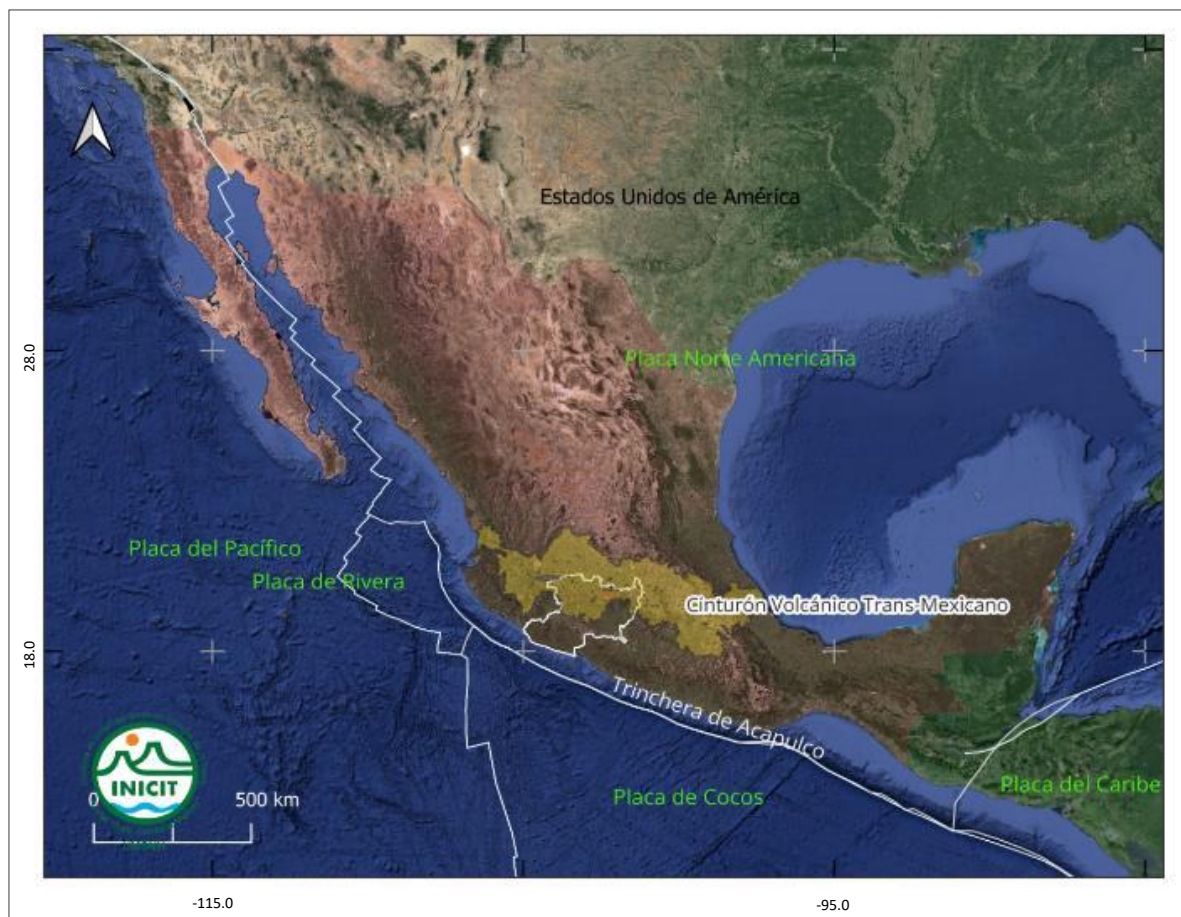
Los asentamientos humanos representan el porcentaje más bajo de las coberturas vegetales y usos del terreno (1,753 ha). Estos se encuentran de forma dispersa al norte y en el centro del municipio; no obstante, al sur presentan una mayor consolidación, al igual que en la cabecera municipal (ONU-Habitat, 2023).



**Figura 10.** Uso de Suelo y Vegetación de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en Gómez-Vasconcelos et al. (2018), carta de uso de suelo y vegetación E14-1 Escala 1:250000 Serie V del INEGI.

## 2.2 Marco geológico

Por su ubicación geográfica, México forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, que es afectado por una fuerte actividad sísmica y volcánica. Dos terceras partes del país tienen peligro sísmico significativo (CNPC, 2024) (Figura 11).



**Figura 11.** Ubicación del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Elaboración propia con base en provincias fisiográficas (2024).

El Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) o Eje Neovolcánico es una provincia volcánica cenozoica de margen continental localizada en el centro de México que se extiende de costa a costa, con una orientación E-W. El magmatismo de esta provincia está relacionado con la subducción de las placas de Cocos y Rivera a lo largo de la trinchera de Acapulco (Aguirre et al., 1998).

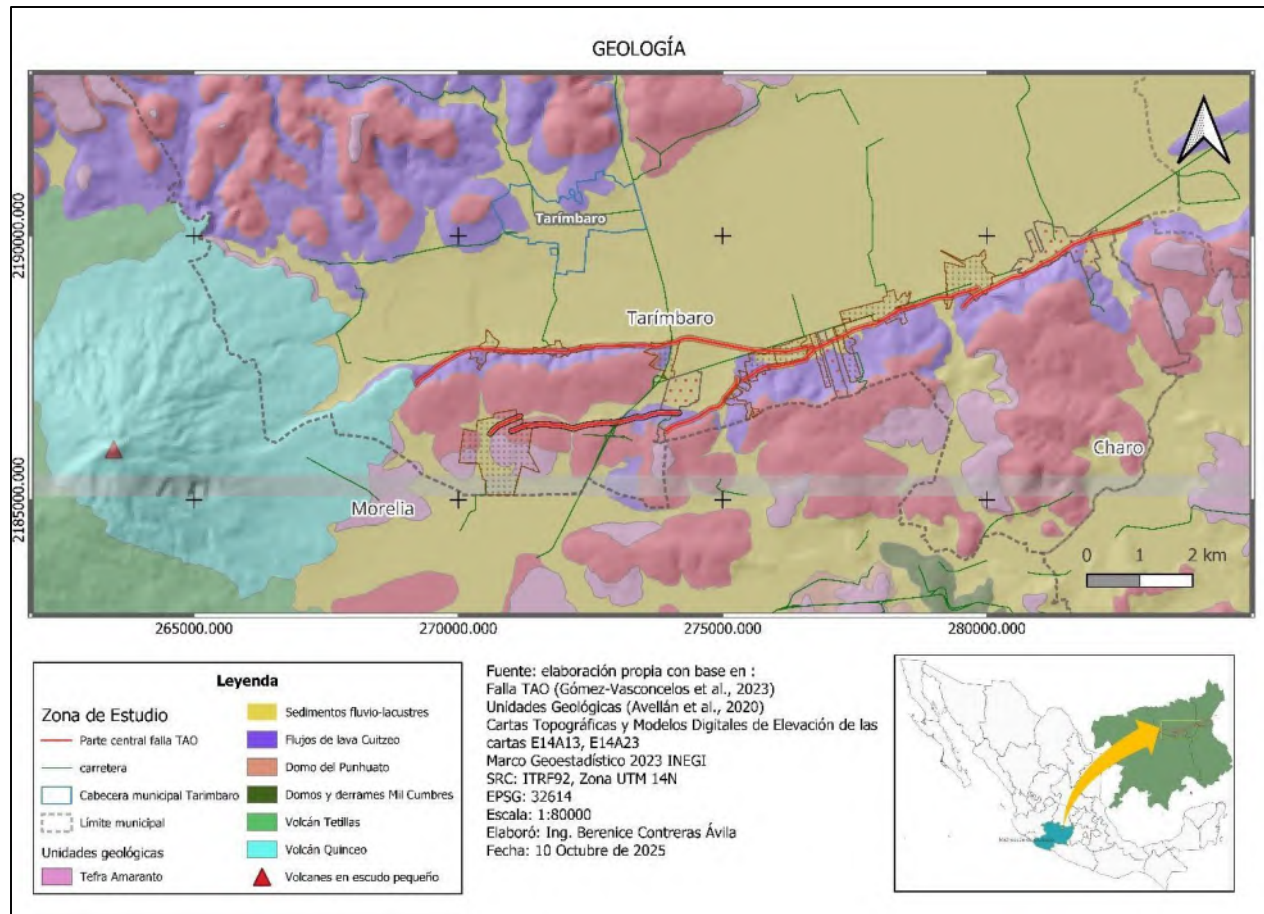
El sistema de fallas Morelia-Acambay (SFMA) se encuentra ubicado dentro del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) y consiste en una serie de fallas normales de dirección E-W a NE-SW que cortan su parte central (Garduño-Monroy et al., 2009). Este sistema de fallas comprende al menos treinta fallas normales activas que afectan unidades del Mioceno al Holoceno y son responsables de varios

terremotos devastadores (Gómez-Vasconcelos M. et al., 2021). Uno de los movimientos telúricos más importantes registrados en el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano fue el sismo de Acambay en 1912 con una magnitud de 6.9, el cual afectó severamente los municipios cercanos al epicentro y a la Ciudad de México. El Sistema de Fallas Morelia-Acambay es considerado el más sísmicamente activo dentro del CVTM (Figueroa-Miranda S. , 2019).

En la región de Morelia, 12 volcanes monogenéticos se formaron durante los últimos 7 Ma en la parte centro-oriental del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato. Estos incluyen cuatro conos de escoria (Pelón, Tetillas, Jamanal y Parastaco), cuatro domos de lava (La Cruz, Divisadero, Estadio y Tetillas), dos volcanes en escudo pequeño (Quinceo y Tetillas) y dos flujos de lava (Cuto y Cerritos). Estos volcanes se construyeron sobre cuatro sucesiones de vulcanismo regional del Mioceno temprano llamadas lavas de Cuitzeo (18.7 Ma), ignimbrita de Cuitzeo (17.4 Ma), ignimbrita de Atécuaro (16.8 Ma) y lavas del Punhuato (16.3 Ma) (Avellán et al., 2020).

Dentro del SFMA, al norte de la ciudad de Morelia, se encuentra la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, la cual afecta a las lavas e ignimbritas de Cuitzeo y a la secuencia fluvio-lacustre del paleolago de Cuitzeo (Figura 12).



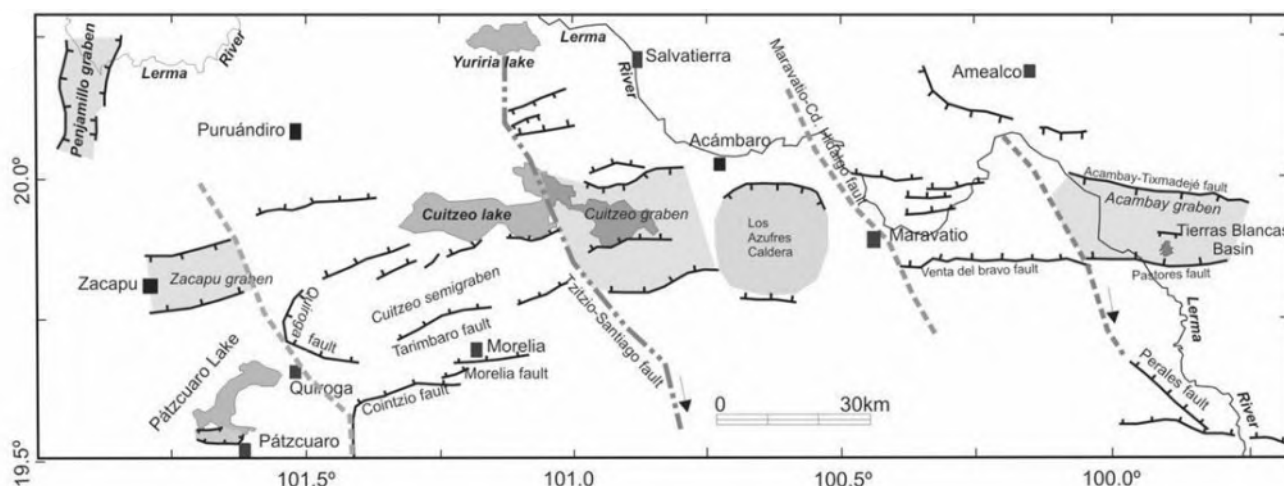


**Figura 12.** Geología de la zona de estudio. Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023; Avellán et al., 2020).

### 3. Antecedentes

En la ciudad de Morelia, Michoacán, se tiene registro de condiciones de riesgo por subsidencia ante la presencia de fallas geológicas desde hace aproximadamente 50 años (Avila Olivera y Garduño-Monroy, 2006). En el año de 1983, empezaron a apreciarse daños en las viviendas, casas-habitación, edificios, pavimentos, tuberías de alcantarillado, agua potable y hasta en la demolición de edificios y conjuntos habitacionales, como fue el caso del hospital del IMSS ubicado en la Av. Nocupétaro, lugar por donde atraviesa la falla Nocupétaro, una de las fallas más importantes de Morelia (antes llamada falla Central Camionera, SFMA). De igual forma, se tiene el antecedente de la demolición parcial de un conjunto habitacional en la Colonia Manantiales de la ciudad de Morelia (MoreliaActiva.com, 2022).

Para el año 1984, investigadores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN) inició con la investigación de una serie de fracturas manifestadas en obras civiles de las poblaciones de Santa Ana Maya, Tarímbaro y en la ciudad de Morelia. Las direcciones de estas estructuras geológicas son NE-SW a E-W, las cuales se alinean y son similares a las fallas de la región, formando parte del sistema de fallas sísmicamente activas de Morelia-Acambay (Garduño-Monroy et al., 2001) (Figura 13).



**Figura 13.** Sistema de fallas Morelia-Acambay. Fuente: (Garduño-Monroy et al., 2009).

En 1988, ya se manifestaban en la ciudad de Morelia las fallas de La Colina, Central Camionera, Chapultepec y La Paloma. En 1993 se identifica la falla de Torremolinos, posteriormente, ya en la década de los 90 se registraron las fallas Ventura Puente, El Realito, La Soledad y Cuautla (Hernández-Madrigal et al., 2011).

Es importante recalcar que en esa época era común solamente representar las fallas que afectaban una zona urbana, por lo que las fallas como La Colina aún no existían en los mapas geológicos (Hernández-Madrigal et al., 2011).

Este fenómeno geológico ocurre también en varias ciudades del centro del país, localizadas en la zona norte del CVTM, como son Aguascalientes, Celaya, Irapuato, Querétaro y Salamanca. Todas estas ciudades tienen como característica común haber sido levantadas en zonas con presencia de cuencas lacustres con fallamientos regionales (Avila Olivera y Garduño-Monroy, 2006).

La mecánica que da lugar a esos fallamientos conjuga una serie de componentes, como la presencia de las fallas geológicas previas que controlaron el depósito de sedimentos lacustres y fluviales, así como la ocurrencia de subsidencia, la cual, generalmente, es debida a la sobreexplotación de acuíferos, dando lugar a una deformación lenta, continua y asísmica (creep). Al interactuar entre sí, todos estos factores se llaman Proceso de Subsidencia-Creep-Falla, que es el principal responsable de los daños observados en la zona de fallas de Morelia, Mich. (Avila Olivera y Garduño-Monroy, 2006).

De acuerdo a su geometría y a su génesis, las fallas de la ciudad de Morelia podrían ser ordenadas en dos grupos: por la compactación de sedimentos potenciada por las fallas geológicas debido a la actividad humana y las fallas que pueden ser identificadas como potencialmente activas.

Por otro lado, en cuanto a antecedentes de estimación de vulnerabilidad socioeconómica, el Gobierno de México, a través del sitio web de CENAPRED, estima la vulnerabilidad cualitativamente para cada uno de los municipios en México (CONEVAL, 2025). Esta desagregación, impide la identificación y atención focalizada

de grupos vulnerables, ya que además de no estar disponible a nivel localidad, la vulnerabilidad no está asociada a un peligro en particular, como lo recomienda la Gestión Integral del Riesgo. Los peligros de tipo geológico que podemos visualizar en el sitio web son: sismo, tsunami, susceptibilidad de laderas y volcanes.

El Gobierno de México, a través de la Secretaría de Bienestar, ha emitido en los últimos seis años un *Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social*, para cada uno de los municipios del país (Gobierno de México-Secretaría del Bienestar, 2025). Este documento contempla una síntesis de: Información sociodemográfica y económica, indicadores de pobreza multidimensional, indicadores de rezago social, y la distribución de los recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social; sin embargo, éste carece de información de vulnerabilidad para el municipio de Tarímbaro.

Por su parte, el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) (SEMARNAT, 2025), representa tres tipos de vulnerabilidad a nivel municipal. En lo que respecta a peligros, solo es considerada la vulnerabilidad por deslaves e inundaciones.

Para el municipio de Tarímbaro, se cuenta con un Atlas de Riesgos referido al año 2014, en el cual, se calcularon la vulnerabilidad física y social de manera general. Sin embargo, este índice, además de ser generalizado, ha perdido pertinencia, ya que fue elaborado hace 11 años. Por lo anterior, se puede decir que, a la fecha, la zona afectada por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, no cuenta con un estudio de vulnerabilidad socioeconómica a nivel localidad, siendo la presente investigación la primera en su tipo.



#### **4. Planteamiento del problema de la investigación**

Inserto en un entorno geológico-tectónico dinámico, representado por una zona de subducción activa en su margen colindante con el Océano Pacífico, México está continuamente expuesto a peligros relacionados con actividad sísmica, vulcanismo y fallamientos tectónicos asociados (Protección Civil CDMX, 2024).

En el 2017, los daños y pérdidas económicas por desastres de tipo geológico en México representaron el 92.3% con 80,742.5 millones de pesos; tan solo los sismos del 7 y 19 de septiembre dejaron como saldo 95 y 382 decesos respectivamente, registrando además 14'322,176 personas afectadas<sup>1</sup> (CENAPRED, 2019).

En el año 2023, en México hubo 393 eventos relevantes que dejaron daños y pérdidas por 88,910 millones de pesos, siendo el mas relevante el huracán Otis, con 84,207 millones de pesos. El total de los daños en 2023, es equivalente al 0.3% del PIB de ese año (CENAPRED, 2024). La experiencia en los desastres en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas, también resultan ser las más afectadas por los peligros de origen natural o antropogénico (CENAPRED, 2006).

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros en México, en el año 2017, tan solo 6% de las viviendas estaban aseguradas contra amenazas de origen natural, y de ellas, 20% correspondía a viviendas que en el momento contaban con un préstamo hipotecario. Algunas de las aseguradoras en México excluye en sus pólizas los riesgos causados por vibraciones o movimientos naturales del subsuelo que sean ajenos al terremoto, tales como los hundimientos diferenciales, los cuales se presentan de manera importante en las inmediaciones de la parte central de la Falla TAO.

Contar con políticas claras y justas en el esquema de aseguramiento de las viviendas cuando son otorgadas por medio de créditos hipotecarios, a través de organismos como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), que difundan clara y oportunamente las coberturas y exclusiones de la

---

<sup>1</sup> Se refiere a evacuados, heridos y desaparecidos.

misma, específicamente contra daños de origen natural como lo son los terremotos, el deslizamiento de laderas y la subsidencia que afecta de manera importante a parte del territorio mexicano, podría permitir a los afectados reducir la brecha de vulnerabilidad en la que actualmente se encuentran.

Los daños y pérdidas económicas no son las únicas afectaciones que dejan los desastres. Las pérdidas humanas son el aspecto fundamental que se busca reducir a través de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (CENAPRED, 2020).

Cuando el crecimiento urbano no está planificado, se desarrollan comunidades cada vez más expuestas al peligro, lo que aumenta la vulnerabilidad y el riesgo. El 80% de las ciudades más grandes del mundo son vulnerables a diversos peligros, entre los que destacan las inundaciones, los terremotos y las tormentas de viento (Global Network of Civil Society Organisations for Disaster Reduction, 2024). Por otro lado, 283 millones de residentes urbanos en el mundo corren el riesgo de sufrir terremotos, aunado a la creciente urbanización y los riesgos asociados que esto representa (Global Network of Civil Society Organisations for Disaster Reduction, 2024).

En las últimas cuatro décadas, zonas urbanas en el centro de México han sido severamente afectadas por hundimientos diferenciales en el suelo como consecuencia de su ubicación geográfica dentro del SFMA (Avila Olivera y Garduño-Monroy, 2006).

En el municipio de Tarímbaro, se ha manifestado la subsidencia diferencial en zonas habitacionales con importante crecimiento, tal es el caso de la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, denominada “Zona de Fraccionamientos”, que ha presentado indicios de daños estructurales a la infraestructura, principalmente a las viviendas y pavimentos, los cuales se alinean y corresponden con las trazas de la Falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.

El problema no ha quedado solo en el peligro por la subsidencia, en el municipio se han dado casos de cambio de uso de suelo con fines de urbanización sobre zona de peligro, a pesar de que en el ámbito estatal, el Programa de Ordenamiento Territorial

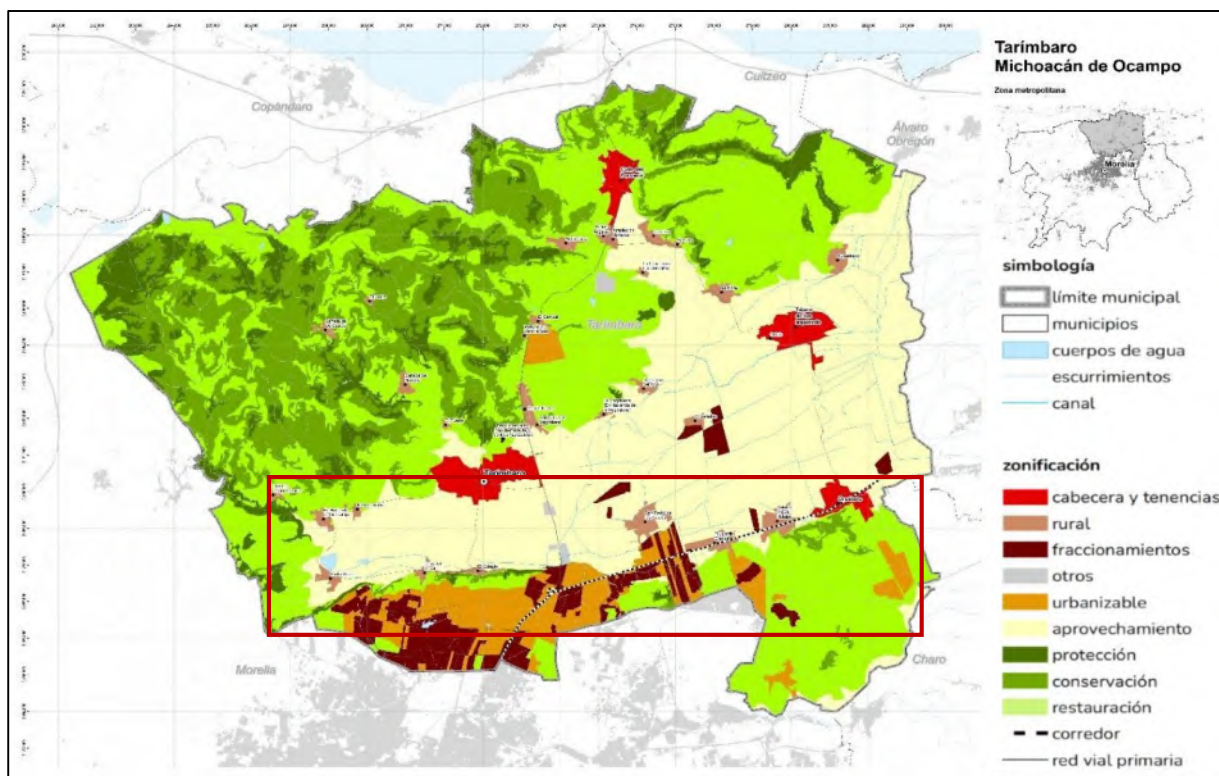
de la Zona Metropolitana de Morelia-Tarímbaro 2009-2030, indica como uno de sus objetivos: mejorar la calidad de vida urbana, minimizar impactos ambientales y cambios en el uso del suelo, así como establecer una distribución y organización adecuada de los asentamientos humanos (ONU-Habitat, 2023).

Por su parte, el Gobierno del Estado de Michoacán presenta en el año 2011, el Mapa de Aptitud Territorial, elaborado en el Marco del Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona metropolitana de Morelia (Álvaro Obregón, Charo, Morelia, Tarímbaro). En el mapa, se identificaron y determinaron las *áreas aptas y no aptas* para el desarrollo urbano.

Estrictamente, la Zona de Afectación de la Falla TAO debería de considerarse dentro del polígono definido como suelo “No apto”, ya que la zona presenta dificultades para el uso urbano por la presencia de *factores de riesgo*, como altas pendientes, fallas geológicas, y zonas de inundación; por lo que *no se debería permitir ningún uso urbano*, aun cuando se propongan elementos de mitigación, preservación, protección y/o prevención.

Pasar por alto las aptitudes territoriales, infringe la aplicación del Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana, ya que se tenía conocimiento de la existencia y trazo de la falla geológica TAO, la cual fue presentada en el Anexo 07 correspondiente a la Geología de la Zona Metropolitana.

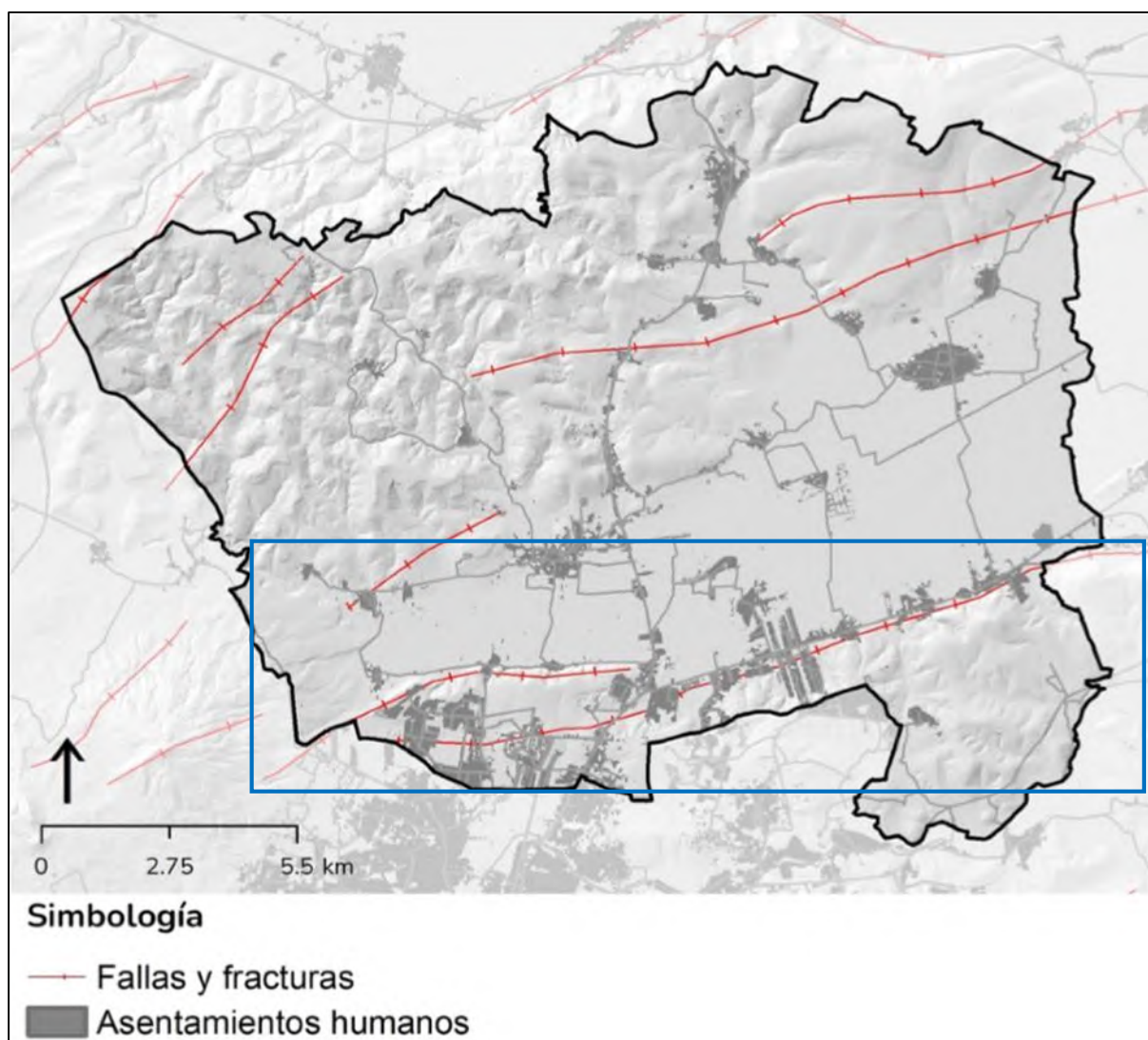
Por otro lado, el Mapa de Zonificación Secundaria elaborado en el año 2023 por el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) (Figura 14), en su documento: *Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) 2023-2040, Tarímbaro, Michoacán de Ocampo*; donde se declara como “Zona Urbanizable” a algunos polígonos por donde atraviesa la Falla TAO, omitiendo de nueva cuenta la declaratoria de “Zona no apta” por el peligro de la falla.



**Figura 14.** Zonificación secundaria del municipio de Tarímbaro, Michoacán, elaborada por ONU-Hábitat, 2023. Fuente: (ONU-Habitat, 2023).

Además, el PMDU en su apartado 31.2 Geología, indica las fallas y fracturas de la zona, en la cual se aprecia la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, ver Figura 15.

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021-2024, el cual es un instrumento de Planeación basado en la Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenamiento Territorial; está en línea con el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) y la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (2020-2040). El PNOTDU se organiza en 6 ejes principales, resaltando por su importancia el eje 5 que dice: *“Prevenir asentamientos en zonas de riesgo y reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales”* (ONU-Habitat, 2023).



**Figura 15.** Mapa de fallas y fracturas, Programa Municipal de Desarrollo Urbano PMDU 2023-2040, municipio de Tarímbaro, Michoacán. Fuente: (ONU-Habitat, 2023).

Por otro lado, de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio de Tarímbaro del año 2014, donde se documenta el día 2 de septiembre de 2007, vecinos del fraccionamiento San José de la Palma denunciaron que sus viviendas presentan grietas de hasta 30 cm., a tan solo cinco años de haberse construido. Además, 28 familias afectadas exigieron ser reubicadas de inmediato. En el fraccionamiento Rinconada los Sauces, se manifestó el desgajamiento del pavimento y el hundimiento de las viviendas, las cuales tuvieron un costo estimado de 176 mil pesos. En el año 2010, quedan también expuestos los daños presentados en la localidad de Cuitzillo el

Grande, el Fraccionamiento Laureles Eréndira, San José de la Palma, y el edificio de COMAPAT en Valle Real.

Por el estado de afectación estructural que presentaban 12 viviendas en el Fraccionamiento Laureles Eréndira en su parte sur, éstas fueron demolidas y construidas nuevamente por la constructora correspondiente sobre el mismo terreno, sin que las autoridades hayan considerado este antecedente para el otorgamiento del nuevo permiso de construcción, pasando por alto el peligro que representa la Falla TAO.

A pesar de que las autoridades municipales contaban con elementos necesarios para frenar los permisos de construcción en la zona, estos se han seguido otorgando sin considerar el peligro que representa la subsidencia diferencial.

## **5. Hipótesis general**

*“La población que habita en la zona de afectación de la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, podría presentar un alto grado de vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial; de acuerdo a la escala cualitativa de Likert (con valores de 0 a 1), donde el grado alto se ubica en el rango de 0.60 a 0.80”.*

Esta hipótesis fue una primera aproximación de acuerdo a lo percibido en trabajo de campo, la cual se definió a partir de un conjunto de ideas que en un inicio se consideraron válidas y coherentes, pero que necesitaron ser comprobadas.

## **6. Justificación de la investigación**

Evaluar la amenaza por subsidencia diferencial en el centro de México es primordial, ya que existen numerosas fallas que atraviesan ciudades densamente pobladas asentadas sobre valles con sedimentos lacustres saturados en agua, y debido a la sobreexplotación de los acuíferos, estos sedimentos se compactan de forma diferencial, afectando a la infraestructura. Tal es el caso de la zona de fraccionamientos de Tarímbaro, Michoacán.

Es muy importante el conocimiento de los peligros, la exposición, la vulnerabilidad socioeconómica y los riesgos existentes para una adecuada la planeación urbana, ya que de esta manera se puede proponer un uso apropiado del suelo, planificar correctamente el crecimiento habitacional y proponer el tipo y características de viviendas, cuidando siempre la protección a grupos vulnerables.

Los instrumentos normativos federales, estatales y municipales, descritos a continuación, refieren la reducción de la vulnerabilidad, como factor clave para un desarrollo socio económico más justo y equitativo.

En el Marco de Sendai, se establecen siete metas para reducir la vulnerabilidad y las consecuencias de los desastres naturales, como la disminución de la mortalidad, la vulnerabilidad y las pérdidas económicas, así como la protección de servicios básicos (ONU-Habitat, 2023).

Por su parte, la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial ENOT (2019), es un instrumento que busca plantear el desarrollo espacial del país, en el que se incorporan una amplia gama de derechos y políticas establecidas en instrumentos internacionales, como el derecho a la vivienda adecuada. La ENOT, refiere el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, la cual, incluye metas como la eliminación de la pobreza y atención a grupos vulnerables (ONU-Habitat, 2023).



A su vez, el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021-2024, está organizado en seis ejes principales, destacando el eje 5, que menciona la prevención de asentamientos en zonas de riesgo y la reducción de la vulnerabilidad ante desastres naturales (ONU-Habitat, 2023).

De tal forma que, para la atención a los requerimientos de los instrumentos normativos, específicamente en el ámbito de la vulnerabilidad socioeconómica, se requiere una estimación actualizada que identifique y caracterice localmente los grupos vulnerables.

La determinación de la vulnerabilidad socioeconómica está considerada en una etapa preventiva en la reducción del riesgo (CNPC-CENAPRED, 2015), en la cual es fundamental implementar medidas y acciones en la planificación del territorio para evitar generar condiciones de riesgo, reforzando los esquemas de organización social, capacitación y entrenamiento, que detonen una respuesta más ordenada y eficiente. De manera que adoptar medidas y acciones de forma anticipada para reducir o mitigar los riesgos ya existentes, siempre será mejor que una respuesta a una emergencia ante cualquier evento.

La capacidad de respuesta ante las afectaciones por subsidencia diferencial es fundamental, debido a que, en ese momento, de eso depende nuestra vida y/o nuestro patrimonio. Mediante la incorporación, revisión y sistematización de los datos procesados sobre peligros por fallas geológicas y la vulnerabilidad asociada a esos eventos, se fortalece el conocimiento y, con ello, las capacidades de respuesta oportuna.

En la Agenda Nacional de la Protección Civil se reconoce la importancia de establecer estrategias y programas orientados a prevenir y reducir los riesgos, y no sólo priorizar recursos para la atención de emergencias y reparación de daños. Considerando fundamental pasar de un esquema reactivo a uno preventivo, que nos permita avanzar hacia una sociedad más preparada y segura (CENAPRED, 2006), y encaminar los esfuerzos para construir un país menos vulnerable frente a los fenómenos

potencialmente destructivos, sean de origen natural o antropogénico (CENAPRED, 2006).

La experiencia en la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas también resultan ser las más afectadas por la acción de los fenómenos naturales (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

Se considera que conocer la vulnerabilidad socioeconómica, ayuda a caracterizar a la población que habita en zonas de peligro, ya sea en asentamientos humanos consolidadas o en proceso de consolidación.

Por lo anterior, se pone de manifiesto la necesidad de calcular y documentar las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica de los pobladores de la zona de afectación de la falla TAO en su parte central, ya que al momento, no se cuenta con un estudio actualizado referente a ello, el cual incluya cartografía del peligro que la subsidencia diferencial representa. Con ello, se pretende que los tomadores de decisiones, específicamente el área municipal encargada de otorgar los permisos de construcción, tengan elementos necesarios para la delimitación y protección de la zona como área no urbanizable en la zonificación primaria.

Por último, se considera necesario dar a conocer entre la población afectada y sociedad en general el peligro por subsidencia diferencial a consecuencia de la falla TAO, contribuyendo a la adecuada Gestión Integral del Riesgo y la Planificación Territorial.

## **7. Objetivo general**

Evaluar espacialmente la vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, al norte de Morelia.

### **7.1 Objetivos específicos**

- a) Analizar la evolución de los asentamientos humanos en la zona de estudio en el periodo del año 2000 al 2025.
- b) Calcular el índice de exposición de la zona de afectación de la parte central de la falla TAO.
- c) Calcular y analizar el grado de vulnerabilidad socioeconómica de la población que vive en la zona.
- d) Determinar las implicaciones socioeconómicas derivadas de la falla TAO.
- e) Identificar las posibles acciones de prevención y mitigación del riesgo por subsidencia diferencial.
- f) Difundir entre la población los resultados de la presente investigación, fortaleciendo con ello la cultura de la prevención.

## **8. Materiales y métodos**

El (CENAPRED), establece tres pasos fundamentales en la estrategia de prevención. Primero, identificar los peligros para saber dónde, cuándo y cómo nos afectan. Segundo, conocer y establecer las características y los niveles actuales de riesgo ante esos fenómenos. Tercero, diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y la adecuación de la infraestructura, y finalmente, preparar e informar a la población (CENAPRED, 2006). En congruencia con la estrategia de prevención, y considerando que el objetivo de esta investigación es solamente la determinación de la vulnerabilidad socioeconómica, se utilizaron las dos primeras etapas propuestas por CENAPRED.

La metodología de esta investigación se clasifica en un trabajo previo de gabinete, trabajo de campo, y se concluye con el análisis de toda la información obtenida durante el proceso de investigación.

### **8.1 Materiales**

#### **Trabajo de gabinete**

Esta etapa consistió en la recopilación, revisión y análisis de la información bibliográfica disponible, considerando principalmente las publicaciones científicas especializadas en temas de subsidencia diferencial y vulnerabilidad socioeconómica.

El insumo principal para la realización de este trabajo fue la ubicación espacial de la falla TAO. La investigación partió de la georreferenciación de la falla TAO en el sistema de información geográfica de uso libre QGIS. Se realizó un análisis espacial de los ~40 km totales de la falla, incorporando imágenes satelitales tipo Sentinel de noviembre de 2023, lo que permitió identificar la parte central como la zona más poblada.

Posteriormente, se realizó la caracterización geográfica, demográfica y económica. Para ello se integró información digital geográfica y estadística de fuentes oficiales como la Secretaría de Gobernación de México, INEGI, CONEVAL, CONAGUA y el

Ayuntamiento del municipio de Tarímbaro. El almacenamiento bibliográfico se realizó por medio de una biblioteca virtual mediante el uso del programa de acceso libre Mendeley. Para facilitar el reconocimiento y análisis geográfico, se usaron los archivos vectoriales y raster de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Lista de archivos digitales en formato vectorial y raster usados en el análisis de la zona de estudio y en la elaboración de mapas.

| Fuente   | Tema cartográfico                              | Carta        | Escala    | Año  |
|----------|------------------------------------------------|--------------|-----------|------|
| INEGI    | Topográfica                                    | E14A13E      | 1: 20 000 | 2011 |
| INEGI    | Topográfica                                    | E14A13F      | 1: 20 000 | 2009 |
| INEGI    | Topográfica                                    | E14A13       | 1: 50 000 | 2019 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13E3     | 1:10 000  | 2007 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13E4     | 1:10 000  | 2007 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13F3     | 1:10 000  | 2007 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13F4     | 1:10 000  | 2007 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13E      | 1: 20 000 | 1995 |
| INEGI    | Ortofoto                                       | E14A13F      | 1: 20 000 | 1995 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13E3_ms  | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13E4_ms  | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13F3s_ms | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13E3_mt  | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13E4_mt  | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13F3s_mt | 1:10000   | 2011 |
| INEGI    | Modelo Digital de elevación                    | E14A13       | 1: 50 000 | 2013 |
| INEGI    | Edafología                                     | E14-1        | 1:250 000 | 2005 |
| INEGI    | Uso de Suelo y Vegetación                      | E14-1        | 1:250 000 | 2013 |
| INEGI    | Mapa Topográfico municipal                     |              | 1: 40 000 | 2023 |
| INEGI    | Marco Geoestadístico Nacional                  |              |           | 2000 |
| INEGI    | Marco Geoestadístico Nacional                  |              |           | 2010 |
| INEGI    | Marco Geoestadístico Nacional                  |              |           | 2020 |
| INEGI    | Datos espaciales Subsidencia Morelia 2019-2020 |              |           | 2020 |
| Sentinel | Imagen Satelital                               |              |           | 2023 |

El análisis espacial de la evolución de los asentamientos humanos se realizó a partir de los Marcos Geoestadísticos de los años 2000, 2010 y 2020 del INEGI. Por su parte,

los indicadores de los Censos de Población y Vivienda aportaron información para la caracterización poblacional.

## **Trabajo de campo**

La investigación inició con cuatro visitas semanales a campo con especialistas en el área de planificación territorial y geología para conocer y ubicar las principales afectaciones de la falla TAO. Se pudo corroborar que la parte central, concentra la mayor cantidad de asentamientos humanos, los cuales presentaban afectaciones estructurales en las fachadas de viviendas, edificios públicos, e infraestructura vial. Además, se identificaron y registraron obras de construcción en proceso para integrar nuevos fraccionamientos a la zona.

Posteriormente, durante los meses de septiembre a diciembre 2024, se realizaron 12 visitas de trabajo de campo, en las que se aplicaron 131 cuestionarios a la población que reside en la zona de afectación, de acuerdo al cálculo de la muestra representativa, ver Figura 19. Los cuestionarios, fueron posteriormente georreferenciados en QGis. Además, se tomaron las fotografías de los daños estructurales en viviendas e infraestructura. Con la finalidad de obtener un mapa de calor de las zonas con mayor afectación, las imágenes de los daños, también fueron georreferenciadas y analizadas en QGis.

## **8.2 Métodos**

### **8.2.1 Delimitación de la zona de afectación**

La identificación y representación espacial del trazo de la falla TAO fue realizado por Gómez-Vasconcelos et al. (2024) mediante métodos geomórficos, geología estructural, métodos paleosísmicos y geofísicos, con lo cual se obtuvieron los archivos digitales en formato \*.shp correspondientes a la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Además, se identificó el peligro de subsidencia diferencial en la falla TAO, con una tasa de 2 cm/año (Villaseñor-Reyes et al., 2022).

A lo largo de los ~ 40 km de extensión de la falla TAO, los sistemas expuestos como las viviendas e infraestructura vial, presentan características heterogéneas, tanto en la densidad, grado de dispersión, los materiales de construcción, así como las características socioeconómicas de la población. En su parte central, el crecimiento urbano ha sido evidente en los últimos veinte años. Por ello, para la presente investigación, se eligieron seis de las 554 trazas de falla, las cuales están localizadas en la parte central, donde existen zonas densamente pobladas, y se conjugan los elementos para la existencia del riesgo: peligro, exposición y vulnerabilidad.

Para la elección de las trazas, se consideraron aquellas que estuvieran sobre asentamientos humanos cuyo crecimiento poblacional y habitacional fuera mayor a 50% en un periodo de tiempo de 10 años, además de aquellas que por su proximidad, debieran integrarse al análisis.

Para definir la zona de afectación (ZA) por subsidencia diferencial a consecuencia de la falla TAO, se consideró una distancia de 50 m alrededor de cada una de las seis trazas de falla seleccionadas. Esta distancia fue considerando estudios realizados en las fallas Nocupétaro, Chapultepec, La Paloma y La Colina, en Morelia, Mich., las cuales forman parte del SFMA, y cuyas distancias máximas de afectación son muy variables, pero no superan los 50m (Garduño-Monroy et al., 2001). Para la delimitación espacial y análisis de todos los elementos que intervienen en la evaluación de la VS, se utilizó el Sistema de Información Geográfico QGis de uso libre, con lo que se obtuvo cartografía digital en formato vectorial.

### **8.2.2 Obtención del grado de exposición**

Los sistemas o elementos expuestos que se identifican como parte de los objetivos de la presente investigación fueron: las viviendas y la población que habita en la zona.

La contabilización del total de viviendas (*VivTot*) expuestas al peligro por la subsidencia diferencial en la parte central de la falla TAO, se realizó por medio de la percepción remota, utilizando una imagen satelital Sentinel de noviembre 2023, con la cual se generó una capa vectorial de puntos en el programa QGis, donde se

incorporó un punto georreferenciado por cada una de las viviendas identificadas dentro del buffer de afectación (ZA), diferenciando las viviendas en terreno unifamiliar o en terreno compartido (torres de departamentos), ya que es un factor importante para determinar la densidad poblacional.

Para determinar las viviendas habitadas (*VivHab*) se multiplicaron las viviendas totales (*VivTot*) obtenidas en la percepción remota, por el porcentaje de viviendas habitadas dentro de la ZA ( $\%VivHab\_ZA$ )<sup>2</sup>, ver Tabla 15.

$$VivHab = VivTot \times \%VivHab\_ZA$$

Para el cálculo de la exposición del número de habitantes (*e*), se obtuvo multiplicando el número de viviendas habitadas (*VivHab*) por el promedio de habitantes por vivienda de las 17 localidades de la ZA (*Hab/Viv\_ZA*), ver Tabla 15.

$$e = VivHab \times Promedio(Hab/Viv\_ZA)$$

### 8.2.3 Grado de vulnerabilidad socioeconómica

Este trabajo utiliza la combinación de dos metodologías. Cada una de ellas arrojará un valor de Vulnerabilidad Socioeconómica ( $VS_1$  y  $VS_2$ ). El resultado final,  $VS$ , será el promedio aritmético de las dos metodologías.

$$VS = \frac{VS_1 + VS_2}{2}$$

Ambos métodos requieren el levantamiento de encuestas recabadas en campo. Para ello, se determinó la vivienda como la unidad de análisis principal, ya que sus características conforman el indicador principal de la vulnerabilidad física, aunado a que la vivienda es quien alberga a los habitantes sujetos a vulnerabilidad socioeconómica.

---

<sup>2</sup> Utilizando el indicador de *Viviendas habitadas* del CPV 2020 del INEGI, se calculó el promedio para las 17 localidades dentro de la zona de afectación.



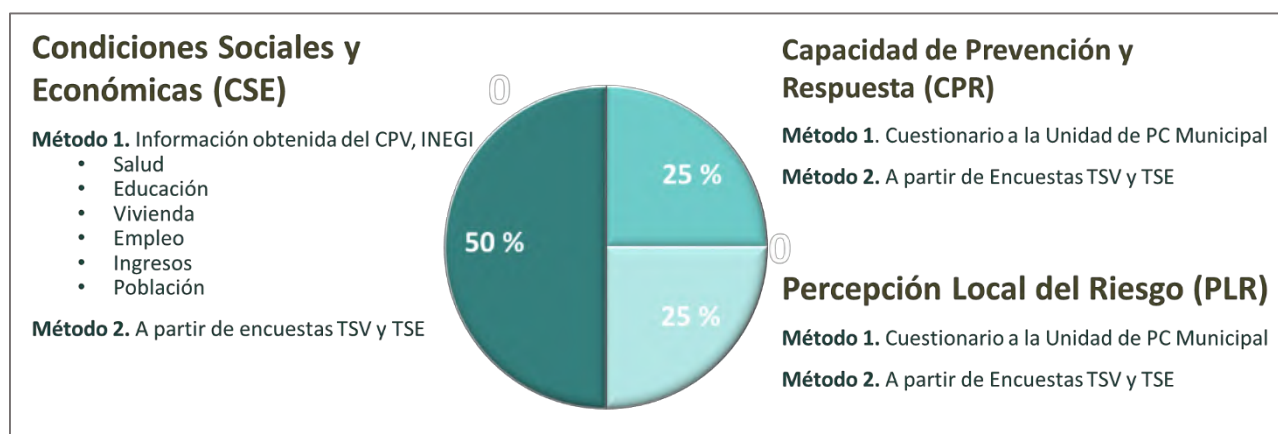
Los rubros que integran la medición de la VS en ambas metodologías son: Condiciones Sociales y Económicas (CSE), a la cual se le dio un factor de ponderación del 50% sobre el resultado final de la VS, a la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) un 25% y a la Percepción Local del Riesgo (PLR) el restante 25% (Figura 16). De tal forma que, cada uno de los elementos que integran la medición de la VS, deberá ser evaluado considerando los métodos 1 y 2, y para fines de identificación, asignaremos el subíndice 1 y 2, tanto para la VS, como para sus tres componentes.

$$CSE = \frac{CSE_1 + CSE_2}{2}$$

$$CPR = \frac{CPR_1 + CPR_2}{2}$$

$$PLR = \frac{PLR_1 + PLR_2}{2}$$

$$VS = (CSE * 0.5) + (CPR * 0.25) + (PLR * 0.25)$$



**Figura 16.** Vulnerabilidad socioeconómica, elementos y ponderación. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

La suma de los resultados de cada una de las tres partes ya ponderadas definirá el rango de vulnerabilidad socioeconómica VS de acuerdo a la Tabla 2, donde 0 representa el valor más bajo de vulnerabilidad y 1 el valor más alto posible.

**Tabla 2.** Niveles de vulnerabilidad socioeconómica. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rangos de Vulnerabilidad Socioeconómica |          |
|-----------------------------------------|----------|
| De 0.81 a 1.0                           | Muy alto |
| De 0.61 a 0.80                          | Alto     |
| De 0.41 a 0.60                          | Medio    |
| De 0.21 a 0.40                          | Bajo     |
| De 0.0 a 0.20                           | Muy bajo |

#### 8.2.4 Método 1 para el cálculo de la $VS_1$

Este método es definido por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) para el cálculo de la vulnerabilidad socioeconómica en su documento titulado “*Términos de Referencia para la Elaboración del Atlas de Peligros y/o Riesgos 2021*” (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006), el cual proporciona herramientas básicas para el diagnóstico y evaluación de la vulnerabilidad a través de una perspectiva cualitativa.

Para la medición de la  $VS_1$ , el método utiliza la estadística disponible en el contexto socio económico (Condiciones Sociales y Económicas  $CSE_1$ ), el análisis de los recursos técnicos y humanos para la atención de emergencias por parte de la Unidad de Protección Civil correspondiente (Capacidad de Prevención y Respuesta  $CPR_1$ ), así como el levantamiento de encuestas para medir entre la población, el conocimiento de las amenazas que afectan a la zona (Percepción Local del Riesgo  $PLR_1$ ).

##### 8.2.4.1 Condiciones Sociales y Económica ( $CSE$ )<sub>1</sub>

Se incorporó una breve caracterización demográfica, social, y económica de la zona de estudio con indicadores básicos que revelan las condiciones generales de las localidades dentro de la ZA. Se construyó a partir de 18 indicadores, divididos en cinco dimensiones clave: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, dado que estos rubros impactan en las condiciones básicas de bienestar y desarrollo de los

individuos y la sociedad en general. Estos indicadores se tomaron en su mayoría del último Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI y se enlistan en la Tabla 3.

Para determinar los intervalos de referencia, valores asignados, procedimiento y justificación de cada una de las variables que intervienen en la evaluación de las condiciones específicas del rubro de salud, se tiene como base la Tabla 4, educación (Tabla 5), vivienda (Tabla 6), empleo e ingresos (Tabla 7) y población (Tabla 8).

El valor final se calculó determinando el promedio de los indicadores usados en cada rubro, y posteriormente se determinaron las  $CSE_1$  promediando los cinco rubros.

**Tabla 3.** Indicadores estadísticos por rubros utilizados para la evaluación de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

|                   | Indicador                                                                                       | Contexto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salud             | Médicos por cada mil habitantes                                                                 | Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, por eso es necesario conocer la accesibilidad que ésta tiene a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de los mismos. La insuficiencia de los servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | Tasa de Mortalidad                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Porcentaje de población no derechohabiente                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Educación         | Porcentaje de analfabetismo                                                                     | Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, así mismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Se consideraron 3 indicadores que proporcionarán un panorama general del nivel educativo en cada región.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | Población de 14 años y más que asiste a la escuela                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Grado promedio de escolaridad                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Vivienda          | Porcentaje de viviendas sin agua entubada                                                       | La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte de la vida. La accesibilidad y las características de la vivienda, determinan en gran medida la calidad de vida de la población. En los desastres, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. En algunos casos, son los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. La vulnerabilidad en la vivienda se refleja en sus materiales de construcción, así como en los servicios básicos con los que cuenta o carece. Aún cuando no es regla, una gran cantidad del sector vivienda que no cuenta con servicios básicos pertenece al sector informal de la construcción y se localiza en zonas altamente expuestas a peligros naturales o fuera de los planes de desarrollo urbano, lo que las hace altamente vulnerables. |
|                   | Porcentaje de viviendas sin drenaje                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Porcentaje de viviendas con piso de tierra                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Déficit de vivienda                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Empleo e ingresos | Porcentaje de población económicamente activa (PEA) con ingresos de menos de 2 salarios mínimos | Indicadores que aportarán elementos acerca de la generación de recursos que posibilitan el sustento de las personas. La importancia de este indicador no se puede dejar de lado, ya que las cifras en México demuestran la existencia de una gran desigualdad en la distribución de los ingresos. Estos indicadores refieren principalmente a una situación vulnerable tanto en el plazo inmediato, donde las condiciones de vida son precarias y las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas, y en el largo plazo, se reflejaría en cuanto a la capacidad de prevención y respuesta que potenciaría la vulnerabilidad.                                                                                                                                                                                                                                             |
|                   | Razón de dependencia                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Tasa de desempleo abierto                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Población         | Densidad de población                                                                           | Se consideran principalmente tres aspectos sociales de la población: dos de ellos se refieren a la distribución y dispersión de los asentamientos humanos y el tercero a los grupos étnicos que cuyas condiciones de vida se asocian a diferencias culturales y sociales, y que a su vez representan uno de los grupos más marginados del país.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Porcentaje de población de habla indígena                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                   | Dispersión poblacional                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Tabla 4.** Evaluación de las condiciones de salud de la población. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rubro | Variable                                   | Intervalos                                      | Grado    | Valores referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                 | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SALUD | Cobertura de Servicios de Salud            | Uno o más médicos por cada 1000 habitantes      | Muy Bajo | 0.00               | La proporción de médicos por 1000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.                                                        | La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1000 habitantes, por lo que el indicador reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada mil habitantes en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre. |
|       |                                            | De 0.80 a 0.99 médicos por cada 1000 habitantes | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 0.60 a 0.79 médicos por cada 1000 habitantes | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 0.40 a 0.59 médicos por cada 1000 habitantes | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 0.20 a 0.39 médicos por cada 1000 habitantes | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       | Tasa de Mortalidad Infantil                | De 17.2 a 27.1                                  | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año en un periodo determinado (primer año de vida), entre los nacidos vivos en el mismo periodo, y el resultado se multiplica por cien. | Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido de sobrevivir el primer año de vida. Tomando en cuenta que el riesgo es mayor en los primeros días, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indicará en gran medida las condiciones de la atención a la salud de la población en el caso de la madre.                                                                                                               |
|       |                                            | De 27.2 a 37.0                                  | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 37.1 a 47.0                                  | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 47.1 a 56.9                                  | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 57.0 o más                                   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       | Porcentaje de Población No Derechohabiente | De 17.63 a 34.10                                | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.                                                                       | Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos accesos tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.                                                                                                                                                           |
|       |                                            | De 34.11 a 50.57                                | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 50.58 a 67.04                                | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 67.05 a 83.51                                | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|       |                                            | De 83.52 a más                                  | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Tabla 5.** Evaluación de las condiciones educativas de la población. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rubro     | Variable                                                          | Intervalos       | Grado    | Valores referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                                                                   | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EDUCACIÓN | Porcentaje de Analfabetismo                                       | De 1.07 a 15.85  | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por 100.                                                                                                 | Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores clave con respecto a la vulnerabilidad social. |
|           |                                                                   | De 15.86 a 30.63 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 30.64 a 45.41 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 45.42 a 60.19 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 60.20 a más   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           | Porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela | De 88.53 o más   | Muy Bajo | 0.00               | Se considera educación preescolar, primaria y secundaria. Se estima dividiendo la matrícula de educación básica entre la población de 6 a 14 años.                                                                                                              | El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cual es fundamental para continuar con capacitación posterior que proporcione las herramientas para acceder al mercado laboral.                                                                                                       |
|           |                                                                   | De 77.08 a 88.52 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 65.63 a 77.07 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 54.18 a 65.62 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 42.72 a 54.17 | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           | Grado promedio de escolaridad                                     | 9.9 o más        | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más, entre el total de la población de 15 años y más. Excluye a la población con grados o escolaridad no especificada. | Refleja a la población que cuenta con menos de 9 años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria, como población con rezago educativo.                                                |
|           |                                                                   | De 7.7 a 9.8     | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 5.5 a 7.6     | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 3.3 a 5.4     | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|           |                                                                   | De 1 a 3.2       | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Tabla 6.** Evaluación de las condiciones de vivienda. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rubro    | Variable                                              | Intervalos       | Grado    | Valores referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                                             | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VIVIENDA | Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada | De 0 a 19.96     | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de las viviendas, y se multiplica por cien. | La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo, y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre. |
|          |                                                       | De 19.97 a 39.92 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 39.93 a 59.88 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 59.89 a 79.84 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 79.85 o más   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          | Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje       | De 1.21 a 20.96  | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.            | La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales ante situaciones de desastre, aumentan considerablemente.                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 20.97 a 40.71 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 40.72 a 60.46 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 60.47 a 80.21 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 80.22 o más   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          | Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad  | De 0 a 19.76     | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.                                                 | La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.                                                                                    |
|          |                                                       | De 19.77 a 39.52 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 39.53 a 59.28 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 59.29 a 79.04 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          |                                                       | De 79.05 o más   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Rubro    | Variable                                                                       | Intervalos       | Grado    | Valores referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VIVIENDA | Porcentaje de déficit de vivienda                                              | De 1.63 a 13.72  | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de vivienda. Al resultado se le suman las viviendas construidas con material de deshecho y lámina de cartón, así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa las viviendas nuevas que se requieren, sumado a las viviendas que necesitan mejoramiento. | El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además, el problema no solo se remite a la insuficiencia de la vivienda, sino también a las condiciones de la misma. |
|          |                                                                                | De 13.73 a 25.81 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 25.82 a 37.90 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 37.91 a 49.99 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 50.0 o más    | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          | Porcentaje de viviendas con piso de tierra                                     | De 1.52 a 20.82  | Muy Bajo | 0.00               | El porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.                                                                                                                                                                                                        | Las viviendas con piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor, y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que para otro tipo de construcciones.                                                                                        |
|          |                                                                                | De 20.83 a 40.12 | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 40.13 a 59.42 | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 59.43 a 78.72 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 78.73 o más   | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          | Porcentaje de viviendas con paredes de material de deshecho y lámina de cartón | De 0 a 3.84      | Muy Bajo | 0.00               | Se obtiene dividiendo el total de viviendas con paredes de material de deshecho y láminas de cartón entre el total de viviendas; el resultado se multiplica por cien.                                                                                                                                                                                                                                                                     | Este indicador mostrará el número de viviendas que por las características del material con que fue construida, puede ser vulnerable frente a cierto tipo de fenómenos.                                                                                                                                                                           |
|          |                                                                                | De 3.85 a 7.68   | Bajo     | 0.25               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 7.69 a 11.52  | Medio    | 0.50               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 11.53 a 15.36 | Alto     | 0.75               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|          |                                                                                | De 15.37 o má    | Muy Alto | 1.00               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



**Tabla 7.** Evaluación de las condiciones de empleo e ingreso. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rubro             | Variable                                                                                                  | Intervalos        | Grado    | Valores de referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                                                                              | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EMPLEO E INGRESOS | Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos | De 18.41 a 34.50  | Muy Bajo | 0.00                  | Se obtiene de dividir a la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA; el resultado se multiplica por cien.                                                                                                                                          | Aún cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, además, este indicador proporcionará de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc. |
|                   |                                                                                                           | De 34.51 a 50.59  | Bajo     | 0.25                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 50.60 a 66.68  | Medio    | 0.50                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 66.69 a 82.77  | Alto     | 0.75                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 82.78 o más    | Muy Alto | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | Razón de dependencia                                                                                      | De 37.72 a 57.69  | Muy Bajo | 0.00                  | Se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años), entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64). | Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural, ya que su capacidad de resupuesta y prevención prácticamente será nula.                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 57.70 a 77.66  | Bajo     | 0.25                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 77.67 a 97.63  | Medio    | 0.50                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 97.64 a 117.60 | Alto     | 0.75                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 117.61 o más   | Muy Alto | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   | Tasa de desempleo abierto                                                                                 | De 0 a 3.09       | Muy Bajo | 0.00                  | Se divide el número de personas desocupadas entre la PEA y se multiplica el resultado por cien.                                                                                                                                                                            | Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población, así como en la capacidad de generar los resultados que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.                                                                                                     |
|                   |                                                                                                           | De 3.10 a 6.18    | Bajo     | 0.25                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 6.19 a 9.27    | Medio    | 0.50                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 9.28 a 12.36   | Alto     | 0.75                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                   |                                                                                                           | De 12.37 o más    | Muy Alto | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Tabla 8.** Evaluación de las condiciones poblacionales. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rubro     | Variable                                                                    | Intervalos                                    | Grado                         | Valores de referencia | Procedimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Justificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POBLACIÓN | Densidad de población                                                       | De 1 a 99 habitantes por km <sup>2</sup>      | Muy Bajo                      | 0.00                  | Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado, entre la superficie en kilómetros cuadrados del mismo.                                                                                                                                                                                            | La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.                                |
|           |                                                                             | De 100 a 499 habitantes por Km <sup>2</sup>   | Bajo                          | 0.25                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | De 500 a 999 habitantes por Km <sup>2</sup>   | Medio                         | 0.50                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | De 1000 a 4999 habitantes por Km <sup>2</sup> | Alto                          | 0.75                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | Más de 5000 habitantes por Km <sup>2</sup>    | Muy Alto                      | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           | Porcentaje de población de habla indígena                                   | Menos del 40% de la población                 | Predominantemente no indígena | 0.00                  | Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena. | La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población.                                                                                                                                                                                    |
|           |                                                                             | Más del 40% de la población                   | Predominantemente indígena    | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           | Porcentaje de población que habita en localidades menores a 2500 habitantes | De 0 a 9.9                                    | Muy Bajo                      | 0.00                  | Se considera localidades pequeñas a las menores de 2500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas con respecto al total de la población de un territorio determinado.                                                                                                                                       | La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas, cuyas condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso. |
|           |                                                                             | De 10 a 19.9                                  | Bajo                          | 0.25                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | De 20 a 29.9                                  | Medio                         | 0.50                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | De 30 a 39.9                                  | Alto                          | 0.75                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|           |                                                                             | 40 o más                                      | Muy Alto                      | 1.00                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Los indicadores no disponibles a nivel de localidad (médicos por cada mil habitantes, tasa de mortalidad infantil, déficit de vivienda, PEA con menos de 2 salarios mínimos, razón de dependencia y tasa de desempleo abierto), se consideró el de más próxima desagregación superior en el siguiente orden: Municipal, Estatal.

#### **8.2.4.2 Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR)<sub>1</sub>**

Se refiere a la preparación antes y a la respuesta posterior por parte de las autoridades ante la amenaza de un fenómeno natural. El objetivo primordial es evaluar a grandes rasgos el grado de equipamiento y capacitación de la unidad de protección civil del municipio, para incorporar conductas preventivas y ejecutar acciones para la atención de la emergencia.

Los problemas más comunes que se pueden presentar son: el desplazamiento de la población, enfermedades transmisibles, carencia de servicios básicos y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos y vías de comunicación.

En consideración de lo anterior, la CPR<sub>1</sub> consideró acciones para planificar, organizar y mejorar las condiciones existentes frente a posibles efectos de eventos adversos.

Para su detección, se empleó un cuestionario (Figura 17), el cual fue aplicado al responsable de la unidad de Protección Civil correspondiente, donde, dependiendo de las respuestas, se le asignó un puntaje. Las respuestas nos permiten conocer los recursos, programas y planes con los que se cuenta. En el caso donde la respuesta sea negativa (valor=1), esta se puede considerar como un área de oportunidad donde puede fortalecerse de acuerdo a la disponibilidad de recursos. Las respuestas positivas (valor =0) indican que existe una muy buena relación de la unidad de Protección Civil correspondiente con los diferentes organismos municipales, estatales y federales, lo cual facilita las labores de respuesta ante una emergencia (CENAPRED, 2006).

Cada una de las respuestas del cuestionario representa por sí misma un indicador sobre las necesidades particulares de la unidad de Protección Civil, a las cuales se

les asignará un valor, con lo que se obtiene un puntaje entre 0 y 22, el cual se evalúa de acuerdo a la Tabla 9.

**Tabla 9.** Rangos para evaluación de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR)<sub>1</sub>. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rangos con respecto a la sumas de las respuestas | Valor asignado según condición de vulnerabilidad | Nivel de Capacidad de Prevención y Respuesta |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| De 0 a 4                                         | 0.00                                             | Muy Alta                                     |
| De 4.1 a 8.0                                     | 0.25                                             | Alta                                         |
| De 8.1 a 12.0                                    | 0.5                                              | Media                                        |
| De 12.1 a 16.0                                   | 0.75                                             | Baja                                         |
| De 16.1 o más                                    | 1.00                                             | Muy Baja                                     |

| Medición de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) |                                                                                                                                                                                                                              |    |    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                          | Pregunta                                                                                                                                                                                                                     | SI | NO |
| 1                                                        | ¿El Municipio cuenta con una unidad de Protección Civil o algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?                                    | 0  | 1  |
| 2                                                        | ¿Cuenta con un plan de emergencia?                                                                                                                                                                                           | 0  | 1  |
| 3                                                        | ¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia? | 0  | 1  |
| 4                                                        | ¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p.ej. Manual de Organización)?                                                                                                           | 0  | 1  |
| 5                                                        | ¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?                                                                                                                             | 0  | 1  |
| 6                                                        | ¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?                                                                                                                                                                                 | 0  | 1  |
| 7                                                        | ¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de las cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia?                                                             | 0  | 1  |
| 8                                                        | Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico) en caso de desastre?                                                                                   | 0  | 1  |
| 9                                                        | ¿Tienen establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?                                                                                                | 0  | 1  |
| 10                                                       | ¿Tiene establecido los sitios que pueden fungir como helipuertos?                                                                                                                                                            | 0  | 1  |
| 11                                                       | ¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?                                                                                                                             | 0  | 1  |
| 12                                                       | ¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?                                                                                                      | 0  | 1  |
| 13                                                       | ¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DICONSA, LICONSA, etc)?                                                                                                                                 | 0  | 1  |
| 14                                                       | ¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?                                     | 0  | 1  |
| 15                                                       | ¿Cuenta con un número de personal activo?                                                                                                                                                                                    | 0  | 1  |
| 16                                                       | ¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?                                                                                                                                        | 0  | 1  |
| 17                                                       | ¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?                                                                                                                     | 0  | 1  |
| 18                                                       | ¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadoras, internet, teléfono)?                                                                        | 0  | 1  |
| 19                                                       | ¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?                                                                                                 | 0  | 1  |
| 20                                                       | ¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?                                                                                                                           | 0  | 1  |
| 21                                                       | ¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?              | 0  | 1  |
| 22                                                       | ¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su Municipio?                                                                                                          | 0  | 1  |
| 23                                                       | ¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?                                                                                                                                                      |    |    |
| 24                                                       | ¿Qué actividades realizan normalmente?                                                                                                                                                                                       |    |    |

**Figura 17.** Cuestionario para la medición de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

### **8.2.4.3 Percepción Local del Riesgo (PLR)<sub>1</sub>**

Este componente mide la Percepción Local del Riesgo, entendida como el constructo social o imaginario colectivo, mediante el cual la población identifica las amenazas de su entorno y su nivel de exposición frente a las mismas, ya que la identificación, aceptación, y una percepción adecuada, determinan nuestra respuesta ante ellos.

Consta de un cuestionario (Figura 18) que se aplicó a la población residente dentro de la zona de estudio, en el que cada uno tiene un valor igual a la suma de los puntos asignados a cada una de sus 25 respuestas. El promedio de puntos de todos los cuestionarios, es el valor de referencia para determinar la PLR<sub>1</sub> de acuerdo a la Tabla 10.

**Tabla 10.** Rangos para evaluación de la Percepción Local del Riesgo (PLR)<sub>1</sub>. Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Rango          | Nivel de Percepción Local del Riesgo | Valor asignado según condición de vulnerabilidad |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
| De 0 a 5.0     | Muy Alta                             | 0.00                                             |
| De 5.1 a 10.0  | Alta                                 | 0.25                                             |
| De 10.1 a 15.0 | Media                                | 0.50                                             |
| De 15.1 a 20.0 | Baja                                 | 0.75                                             |
| Más de 20.0    | Muy Baja                             | 1.00                                             |



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra  
Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio



### CÉDULA DE PERCEPCIÓN LOCAL DEL RIESGO

Total de puntos de la Cédula: \_\_\_\_\_

| No. | Pregunta                                                                                                                                                                                                   | Valores                                                             |                                                                                         |                                                                                              | Total |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                                                                                                                                                                                                            | A                                                                   | B                                                                                       | C                                                                                            |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | De 1 a 5                                                            | De 6 a 13                                                                               | 14 o más                                                                                     |       |
| 1   | Dentro de los tipos de peligro que existen, ¿Cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?                                                                                               | 1                                                                   | 0.5                                                                                     | 0                                                                                            |       |
| 2   | Respecto a los peligros, ¿Recuerda o sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?                                                                                         | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 3   | ¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?                                                                                                                                         | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 4   | ¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas? (que se encuentra en una ladera, zona sísmica, zona de inundación)                                                          | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 5   | ¿Ha sufrido la pérdida de un bien a causa de un desastre natural?                                                                                                                                          | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 6   | En caso que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:                                                                                                                  | Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo) | Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio) | Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto) |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0.25                                                                | 0.5                                                                                     | 1                                                                                            |       |
| 7   | ¿Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación por algunas horas debido a algún tipo de fenómeno?                                                          | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 8   | ¿Cree que en su comunidad identifica los peligros?                                                                                                                                                         | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 9   | ¿Conoce algún programa, obra o institución que ayude a disminuir los efectos de fenómenos naturales? (sistema de alertamientos ante sismos, construcción de bordos, presas, terrazas, sistemas de drenaje) | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 10  | ¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?                                                                  | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 11  | ¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?                                                                                       | Si                                                                  | No                                                                                      | No sé                                                                                        |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 0                                                                   | 1                                                                                       | 1                                                                                            |       |
| 12  | En caso de haberse llevado campañas de información, ¿Cómo se enteró?                                                                                                                                       | No se enteró/ No ha habido campaña                                  | A través de medios impresos                                                             | A través de radio y televisión                                                               |       |
|     |                                                                                                                                                                                                            | 1                                                                   | 0.5                                                                                     | 0                                                                                            |       |

Página 1 de 2

|    |                                                                                                                                                                     |                                          |                                           |                                           |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--|
| 13 | ¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?                                                                                                               | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 14 | ¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?                                                                                                           | Si                                       | No                                        |                                           |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         |                                           |  |
| 15 | ¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?                                                   | Si                                       | No                                        |                                           |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         |                                           |  |
| 16 | En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural, ¿Se le brindó algún tipo de apoyo?                                                                   | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 17 | ¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural? (sismo, inundación o deslizamiento de ladera)                                                                     | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 18 | De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención? | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 19 | Existe en su comunidad, localidad o municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?                                                          | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 20 | ¿Conoce la existencia de la Unidad de Protección Civil?                                                                                                             | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 21 | ¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la Unidad de Protección Civil?                                                                                     | Sé dónde se encuentra y sé sus funciones | No sé dónde se encuentra y no sé qué hace | Sé qué hace pero no sé dónde se encuentra |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 0.5                                       |  |
| 22 | ¿Está usted preparado para enfrentar un desastre?                                                                                                                   | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 23 | ¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información requerida?                                                              | Si                                       | No                                        | No sé                                     |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 1                                         |  |
| 24 | La Unidad de Protección Civil de su localidad, ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?                                          | Mucho                                    | Nada                                      | Poco                                      |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         | 0.5                                       |  |
| 25 | ¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?                                                             | Si                                       | No                                        |                                           |  |
|    |                                                                                                                                                                     | 0                                        | 1                                         |                                           |  |

Toda información proporcionada por el encuestado, será estrictamente tratada de acuerdo a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

Responsable del Proyecto: Ing. Berenice Contreras Ávila;  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT), UMSNH  
[Berenice.contreras@umich.mx](mailto:Berenice.contreras@umich.mx)

Asesora de Tesis: Dra. Erna Martha López Granados; INICIT – UMSNH; [erna.lopez@umich.mx](mailto:erna.lopez@umich.mx)  
Co-asesora de Tesis: Dra. Martha Gabriela Gómez Vasconcelos INICIT-UMSNH; [Gabriela.gomez@umich.mx](mailto:Gabriela.gomez@umich.mx)

Página 2 de 2

**Figura 18.** Cuestionario aplicado en campo: Percepción Local del Riesgo (PLR<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (CENAPRED, 2006).

### **8.2.5 Método 2 para el cálculo de la VS<sub>2</sub>**

Basados en la ponderación por rubro definida en el Método 1, y considerando que la mitad de los indicadores utilizados para el cálculo de la Vulnerabilidad Socioeconómica tienen desagregación Estatal o Municipal, se determinó en conjunto con un grupo de expertos en temas socioeconómicos y geológicos, evaluar la VS de la ZA incorporando nuevos indicadores para cada uno de los rubros (CSE<sub>2</sub>, PLR<sub>2</sub> y CPR<sub>2</sub>), los cuales se obtuvieron a través del levantamiento de dos cuestionarios diferentes, dado que se identificaron en la zona de estudio dos tipos de población objetivo: las viviendas y las unidades económicas.

Los dos tipos de cuestionarios implementados fueron: Tipo y Servicios de la Vivienda (TSV) (Figura 19) y Tipo y Servicios de la Edificación (TSE) (Figura 20). La implementación de nuevos cuestionarios nos brinda la oportunidad de adecuar los indicadores para que reflejen una realidad socioeconómica más congruente con el México de hoy, así como focalizar los resultados en la zona de estudio a través de una perspectiva cualitativa y cuantitativa. Esta metodología incorpora y sustituye algunas variables, con la rigurosidad de estar asociadas específicamente al riesgo por subsidencia diferencial, debiendo reflejar la realidad del grupo social de la zona de estudio.

Con las respuestas conjuntas de los dos cuestionarios TSV y TSE, se obtuvo información para determinar rubros equivalentes medidos por SEDATU en el Método 1, a los indicadores del Método 2 les llamaremos para fines de identificación: CSE<sub>2</sub>, CPR<sub>2</sub> y PLR<sub>2</sub>.

#### **Obtención de la muestra**

Se realizó el cálculo de la muestra por el método aleatorio simple utilizando la fórmula de la Figura 19.



$$n = \frac{N}{1 + \left[ \frac{e^2 (N-1)}{Z^2 pq} \right]}$$

**Donde:**

n = tamaño de la muestra

N = universo de análisis = 1308 (en nuestro caso)

e = 0.0813 (error)

Z = 1.96 (95% grado de confianza)

p = 0.5 (probabilidad a favor)

q = 0.5 (probabilidad en contra)

Dando como resultado una muestra de **131 viviendas a encuestar**.

**Figura 19.** Cálculo de la muestra representativa para la aplicación de cuestionarios en campo por el método aleatorio simple.

Este tamaño de muestra es suficiente para alcanzar un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 8.13%. Este cálculo asegura que los resultados del estudio son tanto estadísticamente significativos, como aplicables al universo de las viviendas y su población de forma general.

### 8.2.5.1 Diseño de los cuestionarios

Se aplicaron 131 cuestionarios sobre: 1) Tipo y Servicio de la Vivienda (TSV), 2) Tipo y Servicio de la Edificación (TSE), 3) Percepción Local del Riesgo (PLR<sub>1</sub>) y 4) Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR<sub>1</sub>), que solamente fue aplicado a la unidad de Protección Civil municipal (Tabla 11).

**Tabla 11.** Distribución de los tipos de cuestionarios aplicados en campo. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo de cuestionario                                    | Número de cuestionarios aplicados |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Tipo y Servicios de la Vivienda (TSV)                   | 85                                |
| Tipo y Servicios de la Edificación (TSE)                | 22                                |
| Percepción Local del Riesgo (PLR <sub>1</sub> )         | 23                                |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>1</sub> ) | 1                                 |

Los cuestionarios TSV, se aplicaron a personas mayores de 18 años que habitan en la zona de afectación de la falla TAO. El cuestionario TSE se aplicó al encargado de

la unidad económica y/o de servicios, mayor de edad, y que realizara sus actividades diarias en el lugar encuestado.

El cuestionario TSV pretende conocer las principales afectaciones socioeconómicas que la población ha sufrido por vivir en la ZA de la falla, y con ello, cuantificar y caracterizar los efectos en el ámbito socioeconómico.

Entre la información que se solicitó en el cuestionario TSV (Figura 20), existen 10 tópicos relacionados a las características propias de la vivienda, nueve con información sociodemográfica para cada uno de sus habitantes y 21 preguntas adicionales de las cuales: 17 son dedicadas a la identificación de los posibles daños y la percepción local del riesgo, tres en relación al empleo e ingreso y finalmente, una pregunta abierta para identificar sus necesidades a partir del peligro por la falla TAO.

El cuestionario TSE (Figura 21), está enfocado a las unidades económicas de la ZA que comercializan algún bien o prestan algún servicio. Pretende reflejar información socioeconómica de los ocupantes del inmueble, identificando el tipo de producto y/o servicio que brinda a la población, los materiales y condiciones de construcción en los que se encuentra, número de empleados dentro de la unidad económica y horas laboradas.

De la información recabada con los cuestionarios TSV y TSE, se usaron los indicadores y las ponderaciones descritas en la Tabla 12 para la medición cuantitativa de las  $CSE_2$ ,  $PLR_2$  y  $CPR_2$ , y con los restantes indicadores, se hizo una caracterización más actualizada de la ZA.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra

Encuesta para determinar la vulnerabilidad social alrededor de la  
Falla Geológica Tarímbaro Álvaro-Obregón



---

### Tipo y servicios de la vivienda

Folio encuesta: \_\_\_\_\_  
Iniciales entrevistador: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_  
Coordenadas Longitud: \_\_\_\_\_ Latitud: \_\_\_\_\_  
Fecha encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

| Tipo | Tipo propiedad | Modo de adquisición | Propiedad | Construcción | Material muros | Material techos | Material pisos | Acceso agua potable | Internet |
|------|----------------|---------------------|-----------|--------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------|----------|
|      |                |                     |           |              |                |                 |                |                     |          |

**Tipo:** (1) Vivienda unifamiliar 1 planta, (2) Vivienda unifamiliar 2 plantas, (3) Casa Dúplex, (4) Departamento en edificio, (5) Vivienda en vecindad, (6) Local no construido para habitación, (6) Refugio  
**Tipo propiedad:** (1) Propia, (2) Rentada, (3) Prestada u otro  
**Modo adquisición:** (1) Crédito Infonavit, (2) Crédito Fovissste, (3) Crédito Bancario, (4) Efectivo, (5) Otro  
**Propiedad:** (1) Totalmente pagada, (2) Parcialmente pagada, (3) Se dejó de pagar, (4) No sabe  
**Construcción:** (1) Construida por fraccionadores o mandada a hacer con un profesional, (2) Autoconstrucción, (3) No determinado  
**Material muros:** (1) Muros de mampostería con techos rígidos. Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto.  
(2) Muros de mampostería con techos flexibles: material de desecho, lámina, cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, madera, teja.  
**Material techos:** (1) Techos rígidos: loza de concreto, tabique, ladrillo,  
(2) Techos flexibles: teja, madera, palma, lámina asbesto o metálica, lámina de cartón, material de desecho.  
**Material de pisos:** (1) Concreto recubierto con vitropiso, (2) Concreto, (3) Madera, (4) sin material de construcción  
**Acceso a agua potable:** (1) COMAPAT, (2) Pozo de agua (3) No cuenta con agua potable (4) Otro, especifique  
**Internet:** (0) Sin acceso a internet, (1) Con acceso a internet, (2) Con acceso a internet y algún miembro con alarma sísmica en algún dispositivo

### Características de la Población

*(Llena un renglón por cada uno de los habitantes en la vivienda)*

| Género | Edad | Grado esc. | Discapacidad | Servicio Médico | Leng. indígena | Lugar laboral | Horas laboradas (semana) | Tiempo vivienda |
|--------|------|------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|--------------------------|-----------------|
| P1     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P2     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P3     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P4     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P5     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P6     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |
| P7     |      |            |              |                 |                |               |                          |                 |

**Género:** (1) Masculino, (2) Femenino, (3) Otro  
**Edad:** años  
**Grado de escolaridad:** Convierta en años o grados y anote el último aprobado, (6) Primaria, (9) Secundaria, (12) Bachillerato, (16,17) Licenciatura, (18,19) Maestría, (22,23) Doctorado  
**Discapacidad:** (0) Ninguna, (1) Motriz, (2) Visual, (3) Auditiva, (4) Lenguaje, (5) Mental, (6) sensorial  
**Servicio médico:** (0) Ninguno, (1) IMSS, (2) ISSSTE, (3) Pemex, Defensa o Marina, (4) IMSS Prospera, Bienestar, (5) Seguro privado  
**Lengua indígena:** (1) Purépecha o Tarasco, (2) Náhuatl, (3) Mazahua, (4) Otros  
**Lugar laboral** (0) No realiza ninguna actividad, (1) Trabaja dentro hogar, (2) Trabaja fuera del hogar  
**Tiempo aproximado que pasa en su vivienda** (horas al día contando la noche)

### Preguntas para el entrevistado

- Desde hace cuánto tiempo radica en esta vivienda? \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses
- ¿Qué tan seguro se siente en su vivienda? ☐ Mucho ☐ Poco ☐ Nada
- ¿Sabía de la existencia de la falla TAO? ☐ Sí ☐ No
- Afectaciones por la **falla** o por **hundimiento diferencial** en su vivienda, marque todas las necesarias:  
☐ Ninguna ☐ En muros ☐ Techos ☐ Pisos ☐ Bardas
- Si la vivienda se ve afectada por la falla, sabe qué medidas se deben tomar ante las instancias oficiales? ☐ Sí ☐ No
- Ha reportado a alguna instancia oficial algún daño por la falla TAO en su propiedad? ☐ Sí, a cuál \_\_\_\_\_ ☐ No
- Si hubiera sabido de la existencia de la falla, hubiera adquirido o rentado esta vivienda? ☐ Sí ☐ No
- Sabe qué medidas tomar en caso de sismo? ☐ Sí ☐ No  
 Cuáles? \_\_\_\_\_
- La falla ha generado algún tipo de gasto por reparación en su vivienda? ☐ Sí ☐ No
- En caso afirmativo, a cuánto ascienden los gastos? \$ \_\_\_\_\_
- La falla ha ocasionado algún problema de salud física o emocional a algún integrante de su familia? ☐ Sí ☐ No  
 En caso afirmativo, especifique: \_\_\_\_\_
- Identifica alguna vialidad afectada a consecuencia de la falla? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- Identifica alguna edificación pública afectada a consecuencia de la falla? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- ¿Está consciente que la zona de influencia de la Falla está siendo afectada por hundimiento diferencial? ☐ Sí ☐ No
- Ha detectado algún tipo de hundimiento que se extienda linealmente por la zona? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- ¿De ser necesario por su seguridad y patrimonio, estaría dispuesto a cambiar su lugar de residencia? ☐ Sí ☐ No
- ¿Por qué decidió comprar/rentar/vivir en ésta vivienda? ☐ Precio ☐ Ubicación ☐ Diseño ☐ Tamaño ☐ Otro
- ¿Cuántas personas tienen trabajo remunerado en la familia? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántas personas dependen del ingreso familiar? \_\_\_\_\_
- Rango del ingreso total mensual familiar de: ☐ \$0 a \$7,408 ☐ \$7,409 - \$14,936 ☐ \$14,937 - \$22,404 ☐ \$22,405 - \$ En adelante
- ¿Qué le gustaría que hicieran las autoridades por usted al estar en la zona afectada? \_\_\_\_\_

Toda información proporcionada por el encuestado, será estrictamente tratada de acuerdo a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

Responsable del Proyecto: Ing. Berenice Contreras Ávila;  
 Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra(INICIT), UMSNH  
[berenice.contreras@umich.mx](mailto:berenice.contreras@umich.mx)  
 Asesora de Tests: Dra. Erna Martha López Granados; INICIT – UMSNH; [erna.lopez@umich.mx](mailto:erna.lopez@umich.mx)  
 Co-asesora de Tests: Dra. Martha Gabriela Gómez Vasconcelos INICIT-UMSNH; [martha.gomez@umich.mx](mailto:martha.gomez@umich.mx)

Página 1 de 2

Página 2 de 2

Figura 20. Cuestionario aplicado en campo: Tipo y Servicios de la Vivienda (TSV). Elaboración propia.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra  
Encuesta para determinar la vulnerabilidad social alrededor de la  
Falla Geológica Tarimbaro Álvaro-Obregón



---

### Tipo y servicios de la edificación

Folio encuesta: \_\_\_\_\_  
Iniciales entrevistador: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Coordenadas Longitud: \_\_\_\_\_ Latitud: \_\_\_\_\_  
Fecha encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

| Tipo | Tipo propiedad | No. de Pisos (incluye PB) | Construcción | Material muros | Material techos | Material pisos | Acceso agua potable | Internet | Plan Prot Civ |
|------|----------------|---------------------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------|----------|---------------|
|      |                |                           |              |                |                 |                |                     |          |               |

**Tipo:** (1) Escuela Primaria (2) Escuela Secundaria (3) Escuela Específica (4) Local comercial (5) Iglesia (6) Institución de Gobierno (7) Otro: Especificar \_\_\_\_\_

**Tipo propiedad:** (1) Propia, (2) Rentada, (3) Prestada u otro \_\_\_\_\_

**Construcción:** (1) Mandada a hacer con un profesional, (2) Autoconstrucción, (3) Construida por el Gobierno

**Material muros:** (1) Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

(2) Material de desecho, lámina, cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, madera, teja.

**Material techos:** (1) Techos rígidos: loza de concreto, tabique, ladrillo,

(2) Techos flexibles: teja, madera, palma, lámina asbesto o metálica, lámina de cartón, material de desecho.

**Material de pisos:** (1) Concreto recubierto con vitropiso, (2) Concreto, (3) Madera, (4) sin material de construcción

**Acceso a agua potable:** (1) COMAPAT, (2) Pozo de agua (3) No cuenta con agua potable (4) Otro, especifique \_\_\_\_\_

**Internet:** (0) Sin acceso a internet, (1) Con acceso a internet, (2) Con acceso a internet y alguna persona con alarma sísmica en algún dispositivo

**Plan Prot Civ:** (1) Si cuenta con Plan de Protección Civil, (2) No cuenta con Plan de Protección Civil

### Características de los ocupantes frecuentes de las instalaciones

*(Llena un renglón por cada uno de los habitantes de esta edificación)*

|    | Género | Edad | Grado est. | Discapacidad | Servicio Médico | Leng indígena | Horas q pasa en el lugar |
|----|--------|------|------------|--------------|-----------------|---------------|--------------------------|
| P1 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P2 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P3 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P4 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P5 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P6 |        |      |            |              |                 |               |                          |
| P7 |        |      |            |              |                 |               |                          |

**Género:** (1) Masculino, (2) Femenino, (3) Otro \_\_\_\_\_

**Edad:** años \_\_\_\_\_

**Grado de escolaridad:** Convierta en años o grados y anote el último aprobado, (6) Primaria, (9) Secundaria, (12) Bachillerato, (16,17) Licenciatura, (18,19) Maestría, (22,23) Doctorado

**Discapacidad:** (0) Ninguna, (1) Motriz, (2) Visual, (3) Auditiva, (4) Lenguaje, (5) Mental, (6) sensorial

**Servicio médico:** (0) Ninguno, (1) IMSS, (2) ISSSTE, (3) Pemex, Defensa o Marina, (4) IMSS Prospera, Bienestar, (5) Seguro privado

**Lengua indígena:** (1) Purépecha o Tarasco, (2) Náhuatl, (3) Mazahua, (4) Otros \_\_\_\_\_

**Horas que pasa aproximadamente en el lugar** (horas al día contando la noche) \_\_\_\_\_

Página 1 de 2



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra  
Encuesta para determinar la vulnerabilidad social alrededor de la  
Falla Geológica Tarimbaro Álvaro-Obregón



---

### Preguntas para el entrevistado

- Desde hace cuánto tiempo labora o habita en este lugar? \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses
- Qué tan seguro se siente en este lugar? ☐ Mucho ☐ Poco ☐ Nada
- Sabía de la existencia de la falla TAO? ☐ Sí ☐ No
- Marque todas la afectaciones necesaria por la **falla** o por **hundimiento diferencial** en las instalaciones donde se encuentra:  
☐ Ninguna ☐ En muros ☐ Techos ☐ Pisos ☐ Bardas ☐ En instalaciones deportivas
- Si la construcción se ve afectada por la falla, sabe qué medidas se deben tomar ante instancias oficiales? ☐ Sí ☐ No
- Sabe por dónde pasan las tuberías de gas en su vivienda? \_\_\_\_\_
- Ha reportado a alguna instancia oficial algún daño por la falla TAO? ☐ Sí, a cuál \_\_\_\_\_ ☐ No
- Si hubiera sabido de la existencia de la falla, hubiera adquirido, rentado o habitado esta propiedad? ☐ Sí ☐ No
- Sabe qué medidas tomar en caso de sismo? ☐ Sí ☐ No  
 Cuáles? \_\_\_\_\_
- La falla ha generado algún tipo de gasto por reparación? ☐ Sí Cuánto \$ \_\_\_\_\_ ☐ No
- La falla ha ocasionado algún problema de salud física o emocional? ☐ Sí ☐ No  
 En caso afirmativo, especifique: \_\_\_\_\_
- Identifica alguna vialidad afectada a consecuencia de la falla? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- Identifica alguna edificación pública afectada a consecuencia de la falla? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- Está consciente que la zona de influencia de la Falla está siendo afectada por hundimiento diferencial? ☐ Sí ☐ No
- Ha detectado algún tipo de hundimiento por la zona? ☐ Sí ☐ No  
 Dónde? \_\_\_\_\_
- De ser necesario por su seguridad y patrimonio, estaría dispuesto a cambiar el lugar laboral? ☐ Sí ☐ No
- Por qué decidió comprar/rentar/habitar este lugar? ☐ Precio ☐ Ubicación ☐ lugar trabajo ☐ Otro \_\_\_\_\_
- Cuántas personas laboran en estas instalaciones? \_\_\_\_\_
- Qué le gustaría que hicieran las autoridades por usted al estar en la zona afectada? \_\_\_\_\_

### COMENTARIOS DEL ENCUESTADO

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Toda información proporcionada por el encuestado, será estrictamente tratada de acuerdo a la Ley de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.*

Responsable del Proyecto: Ing. Berenice Contreras Ávila;  
 Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT), UMSNH [berenice.contreras@umich.mx](mailto:berenice.contreras@umich.mx);  
 Asesora de Tesis: Dra. Erna Martha López Granados; INICIT – UMSNH; [erna.lopez@umich.mx](mailto:erna.lopez@umich.mx);  
 Co-asesora de Tesis: Dra. Martha Gabriela Gámez Vasconcelos INICIT-UMSNH; [magabriela.gomez@umich.mx](mailto:magabriela.gomez@umich.mx)

Página 2 de 2

Figura 21. Cuestionario aplicado en campo. Tipo y Servicios de la Edificación (TSE). Elaboración propia.



**Tabla 12.** Ponderación de respuestas para el cuestionario Tipo y Servicios de la Vivienda. Elaboración propia.

|                                           | Pregunta                                                                         | Ponderación |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Condiciones Sociales y Económicas (CSE)   | La vivienda tiene acceso a agua potable? = Sí, de COMAPAT                        | 0           |
|                                           | La vivienda tiene acceso a agua potable? = Sí, de pozo agua                      | 1           |
|                                           | La vivienda tiene acceso a agua potable = No cuenta con agua potable             | 1           |
|                                           | La vivienda tiene acceso a agua potable = Ninguna de las anteriores              | 0.5         |
|                                           | La vivienda ha tenido afectaciones? = SI                                         | 1           |
|                                           | La vivienda ha tenido afectaciones? = NO                                         | 0           |
|                                           | Ingreso familiar = \$0                                                           | 1           |
|                                           | Ingreso familiar (\$0-\$7468)                                                    | 0.75        |
|                                           | Ingreso familiar (\$7469 -14936)                                                 | 0.5         |
|                                           | Ingreso familiar (\$14937 - 22404)                                               | 0.25        |
|                                           | Ingreso familiar (\$22405 - Adelante)                                            | 0           |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) | La vivienda cuenta con internet? = NO                                            | 1           |
|                                           | La vivienda cuenta con internet? = SI                                            | 0.25        |
|                                           | La vivienda cuenta con internet y alarma sísmica? = SI                           | 0           |
|                                           | Ante el daño a viviendas, sabe qué medidas tomar ante instancias oficiales? = SI | 0           |
|                                           | Ante el daño a viviendas, sabe qué medidas tomar ante instancias oficiales? = NO | 1           |
|                                           | Sabe qué medidas tomar en caso de sismo? = SI                                    | 0           |
|                                           | Sabe qué medidas tomar en caso de sismo? = NO                                    | 1           |
| Percepción Local del Riesgo (PLR)         | Qué tan seguro se siente en su vivienda? = Mucho                                 | 1           |
|                                           | Qué tan seguro se siente en su vivienda? = Poco                                  | 0.5         |
|                                           | Qué tan seguro se siente en su vivienda? = Nada                                  | 0           |
|                                           | Sabía de la existencia de la Falla? = SI                                         | 0           |
|                                           | Sabía de la existencia de la Falla? = NO                                         | 1           |
|                                           | Si hubiera sabido de la falla, hubiera adquirido/rentado su vivienda? = SI       | 1           |
|                                           | Si hubiera sabido de la falla, hubiera adquirido/rentado su vivienda? = NO       | 0           |
|                                           | Identifica alguna vialidad afectada? = SI                                        | 0           |
|                                           | Identifica alguna vialidad afectada? = NO                                        | 1           |
|                                           | Identifica alguna edificación pública afectada? = SI                             | 0           |
|                                           | Identifica alguna edificación pública afectada? = NO                             | 1           |
|                                           | Está consciente del hundimiento? = SI                                            | 0           |
|                                           | Está consciente del hundimiento? = NO                                            | 1           |
|                                           | Ha detectado algún hundimiento? = SI                                             | 0           |
|                                           | Ha detectado algún hundimiento? = NO                                             | 1           |
|                                           | Estaría dispuesto a cambiar su lugar de residencia? = SI                         | 0           |
|                                           | Estaría dispuesto a cambiar su lugar de residencia? = NO                         | 1           |

### **8.2.6 Análisis integral de la vulnerabilidad socioeconómica**

Se realizó un análisis comparativo de los valores obtenidos para cada uno de los tres elementos que integran la medición de la vulnerabilidad socioeconómica: Condiciones Sociales y Económicas (CSE), Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR), y Percepción Local del Riesgo (PLR).

Este comparativo se efectuó contrastando los resultados arrojados por los dos métodos usados. El objetivo principal fue identificar si existen diferencias substanciales entre los valores de dichos componentes, atribuibles directamente al método empleado para su estimación.

Se consideró el crecimiento habitacional y poblacional de los asentamientos humanos con cortes temporales para los años 2000, 2010, 2020, usando información del Censo de Población y Vivienda 2020, así como del Marco Geoestadístico Municipal 2020, ambos del INEGI. La información actualizada para el año 2024 se obtuvo de las encuestas recabadas en campo, que nos brindaron indicadores actuales para el diagnóstico de la vulnerabilidad socioeconómica de la ZA de forma integral.

El análisis de la cartografía resultante detectó y zonificó las áreas de peligro, vulnerabilidad, índice de exposición y riesgo, permitiendo una correlación de información geográfica y estadística, mostrando el nivel de vulnerabilidad socioeconómica desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa; aportando datos para establecer las prioridades aplicables en la prevención de riesgos y la planificación territorial.

### **8.2.7 Vulnerabilidad física (VF)**

La vulnerabilidad física se evalúa en función de las tipologías constructivas y los materiales predominantes utilizados en las viviendas e infraestructura; consiste en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, que en la mayoría de los casos, son obras construidas por el hombre (viviendas e infraestructura).

Fue de gran utilidad recorrer la zona de estudio en su totalidad para detectar los daños a las viviendas y la infraestructura, teniendo interacción directa con las personas vulnerables, para que, a través de sus aportaciones particulares y las evidencias fotográficas recabadas durante el recorrido por la zona, se integre un análisis de las afectaciones físicas, las cuales fueron georreferenciadas en el SIG. Con estos resultados se generó un Mapa de Calor para identificar de manera preliminar los espacios donde existe evidencia de mayores daños estructurales.

## **9. Características socioeconómicas del Municipio de Tarímbaro, Michoacán**

### **9.1 Población**

El Municipio de Tarímbaro se caracteriza por una estructura territorial compuesta por 13 localidades urbanas y 93 rurales de acuerdo con los datos del Censo 2020 del INEGI. El Municipio pasó de tener 78,623 habitantes en el año 2010 a 114,513 habitantes en el año 2020 (48.7% hombres y 51.3% mujeres), lo cual representó un aumento del 45.64%.

De acuerdo al cuestionario básico del CPV 2020 del INEGI, la mayor concentración de población se presentó en los rangos de edad de 10 a 14 años (11,209 habitantes), 5 a 9 años (10,903 habitantes) y 15 a 19 años (10,536 habitantes), concentrando entre ellos el 28.5% de la población. 9,530 habitantes (8.3%) de la población, tiene más de 60 años de edad. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena registró 512 personas, lo cual corresponde al 0.45% del total de la población, resaltando la lengua Tarasca como la más hablada con 333 habitantes (CPV 2020 INEGI, cuestionario ampliado).

Según datos del CPV 2020, se registraron un total de 33,151 viviendas habitadas, de las cuales el 32.9% son viviendas donde la persona de referencia es mujer y 67.1% corresponden a viviendas donde la persona de referencia es hombre.

Los jefes y jefas de hogar de 40 a 44 años, fue el rango de edad predominante, concentrado en el 14.4% de las viviendas.

### **9.2 Vivienda**

El tipo de materiales utilizados en la vivienda conforma un indicador para el análisis de la vulnerabilidad, ya que alude al rezago habitacional y, por ende, a la definición de vivienda adecuada. La vivienda adecuada está reconocida como un derecho en los instrumentos internacionales, incluidos la Declaración de los Derechos Humanos y el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ONU-Habitat, 2019). La vivienda debe proveer mucho más que cuatro paredes y un techo, y para



considerarse como “adecuada”, debe de cumplir las siete condiciones siguientes, ver Figura 22.

**Ubicación:** la ubicación de una vivienda debe facilitar el acceso a oportunidades de empleo, servicios de salud, escuelas, guarderías y otros servicios e instalaciones sociales, además de *estar ubicada fuera de la zona de riesgo* o contaminada.

**Habitabilidad:** define las condiciones necesarias para que una vivienda sea habitable, lo cual implica garantizar la seguridad física de sus ocupantes, ofrecer espacio suficiente, y resguardarlos de riesgos climáticos, sanitarios y estructurales.

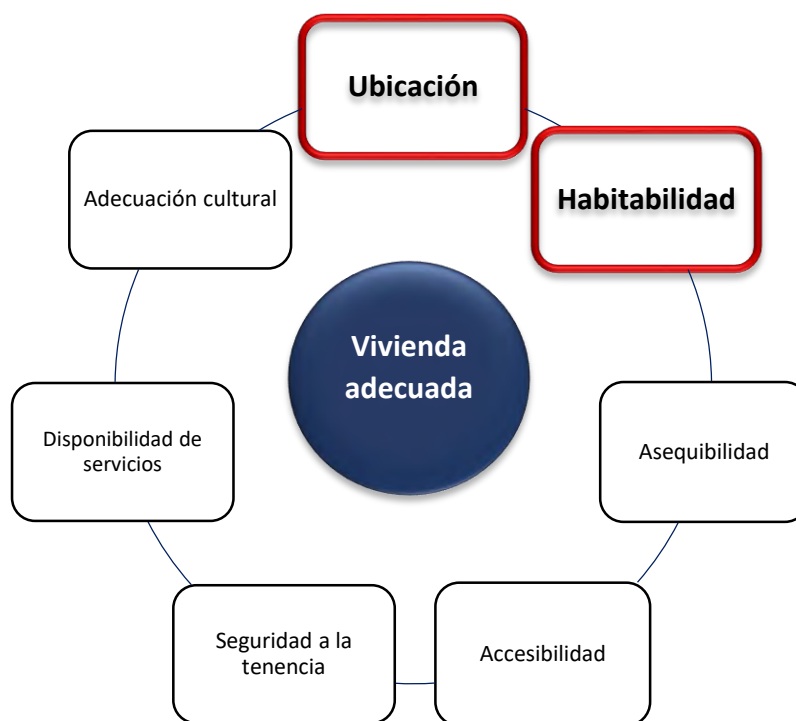
**Asequibilidad:** implica que su costo no impida que sus habitantes cubran otras necesidades básicas o ejerzan sus derechos humanos. Si un hogar destina menos del 30% de su ingreso a los gastos asociados a la vivienda, se considera asequible.

**Accesibilidad:** el diseño de la vivienda debe incorporar principios de accesibilidad universal, considerando las necesidades específicas de los grupos vulnerables, particularmente de personas con discapacidad.

**Seguridad de la tenencia:** garantías jurídicas que protegen a los residentes contra el desalojo, el hostigamiento, y otras amenazas que afecten su permanencia en la vivienda.

**Disponibilidad de servicios:** incluye la provisión de infraestructura y servicios esenciales como el agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energía para la cocción, la calefacción y el alumbrado, así como la conservación de alimentos y la eliminación de residuos.

**Adecuación cultural:** cuando su ubicación respeta y toma en cuenta la expresión de identidad cultural.



**Figura 22.** Elementos de una vivienda adecuada. Se resalta la ubicación y habitabilidad como factor relevante de la vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia con base en (ONU-Habitat, 2019).

Se considera una vivienda como *no adecuada* ante la falta de una o más de las condiciones anteriores (ONU-Habitat, 2019).

Por su parte, las Naciones Unidas (2007) define una vivienda durable como aquella con una estructura permanente y suficientemente adecuada, que protege a sus habitantes del clima extremo, y que además, no se ubiquen en zonas de peligro.

El INFONAVIT, ha posicionado la vivienda como el elemento central para el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), y para la medición de una de sus líneas de acción, se creó el Índice de Ciudades Prósperas (CPI), donde se incorpora a Tarímbaro en la medición para el año 2018, al ser considerado como uno de los 305 municipios en México donde se concentra el 90% de la población urbana (INFONAVIT; ONU-HABITAT, 2018).

El CPI arrojó un valor de 46.54 para el municipio de Tarímbaro, en relación con 51.03 como la media nacional en la escala de prosperidad, el cual implica la necesidad de

fortalecer las políticas urbanas desde una perspectiva transversal y coordinada entre los tres órdenes de gobierno (INFONAVIT; ONU-HABITAT, 2018).

La ausencia de una política nacional urbana transversal a diversos sectores del desarrollo y concurrente entre los tres órdenes de gobierno se ha traducido, entre otros, en no tener suficiencia de vivienda adecuada así como segregación<sup>3</sup> socioespacial, las cuales representan un obstáculo para la prosperidad (INFONAVIT; ONU-HABITAT, 2018).

La ONU-Habitat, con base en los resultados del CPI, identifica las orientaciones estratégicas que impulsan un modelo de urbanización sostenible. Esto permite optimizar la gestión de las ciudades desde una perspectiva de ordenamiento territorial.

En el Municipio de Tarímbaro, el 95% de las viviendas están hechas con materiales adecuados y firmes en los pisos, techos y paredes, al componerse de recubrimientos duraderos como el cemento o mosaico principalmente en pisos; losa de concreto o viguetas en techos; y tabique, ladrillo y cemento en los materiales de las paredes (ONU-Habitat, 2023). Estas características se atribuyen a que en el periodo del 2010 al 2020 se presentó un auge en el tema de la vivienda a partir del desarrollo inmobiliario a la postre del crecimiento metropolitano, mejorando el promedio de la construcción y el acabado de materiales en las viviendas nuevas (ONU-Habitat, 2023). Sin embargo, este crecimiento de asentamientos humanos en donde algunas de ellas tuvieron un origen histórico mesoamericano o colonial, comienzan a ser desplazadas por la construcción de nuevos fraccionamientos de interés social. Este proceso comenzó en el año 2000, con la producción masiva de casas, con características similares en estilo, tamaño y tipo (López-Granados et al., 2010).

Las nuevas localidades, denominadas en la literatura como neoliberales, se han establecido después del año 2000. Las viviendas son construidas en escasos meses,

---

<sup>3</sup> Proceso de diferenciación de una población por sus características sociales (pertenencia a un grupo étnico, ingreso, capacidad de ahorro y condiciones de la vivienda (Ruíz-López et al., 2021).

con la aprobación municipal y en muchos casos, sobre zonas con la presencia de uno o varios peligros (Valdivias Aguilar, 2006).

El cuestionario básico del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI arrojó que, en su mayoría, las viviendas particulares habitadas contaban con 3 y 4 cuartos<sup>4</sup>, 48.8% y 20.6% respectivamente. Destacan también las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, las cuales representan el 49.4% y 28.4% respectivamente; resaltando la diferencia entre la definición de cuarto y dormitorio como que el primero engloba espacios dedicados a cocinar o lavar y el segundo es exclusivo para pernoctar.

De acuerdo con los objetivos de Desarrollo Sostenible (2017) de la ONU-Hábitat y la composición de la vivienda adecuada, se puede hablar de hacinamiento cuando existen más de 2.5 ocupantes por cuarto.

El CPV (2020), indica que el promedio de ocupantes por vivienda en el Municipio es de 3.45, lo que nos lleva a deducir que no existen condiciones de hacinamiento para la generalidad de la población, ya que el promedio municipal es de 1.01 ocupantes por cuarto. Sin embargo, es importante considerar que, dentro del patrón de crecimiento y construcción de nuevas viviendas, los desarrollos inmobiliarios se adaptan para cumplir con superficies mínimas por encima del número de cuartos o habitaciones, lo que puede repercutir en las condiciones de hacinamiento y habitabilidad de las personas (ONU-Habitat, 2023).

Al analizar los datos del INFONAVIT en relación con la cantidad de viviendas construidas, podemos identificar posibles desequilibrios entre la oferta y la demanda. Si el número de créditos otorgados por el INFONAVIT es significativamente mayor a la cantidad de viviendas construidas, esto puede indicar un déficit habitacional, significando que existe una demanda insatisfecha de viviendas. Por el contrario, si el número de créditos otorgados es inferior a la cantidad de viviendas construidas, esto

---

<sup>4</sup> Espacio de la vivienda, cerrado o separado por paredes y techos fijos, de cualquier material, que forma parte de la vivienda y es usado o destinado para alojar personas. De acuerdo al uso que se dé al cuarto, se clasifica en cuarto de cocina, cuarto de baño, cuarto dormitorio y cuarto redondo (INEGI, 1999).

podría señalar un exceso de oferta en el mercado inmobiliario. Lo que se puede traducir en un alto grado de viviendas desocupadas, ocasionando impactos negativos en el aspecto económico y social (ONU-Habitat, 2023) como inseguridad, violencia y deterioro de viviendas.

En cuanto a los servicios de conectividad en la vivienda, se tiene registro del 54.4% de viviendas con acceso a internet, el 36.4% dispone de computadora, y el 93.5% dispone de celular (CPV 2020 INEGI, cuestionario básico y ampliado).

### **9.3 Empleo**

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) 2024 correspondiente al segundo trimestre, la cual es la principal fuente de información sobre el mercado laboral en México, se tiene que la población económicamente activa (PEA)<sup>5</sup> para el Municipio de Tarímbaro fue del 61.6% y 1.72% la tasa de desocupación.

### **9.4 Educación**

Los resultados del CPV 2020 en el cuestionario ampliado, registran que los principales grados académicos de la población de Tarímbaro fueron: secundaria (31.5% del total), primaria (23.8% del total) y preparatoria o bachillerato general (22.1% del total), licenciatura (14.9% del total). Además, se calculó una tasa de analfabetismo promedio del 3.68%, de la cual 47.3% son hombres y 52.7% son mujeres, resaltando que las mujeres en el rango de edad de 65 a 69 años, es donde existe más prevalencia de analfabetismo, con 198 mujeres, lo cual representa el 6.46% del total de analfabetismo en el Municipio.

### **9.5 Salud**

La Secretaría de Salud reporta que en el Municipio de Tarímbaro existe 1 Unidad de Salud de consulta externa correspondiente al IMSS, 1 al IMSS-Bienestar, 5 de SMP

---

<sup>5</sup> Población de 15 años y más de edad que, durante la semana de referencia, realizó o tiene un vínculo con una actividad económica (población ocupada), o buscó activamente hacerlo (población desocupada en las últimas cuatro semanas. Fuente: (INEGI, 2024).

(servicio médico particular) y 11 por parte de la SSA (Secretaría de Salubridad y Asistencia). Por su parte, los servicios de hospitalización solamente están brindados por 2 unidades del SMP. La presencia de los establecimientos de salud es de un 42.9% en el ámbito rural y un 57.1% en el ámbito urbano.

75,389 habitantes cuentan con afiliación a algún servicio de salud, lo cual representa el 65.83%, por su parte, un 51.8% (39,057 habitantes) no cuentan con ninguna derechohabencia a servicios de salud de acuerdo al CPV 2020 del INEGI.

En el 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Tarímbaro fueron la discapacidad visual (2.18% de la población), teniendo su mayor concentración entre mujeres de 45 a 49 años, seguida por la discapacidad física con 2.1%.

## **9.6 Índice de gini**

El coeficiente o Índice de Gini es una herramienta estadística diseñada para cuantificar la dispersión de los ingresos dentro de una población, sirve como un indicador clave para medir la inequidad económica. Cuando toma valores cercanos a 0, se interpreta como la máxima equidad entre sus habitantes. Un valor igual a 0, significa equidad absoluta. Mientras que un valor igual a 1, expresa la máxima inequidad posible. En 2020, el Índice de Gini para el Municipio de Tarímbaro fue de 0.318 (Gobierno de México-Secretaría de Economía, 2024).

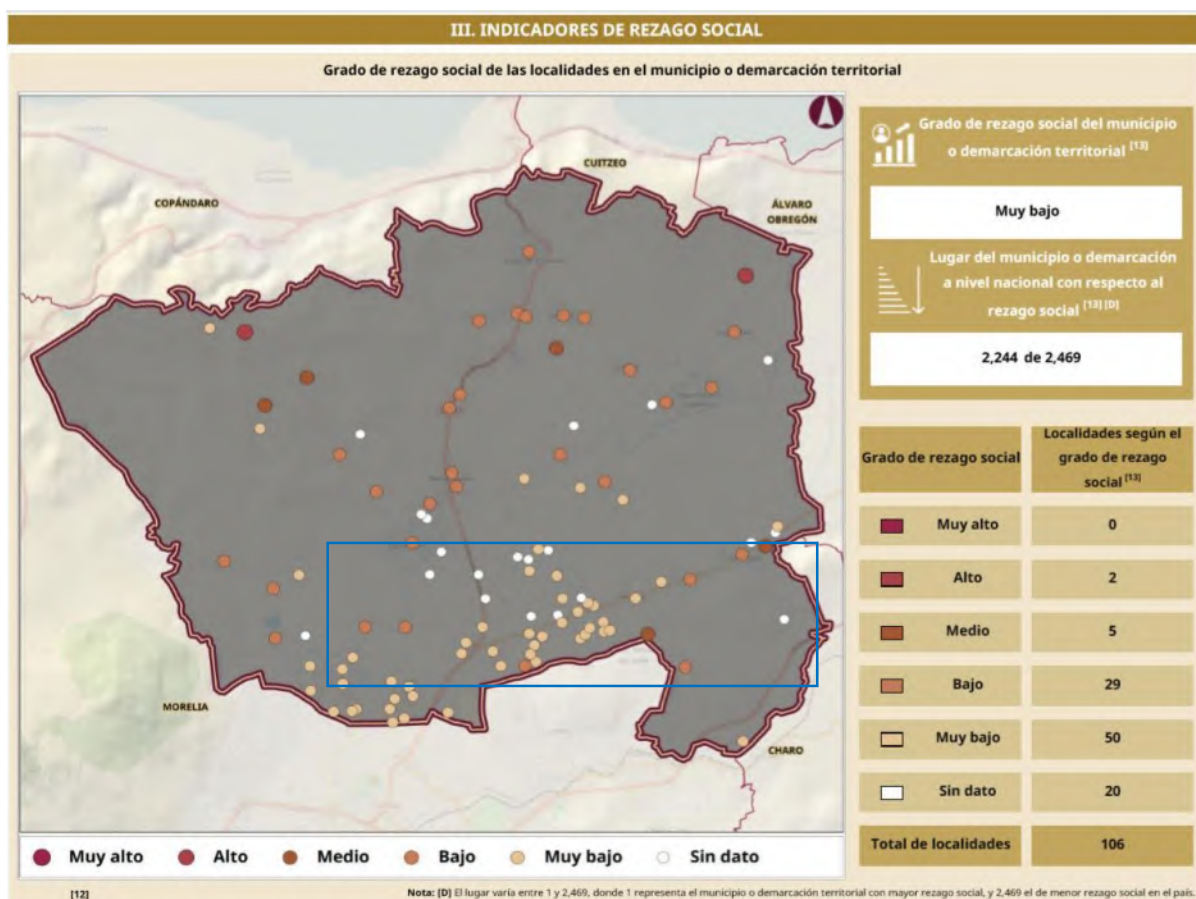
## **9.7 Rezago social**

De acuerdo al CONEVAL (2025), el municipio de Tarímbaro presenta un índice de vulnerabilidad social “bajo”, rezago social y grado de marginación “muy bajo” y un grado de resiliencia “muy alto” (CONEVAL, 2025).

Por su parte, los indicadores de pobreza multidimensional 2025, en el municipio de Tarímbaro el 29.7% de su población se encuentra en pobreza moderada, el 3.7% en pobreza extrema. El 36.0% de su población es vulnerable por carencias sociales, 6% vulnerable por ingresos y solamente el 24.6% se considera no pobre y no vulnerable.

Las principales carencias sociales de Tarímbaro fueron el acceso a la seguridad social, carencia de acceso a los servicios de salud y a la alimentación (Gobierno de México-Secretaría del Bienestar, 2025).

El informe anual sobre pobreza y rezago social 2025 (Figura 23), muestran que Tarímbaro se encuentra en el lugar número 2,244 de 2469 municipios en el país, donde el lugar 2,469 representa el municipio de menor rezago social (Gobierno de México-Secretaría del Bienestar, 2025). Esto nos permite vincular que haya sido considerado dentro de los 305 municipios prósperos del país, ya que en ellos se concentra el 90% de la población urbana del país (INFONAVIT; ONU-HABITAT, 2018).



**Figura 23.** Imagen tomada de los Indicadores de Pobreza Multidimensional, 2025. Muestra el rezago social para las principales localidades del municipio de Tarímbaro, Michoacán. Fuente: (Gobierno de México-Secretaría del Bienestar, 2025).

## 9.8 Zona metropolitana (Morelia, Tarímbaro y Charo)

En algunos casos, las áreas urbanas han trascendido sus límites político-administrativos, generando un continuo urbano intermunicipal, mientras que, en otros, la influencia socioeconómica se manifiesta en mayores relaciones funcionales, donde la clasificación de urbano y rural no siempre es suficiente para representar la complejidad territorial de un municipio.

Las tres principales formas de estructura urbana son: cabecera municipal y tenencias, localidades rurales y fraccionamientos. Los fraccionamientos, al ser considerados como la principal estructura del desarrollo urbano, concentran alrededor del 65% de la población en el municipio de Tarímbaro, Michoacán. Su distribución responde en mayor grado al crecimiento de ciudades como Morelia, en tanto que las localidades rurales siguen un modelo de dispersión más equitativo por todo el territorio, sobre todo, ubicándose en zonas de valles y planicies (ONU-Habitat, 2023).

La zona metropolitana es considerada por SEDATU como un conjunto de municipios con un alto grado de integración física o funcional, ya sea intermunicipal o interestatal. Para ser considerada como tal, la población de los municipios que la conforman debe ser superior a 200 mil habitantes, y la localidad urbana o conurbación que da origen debe tener al menos 100 mil habitantes.

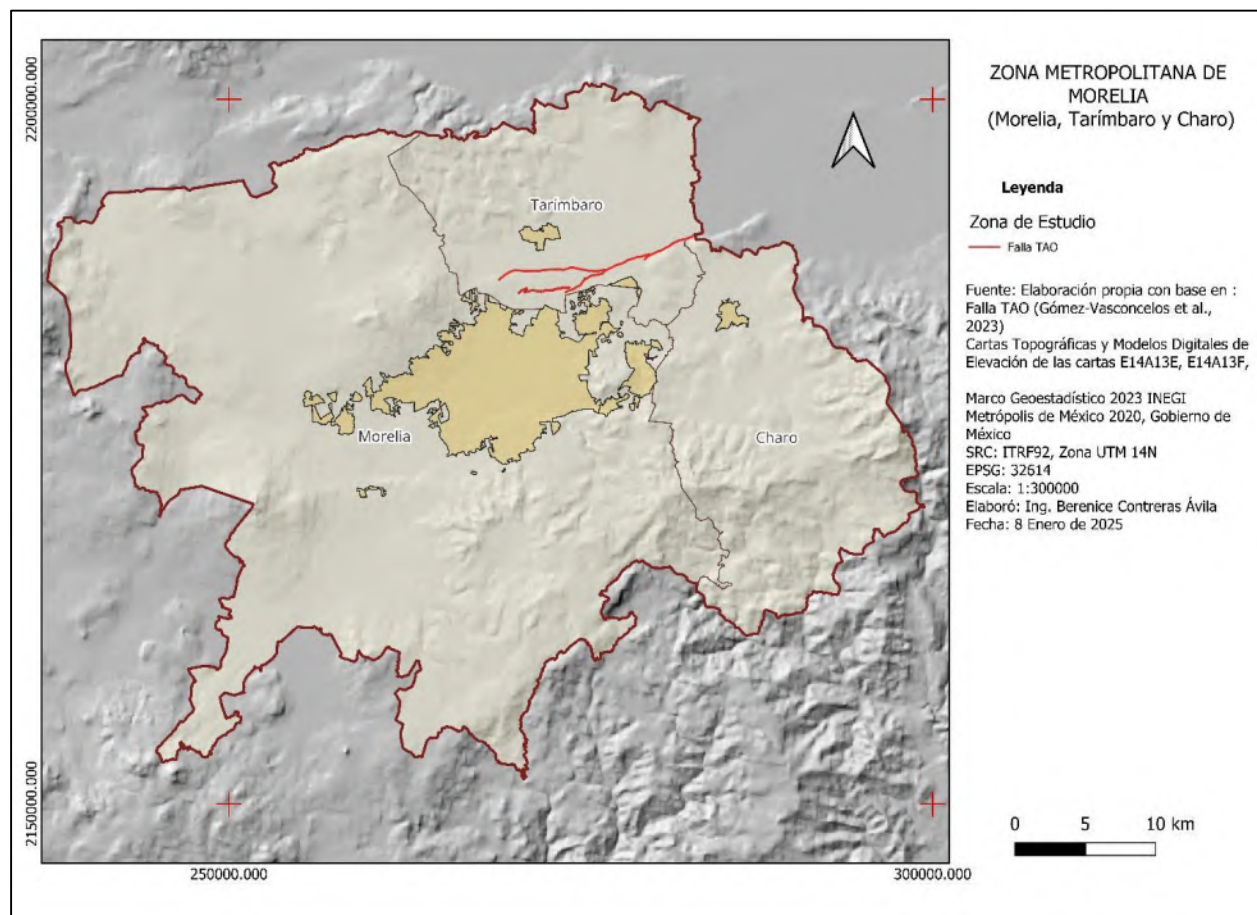
Por ello, el Grupo Interinstitucional conformado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), delimitó en el año 2010 los municipios de Morelia, Tarímbaro y Charo como Zona Metropolitana (Gobierno de México-SEDATU-CONAPO-INEGI, 2020).

La Zona Metropolitana de Morelia (Figura 24) con 988,704 habitantes (CPV 2020, INEGI) está integrada por su conurbación física por los municipios de Morelia con 849,053 habitantes y Tarímbaro con 114,513 habitantes; y por su integración funcional se incorporó el municipio de Charo con 25,138 habitantes.

El crecimiento promedio del suelo urbano para el Municipio de Tarímbaro en el periodo de 1985 a 2015 fue de 38.5 ha/año. Con una tasa de crecimiento anual (TCA) del 3%,



lo cual representa el 13% de crecimiento de la Zona Metropolitana. Producto de la expansión hacia el norte de Morelia, el área urbana de Tarímbaro creció 2.5 veces de 1985 a 2015, con la creación de nuevos fraccionamientos, pasando de representar el 3.1% al 7.6% de la superficie municipal. Fue hasta el año 2000 cuando inició de forma potencial su crecimiento urbano a lo largo de la carretera Morelia-Acámbaro (ONU-Habitat, 2023).

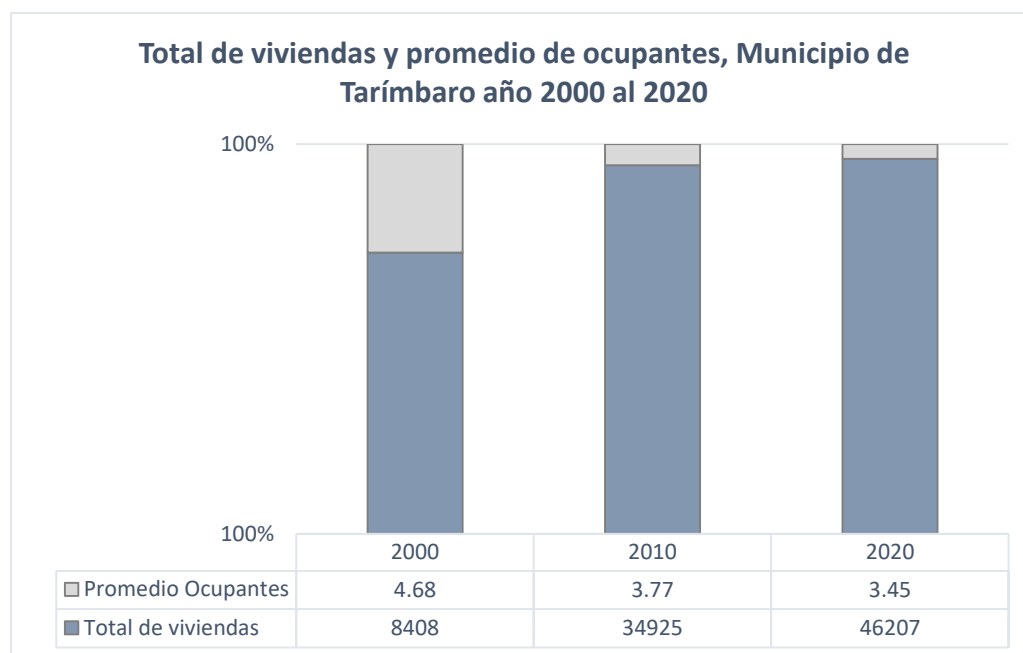


**Figura 24.** Delimitación de la Zona Metropolitana de la ciudad de Morelia para el año 2020, integrada por los municipios de Morelia, Tarímbaro y Charo. Fuente: Elaboración propia con base en (Gobierno de México-SEDATU-CONAPO-INEGI, 2020; Gómez-Vasconcelos et al., 2023).

En el periodo del año 2000 al 2020, la Zona Metropolitana de Morelia presentó una mayor demanda de suelo, por lo que impactó al Municipio de Tarímbaro presentando un ritmo particularmente acelerado en el crecimiento de vivienda, esto se tradujo en un total de 8,408 viviendas en el año 2000 a 34,925 en el año 2010 con un notorio incremento del 315%. Por otro lado, en el año 2020 se tiene un registro de 46,207

viviendas, lo que significa un incremento del 32% respecto al año 2010. Este crecimiento trajo consigo el impulso de desarrollo de fraccionamientos de carácter habitacional. Aunado a ello, la disminución de las superficies de construcción por parte de los fraccionamientos se ve claramente en el periodo del 2010 al 2020, implicando que los hogares fueran más reducidos.

Efecto contrario presentó el número de ocupantes por vivienda, el cual pasó de 4.68 en el 2000 a 3.77 en el 2010 y 3.45 para el año 2020 (Figura 25), lo cual se atribuye a separación de familias nucleares, con el aunado reflejo de la disminución de la superficie de construcción por parte de los fraccionamientos, que es más notorio en el periodo del 2010 al 2020, implicando que los hogares fueran más reducidos y las zonas habitacionales más densas, con una tendencia a la vivienda de conjunto habitacional, respondiendo al típico modelo compacto y de densificación que presentan las áreas urbanas de las Zona Metropolitanas, en las cuales existe una tendencia de vivienda que comparte terreno (departamentos).



**Figura 25.** Total de viviendas y promedio de ocupantes del municipio de Tarímbaro en el periodo del año 2000 al 2020. Fuente: Elaboración propia con base en datos de los censos de población y vivienda 2000, 2010 y 2020 del INEGI.

Tarímbaro juega un papel a nivel regional muy importante, al tener conexiones con las ciudades de Moroleón y Uriangato, ubicadas al norte y hacia el estado de Querétaro. En este sentido, las dinámicas metropolitanas generan presiones sobre el suelo y precisan de ocuparlo para la demanda habitacional y los usos complementarios de carácter comercial, de servicios e industrial (ONU-Habitat, 2023).

Se podría decir que Tarímbaro es un territorio periférico que responde al crecimiento metropolitano y se manifiesta con los fraccionamientos que han tenido auge ascendente en los últimos 20 años, aludiendo al desarrollo de vivienda social, principalmente en las inmediaciones de la carretera Morelia-Acámbaro, justo en la ZA de la falla TAO. La presión del suelo en las áreas ejidales y comunitarias han influido en el cambio de la densidad habitacional del suelo, al convertirse en desarrollos de fraccionamientos, acelerando el proceso por algunas condiciones óptimas para la urbanización como las características físicas del suelo, un relieve en el que predominan las planicies, así como la accesibilidad a la red vial y carretera que conecta la Zona Metropolitana.

Es así que el crecimiento urbano del municipio se da como consecuencia de la presión inmobiliaria en las zonas con posibilidad de urbanización (aunque no necesariamente siguiendo los lineamientos en materia de urbanización), dando lugar a viviendas con una superficie mínima habitable.

## **10. Resultados**

### **10.1 Delimitación zona de afectación (ZA)**

Para el análisis del territorio afectado por la falla TAO en su parte central, se estimó una distancia de 50 m para cada lado de cada una de las seis trazas de la falla, para las cuales se obtuvo una longitud de 23 km y una superficie de 2.26 km<sup>2</sup>.

En la Figura 26 se observa la distribución de la población con el periodo en que se establecieron en la ZA. En la caracterización social, es importante hacer notar la diferenciación en la composición de las localidades que integran la zona de afectación de la falla TAO, de acuerdo con los cortes temporales para los años 2000, 2010 y 2020.

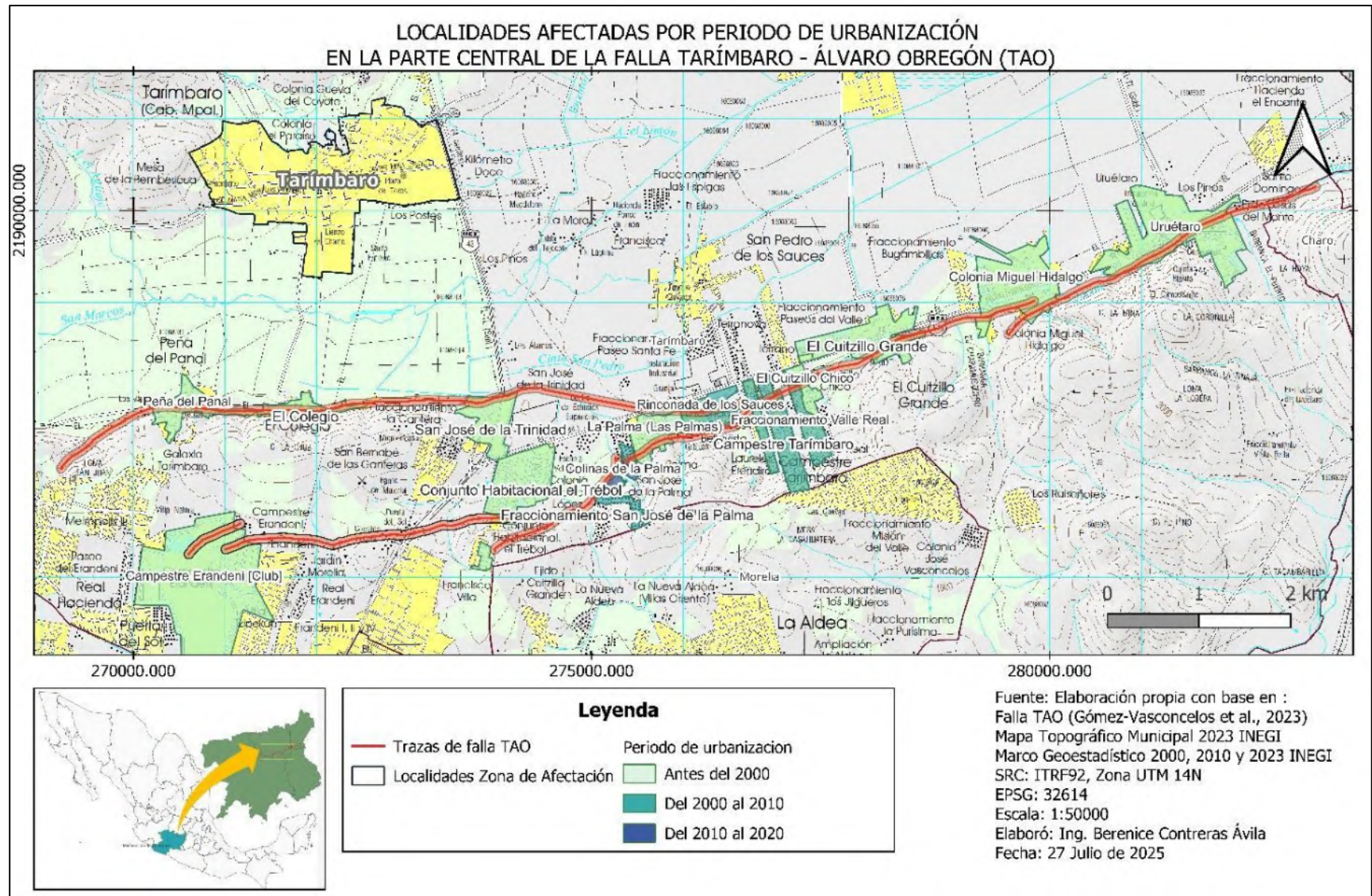
Tarímbaro presenta un aumento de su población hacia la década de los 90, pero fue hasta el año 2000 cuando inició de forma potencial su crecimiento urbano a lo largo de la carretera Morelia-Acámbaro.

De acuerdo al CPV (2000) del INEGI (Tabla 13), en la zona de afectación había un total de 10 localidades, de las cuales 2 eran urbanas (33.77%) y 8 rurales (66.23%), la localidad más poblada era Uruétaro con 2,939 habitantes, y se contaba con un solo fraccionamiento, el Club Campestre Erandeni. La zona registraba una población total de 9,057 habitantes, 1951 viviendas habitadas, y un promedio de 4.5 habitantes por vivienda, apenas por debajo del total municipal con 4.7 hab/viv. Un 24.76% de la población contaba con servicios de salud<sup>6</sup>, lo que tiene estrecha relación con el empleo informal, ya que se registraron 2,396 personas ocupadas, las cuales representan el 26.45% de su población.

---

<sup>6</sup> Total de personas que están afiliadas a servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) o en otra.





**Figura 26.** Localidades dentro de la zona de afectación de acuerdo al periodo de urbanización. Fuente: Elaboración propia con base en los marcos geoestadísticos municipales de los años 2000, 2010 y 2023 del INEGI y (Gómez-Vasconcelos et al., 2023).

**Tabla 13.** Año 2000, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia con base en el censo de población y vivienda del año 2000 del INEGI.

|           |                                       | 2000                |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
|-----------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO RURALES             | Pob_Tot<br>(pobtot) | HOMBRES<br>(pmascul) | MUJERES<br>(pfemeni) | P_12 y mas<br>(pob12_) | Pob_ocupada<br>(pocupada) | Pob_EcActiv<br>(pecoactiv) | SinDerecSS<br>(psderss) | GradPromEsc<br>(gradoesco) | Ed_Básica<br>(p15_csecu) | Ed_Media<br>(p18_cmedsu) | Ed_Superior<br>(p18_csuper) | Total Viv Hab<br>(totvivhab) | Promedio<br>OcupxViv<br>(pro_ovp) | Viv_Piso<br>(vp_pisdes) | Viv_Drenaje<br>(vp_drenaj) | Viv_EnergElec<br>(vp_electr) |
| 16        | Total del Estado                      | 3985667             | 1911078              | 2074589              | 2787584                | 1226606                   | 1241449                    | 2868755                 | 6                          | 356235                   | 252539                   | 185045                      | 855512                       | 4.65                              | 689129                  | 631973                     | 806949                       |
| 16088     | Total del Municipio                   | 39408               | 18818                | 20590                | 27269                  | 9897                      | 10048                      | 32244                   | 5                          | 3167                     | 1450                     | 793                         | 8408                         | 4.68                              | 7122                    | 6735                       | 8129                         |
| 160880009 | El Colegio                            | 1020                | 478                  | 542                  | 725                    | 291                       | 310                        | 974                     | 5                          | 32                       | 20                       | 8                           | 211                          | 4.84                              | 164                     | 173                        | 198                          |
| 160880013 | El Cuitzillo Chico                    | 150                 | 82                   | 68                   | 106                    | 37                        | 43                         | 127                     | 6                          | 13                       | 5                        | 1                           | 30                           | 5.03                              | 22                      | 27                         | 29                           |
| 160880014 | El Cuitzillo Grande                   | 870                 | 430                  | 440                  | 605                    | 276                       | 276                        | 635                     | 7                          | 142                      | 55                       | 27                          | 174                          | 4.66                              | 164                     | 162                        | 170                          |
| 160880019 | Colonia Miguel Hidalgo                | 1245                | 615                  | 630                  | 880                    | 298                       | 298                        | 1047                    | 5                          | 90                       | 28                       | 24                          | 257                          | 4.85                              | 239                     | 226                        | 248                          |
| 160880026 | La Palma (Las Palmas)                 | 1140                | 579                  | 561                  | 791                    | 267                       | 281                        | 773                     | 5                          | 144                      | 27                       | 6                           | 220                          | 5.18                              | 207                     | 209                        | 218                          |
| 160880027 | Peña del Panal                        | 946                 | 484                  | 462                  | 642                    | 196                       | 196                        | 898                     | 5                          | 73                       | 17                       | 6                           | 209                          | 4.53                              | 159                     | 168                        | 205                          |
| 160880032 | San José de la Trinidad               | 479                 | 233                  | 246                  | 331                    | 142                       | 142                        | 320                     | 5                          | 36                       | 27                       | 10                          | 107                          | 4.48                              | 104                     | 95                         | 107                          |
| 160880063 | Campestre Erandeni [Club]             | 148                 | 72                   | 76                   | 117                    | 65                        | 65                         | 60                      | 14                         | 8                        | 25                       | 65                          | 43                           | 3.43                              | 42                      | 42                         | 42                           |
| 160880127 | Fraccionamiento Laureles Eréndira     | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880129 | Fraccionamiento Mirador de las Palmas | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880134 | Fraccionamiento San José de la Palma  | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880135 | Fraccionamiento Valle Real            | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880146 | Rinconada de los Sauces               | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880171 | Colinas de la Palma                   | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO URBANAS             |                     |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
| 160880039 | Uruétaro                              | 2821                | 1342                 | 1479                 | 2044                   | 734                       | 738                        | 1918                    | 6                          | 309                      | 121                      | 59                          | 632                          | 4.47                              | 558                     | 611                        | 624                          |
| 160880065 | Conjunto Habitacional el Trébol       | 238                 | 108                  | 130                  | 163                    | 90                        | 91                         | 62                      | 11                         | 30                       | 56                       | 41                          | 68                           | 3.49                              | 67                      | 67                         | 67                           |
| 160880140 | Campestre Tarímbaro                   | ND                  |                      |                      |                        |                           |                            |                         |                            |                          |                          |                             |                              |                                   |                         |                            |                              |
|           | TOTAL ZONA AFECTACIÓN                 | 9057                | 4423                 | 4634                 | 6404                   | 2396                      | 2440                       | 6814                    | 6.9                        | 877                      | 381                      | 247                         | 1951                         | 4.50                              | 1726                    | 1780                       | 1908                         |

Los datos del CPV 2010 marcaron una diferencia importante, ya que es donde se identifica el mayor crecimiento de los asentamientos humanos, principalmente con la integración de siete fraccionamientos de interés social: Fraccionamiento Campestre Tarímbaro, seguido en número por los fraccionamientos Valle Real, El Trébol, San José de la Palma, Laureles Eréndira, Rinconada los Sauces y Mirador de las Palmas. Con ello, el año 2010 registró un aumento poblacional del 110.82% en relación al CPV 2000, al pasar de 9,057 a 19,094 habitantes (Tabla 14).

Por su parte, el indicador de viviendas habitadas que guarda estrecha relación con el número de habitantes, incrementó en 3,323 (170.32%) en el periodo de 2000 a 2010 (Tabla 14), registrando un total de 5,274 viviendas habitadas. El promedio de habitantes por vivienda en 2010 es de 3.72, presentando una disminución en relación al 2000 de 0.78 hab/viv. Por su parte, el grado promedio de escolaridad aumenta de 6.9 a 9.24, implicando que, por cada unidad, la población cursó un año escolar más; con lo cual rebasa el promedio para el Estado de Michoacán que es de 7.42 años cursados. Así mismo, la población ocupada refiere un incremento notorio, ya que pasó del 26.45% en el año 2000 al 66.50% en el 2010. La derechohabencia a servicios de salud como prestación laboral ligada al empleo, también refleja en un incremento del 7.63%.

La vivienda en fraccionamiento, tiene relación directa con el empleo formal, ya que el acceso a créditos hipotecarios suele ser una prestación laboral asociada, así como el medio más frecuente para la compra de viviendas. Se observa entonces, un cambio positivo en el perfil socioeconómico de las familias que habitan la zona, trayendo consigo un incremento en las condiciones sociales y económicas de la ZA, relacionado con la integración de los ocho fraccionamientos de interés social como factor de cambio.

**Tabla 14.** Año 2010, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia con base en el censo de población y vivienda del año 2010 del INEGI.

|           |                                       | 2010                |                     |                     |                          |                           |                      |                            |                          |                          |                                 |                            |                            |                          |                             |                               |
|-----------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO RURALES             | Pob_Tot<br>(pobtot) | Hombres<br>(pobmas) | Mujeres<br>(pobfem) | P_12 y mas<br>(p_12ymas) | Pob_ocupada<br>(pocupada) | Pob_EcActiv<br>(pea) | PobSinDerecSS<br>(psinder) | GradPromEsc<br>(grapros) | Ed_Básica<br>(p15sec_co) | Total<br>Viviendas<br>(vivotot) | Total Viv Hab<br>(tvivhab) | PromOcupViv<br>(prom_ocup) | Viv_Piso<br>(vph_pisodt) | Viv_Drenaje<br>(vph_drenaj) | Viv_EnergElec<br>(vph_c_elec) |
| 16        | Total del Estado                      | 4351037             | 2102109             | 2248928             | 3264181                  | 1583852                   | 1658417              | 1930320                    | 7.42                     | 562901                   | 1415933                         | 1082772                    | 4.02                       | 952840                   | 944928                      | 1044515                       |
| 16088     | Total del Municipio                   | 78623               | 37951               | 40672               | 53404                    | 26512                     | 28051                | 26581                      | 8.51                     | 10821                    | 34925                           | 21213                      | 3.77                       | 18420                    | 18543                       | 19130                         |
| 160880009 | El Colegio                            | 1182                | 558                 | 624                 | 874                      | 396                       | 426                  | 442                        | 5.89                     | 133                      | 307                             | 287                        | 4.12                       | 269                      | 262                         | 280                           |
| 160880013 | El Cuitzillo Chico                    | 235                 | 128                 | 107                 | 173                      | 72                        | 72                   | 108                        | 7.14                     | 48                       | 79                              | 61                         | 3.85                       | 58                       | 60                          | 61                            |
| 160880014 | El Cuitzillo Grande                   | 1130                | 529                 | 601                 | 858                      | 395                       | 406                  | 489                        | 7.78                     | 212                      | 320                             | 257                        | 4.32                       | 243                      | 251                         | 252                           |
| 160880019 | Colonia Miguel Hidalgo                | 1164                | 567                 | 597                 | 887                      | 361                       | 437                  | 455                        | 6.05                     | 145                      | 360                             | 271                        | 4.3                        | 259                      | 264                         | 266                           |
| 160880026 | La Palma (Las Palmas)                 | 1064                | 543                 | 521                 | 772                      | 327                       | 352                  | 336                        | 6.3                      | 222                      | 312                             | 263                        | 4.16                       | 233                      | 236                         | 237                           |
| 160880027 | Peña del Panal                        | 1091                | 539                 | 552                 | 803                      | 334                       | 354                  | 384                        | 6.3                      | 178                      | 318                             | 271                        | 4.03                       | 245                      | 252                         | 269                           |
| 160880032 | San José de la Trinidad               | 508                 | 237                 | 271                 | 403                      | 198                       | 202                  | 226                        | 7.17                     | 70                       | 146                             | 125                        | 4.08                       | 120                      | 123                         | 123                           |
| 160880063 | Campestre Erandeni [Club]             | 508                 | 240                 | 268                 | 346                      | 174                       | 180                  | 83                         | 14.45                    | 14                       | 220                             | 153                        | 3.42                       | 115                      | 115                         | 116                           |
| 160880127 | Fraccionamiento Laureles Eréndira     | 1290                | 633                 | 657                 | 920                      | 586                       | 600                  | 314                        | 12.69                    | 127                      | 777                             | 416                        | 3.1                        | 410                      | 411                         | 412                           |
| 160880129 | Fraccionamiento Mirador de las Palmas | 402                 | 197                 | 205                 | 241                      | 132                       | 138                  | 123                        | 9.69                     | 64                       | 231                             | 118                        | 3.53                       | 90                       | 91                          | 91                            |
| 160880134 | Fraccionamiento San José de la Palma  | 1407                | 685                 | 722                 | 906                      | 515                       | 551                  | 325                        | 9.76                     | 269                      | 666                             | 396                        | 3.58                       | 378                      | 376                         | 378                           |
| 160880135 | Fraccionamiento Valle Real            | 1594                | 721                 | 873                 | 1092                     | 658                       | 667                  | 452                        | 12.33                    | 177                      | 956                             | 478                        | 3.34                       | 468                      | 469                         | 469                           |
| 160880146 | Rinconada de los Sauces               | 708                 | 346                 | 362                 | 460                      | 289                       | 292                  | 111                        | 13.7                     | 43                       | 930                             | 243                        | 2.89                       | 196                      | 196                         | 198                           |
| 160880171 | Colinas de la Palma                   | ND                  |                     |                     |                          |                           |                      |                            |                          |                          |                                 |                            |                            |                          |                             |                               |
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO URBANAS             |                     |                     |                     |                          |                           |                      |                            |                          |                          |                                 |                            |                            |                          |                             |                               |
| 160880039 | Uruétaro                              | 2596                | 1227                | 1369                | 2003                     | 820                       | 894                  | 1272                       | 6.65                     | 342                      | 834                             | 639                        | 4.07                       | 591                      | 626                         | 633                           |
| 160880065 | Conjunto Habitacional el Trébol       | 1441                | 720                 | 721                 | 1066                     | 614                       | 636                  | 420                        | 11.71                    | 179                      | 754                             | 446                        | 3.24                       | 434                      | 436                         | 437                           |
| 160880140 | Campestre Tarímbaro                   | 2774                | 1346                | 1428                | 1186                     | 698                       | 707                  | 646                        | 10.24                    | 258                      | 1655                            | 850                        | 3.46                       | 489                      | 489                         | 491                           |
|           | TOTAL ZONA AFECTACIÓN                 | 19094               | 9216                | 9878                | 12990                    | 6569                      | 6914                 | 6186                       | 9.24                     | 2481                     | 8865                            | 5274                       | 3.72                       | 4598                     | 4657                        | 4713                          |

De acuerdo con los registros del CPV 2020 (Tabla 15), en el año 2020 se incorpora la localidad Fraccionamiento Colinas de la Palma. La zona de afectación queda conformada por un total de 17 asentamientos humanos con una población total de 26,232 hab., distribuidos en tres localidades urbanas (9,578 hab., 36.52%) y catorce localidades rurales (16,654 hab., 63.48%), de los cuales ocho son fraccionamientos de interés social construidos en los últimos 20 años.

De 11,115 viviendas, 7,696 están habitadas (69.23%), esto se puede atribuir a factores como la especulación inmobiliaria, carencia de infraestructura urbana o condiciones de riesgo en la zona. La desocupación de viviendas, además trae consigo



deterioro físico de la propiedad y el posible vandalismo. En cuanto al promedio de ocupantes por vivienda, se registró en 3.54, lo que encaja en los patrones de valores esperados para municipios mayormente rurales, cuyos valores oscilan entre 3.4 y 3.2 (ONU-Habitat, 2023).

**Tabla 15.** Año 2020, principales indicadores socioeconómicos para las 17 localidades dentro de la zona de afectación de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia con base en el censo de población y vivienda del año 2020 del INEGI.

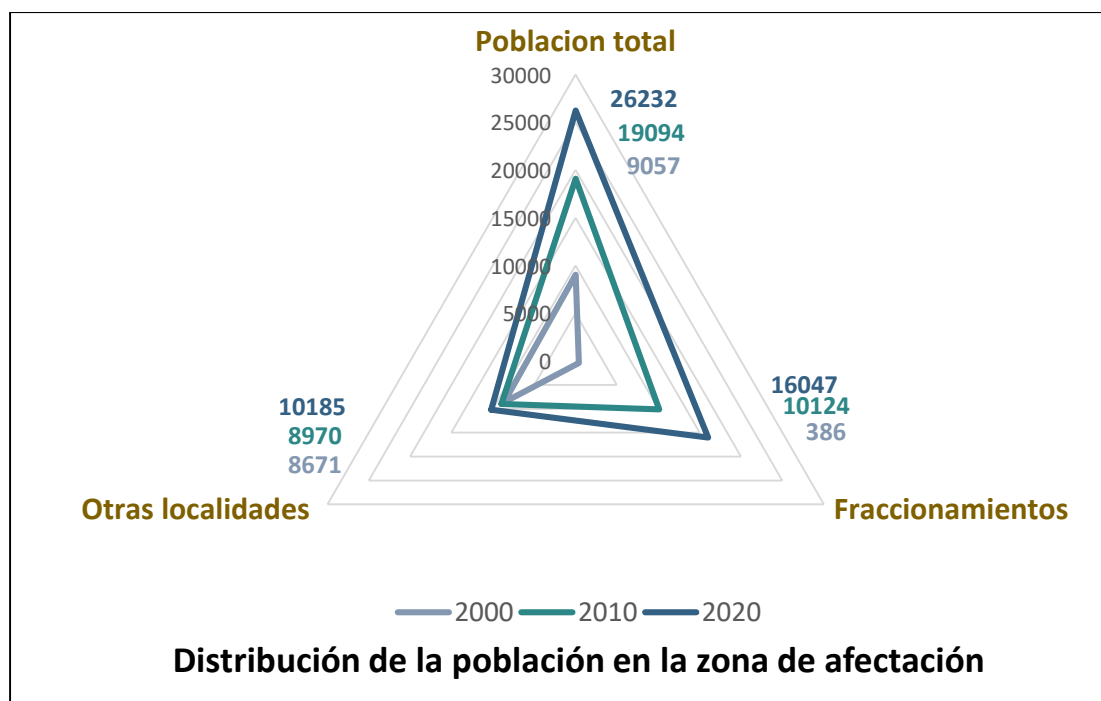
|           |                                       | 2020                |                         |                     |                           |                          |                          |                           |                          |                        |                        |                       |                                |                            |                            |                          |                             |                               |
|-----------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO RURALES             | Pob_Tot<br>(POBTOT) | Pob_Masculi<br>(POBMAS) | Pob_Fem<br>(POBFEM) | Pob_ocupada<br>(POCUPADA) | PobDesocup<br>(PDESOCUP) | PobSinAFISS<br>(PSINDER) | GradPromEsc<br>(GRAPROES) | Ed_Básica<br>(P15SEC_CO) | Ed_Media<br>(P18YM_PB) | Pob>15años<br>P_15YMAS | Analfabet<br>P15YM_AN | Total<br>Viviendas<br>(VIVTOT) | Total Viv Hab<br>(TVIVHAB) | PromOcupViv<br>(PROM_OCUP) | Viv_Piso<br>(VPH_PISODT) | Viv_Drenaje<br>(VPH_DRENAJ) | Viv_EnergElec<br>(VPH_C_ELEC) |
| 16        | Total del Estado                      | 4748846             | 2306341                 | 2442505             | 2263194                   | 32865                    | 1784629                  | 8.6                       | 746453                   | 1137384                | 3446992                | 242339                | 1717578                        | 1285469                    | 3.68                       | 1214193                  | 1227072                     | 1273522                       |
| 16088     | Total del Municipio                   | 114513              | 55749                   | 58764               | 56628                     | 976                      | 39057                    | 9.7                       | 19858                    | 34504                  | 83191                  | 3066                  | 46207                          | 33151                      | 3.45                       | 32648                    | 32898                       | 33049                         |
| 160880009 | El Colegio                            | 1234                | 593                     | 641                 | 588                       | 6                        | 655                      | 6.68                      | 199                      | 99                     | 905                    | 57                    | 364                            | 301                        | 4.1                        | 298                      | 299                         | 300                           |
| 160880013 | El Cuitzillo Chico                    | 378                 | 194                     | 184                 | 187                       | 6                        | 153                      | 8.93                      | 80                       | 84                     | 280                    | 14                    | 109                            | 96                         | 3.94                       | 95                       | 96                          | 96                            |
| 160880014 | El Cuitzillo Grande                   | 1172                | 562                     | 610                 | 585                       | 8                        | 434                      | 9.19                      | 246                      | 304                    | 891                    | 31                    | 347                            | 287                        | 4.08                       | 284                      | 286                         | 286                           |
| 160880019 | Colonia Miguel Hidalgo                | 1410                | 673                     | 737                 | 654                       | 11                       | 545                      | 7.26                      | 239                      | 177                    | 1026                   | 70                    | 436                            | 333                        | 4.23                       | 329                      | 329                         | 332                           |
| 160880026 | La Palma (Las Palmas)                 | 1336                | 695                     | 641                 | 539                       | 36                       | 499                      | 7.58                      | 341                      | 167                    | 1003                   | 69                    | 361                            | 303                        | 4.41                       | 301                      | 302                         | 302                           |
| 160880027 | Peña del Panal                        | 1244                | 604                     | 640                 | 561                       | 10                       | 717                      | 7.38                      | 265                      | 135                    | 889                    | 61                    | 369                            | 310                        | 4.01                       | 300                      | 306                         | 309                           |
| 160880032 | San José de la Trinidad               | 554                 | 261                     | 293                 | 295                       | 8                        | 134                      | 8.44                      | 86                       | 135                    | 440                    | 20                    | 191                            | 153                        | 3.62                       | 150                      | 152                         | 152                           |
| 160880063 | Campestre Erandeni [Club]             | 795                 | 368                     | 427                 | 419                       | 4                        | 173                      | 14.8                      | 44                       | 574                    | 686                    | 1                     | 334                            | 253                        | 3.14                       | 253                      | 253                         | 253                           |
| 160880127 | Fraccionamiento Laureles Eréndira     | 1379                | 681                     | 698                 | 754                       | 8                        | 373                      | 12.22                     | 215                      | 705                    | 1056                   | 5                     | 784                            | 458                        | 3.01                       | 458                      | 458                         | 458                           |
| 160880129 | Fraccionamiento Mirador de las Palmas | 484                 | 216                     | 268                 | 309                       | 0                        | 196                      | 10.92                     | 90                       | 198                    | 370                    | 6                     | 227                            | 156                        | 3.1                        | 150                      | 156                         | 156                           |
| 160880134 | Fraccionamiento San José de la Palma  | 1318                | 650                     | 668                 | 675                       | 9                        | 397                      | 10.57                     | 276                      | 454                    | 957                    | 12                    | 669                            | 405                        | 3.25                       | 405                      | 405                         | 404                           |
| 160880135 | Fraccionamiento Valle Real            | 1749                | 826                     | 923                 | 899                       | 16                       | 465                      | 11.97                     | 241                      | 821                    | 1281                   | 11                    | 961                            | 550                        | 3.18                       | 549                      | 550                         | 550                           |
| 160880146 | Rinconada de los Sauces               | 2216                | 1087                    | 1129                | 1135                      | 16                       | 499                      | 13.62                     | 187                      | 1276                   | 1623                   | 5                     | 1348                           | 776                        | 2.86                       | 773                      | 776                         | 776                           |
| 160880171 | Colinas de la Palma                   | 1385                | 632                     | 753                 | 705                       | 2                        | 323                      | 10.44                     | 269                      | 450                    | 948                    | 15                    | 649                            | 446                        | 3.11                       | 446                      | 446                         | 446                           |
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO URBANAS             |                     |                         |                     |                           |                          |                          |                           |                          |                        |                        |                       |                                |                            |                            |                          |                             |                               |
| 160880039 | Uruétaro                              | 2857                | 1376                    | 1481                | 1167                      | 20                       | 1072                     | 7.38                      | 442                      | 455                    | 2127                   | 160                   | 1019                           | 761                        | 3.75                       | 743                      | 752                         | 759                           |
| 160880065 | Conjunto Habitacional el Trébol       | 3185                | 1578                    | 1607                | 1575                      | 18                       | 833                      | 12.14                     | 403                      | 1553                   | 2356                   | 23                    | 1290                           | 1003                       | 3.17                       | 1002                     | 1002                        | 1002                          |
| 160880140 | Campestre Tarímbaro                   | 3536                | 1732                    | 1804                | 1776                      | 36                       | 1189                     | 10.82                     | 661                      | 1292                   | 2506                   | 27                    | 1657                           | 1105                       | 3.2                        | 1101                     | 1104                        | 1103                          |
|           | TOTAL ZONA AFECTACIÓN                 | 26232               | 12728                   | 13504               | 12823                     | 214                      | 8657                     | 10.02                     | 4284                     | 8879                   | 19344                  | 587                   | 11115                          | 7696                       | 3.54                       | 7637                     | 7672                        | 7684                          |

El resumen, los principales indicadores sociodemográficos para las 17 localidades de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020, los podemos observar en la Tabla 16. En lo que respecta a las viviendas habitadas, el incremento del año 2000 al 2020 fue del 294.46%, al pasar de 1,951 a 7,696; este fenómeno dio origen a la consolidación de la llamada “zona de fraccionamientos” de Tarímbaro que, al día de hoy, sigue creciendo en población y vivienda.

**Tabla 16.** Evolución de indicadores sociodemográficos de las 17 localidades urbanas y rurales dentro de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020.  
Fuente: Elaboración propia con base en el censo de población y vivienda de los años 2000, 2010 y 2020 del INEGI.

|           |                                       | 2000                |                              |                                   | 2010                |                               |                            |                            | 2020                |                                |                            |                            |
|-----------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO RURALES             | Pob_Tot<br>(pobtot) | Total Viv Hab<br>(totvivhab) | Promedio<br>OcupxViv<br>(pro_ovp) | Pob_Tot<br>(pobtot) | Total<br>Viviendas<br>(vivot) | Total Viv Hab<br>(tvivhab) | PromOcupViv<br>(prom_ocup) | Pob_Tot<br>(POBTOT) | Total<br>Viviendas<br>(VIVTOT) | Total Viv Hab<br>(TVIVHAB) | PromOcupViv<br>(PROM_OCUP) |
| 16        | <b>Total del Estado</b>               | 3985667             | 855512                       | 4.65                              | 4351037             | 1415933                       | 1082772                    | 4.02                       | 4748846             | 1717578                        | 1285469                    | 3.68                       |
| 16088     | <b>Total del Municipio</b>            | 39408               | 8408                         | 4.68                              | 78623               | 34925                         | 21213                      | 3.77                       | 114513              | 46207                          | 33151                      | 3.45                       |
| 160880009 | El Colegio                            | 1020                | 211                          | 4.84                              | 1182                | 307                           | 287                        | 4.12                       | 1234                | 364                            | 301                        | 4.1                        |
| 160880013 | El Cuitzillo Chico                    | 150                 | 30                           | 5.03                              | 235                 | 79                            | 61                         | 3.85                       | 378                 | 109                            | 96                         | 3.94                       |
| 160880014 | El Cuitzillo Grande                   | 870                 | 174                          | 4.66                              | 1130                | 320                           | 257                        | 4.32                       | 1172                | 347                            | 287                        | 4.08                       |
| 160880019 | Colonia Miguel Hidalgo                | 1245                | 257                          | 4.85                              | 1164                | 360                           | 271                        | 4.3                        | 1410                | 436                            | 333                        | 4.23                       |
| 160880026 | La Palma (Las Palmas)                 | 1140                | 220                          | 5.18                              | 1064                | 312                           | 263                        | 4.16                       | 1336                | 361                            | 303                        | 4.41                       |
| 160880027 | Peña del Panal                        | 946                 | 209                          | 4.53                              | 1091                | 318                           | 271                        | 4.03                       | 1244                | 369                            | 310                        | 4.01                       |
| 160880032 | San José de la Trinidad               | 479                 | 107                          | 4.48                              | 508                 | 146                           | 125                        | 4.08                       | 554                 | 191                            | 153                        | 3.62                       |
| 160880063 | Campestre Erandeni [Club]             | 148                 | 43                           | 3.43                              | 508                 | 220                           | 153                        | 3.42                       | 795                 | 334                            | 253                        | 3.14                       |
| 160880127 | Fraccionamiento Laureles Eréndira     | ND                  |                              |                                   | 1290                | 777                           | 416                        | 3.1                        | 1379                | 784                            | 458                        | 3.01                       |
| 160880129 | Fraccionamiento Mirador de las Palmas | ND                  |                              |                                   | 402                 | 231                           | 118                        | 3.53                       | 484                 | 227                            | 156                        | 3.1                        |
| 160880134 | Fraccionamiento San José de la Palma  | ND                  |                              |                                   | 1407                | 666                           | 396                        | 3.58                       | 1318                | 669                            | 405                        | 3.25                       |
| 160880135 | Fraccionamiento Valle Real            | ND                  |                              |                                   | 1594                | 956                           | 478                        | 3.34                       | 1749                | 961                            | 550                        | 3.18                       |
| 160880146 | Rinconada de los Sauces               | ND                  |                              |                                   | 708                 | 930                           | 243                        | 2.89                       | 2216                | 1348                           | 776                        | 2.86                       |
| 160880171 | Colinas de la Palma                   | ND                  |                              |                                   | ND                  |                               |                            |                            | 1385                | 649                            | 446                        | 3.11                       |
| CVEGEO    | NOMBRE GEOGRÁFICO URBANAS             |                     |                              |                                   |                     |                               |                            |                            |                     |                                |                            |                            |
| 160880039 | Uruétaro                              | 2821                | 632                          | 4.47                              | 2596                | 834                           | 639                        | 4.07                       | 2857                | 1019                           | 761                        | 3.75                       |
| 160880065 | Conjunto Habitacional el Trébol       | 238                 | 68                           | 3.49                              | 1441                | 754                           | 446                        | 3.24                       | 3185                | 1290                           | 1003                       | 3.17                       |
| 160880140 | Campestre Tarímbaro                   | ND                  |                              |                                   | 2774                | 1655                          | 850                        | 3.46                       | 3536                | 1657                           | 1105                       | 3.2                        |
|           | <b>TOTAL ZONA AFECTACIÓN</b>          | <b>9057</b>         | <b>1951</b>                  | <b>4.50</b>                       | <b>19094</b>        | <b>8865</b>                   | <b>5274</b>                | <b>3.72</b>                | <b>26232</b>        | <b>11115</b>                   | <b>7696</b>                | <b>3.54</b>                |

En la Figura 27, se indica la población de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020, donde podemos observar que el incremento poblacional del año 2000 al 2020 es de 189%, al pasar de 9,057 habitantes en el año 2000 a 26,232 habitantes para el año 2020.

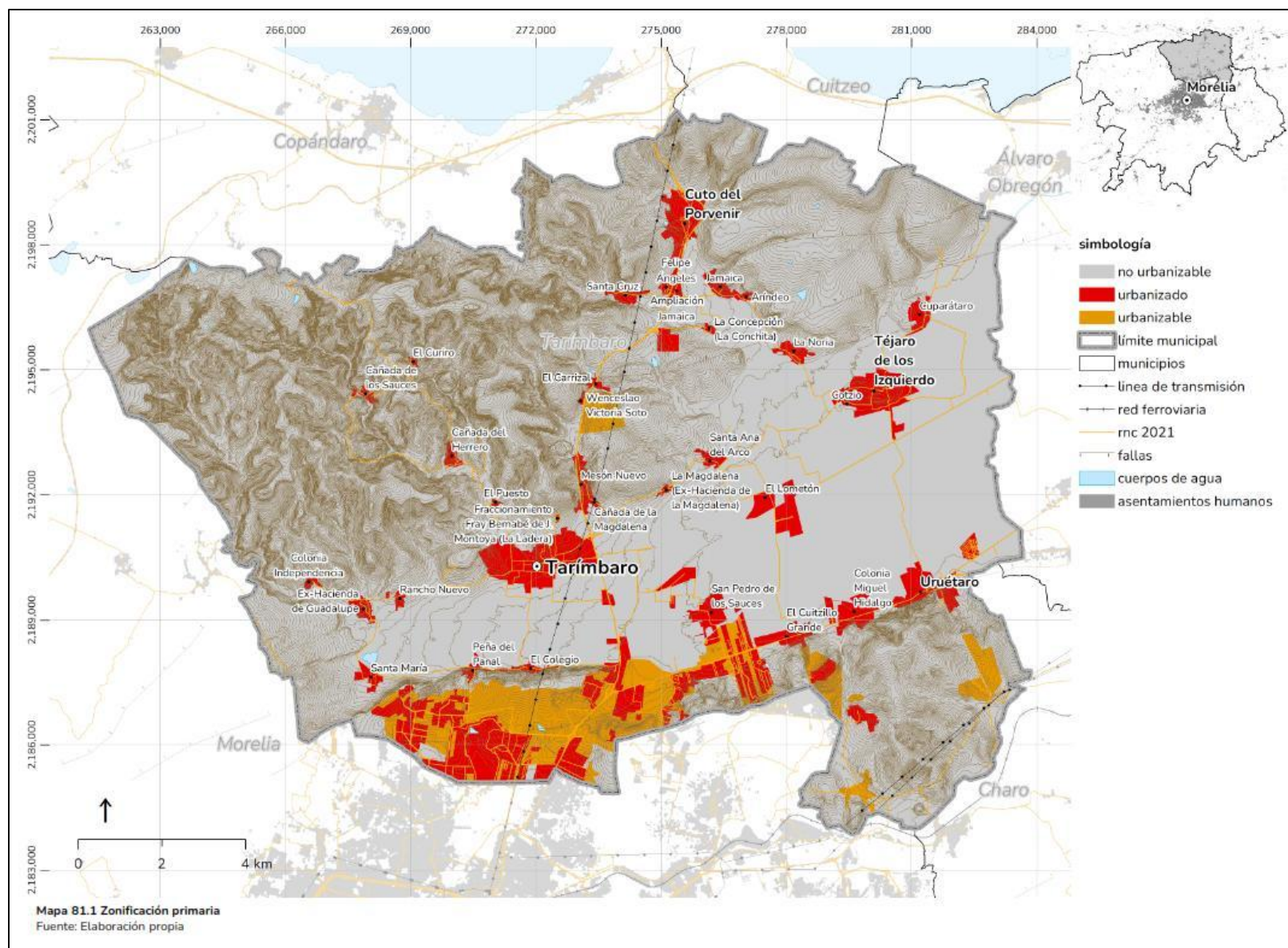


**Figura 27.** Distribución de la población de la zona de afectación para los años 2000, 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda de los años 2000, 2010 y 2020 del INEGI.

## 10.2 Zonificación primaria y secundaria

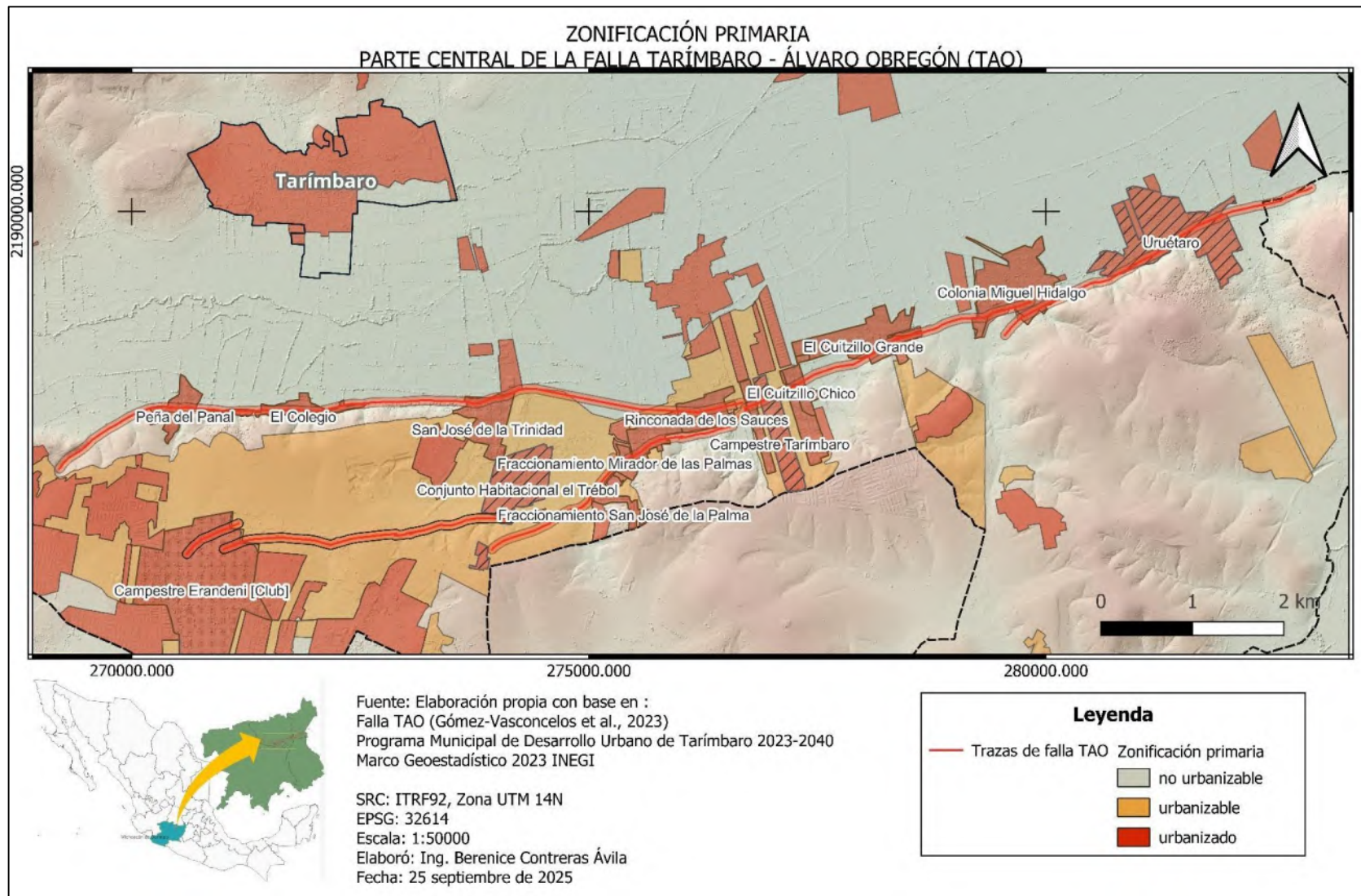
La zonificación primaria establecida en el PMUD 2023-2040 para el municipio de Tarímbaro se muestra en la Figura 28. Enfocando la zona de afectación, se puede apreciar que la falla TAO atraviesa por polígonos declarados como “urbanizables”, Figura 29.

De acuerdo con los archivos vectoriales de la PMDU (2023), la zonificación secundaria para la zona de afectación establece los polígonos: “uso urbanizable”, y el “urbanizable aprobado”, en donde la zonificación secundaria no contempló el riesgo por la falla TAO, ya que los polígonos por donde atraviesa no se encuentran marcados como “no urbanizable”, ver Figura 30. Con base en la zonificación secundaria oficialmente establecida, se podría asumir que seguirán creciendo los asentamientos humanos en las zonas de peligro por la subsidencia diferencial.

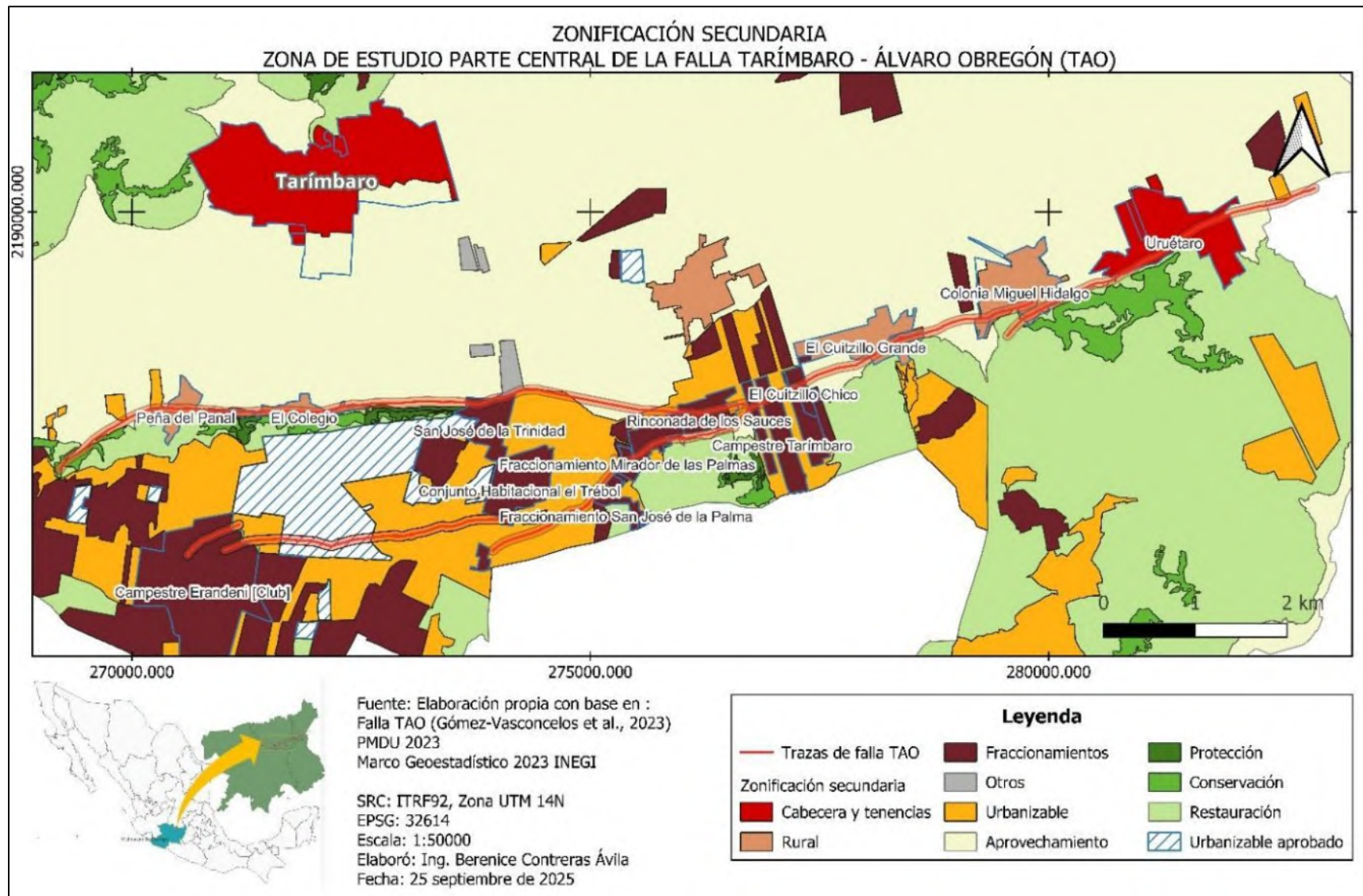


**Figura 28.** Imagen tomada del PMDU del municipio de Tarímbaro (2023). Zonificación primaria del municipio de Tarímbaro, Michoacán.





**Figura 29.** Zonificación primaria de la zona de afectación. Elaboración propia con base en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tarímbaro, 2023-2040 y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).



**Figura 30.** Zonificación secundaria de la zona de afectación. Fuente: Elaboración propia con base en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tarímbaro, Mich., 2023-2040 y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).

### **10.3 Grado de exposición**

Para determinar las viviendas habitadas (*VivHab*) se hizo multiplicando las viviendas totales (*VivTot*) por el porcentaje de viviendas habitadas dentro de la ZA (*%VivHab\_ZA*), ver Tabla 15.

$$VivHab = VivTot \times \%VivHab\_ZA$$

Viviendas identificadas en la percepción remota dentro de la ZA (*VivTot*) = **1,890**

Promedio de viviendas habitadas en la ZA (*VivHab*) = 69.23%

$$VivHab = 1890 \text{ } VivTot \times 69.23\% \text{ } VivHab\_ZA$$

$$VivHab = 1308$$

*Se estima que dentro de la zona de afectación se encuentran **1,308 viviendas habitadas**.*

Para el cálculo de la exposición (*e*), se obtuvo multiplicando el número de viviendas habitadas (*VivHab*) por el promedio de habitantes por vivienda (Tabla 15) de la ZA (*Hab/Viv\_ZA*).

$$e = VivHab \times Promedio(Hab/Viv\_ZA) \qquad e = 1308 \text{ } VivHab \times 3.54 \text{ } Hab/Viv$$

$$e = 4,630 \text{ } Habitantes$$

Se estima que existen **4.630 habitantes** dentro de la zona de afectación.

### **10.4 Daños en los sistemas expuestos**

Las viviendas más vulnerables ante los efectos de la subsidencia diferencial, son aquellas de baja calidad constructiva. En la zona de afectación, podemos distinguir dos grupos de calidad constructiva: los fraccionamientos y el resto de las localidades.

Los fraccionamientos deben ajustarse al reglamento de construcción, así como a las disposiciones del Plan de Desarrollo Urbano municipal, por este motivo, su construcción es en muchas ocasiones es de mejor calidad.



En la zona de estudio 7,919 viviendas (71.25%) corresponden a vivienda en fraccionamiento, y 3,196 (28.75%) a vivienda informal, predominando la autoconstrucción, caracterizada por no tener control de calidad en sus materiales, además de ausencia de diseño estructural, por lo que el riesgo de daño se incrementa como se observa en la Figura 31.

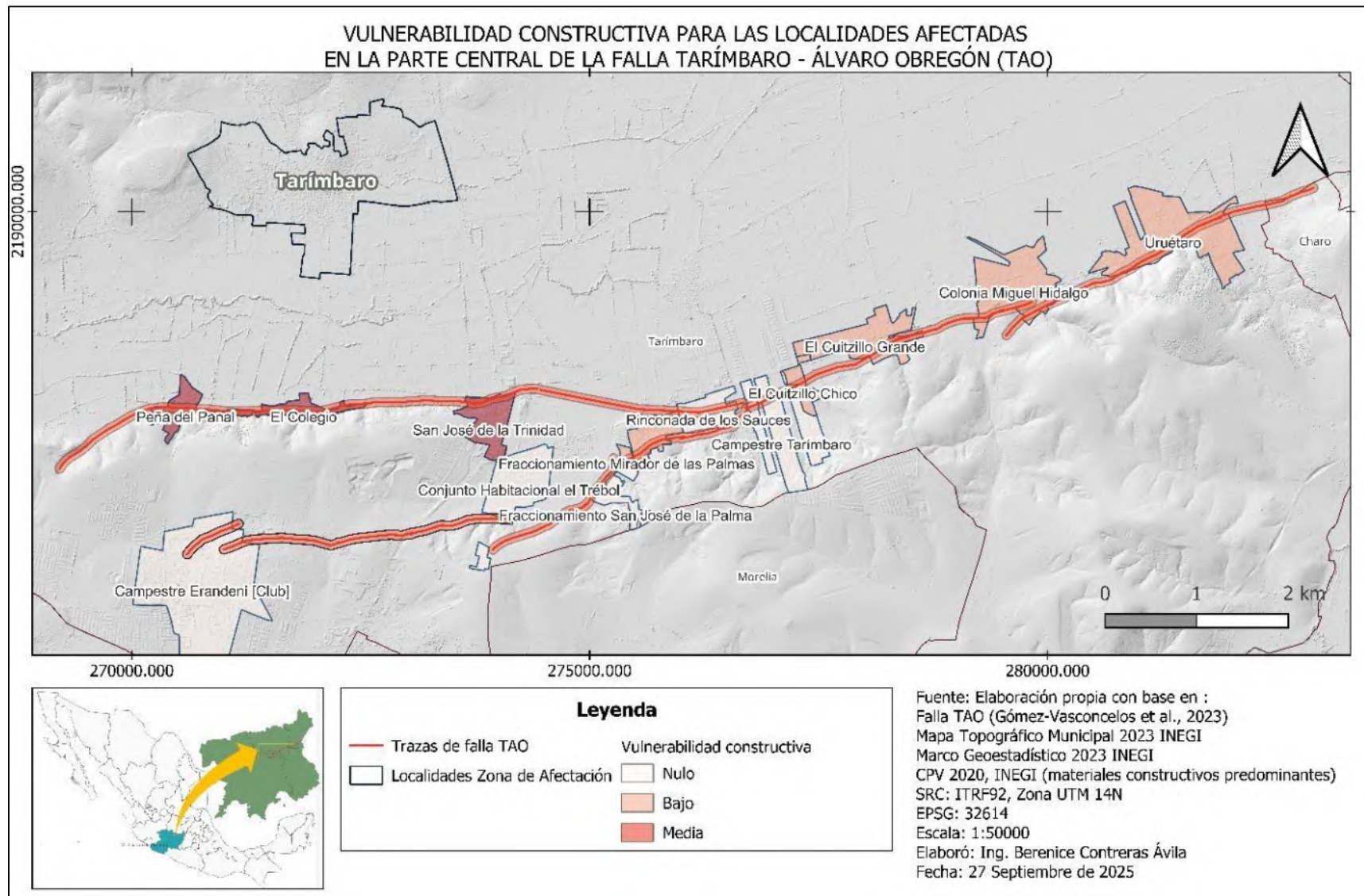


**Figura 31.** Viviendas afectadas estructuralmente en la localidad rural El Colegio. Coordenadas (-101.172873, 19.773348).

Para la caracterización del tipo de construcción predominante de viviendas, se realizó una tipificación simplificada para las 17 localidades de la zona de estudio, utilizando los indicadores del CPV 2020, del INEGI (Figura 32), para ello se consideraron las cinco tipologías resultantes que en orden creciente de vulnerabilidad son:

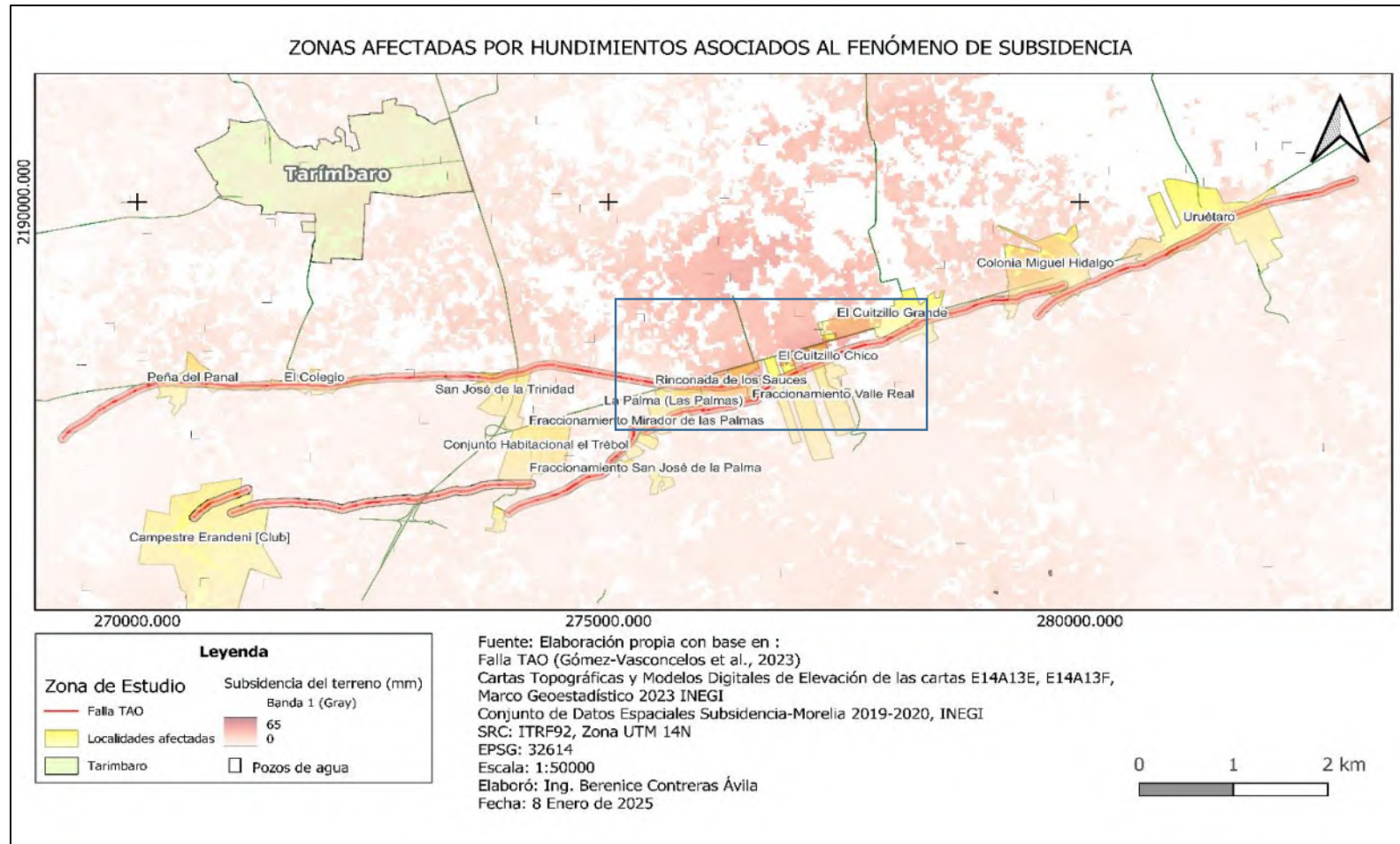
1. Muros de mampostería con techos rígidos
2. Muros de mampostería con techos flexibles
3. Muros de adobe con techos rígidos
4. Muros de adobe con techos flexibles
5. Muros de materiales débiles con techos flexibles





**Figura 32.** Vulnerabilidad constructiva para las localidades afectadas. Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).

En la zona de estudio, se tiene registro de hundimientos que van desde los 2 mm en la zona oeste en la localidad Club Campestre Erandeni hasta 45 mm en la zona del fraccionamiento Campestre Tarímbaro (Figura 33), resaltando que coincide la zona de mayor tasa de subsidencia con la ZAC.

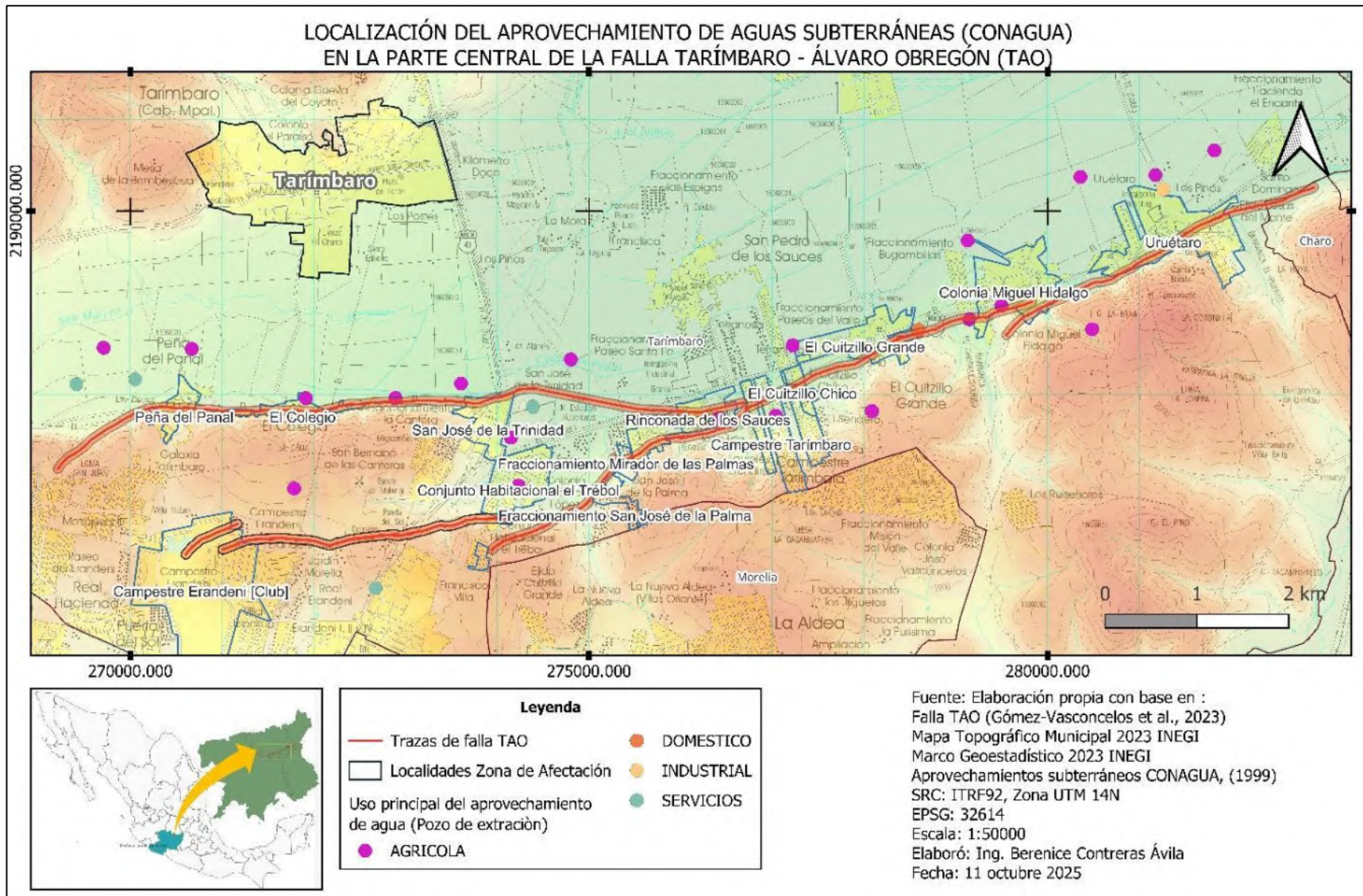


**Figura 33.** Zonas afectadas por hundimientos asociados al fenómeno de subsidencia. Fuente: Elaboración propia con base en el Conjunto de Datos Espaciales Subsidencia Morelia 2019-2020, del INEGI y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).

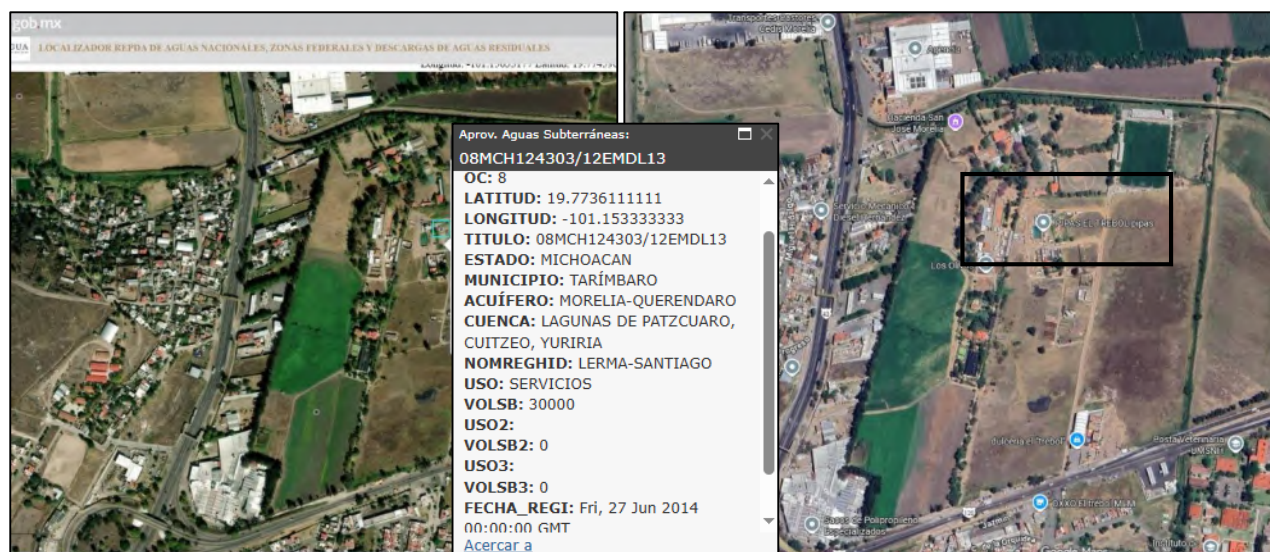
La extracción de agua subterránea es el detonante de la subsidencia diferencial, la cual está relacionada con el crecimiento poblacional de la zona y su inherente necesidad de agua. De acuerdo a la CONAGUA, en la zona de afectación se tiene registro de 53 pozos de extracción de agua (Comisión Nacional del Agua, 2025), (Figura 34). Se identificaron al menos cinco pozos clandestinos reportados por los residentes, los cuales no figuran en los registros oficiales de CONAGUA.

Además, se presume que existen pozos que extraen más agua de la permitida, como el caso del pozo 08MCH124303/12EMDL13. A pesar de tener una concesión para "servicios" limitada a 30,000 litros anuales (Comisión Nacional del Agua, 2025), se dedica a la venta comercial de agua en pipas, superando su autorización (Figura 35).





**Figura 34.** Ubicación de los pozos de extracción de agua en la zona de afectación. Fuente: Elaboración propia con base en (Comisión Nacional del Agua, 2025) y Gómez-Vasconcelos et al. (2024).



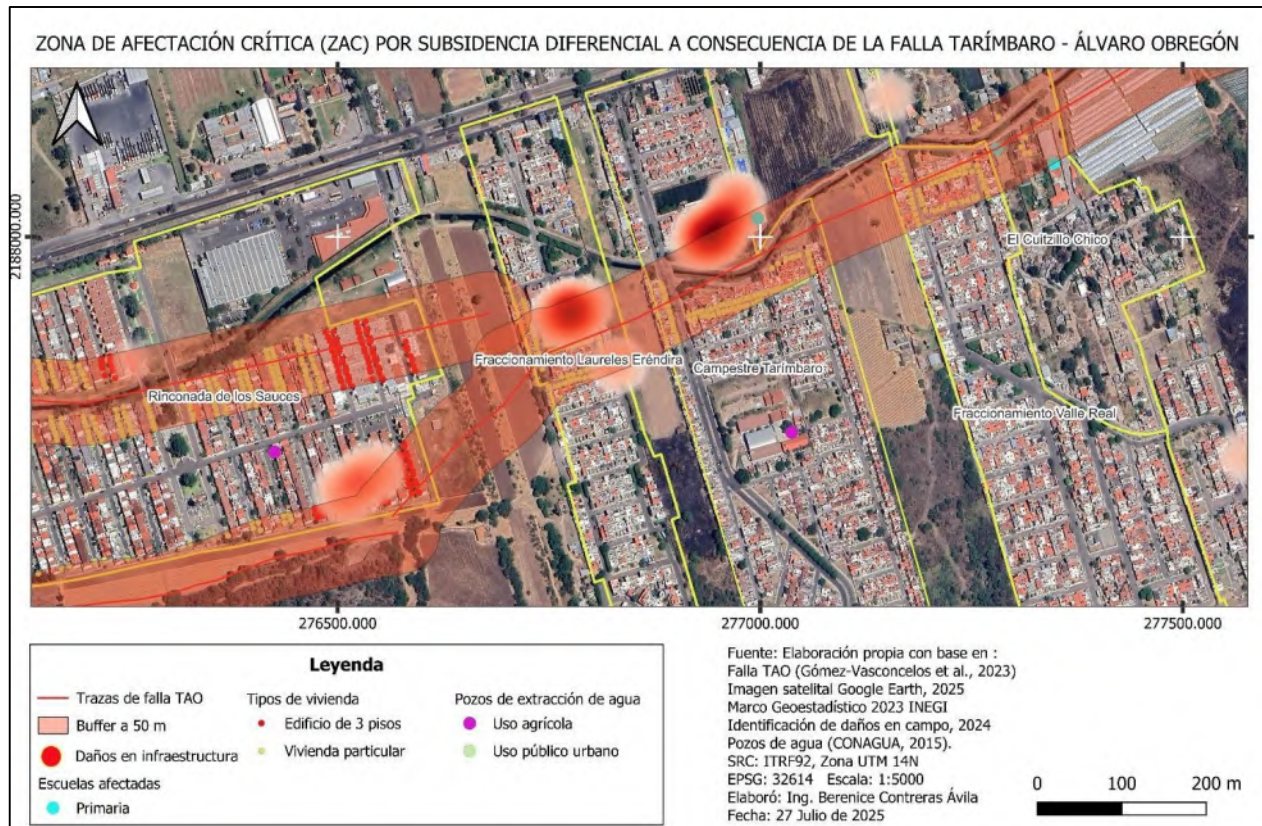
**Figura 35.** Localización, identificación y permisos otorgados al pozo de extracción de agua 08MCH124303/12EMDL13, el cual se publica en google maps como “pipas de agua el Trébol”. Imagen obtenida de (Comisión Nacional del Agua, 2025).

En el siguiente Mapa de Calor de daños (ver Figura 36), se observan los fraccionamientos Rinconada los Sauces, Laureles Eréndira, Campestre Tarímbaro y Valle Real entre los más afectados al alcanzar niveles de subsidencia registrada por el INEGI de hasta 45 mm.

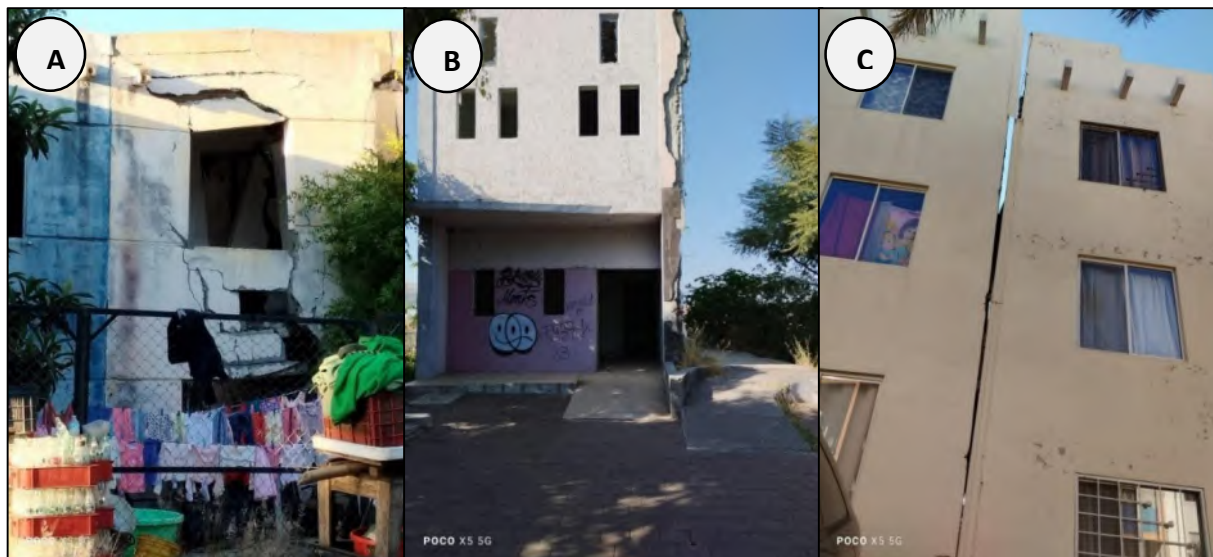
Acorde con las características de la subsidencia diferencial expuestas por Figueroa-Miranda (2019), la apreciación de los daños de las edificaciones en la ZA de la falla TAO están alineadas con la dirección NE-SW de las trazas de la falla TAO. Presenta la formación característica de la franja de daño (ZA), teniendo el bloque de techo al norte, donde se presentaron los daños estructurales más evidentes (ver Figura 36).

Durante el levantamiento de evidencias fotográficas en campo (ver Figura 37), se pudieron identificar afectaciones estructurales en varias localidades, entre las que destacan por sus daños a los Fraccionamientos Laureles Eréndira, Valle Real y Rinconada de los Sauces.





**Figura 36.** Mapa de calor de los mayores daños identificados en la infraestructura en la Zona de Afectación. Fuente: Elaboración propia con base en Gómez-Vasconcelos et al. (2024).



**Figura 37.** Afectaciones estructurales en la infraestructura de la zona de estudio. A) Fraccionamiento Laureles Eréndira, B) Antiguas oficinas administrativas del COMAPAT en el Fraccionamiento Valle Real, C) Edificio de departamentos de tres niveles en Rinconada los Sauces.

En cuanto a las localidades urbanas (Campestre Tarímbaro, Uruétaro y Conjunto habitacional El Trébol), se identificó daño estructural principalmente en Campestre Tarímbaro y, de manera general, en menor grado en Uruétaro, resaltando que, en las inmediaciones del escarpe de la falla, como se muestra en la Figura 38, se identificó atípicamente una vivienda severamente dañada.

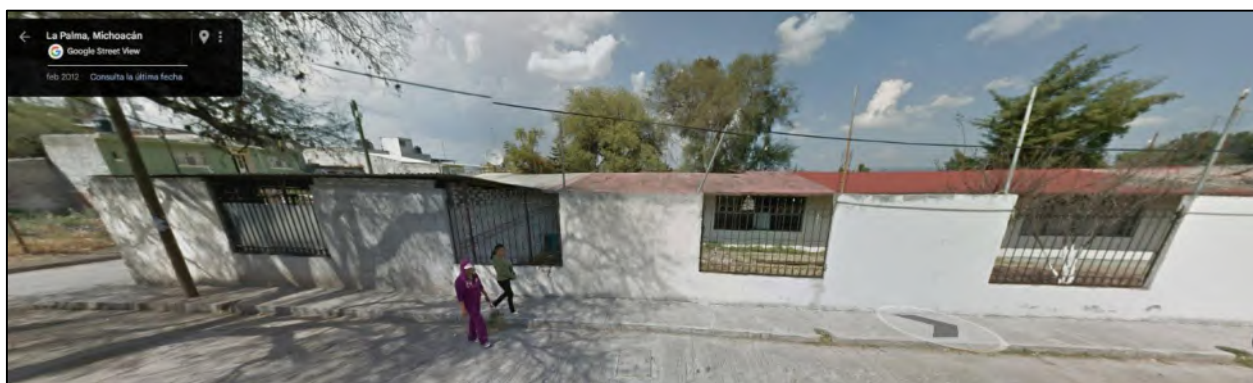


**Figura 38.** Vivienda identificada atípicamente con severos daños estructurales en castillos, muros de carga, paredes y pisos; ubicada en la localidad de Uruétaro, Mich. (-101.088072, 19.78943598), en las inmediaciones del escarpe principal de la falla. De acuerdo a su dueña, revisada por Protección Civil Municipal, emitiendo “dictamen” verbal de continuar habitándola por inexistencia de riesgo.

La Escuela Primaria Emancipación Proletaria, ubicada en la localidad de La Palma, en las coordenadas (-101.140879, 19.772236), es uno de los inmuebles públicos más



afectados por la subsidencia diferencial. En la Figura 39 se aprecia la escuela en el año 2012, antes de que la SEE dispusiera la demolición de un aula a causa de los daños que presentaba. En la Figura 40 del año 2024, se aprecia el aula ya demolida. De acuerdo a comentarios personales del Director de la escuela, la SEE ha dispuesto la reconstrucción del aula en el mismo lugar donde estaba.



**Figura 39.** Escuela primaria Emancipación Proletaria, imagen tomada de Google Earth, febrero 2012; antes de la demolición.

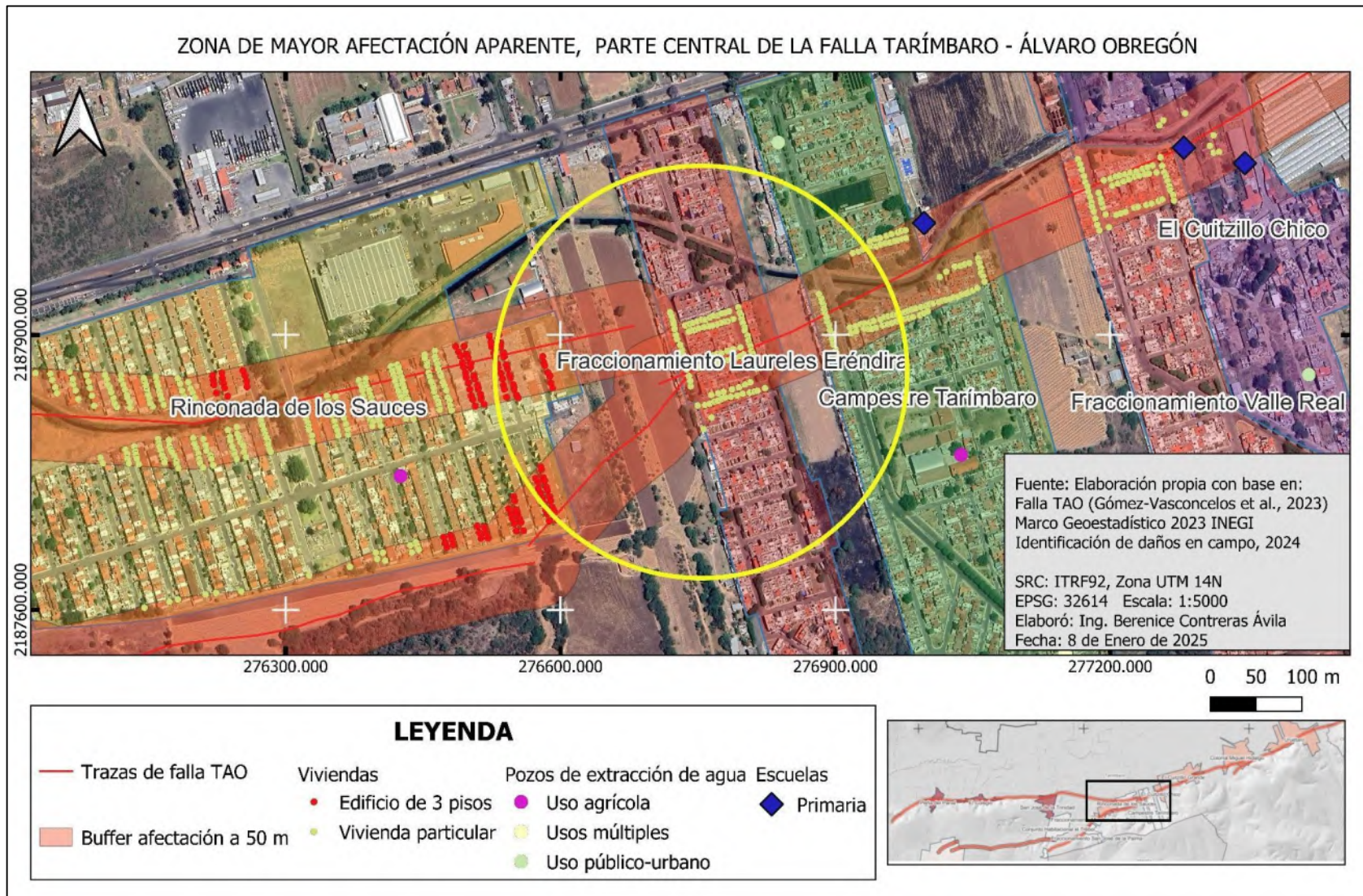


**Figura 40.** Escuela primaria Emancipación Proletaria, imagen tomada de Google Earth, octubre de 2024; donde se observa que ya no está el aula que fue demolida por daño estructural.

## 10.5 Zona de afectación crítica (ZAC)

De acuerdo al análisis de los resultados de la superposición en QGis de las capas de trazas de falla obtenidas de Gómez-Vasconcelos (2024), la distribución espacial y magnitud promedio de la subsidencia en Morelia, Michoacán, 2019-2020 del INEGI, así como los resultados de las encuestas aplicadas en campo y las evidencias fotográficas correspondientes, las cuales fueron tomadas en el periodo de septiembre a diciembre de 2025, se identifica una Zona de Afectación Crítica (ZAC) (Figura 41).





**Figura 41.** Zona de Afectación Crítica. Fuente: Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023).



En la zona de afectación crítica (ZAC), se tiene la convergencia de tres trazas de falla como se muestra en la Figura 42, situación que hace de este lugar una zona especial de peligro, ya que de las 554 trazas de falla que comprenden la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, ésta situación solamente se da en la ZAC, ya que en otras zonas las trazas presentan discontinuidad y/o no se encuentran dentro de zonas de asentamientos humanos, esta zona coincide con las mayores afectaciones estructurales a las viviendas y vías de transporte identificadas durante las visitas a campo.



**Figura 42.** Zona de convergencia de tres trazas dentro de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Elaboración propia con base en Gómez-Vasconcelos et Al. (2024).

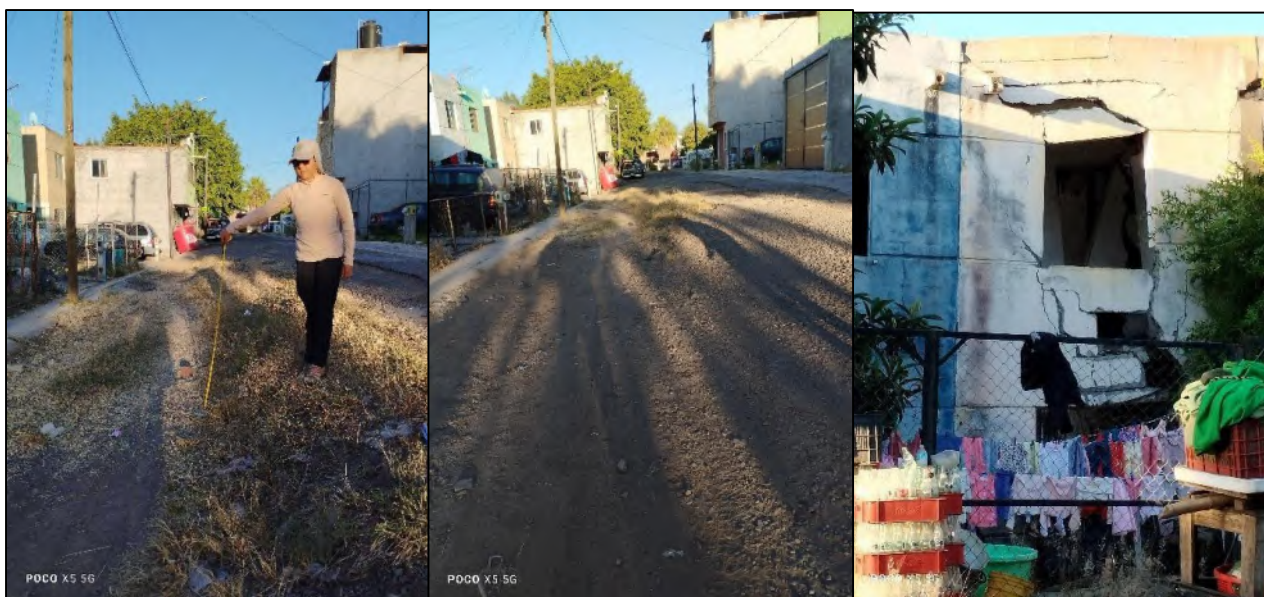
Además, dentro de la ZAC existe la sobre posición de dos trazas de falla, coordenadas UTM 276742.354, 2187860.232 (-101.130879,19.773845), la cual corresponde a la esquina entre las calles Quiroga y Charapan del Fraccionamiento Laureles Eréndira.

Las siguientes imágenes muestran el antes (Figura 43) y el después (Figura 44) de una de las viviendas con mayor daño estructural, además de apreciarse un

hundimiento por lo menos de 1.20 m sobre la calle De la Mina en el Fraccionamiento Campestre Tarímbaro (-101.12903, 19.77514). Cabe mencionar que aproximadamente a 30 m se encuentra una escuela primaria con una matrícula de 172 alumnos al año 2024.



**Figura 43.** Imagen tomada de Google Earth, febrero de 2012. Calle De la Mina, Fracc. Campestre Tarímbaro.



**Figura 44.** Imagen tomada en visita a campo, noviembre de 2024. Calle De la Mina, Fracc. Campestre Tarímbaro.

Por otro lado, la Zona de Afectación de la falla TAO se estableció en 50 m a la redonda de cada una de las seis trazas de falla a estudiar. Sin embargo, de acuerdo con la evidencia fotográfica (ver Figura 45), se registraron daños estructurales fuera del límite de los 50 m, en algunas zonas (Tabla 17). Esto podría deberse a la presencia de fallas



secundarias sin expresión superficial, por lo que se recomienda analizar la posibilidad de modificar las dimensiones de la zona de afectación por subsidencia diferencial.

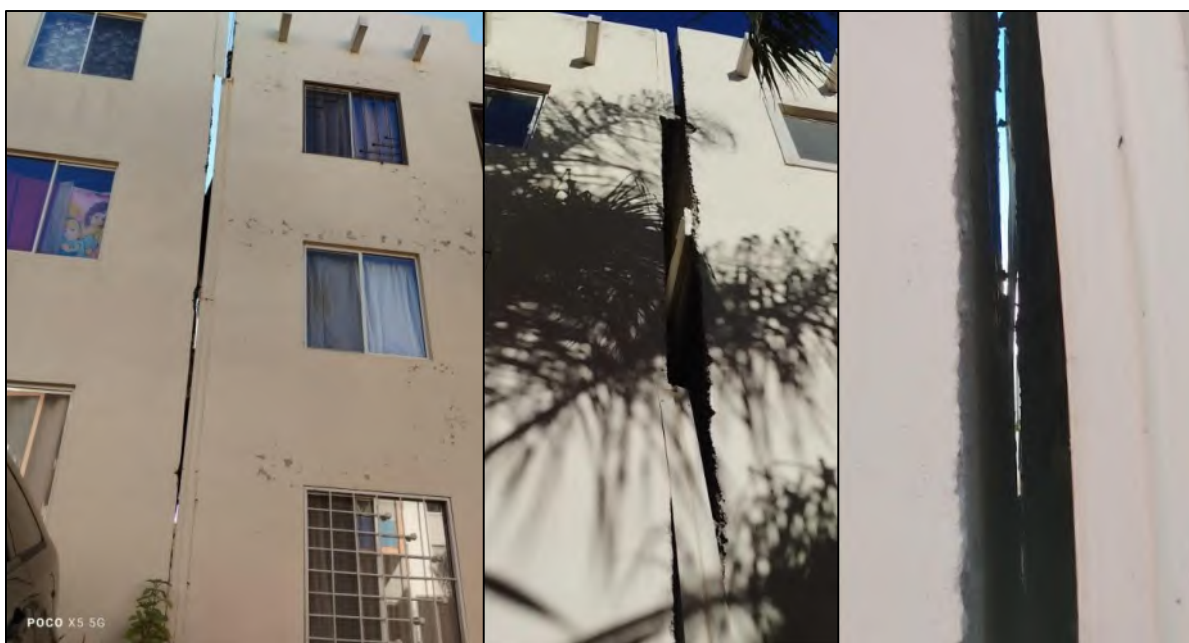
**Tabla 17.** Localización de daños estructurales fuera de la Zona de Afectación (ZA).

| ID | Longitud   | Latitud  | Dist. Falla | Subsidencia (mm/año) | Dirección                                             | Tipo edificación                                  |
|----|------------|----------|-------------|----------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| A  | -101.11915 | 19.78038 | 133 m       | Sin dato             | Carretera Morelia-Acámbaro, Cuitzillo el Grande       | Esc. Prim. Melchor Ocampo/ Barda perimetral       |
| B  | -101.14094 | 19.77228 | 132 m       | 9                    | C. Apatzingán esq. Buenavista, la Palma               | Esc. Prim. Emancipación Proletaria/Salón demolido |
| C  | -101.11988 | 19.77965 | 139 m       | Sin dato             | Carretera Morelia-Acámbaro, Cuitzillo el Grande       | Casa particular                                   |
| D  | -101.12295 | 19.77282 | 463 m       | 9                    | Av. Paseo Valle Real Norte, Valle Real                | Casa particular                                   |
| E  | -101.12701 | 19.77666 | 107 m       | 43                   | Av. Valle Real, Cuitzillo el Chico                    | Av. Principal y oficinas COMAPAT                  |
| F  | -101.12873 | 19.77554 | 73 m        | 43                   | C. del Ganado esq. C. del Zaguán, Campestre Tarímbaro | Casa particular                                   |
| G  | -101.13072 | 19.77277 | 87 m        | 6                    | C. Huetamo esq. Quiroga, Laureles Eréndira            | Barda perimetral                                  |



**Figura 45.** Algunos daños en la infraestructura fuera de los 50 m del buffer de afectación.

El resumen de los daños nos indica que el impacto de la subsidencia diferencial es principalmente material y económico. En edificaciones de más de dos plantas, como es el caso de las torres de departamentos del Fraccionamiento Rinconada los Sauces ilustrado en la Figura 46, los efectos de la subsidencia diferencial ponen en riesgo la funcionalidad de la construcción y, sobre todo, la seguridad de sus habitantes.



**Figura 46.** Impacto de la subsidencia diferencial en torres de edificios del Fraccionamiento Rinconada los Sauces.

En la Figura 47 se aprecian severos daños en la infraestructura, coincidentes con las trayectorias de las trazas de falla en la zona de afectación:

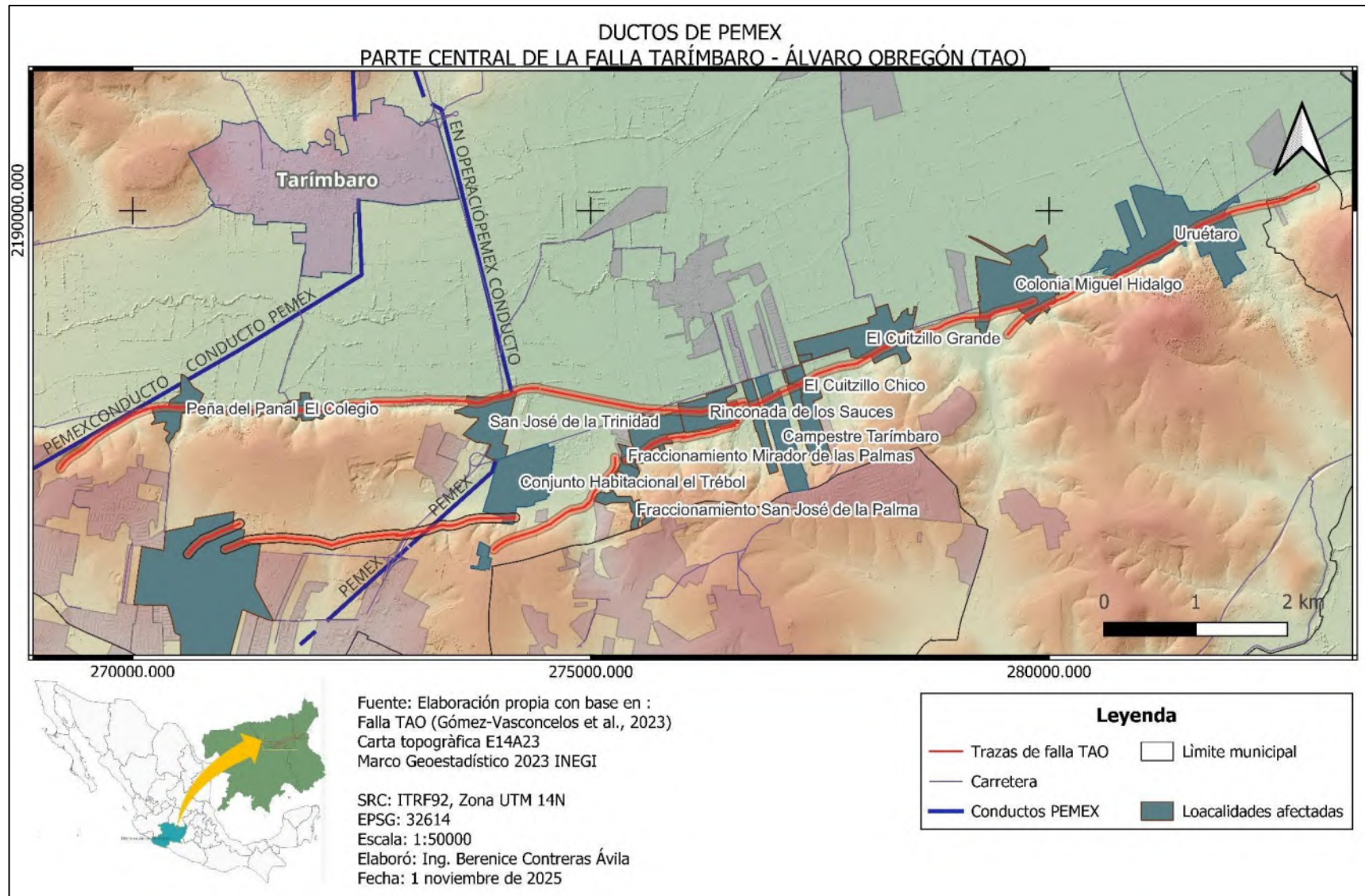




**Figura 47.** Algunos de los daños en viviendas y bardas perimetrales identificados en la zona de afectación.

A raíz de la presente investigación, se identificó un peligro adicional por la subsidencia diferencial en la zona de afectación: la contaminación de acuíferos, ya que la subsidencia diferencial puede ocasionar la ruptura de ductos de PEMEX que atraviesan junto al fraccionamiento El Trébol de forma paralela a la carretera Morelia-Salamanca, ver Figura 48.





**Figura 48.** Ductos en operación de PEMEX que atraviesan por la parte central de la falla TAO. Fuente: Elaboración propia con base en (Gómez-Vasconcelos et al., 2023) y carta topográfica E14A13 de INEGI.



## 10.6 Vulnerabilidad socioeconómica

Para el cálculo de la vulnerabilidad socioeconómica se emplearon dos enfoques: el método 1 desarrollado en 2006 por SEDATU-CENPRED, y el método 2, una propuesta metodológica basada en encuestas a la población residente en la zona de estudio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por ambos:

### 10.6.1 Condiciones sociales y económicas (CSE), método 1 y 2

Los resultados de las CSE<sub>1</sub>, correspondientes al método 1, se presentan en la Tabla 18, mientras que los resultados de las CSE<sub>2</sub> (método 2) se detallan en la Tabla 19.

**Tabla 18.** Método 1. Valores obtenidos por rubro para el cálculo de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

| Sector            | Número de indicadores | Sumatoria Calificación | Promedio |
|-------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| Salud             | 3                     | 1.75                   | 0.58     |
| Educación         | 3                     | 0.25                   | 0.08     |
| Vivienda          | 6                     | 0                      | 0        |
| Empleo e ingresos | 3                     | 0.25                   | 0.08     |
| Población         | 3                     | 2                      | 0.67     |

|                                                            |             |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Condiciones sociales y económicas (CSE<sub>1</sub>)</b> | <b>0.28</b> |
|------------------------------------------------------------|-------------|

**Tabla 19.** Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de las Condiciones Sociales y Económicas (CSE<sub>2</sub>). Fuente: Elaboración propia.

| Cuestionarios en campo    | Resultados cuestionarios |
|---------------------------|--------------------------|
| Viviendas                 |                          |
| CSE                       | 0.584                    |
| Otro tipo infraestructura |                          |
| CSE                       | 0.625                    |
| Promedio CSE <sub>2</sub> | <b>0.605</b>             |

### 10.6.2 Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR), método 1 y 2

Los valores obtenidos para la CPR<sub>1</sub> por el método 1 se aprecian en la Tabla 20 y para la CPR<sub>2</sub> por el método 2 en la Tabla 21.

**Tabla 20.** Método 1. Valores obtenidos para la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

Valor obtenido

**9.00**

| Rangos con respecto a la suma de las respuestas | Nivel de Capacidad de Prevención y Respuesta | Valor según condición de vulnerabilidad | Calificación CPR <sub>1</sub> |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| De 0 a 4                                        | Muy Alta                                     | 0.00                                    | <b>0.50</b>                   |
| De 4.1 a 8.0                                    | Alta                                         | 0.25                                    |                               |
| <b>De 8.1 a 12.0</b>                            | <b>Media</b>                                 | <b>0.5</b>                              |                               |
| De 12.1 a 16.0                                  | Baja                                         | 0.75                                    |                               |
| De 16.1 o más                                   | Muy Baja                                     | 1.00                                    |                               |

**Tabla 21.** Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR<sub>2</sub>). Fuente: Elaboración propia.

| Cuestionarios en campo    | Resultados cuestionarios |
|---------------------------|--------------------------|
| Viviendas                 |                          |
| CPR                       | 0.510                    |
| Otro tipo infraestructura |                          |
| CPR                       | 0.703                    |
| Promedio CPR <sub>2</sub> | <b>0.606</b>             |

### 10.6.3 Percepción Local del Riesgo (PLR), método 1 y 2

Por su parte, los resultados para la PLR están expuestos en la Tabla 22 para el método 1 y en la Tabla 23 para el método 2.

**Tabla 22.** Método 1. Valores obtenidos para la Percepción Local del Riesgo (PLR<sub>1</sub>). Fuente: Elaboración propia con base en (SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2006).

**Valor obtenido: 15.91**

| Rango                 | Nivel de Percepción Local del Riesgo | Valor asignado según condición vulnerabilidad | Calificación PLR <sub>1</sub> |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| De 0 a 5.0            | Muy Alta                             | 0.00                                          | <b>0.75</b>                   |
| De 5.1 a 10.0         | Alta                                 | 0.25                                          |                               |
| De 10.1 a 15.0        | Media                                | 0.50                                          |                               |
| <b>De 15.1 a 20.0</b> | <b>Baja</b>                          | <b>0.75</b>                                   |                               |
| Más de 20.0           | Muy Baja                             | 1.00                                          |                               |

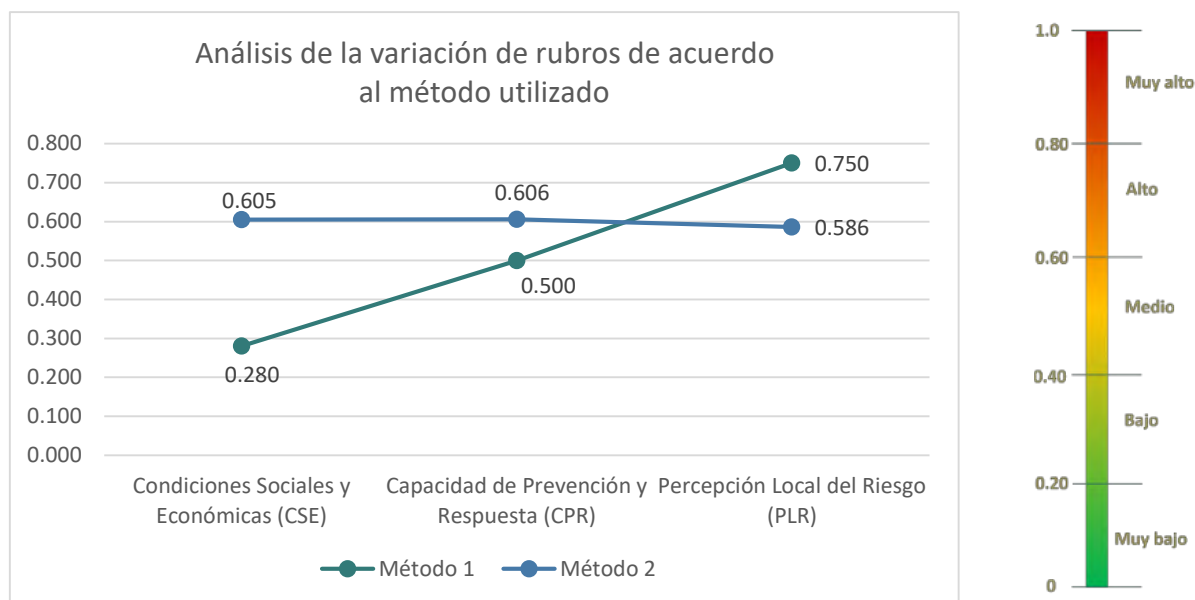
**Tabla 23.** Método 2. Valores obtenidos de cuestionarios aplicados en campo para el cálculo de la Percepción Local del Riesgo (PLR<sub>2</sub>). Fuente: Elaboración propia.

| Cuestionarios en campo    | Resultados cuestionarios |
|---------------------------|--------------------------|
| Viviendas                 |                          |
| PLR                       | 0.526                    |
| Otro tipo infraestructura |                          |
| PLR                       | 0.646                    |
| Promedio PLR <sub>2</sub> | <b>0.586</b>             |

El resumen de los resultados obtenidos de acuerdo al método usado, se presenta en la Tabla 24. Adicionalmente, la Figura 49 ilustra el comportamiento de resultados.

**Tabla 24.** Resultados de cada uno de los rubros a evaluar clasificados por el método de obtención.

| Rubro                                     | Ponderación | Resultados |          | Variación |
|-------------------------------------------|-------------|------------|----------|-----------|
|                                           |             | Método 1   | Método 2 |           |
| Condiciones Sociales y Económicas (CSE)   | 50%         | 0.280      | 0.605    | -0.325    |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) | 25%         | 0.500      | 0.606    | -0.106    |
| Percepción Local del Riesgo (PLR)         | 25%         | 0.750      | 0.586    | 0.164     |



**Figura 49.** Gráfica de resultados de la vulnerabilidad socioeconómica por cada uno de los métodos usados.  
Fuente: Elaboración propia.

El contraste más significativo entre ambas metodologías se manifiesta en las Condiciones Sociales y Económicas (CSE). Mientras que el Método 1 las valora en 0.28 (nivel bajo), el Método 2 las eleva a 0.605 (nivel alto). En una escala de 0 a 1, esta brecha de 0.325 es una diferencia significativa, aunado a que es el rubro con mayor ponderación (50%).

Considerando que el método 1 determina las CSE a través de la evaluación de los rubros de salud, educación, vivienda, empleo, ingresos y población, los cuales se presentaron en Tablas 4, 5, 6, 7 y 8, y que son evaluados a través de indicadores estadísticos del INEGI, lo que representa un desfase temporal de hasta cinco años de acuerdo a la fecha del estudio, ya que los CPV se levantan cada 10 años (años terminados en 0), y la Encuesta Intercensal cada 10 años (años terminados en 5). Así mismo, el 40% de los indicadores establecidos en el método 1 solamente están disponibles con desagregación municipal, lo que incide en un resultado generalizado.

Aunado a lo anterior, la definición de límites de rangos o umbrales para la medición de cada uno de los indicadores fueron establecidos de acuerdo a las características socioeconómicas de México en el año 2006, situación que ha cambiado radicalmente.

En el caso de la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR), la diferencia entre  $CPR_1$  y  $CPR_2$  es de 0.106, se considera dentro del rango aceptable, lo que demuestra consistencia entre ambos métodos.

Cabe resaltar que el indicador  $CPR_1$ , funciona como una constante a nivel municipal. Su valor no varía entre localidades porque mide la capacidad institucional de organismos como el H. Ayuntamiento, Secretaría de Salud y Protección Civil. En consecuencia, el Método 1 no arroja un resultado de  $CPR_1$  diferenciado para las localidades en estudio. Por ello, se integró el indicador  $CPR_2$  con el objetivo de obtener una valoración específica y diferenciada para cada comunidad.

En la evaluación de la Percepción Local del Riesgo (PLR), la disparidad de 0.164 entre los resultados de ambas metodologías se considera notable. Esta conclusión se fundamenta al comparar dicha diferencia con el ancho de clase de 0.25 (Tabla 19), ya que tiene la magnitud necesaria para alterar el nivel de la PLR asignado.

Aunado a lo anterior, los resultados sobre las Características de las Localidades 2020 del INEGI, muestran que solamente los habitantes del Fraccionamiento Laureles Eréndira (160880127) consideran como el problema principal las “Afectaciones por fenómenos naturales o plagas”. Llama la atención que el fraccionamiento Rinconada los Sauces (160880146) dijo no tener ningún problema con las “Afectaciones por fenómenos naturales”

Por otro lado, ante la pregunta: “¿De 2015 a la fecha (2020), esta localidad tuvo daños por temblor?”, la respuesta fue afirmativa solamente para las localidades de Cuitzillo el Chico (160880013), Cuitzillo el Grande (160880014), Fraccionamiento Valle Real (160880135) y Colinas de la Palma (160880171).

## **10.7 Resultados método 1 (SEDATU-CENAPRED)**

El resultado de la Vulnerabilidad Socioeconómica utilizando el método 1 lo podemos apreciar en la Tabla 25, la cual integra los tres componentes de la  $VS_1$  ( $CSE_1$ ,  $PLR_1$  y  $CPR_1$ ) y sus ponderaciones, dando como resultado una vulnerabilidad **“media”**.

**Tabla 25.** Resultado de la vulnerabilidad socioeconómica por el Método 1. Fuente: Elaboración propia.

| Rubro                                                   | Valor obtenido ZA | Ponderación | Resultado     |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|
| Condiciones Sociales y Económicas (CSE <sub>1</sub> )   | 0.28              | 50%         | 0.1400        |
| Percepción Local Riesgo (PLR <sub>1</sub> )             | 0.75              | 25%         | 0.1875        |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>1</sub> ) | 0.50              | 25%         | 0.1250        |
|                                                         |                   |             | <b>0.4525</b> |

## 10.8 Resultados método 2 (cuestionarios en campo)

La Tabla 26 nos muestra los resultados por componente de la VS<sub>2</sub> por el método 2, el cual arrojó un nivel de vulnerabilidad **“alto”**.

**Tabla 26.** Resultado de la vulnerabilidad socioeconómica por el Método 2. Fuente: Elaboración propia.

| Rubro                                                   | Valor obtenido ZA | Ponderación | Resultado     |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|
| Condiciones Sociales y Económicas (CSE <sub>2</sub> )   | 0.61              | 50%         | 0.3025        |
| Percepción Local Riesgo (PLR <sub>2</sub> )             | 0.59              | 25%         | 0.1465        |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR <sub>2</sub> ) | 0.61              | 25%         | 0.1515        |
|                                                         |                   |             | <b>0.6005</b> |

Con las respuestas de los 85 cuestionarios aplicados en las viviendas “Tipo y Servicio de la Vivienda” (TSV), los cuales fueron elementos integradores para el cálculo de la VS<sub>2</sub>, además, sobresalen los siguientes datos relacionados a las características de la población y las viviendas:

### Población:

- Se recopiló información de 268 personas (138 hombres y 130 mujeres)
- El promedio de edad es de 38.14 años
- El grado promedio de escolaridad es de 9.67 grados cursados
- 10 personas discapacitadas (7 con discapacidad motriz, 2 visual y 1 auditiva)



- 125 personas (46.64%) no tienen derechohabiencia a ningún servicio de salud, 115 están afiliadas al IMSS, 24 al ISSSTE y 4 cuentan con seguro privado
- 1 persona habla lengua indígena
- 109 personas trabajan dentro del hogar, 105 no trabaja y 54 personas trabajan fuera del hogar
- 163 personas tienen trabajo remunerado (61%)
- El promedio de horas trabajadas por persona es de 43.5 Hrs/semana
- El ingreso familiar se destina en promedio para 3.15 personas/vivienda

### **Respuesta del representante del hogar o jefes de familia**

- 53 entrevistados (62.35%) dijeron sentirse muy seguros en su vivienda, 25 poco seguros y 7 nada seguros
- 55 entrevistados (64.70%) sabían con anterioridad de la existencia de la falla, 30 no sabían
- 68 representantes del hogar (80%) no conocen qué medidas tomar ante las instancias oficiales para reportar el daño en su vivienda, 17 sí las conoce
- 67 personas (78.82%) mencionaron que, si hubieran sabido de la existencia de la falla, no vivirían allí, 18 mencionaron que inclusive conociendo las afectaciones vivirían allí
- 62 personas (72.94%) saben qué medidas se deben tomar en caso de un sismo, 23 respondió no saber qué hacer
- 82 personas (96.47%) mencionaron no sufrir problemas de salud a consecuencia de la falla y 3 personas presentan problemas de ansiedad
- 50 personas (58.82%) identifican alguna vialidad afectada y 35 no las identifica
- 61 personas (71.76%) identifican algún edificio público dañado y 24 no los identifica
- 53 personas (62.35%) están conscientes del hundimiento diferencial y 32 no lo están
- 58 personas (68.23%) han detectado algún hundimiento diferencial por la zona y 27 no lo han detectado
- 63 personas (74.11%) estarían dispuestas a cambiar el lugar de residencia por su seguridad y 22 no estarían dispuestas a ello
- 35 personas (41.17%) eligieron la vivienda por el precio, 30 por su ubicación, 10 por su tamaño, 7 por su diseño y 31 no lo especificaron
- En 2 de los hogares entrevistados, ninguno de sus habitantes recibe remuneración económica

- En 48 hogares (56.47%) perciben un ingreso familiar de 0 a 1 VSM (veces salario mínimo), 19 hogares con 1 a 2 VSM, 8 hogares de 2 a 3 VSM y 8 hogares percibe de 3 VSM en adelante

#### **Viviendas:**

- Se recopiló información de 85 viviendas
- 42 viviendas (49.41%) en una planta y 43 viviendas en dos plantas
- 63 viviendas propias (74.11%), 16 rentadas y 6 prestadas
- 18 viviendas (28.57%) se adquirieron con crédito del INFONAVIT, 6 con FOVISSSTE, 3 con crédito bancario, 4 en efectivo y 50 fueron heredadas (58.82%)
- 55 viviendas (64.70%) están totalmente pagadas, 18 parcialmente pagadas, 11 no sabe la respuesta y 1 se dejó de pagar
- 49 viviendas (57.64%) construidas por fraccionadores y 34 de autoconstrucción
- 84 viviendas (98.82%) construidas con muros rígidos y 1 con muros flexibles
- 82 viviendas (96.47%) con techos rígidos y 3 con techo flexible
- 42 viviendas (49.41%) presentan afectaciones estructurales y 43 no presentan
- 80 viviendas (94.11%) sin reporte de daños ante instancias oficiales, y 5 (5.88%) con reporte de daños
- Las principales afectaciones en las viviendas son en muros (41%), pisos (20%), techos (14%) y bardas (11%)
- 79 viviendas (92.94%) con recubrimiento de vitropiso, 5 solamente tiene firme de concreto y 1 con piso de tierra
- 27 viviendas (31.76%) con acceso a agua potable suministrado por COMAPAT, 57 por medio de pozos de extracción de agua (67.05%) y 1 sin especificar
- 61 viviendas (71.76%) cuentan con servicio de internet, 24 sin servicio de internet
- El tiempo promedio de radicar en la vivienda es de 20.65 años
- 24 viviendas (28.23%) han hecho reparaciones (gastos) y 61 sin reparaciones
- El promedio de gastos por reparación en la vivienda es de \$26,846.00

De acuerdo con Consejo Nacional de Evaluación de Política Social (CONEVAL), la Línea de Pobreza Extrema por Ingresos (LPEI) equivale al valor total de la canasta alimentaria por persona al mes, y la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI), equivale al valor monetario total de la canasta alimentaria más la canasta no alimentaria por persona al mes. Considerando que, los resultados obtenidos en los cuestionarios aplicados en campo, en la que el 56.47% de las familias reciben entre todos los

miembros del hogar menos de un salario mínimo de ingresos por sueldos, (que a la fecha del levantamiento de información equivalía a \$ 7,468.00 mensuales), y considerando un promedio de 3.15 ocupantes por vivienda; la distribución del ingreso por persona en la ZA para ese grupo vulnerable por ingresos equivaldría a un monto máximo de \$2,370.79 mensuales.

Contemplando que el levantamiento de información se hizo entre los meses de septiembre a diciembre 2025, y que de acuerdo con el CONEVAL (CONEVAL, 2025), la LPEI promedio de los meses de referencia fue de \$1,794.36 para el ámbito rural, y \$2,354.13 para el ámbito urbano; *se podría deducir que la mayoría de las familias (56.47%) en la ZA, se encuentra en los límites de la Línea de Pobreza por Ingresos.*

## 10.9 Resultado vulnerabilidad socioeconómica zona de afectación

El rezago social que está estrechamente relacionado con la vulnerabilidad socioeconómica, muestra en la Figura 50, que las localidades Peña del Panal, El Colegio, Colonia Miguel Hidalgo y Uruétaro son las únicas que presentan un nivel “bajo”, y las 13 localidades restantes de la zona de afectación, un nivel “muy bajo” (CONEVAL, 2025).

Espacio y datos de México

01/11/2025

Coordenadas centrales: 19.774771276173283, -101.13336238143559



**Figura 50.** Grado de rezago social por localidad. Fuente: Imagen tomada de (CONEVAL, 2025).

El rezago social de CONEVAL (2025), comparado con el grado de vulnerabilidad constructiva para las viviendas en la ZA anteriormente mostrado en la Figura 32,

indican una coincidencia para las localidades de Peña del Panal y El Colegio, las cuales, de acuerdo a su rezago social y vulnerabilidad constructiva, serían las más vulnerables de la zona.

Por otro lado, siguiendo el Método 1, y con el propósito de determinar si existe diferencia entre los resultados arrojados por tipo de localidad (urbana y rural), se hizo una diferenciación entre las 14 localidades rurales y las tres urbanas que se encuentran dentro de la ZA:

Vulnerabilidad ámbito **rural** = 0.51

Vulnerabilidad ámbito **urbano** = 0.49

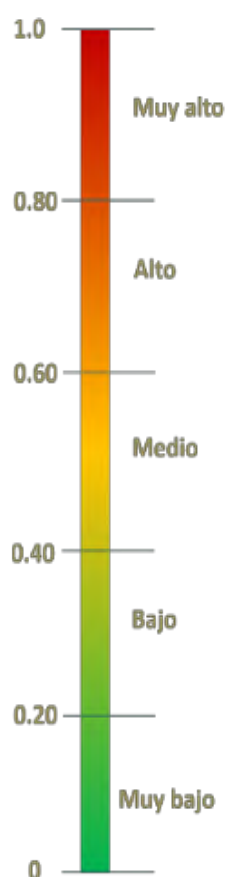
El impacto de la vulnerabilidad sobre las localidades rurales y urbanas no es tan significativo como el que se tiene entre el tipo de edificaciones predominantes, es decir, los fraccionamientos en general presentan un grado de vulnerabilidad socioeconómica más bajo en relación con las colonias o localidades con viviendas con autoconstrucción predominante.

Pese a ser considerada urbana por superar los 2500 habitantes, la localidad de Uruétaro presenta una alta vulnerabilidad. Esto se debe a su rezago social, sus condiciones socioeconómicas y el tipo de edificación predominante.

Por último, se realizó el cálculo de forma integral, considerando que el resultado final es el promedio de los valores obtenidos por el Método 1 (0.4525) y Método 2 (0.6005). Se tiene que la Vulnerabilidad Socioeconómica para la Zona de Afectación de la falla TAO en su parte central es de **0.52** (Tabla 27), encontrándose en el **nivel “Medio”** de acuerdo a la Tabla 2 (Niveles de vulnerabilidad socioeconómica).

**Tabla 27.** Resultado final de la vulnerabilidad socioeconómica de las 17 localidades que integran la zona de afectación por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón. Fuente: Elaboración propia.

| Rubro                                     | Valor Promedio (2 métodos) | Ponderación | Resultado Vulnerabilidad Socioeconómica |
|-------------------------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| Condiciones Sociales y Económicas (CSE)   | 0.43                       | 50%         | 0.22                                    |
| Percepción Local Riesgo (PLR)             | 0.67                       | 25%         | 0.17                                    |
| Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR) | 0.55                       | 25%         | 0.14                                    |
|                                           |                            |             | <b>0.52</b>                             |



Las **Condiciones Sociales y Económicas** arrojaron un resultado final de 0.43, lo que posiciona a las 17 localidades de la zona de afectación en el nivel “**medio**”. Este valor influye de manera significativa en el resultado final, ya que tiene un peso del 50%.

La **Percepción Local del Riesgo** indicó un índice de vulnerabilidad de 0.67 antes de someterse a la ponderación, es el valor más alto de los tres componentes de la vulnerabilidad en la escala de 0 a 1. Este resultado posiciona la PLR en nivel “**alto**”, es decir, la comunidad no identifica del todo el riesgo por subsidencia diferencial, además de no considerar que puede ocasionar algún daño en sus viviendas.

La **Capacidad de Prevención y Respuesta** con un valor de 0.55 posicionada en nivel “**medio**” es el segundo valor más alto, lo que induce a considerar que la unidad de Protección Civil del municipio de Tarímbaro no está lo suficientemente preparada para atención de emergencias.

## **11. Análisis y discusión de resultados**

### **11.1 Metodología**

Debido a la naturaleza dinámica de los peligros y a que la vulnerabilidad de los elementos expuestos está en constante cambio, la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial, debe sustentarse en una actualización sistemática y continua de la información.

La Vulnerabilidad Socioeconómica se determina a partir de las Condiciones Sociales y Económica (CSE), la Percepción Local del Riesgo (PLR), y la Capacidad de Prevención y Respuesta (CPR). Dado que estos componentes se basan en indicadores censales y al levantamiento de información en campo que corresponden a una fecha específica, la vulnerabilidad socioeconómica resultante debería de tener una vigencia definida. Una vez caduca, ser considerado un dato histórico de consulta, y no una fuente de información para tomar acciones en el presente.

El umbral o rango para cada uno de los indicadores usados para la determinación de la Condiciones Sociales y Económicas (CSE), es más que un límite estadístico; es el punto de inflexión que determina una alteración significativa. Como tal, su definición debería ser el resultado de una evaluación ética-normativa desde el contexto geográfico, social y económico, estableciendo qué se considera suficiente o insuficiente. Esto plantea interrogantes críticas para la definición de umbrales como: ¿Cuál es el límite de carencia aceptable en servicios esenciales como la electricidad durante una emergencia?, ¿Es metodológicamente defendible asignar un valor de referencia de vulnerabilidad educativa igual a 0 (nivel “muy bajo”), a una comunidad con una tasa de analfabetismo hasta del 15.85%, como lo señala la metodología de SEDATU?. En el contexto actual, aprobar estos umbrales, iría en contra de las políticas públicas nacionales que buscan erradicar el analfabetismo.

Se argumenta entonces, que sus umbrales y criterios han perdido pertinencia, y obstaculiza la obtención de resultados que determinen adecuadamente los grupos vulnerables ante peligros de origen natural.



En el Método 1 (SEDATU-CENAPRED), los resultados cuantitativos obtenidos de la CPR<sub>1</sub> y la PLR<sub>1</sub> son sometidos a una escala de valores cualitativa (Tablas 20 y 22), por lo que se pierde la especificidad del dato numérico original. Resaltando que la conversión de valores numéricos a niveles cualitativos antes de completar el cálculo, compromete la precisión del resultado. Por ello, es fundamental mantener el dato cuantitativo original en todas las etapas del proceso hasta su interpretación final.

Las consideraciones anteriores podrían justificar que la SEGOB (2020) asigne un índice de vulnerabilidad social "Bajo" a todo el municipio de Tarímbaro (SEGOB-SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED, 2025).

Derivado de lo anterior, y fundamentado en el diferencial entre el método 1 y 2, se considera que la metodología de SEDATU-CENAPRED amerita una revisión crítica. Es imperativo cuestionar la vigencia de su contexto socioeconómico (2006) frente a la realidad actual, particularmente porque carece de actualizaciones sustanciales. Continuar aplicando un estándar de hace casi veinte años, supone ignorar las verdaderas condiciones de vulnerabilidad actuales.

Para ello, es necesario analizar sus indicadores y permitir la incorporación de nuevas mediciones que enriquezcan el cálculo de la vulnerabilidad socioeconómica, y se alineen con los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030.

## **11.2 Vulnerabilidad socioeconómica**

Para poder entender por qué un territorio expuesto a una misma amenaza o peligro puede experimentar diferentes niveles de impacto, distribuyendo de forma desigual los efectos de las amenazas naturales, se debe considerar que el peligro es una característica física en contraparte con la exposición y la vulnerabilidad socioeconómica, las cuales están estrechamente ligadas a factores sociales y económicos

Comprender la vulnerabilidad socioeconómica de los habitantes de la zona de estudio, es un paso fundamental para medir la verdadera magnitud e impacto que ha tenido la

subsidencia diferencial, ya que este fenómeno no tiene las mismas repercusiones en todos, sus consecuencias se ven exacerbadas por las condiciones de fragilidad económica y social que enfrenta una parte significativa de esta población.

La vulnerabilidad socioeconómica arrojó un resultado para la zona de afectación de **0.5265**, considerado como un valor de nivel "Medio", de acuerdo a la Tabla 1. Esto técnicamente aludiría a condiciones de vulnerabilidad con niveles “aceptables” de manera general. Por lo anterior, la hipótesis originalmente planteada no se cumplió, ya que se esperaba un alto grado de vulnerabilidad, sin embargo:

El 54.76% de los hogares encuestados recibe, entre todos sus miembros, menos de un salario mínimo mensual por concepto de sueldos. Este dato es crucial, ya que la capacidad de una familia para hacer frente a la reparación de una vivienda, mitigar el riesgo por subsidencia diferencial o reubicarse, está intrínsecamente ligada a su nivel de ingresos. Para este sector, los efectos de la subsidencia pueden ser devastadores.

Un 58.82% de la población, principalmente en las localidades rurales, adquirió su vivienda por herencia. Esto implica que, a pesar de ser conscientes del riesgo, cambiar el lugar de residencia se torna complicado, ya que menudo no tienen otro lugar para vivir, viéndose forzados a permanecer.

Así mismo, el hecho de que los entrevistados declararan no haber gastado en reparaciones no significa que sus viviendas no las requieran. De hecho, muchos mencionaron que la verdadera razón era la falta de recursos económicos para costearlas.

En la zona de afectación se identificaron hogares con mayores carencias socioeconómicas, cuyo tipo predominante de viviendas es el informal, que a menudo son de baja calidad constructiva, y con acceso limitado a servicios básicos, en donde los daños representan una mayor amenaza a su patrimonio y seguridad. Es el caso de las localidades: El Colegio, Peña del Panal, San José de la Trinidad, Cuitzillo el Chico, Cuitzillo el Grande, Col. Miguel Hidalgo, y Uruétaro.

Así, se identificó que la vulnerabilidad socioeconómica está más ligada al tipo de urbanización que a la simple clasificación urbana o rural. El caso de Uruétaro lo ejemplifica, pues a pesar de ser una localidad urbana, presenta una alta vulnerabilidad; de lo contrario, se esperaría que Uruétaro al ser urbana, presentara mejores condiciones que localidades rurales como el Club Campestre Erandení; como si el simple hecho de pasar de rural a urbano garantizara mejores oportunidades socioeconómicas para la población.

En la zona de estudio, se tiene un nivel muy bajo de la Percepción Local del Riesgo con una vulnerabilidad de (0.67), incluso un grupo de ejidatarios en la localidad de “El Colegio”, mencionó que la falla “no existe”, atribuyendo los hundimientos diferenciales a otro tipo de circunstancias.

Una población bien informada está en condiciones de tomar mejores decisiones por su seguridad; por ello, se considera relevante la difusión de los peligros, ya que tiene un impacto positivo en la Percepción Local del Riesgo, lo que repercute en la disminución de la Vulnerabilidad Socioeconómica.

Esto implica que la Percepción Local del Riesgo recaiga en el estado, como institución responsable de la actualización permanente de los peligros y la adecuada difusión entre la población afectada.

La Capacidad de Prevención y Respuesta por parte de la unidad de Protección Civil municipal es limitada, ya que no se cuenta con elementos suficientes y capacitados para atención de la población en situación de peligro, cuyo objetivo es salvaguardar la integridad de las personas y su entorno, reduciendo la pérdida de vidas y los daños materiales.

Esto se manifiesta en las acciones que se han tomado con las viviendas dañadas, particularmente en Uruétaro, cuya inspección ha dado origen a “dictámenes” de las condiciones estructurales de viviendas afectadas sin contar con los elementos necesarios.

De acuerdo a la definición de vivienda segura de Naciones Unidas (2007) y a ONU-Habitat (2019), las viviendas que se encuentran en la Zona de Afectación de la Falla Tarímbaro-Álvaro Obregón conceptualmente no se consideran durables ni adecuadas.

Por ello, es cuestionable si el Municipio de Tarímbaro, debe ser incluido en la lista de Ciudades Prósperas 2018 que determina el INFONAVIT y ONU-HABITAT (2018), ya que la condición de riesgo por subsidencia diferencial, aunado a las carencias socioeconómicas que se observaron en campo para las 17 localidades de la Zona de Afectación, no son congruentes con las condiciones socioeconómicas que informan las estadísticas oficiales del gobierno.

## **12. Conclusiones y recomendaciones**

Las dinámicas propias y externas del territorio han cambiado los patrones de segregación en el municipio de Tarímbaro, dando origen a la consolidación de una franja homogénea de población que llegó a la zona desde finales del siglo XX y continúa creciendo hasta la fecha. Está ubicada en la colindancia norte con el municipio de Morelia; su población tiene condiciones socioeconómicas desiguales y presenta un crecimiento por arriba de la media metropolitana; a esta franja se le denomina “zona de fraccionamientos”, la cual está asentada sobre la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.

La presente investigación proporciona un estudio de vulnerabilidad socioeconómica de la población afectada por la subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón, con el fin de proporcionar elementos a los tomadores de decisiones para llevar a cabo acciones en favor de la población afectada, en donde los principales efectos se han manifestado en daños estructurales en las viviendas e infraestructura.

La falla incluye un total de 554 trazas a lo largo ~ 40 km de longitud. Está orientada de NE-SW a E-W, es una de las estructuras más largas del SFMA, atraviesa por los Municipios de Morelia, Tarímbaro, Charo, Álvaro Obregón e Indaparapeo, Michoacán.

El análisis de la Vulnerabilidad Socioeconómica para las 17 localidades en la parte central de la falla, arrojó un grado de vulnerabilidad socioeconómica de 0.5265, lo que la posiciona en el nivel medio, por lo que la hipótesis inicial que consideraba un nivel alto, no se cumplió.

En trabajo de campo se identificó que las principales carencias socioeconómicas, son el acceso a servicios de salud, y la pobreza por ingresos, ya que el 46.64% de la población encuestada no cuenta con afiliación a servicios de salud y el 56.47% se encuentra en el límite de la Línea de Pobreza por Ingresos, considerando que la distribución del ingreso por persona equivale a un monto máximo de \$2,370.79 mensuales.

Sin duda, la vulnerabilidad se asocia a eventos críticos, pero por sí misma es un fenómeno con profundas raíces de carencias sociales, como las identificadas en las localidades El Colegio, Peña del Panal, San José de la Trinidad, Cuitzillo el Chico, Cuitzillo el Grande, Col. Miguel Hidalgo, y Uruétaro, cuyo tipo predominante de viviendas son aquellas construidas informalmente, generalmente con materiales de baja calidad. Se identificó entonces una relación directa entre las características constructivas informales y las carencias socioeconómicas, dejando fuera de esta relación, el tipo localidad urbana o rural establecido por el INEGI en 1930.

Existen diferentes alternativas para disminuir la vulnerabilidad socioeconómica en zonas de peligro. Una de ellas es elevar las condiciones sociales y económicas de la población, lo cual se reflejaría en una menor vulnerabilidad. Sin embargo, esto requiere un esfuerzo que depende principalmente del apoyo gubernamental, el cual es difícil de obtener, dadas las políticas socioeconómicas históricas del estado, particularmente del municipio de Tarímbaro.

Dado que la Percepción Local del Riesgo (PLR) arrojó el valor más elevado (0.67), se plantea disminuirla mediante la difusión de información sobre los efectos de la subsidencia diferencial. Esto coadyuva a que la población tome la decisión de no asentarse sobre zonas de peligro, y con ello, disminuir los sistemas expuestos y su inherente vulnerabilidad.

Para mitigar los efectos de la subsidencia diferencial, es imperante asegurar el cumplimiento normativo de la Planificación Territorial, impidiendo así la construcción de vivienda e infraestructura en la zona de afectación.

Finalmente, se considera que la resiliencia no debería ser uno de los objetivos del desarrollo social, de la misma forma que las mediciones de vulnerabilidad no pueden sustentarse en la flexibilidad de las personas y grupos sociales para ajustarse a sus condiciones de privación, ante los efectos destructivos de un evento natural.



## 13. Bibliografía

- Aguirre, G., Ferrari, L., Stephen, N., Carrasco-Núñez, G., López, M., y Urrutia-Fucugauchi, J. (1998). El Cinturón Volcánico Mexicano: un proyecto multidisciplinario. *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, 131.
- Alcántara-Ayala, I., Garza-Salinas, M., López-García, A., Magaña-Rueda, V., Oropeza-Orozco, O., Puente-Aguilar, S., . . . Urzúa-Venegas, M. (Abril de 2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones Geográficas*(98). <https://doi.org/https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Alonso, D. (2 de Enero de 2025). *MappingGis*. <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- Aneas de Castro, S. D. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona*. Retrieved 9 de Abril de 2025, from <https://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>
- Avellán, D., Cisneros, G., Macías, J., Gómez, M., Layer, P., Sosa, G., y Robles, J. (Junio de 2020). Eruptive chronology of monogenetic volcanoes northwestern of Morelia –Insights into volcano-tectonic interactions in the central-eastern Michoacán Guanajuato Volcanic Field, México. *Journal of South American Earth Sciences*, 23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102554>
- Avila Olivera, J. A., y Garduño-Monroy, V. H. (Diciembre de 2006). Hundimientos ocasionados por Procesos de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF) en la ciudad de Morelia, Mich., México. *Geotermia*, 19(2), 50-59. Retrieved 20 de Marzo de 2025, from <https://biblat.unam.mx/hevila/Geotermia/2006/vol19/no2/6.pdf>
- Avila-Olivera, J. A., y Garduño-Monroy, V. H. (s.f.). Retrieved 29 de Agosto de 2025.
- Ávila-Olivera, J. A., y Garduño-Monroy, V. H. (27 de Junio de 2008). A GPR study of subsidence-creep-fault processes in Morelia, Michoacán, México. *ELSEVIER*, 100, 69-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.09.023>
- Avila-Vera, M., Picazzo-Palencia, E., y Rangel-Blanco, L. (Mayo de 2019). Social Vulnerability in Mexico in the Framework of Sustainable Development. *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/348714590\\_La\\_vulnerabilidad\\_social\\_en\\_Mexico\\_en\\_el\\_marco\\_del\\_desarrollo\\_sustentable](https://www.researchgate.net/publication/348714590_La_vulnerabilidad_social_en_Mexico_en_el_marco_del_desarrollo_sustentable)
- Carreon-Freyre, D., Ochoa-González, G., Teatini, P., y Zúñiga, F. (2016). Shearing along faults and stratigraphic joints controlled by land. *Hidrogeol J*. <https://doi.org/10.1007/s10040-016-1384-0>
- CENAPRED. (Noviembre de 2006). *Coordinación Estatal Protección Civil Michoacán*. Retrieved 23 de Agosto de 2025, from [https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Guia\\_Basica\\_Atlas\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_Vulnerabilidad\\_Fisica\\_y\\_Social.pdf](https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Guia_Basica_Atlas_Evaluacion_de_la_Vulnerabilidad_Fisica_y_Social.pdf)

- CENAPRED. (Enero de 2019). *CENAPRED*. Retrieved 28 de Octubre de 2024, from <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/403-NO.19-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2017.PDF>
- CENAPRED. (13 de Enero de 2020). *Centro Nacional de Prevención de Desastres*. Retrieved 15 de Agosto de 2024, from [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA\\_2\\_GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_RIESGO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA_2_GESTION_INTEGRAL_DEL_RIESGO.pdf)
- CENAPRED. (13 de Enero de 2020). *Gobierno de México*. Retrieved 27 de Agosto de 2025, from [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA\\_2\\_GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_RIESGO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605696/TEMA_2_GESTION_INTEGRAL_DEL_RIESGO.pdf)
- CENAPRED. (Septiembre de 2024). *CENAPRED*. Retrieved 29 de Octubre de 2024, from <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/504-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2023.PDF>
- CENAPRED. (23 de Junio de 2024). *Gobierno de México*. [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material\\_apoyo.html#doc](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material_apoyo.html#doc)
- CNPC. (2024). Retrieved 9 de Julio de 2024, from [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/MapaFenomenos\\_1810.html](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/MapaFenomenos_1810.html)
- CNPC-CENAPRED. (2015). *Índice de resiliencia a nivel municipal*. Retrieved 21 de febrero de 2025, from <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Resiliencia.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2025). Retrieved 10 de Octubre de 2025, from <https://sigagis.conagua.gob.mx/LocRepda20/>
- CONEVAL. (23 de Agosto de 2025). CONEVAL: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-Pobreza-por-Ingresos.aspx>
- CONEVAL. (2025). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social*. Retrieved 29 de Julio de 2025, from <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (15 de Agosto de 2024). *CONEVAL*. <https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Paginas/Comunicados-2023.aspx>
- Coordinación Nacional de Protección Civil. (s.f.). *Coordinación Nacional de Protección Civil*. Retrieved 16 de Agosto de 2024, from <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Resiliencia.pdf>
- Figuerroa, S., Hernández, V. M., Tuxpan, J., y Villaseñor, C. (2020). Evolution assessment of structurally-controlled differential subsidence using. *Engineering Geology*, 16.
- Figuerroa-Miranda, S. (Julio de 2019). *Análisis del fenómeno subsidencia-inundación mediante InSAR y FLO-2D en la ciudad de Morelia, Michoacán*. San Luis Potosí, S.L.P., México. Retrieved 22 de Agosto de 2025, from <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/4996>

- Figueroa-Miranda, S., Tuxpan-Vargas, J., Ramos-Leal, J. A., Hernández-Madrigal, V. M., y Villaseñor-Reyes, C. I. (28 de Noviembre de 2018). Land subsidence by groundwater over-exploitation from aquifers in tectonic valleys of Central Mexico: A review. *ELSEVIER*, 91-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.09.023>
- Folke, C. (3 de Agosto de 2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Elsevier*, 16(3), 253-267. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Garduño Monroy, V. H., Giordano, N., Avila Olivera, J. A., Hernández Madrigal, V. M., Sámano Nateras, A., y Días Salmerón, J. E. (29 de Julio de 2023). *Estudio hidrogeológico del sistema acuífero de Morelia, Michoacán para una correcta planificación del territorio*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56976768/HIDROGEOLOGIA\\_DE\\_MORELIA\\_\\_GARDUNO\\_ET\\_\\_AL.-libre.pdf?1531326081=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHIDROGEOLOGIA\\_DE\\_MORELIA\\_GARDUNO\\_ET\\_AL.pdf&Expires=1690668803&Signature=bZGrCtdr7bF67O6TjBdef6](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56976768/HIDROGEOLOGIA_DE_MORELIA__GARDUNO_ET__AL.-libre.pdf?1531326081=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHIDROGEOLOGIA_DE_MORELIA_GARDUNO_ET_AL.pdf&Expires=1690668803&Signature=bZGrCtdr7bF67O6TjBdef6)
- Garduño-Monroy, V. H., Pérez-López, R., Israde-Alcántara, I., Rodríguez-Pascua, M., Szyuka-Ruk, E., Hernández-Madrigal, V. M., . . . López, E. (2009). Paleoseismology of the southwestern Morelia-Acambay fault system, central México. *Geofísica Internacional* 48, 17. Retrieved 12 de Mayo de 2024, from <https://revistagi.geofisica.unam.mx/resources/epub/48n3-321/>
- Garduño-Monroy, V., Arreygue-Rocha, E., Israde-Alcántara, I., y Rodríguez-Torres, G. M. (2001). Efectos de las fallas asociadas a sobreexplotación de acuíferos y la presencia de fallas potencialmente sísmicas en Morelia, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 18(1), 37-54. Retrieved 10 de Febrero de 2024, from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57218102>
- Global Network of Civil Society Organisations for Disaster Reduction. (3 de Julio de 2024). *Global Network of Civil Society Organisations for Disaster Reduction*. <https://www.gndr.org/es/recurso/gndr-strategy/six-drivers-of-risk/>
- Global Network of Civil Society Organisations for Disaster Reduction. (7 de Julio de 2024). *GNDR*. <https://www.gndr.org/es/recurso/gndr-strategy/six-drivers-of-risk/>
- Gobierno de México. (27 de Junio de 2024). [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/MapaFenomenos\\_1810.html](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/MapaFenomenos_1810.html)
- Gobierno de México. (2024). *Gobierno de México*. Retrieved 25 de Noviembre de 2024, from <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-actual>
- Gobierno de México. (08 de Julio de 2024). *Servicio Geológico Mexicano*. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Introduccion-riesgos.html#:~:text=Los%20riesgos%20geol%C3%B3gicos%20son%20los,su%20distribuci%C3%B3n%20en%20el%20territorio.>
- Gobierno de México. (20 de Julio de 2025). *Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/135433/TR\\_AR\\_231016\\_Pu\\_blico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/135433/TR_AR_231016_Pu_blico.pdf)

- Gobierno de México-Secretaría de Economía. (22 de abril de 2024). *Data México*. Retrieved 25 de julio de 2023, from <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tarimbaro>
- Gobierno de México-Secretaría del Bienestar. (2025). *Gobierno de México*. Retrieved 27 de Septiembre de 2025, from [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/973761/16088\\_Tari\\_mbaro\\_2025.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/973761/16088_Tari_mbaro_2025.pdf)
- Gobierno de México-SEDATU-CONAPO-INEGI. (2020). *Gobierno de México*. Retrieved 1 de Enero de 2025, from [https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/MM2020\\_06022024.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/MM2020_06022024.pdf)
- Gobierno de Michoacán. Información Histórica de Obligaciones de Transparencia del Poder Ejecutivo. (1 de Enero de 2025). [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://laipdocs.michoacan.gob.mx/sedetum/3.3.3/p/13\\_Riesgos\\_y\\_Vulnerabilidad.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://laipdocs.michoacan.gob.mx/sedetum/3.3.3/p/13_Riesgos_y_Vulnerabilidad.pdf)
- Gómez-Vasconcelos, M. G., y Avellán, D.-R. (2024). Archivos digitales Falla Tarímbaro-Álvaro-Obregón. *The Tarímbaro-Álvaro Obregón Fault, a major structure of the Morelia-Acambay Fault System in Central México*. Morelia, Michoacán, México. Retrieved 12 de Noviembre de 2023.
- Gómez-Vasconcelos, M., Avellán, D., Soria, D., Macías, J., Velázquez, M., Jiménez, A., . . . Cardona, S. (2021). Geomorphic characterization of faults as earthquake sources in the Cuitzeo. *Journal of South American Earth Sciences*, 16.
- Gómez-Vasconcelos, M., Ramón-Avellán, D., Lacan, P., Israde, I., García, Ó., y Aray, J. A. (5 de Septiembre de 2023). The Tarímbaro-Álvaro Obregón Fault, a major structure of the Morelia-Acambay Fault System in Central México. *Research Square*, 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3290766/v1>
- Hernández, R., Fernández, C., y Bautista, M. (2010). *Metodología de la Investigación. Quinta edición*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández-Madriral, V. M., Flores-Lázaro, N., Villaseñor-Reyes, C. I., y Muñiz-Jáuregui, J. A. (Agosto de 2015). Impacto económico producido por la subsidencia diferencial en zonas urbanas. Caso de estudio Morelia, Mich. *Ciencia Nicolaita*(65), 78-94. Retrieved 15 de Marzo de 2025, from [https://www.researchgate.net/publication/318431488\\_Impacto\\_Economico\\_producido\\_por\\_subsidencia\\_diferencial\\_en\\_zonas\\_urbanas\\_Caso\\_de\\_Estudio\\_Morelia\\_Mich](https://www.researchgate.net/publication/318431488_Impacto_Economico_producido_por_subsidencia_diferencial_en_zonas_urbanas_Caso_de_Estudio_Morelia_Mich)
- Hernández-Madriral, V. M., Garduño-Monroy, V. H., y Ávila-Olivera, J. A. (2011). *Atlas de peligros geológicos de la ciudad de Morelia, Mich. Estandarización del documento, actualización cartográfica de fallas geológicas de la zona urbana y evaluación de tasas de hundimiento*. Morelia, Michoacán, México: H. Ayuntamiento de Morelia, Secretaría de Desarrollo Social. Retrieved 12 de Febrero de 2024, from [https://implanmorelia.org/site/wp-content/uploads/2022/08/ATLAS\\_RIESGOS\\_GEOLOGICOS\\_MORELIA\\_MICH\\_2011.pdf](https://implanmorelia.org/site/wp-content/uploads/2022/08/ATLAS_RIESGOS_GEOLOGICOS_MORELIA_MICH_2011.pdf)
- INEGI. (1999). Retrieved 27 de Septiembre de 2025, from [inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=ENVIF1999](http://inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=ENVIF1999)
- INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010, Tarímbaro, Michoacán de Ocampo. 1-10. Retrieved 14 de Septiembre de 2025, from chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexi  
cocifras/datos\_geograficos/16/16088.pdf
- INEGI. (2015). *INEGI*. Retrieved 6 de Enero de 2025, from [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825076221.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825076221.pdf)
- INEGI. (2023). Mapa topográfico municipal de Tarímbaro, Michoacán. Retrieved 20 de Julio de 2025, from <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
- INEGI. (2024). *INEGI*. Retrieved 15 de Septiembre de 2025, from [www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/enoe/enoe2025\\_08.pdf](http://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/enoe/enoe2025_08.pdf)
- INFONAVIT; ONU-HABITAT. (2018). *ONU-HABITAT*. Retrieved 15 de Enero de 2025, from [https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2015/16088\\_Tarímbaro.pdf](https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2015/16088_Tarímbaro.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (25 de julio de 2023). *INEGI*. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- López Granados, E. M., Bocco, G., y Mendoza Cantú, M. E. (29 de Julio de 2023). *SciELO*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-46112001000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-46112001000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- López-Granados, E. M., Rangel-Velarde, V., y Mendoza-Cantú, M. (2010). Procesos de cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en un municipio periurbano: el caso de Tarímbaro, Michoacán de Ocampo, México. *ResearchGate*. Retrieved 22 de Octubre de 2025, from [https://www.researchgate.net/publication/313331286\\_Procesos\\_de\\_cambio\\_de\\_cobertura\\_vegetal\\_y\\_uso\\_del\\_suelo\\_en\\_un\\_municipio\\_periurbano\\_el\\_caso\\_de\\_Tarímbaro\\_Michoacan\\_de\\_Ocampo\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/313331286_Procesos_de_cambio_de_cobertura_vegetal_y_uso_del_suelo_en_un_municipio_periurbano_el_caso_de_Tarímbaro_Michoacan_de_Ocampo_Mexico)
- Martínez-Vázquez, D. B. (2022). Transformaciones del paisaje con fines agrícolas durante los siglos XVIII y XIX. El caso de la Hacienda de Guadalupe, Tarímbaro, Michoacán. *Academia Journals*, 646. Retrieved 15 de Marzo de 2024, from [https://www.academia.edu/91665167/Transformaciones\\_del\\_paisaje\\_con\\_fines\\_agr%C3%ADcolas\\_durante\\_los\\_siglos\\_XVIII\\_y\\_XIX\\_El\\_caso\\_de\\_la\\_Hacienda\\_de\\_Guadalupe\\_Tar%C3%ADmbaro\\_Michoac%C3%A1n](https://www.academia.edu/91665167/Transformaciones_del_paisaje_con_fines_agr%C3%ADcolas_durante_los_siglos_XVIII_y_XIX_El_caso_de_la_Hacienda_de_Guadalupe_Tar%C3%ADmbaro_Michoac%C3%A1n)
- MoreliaActiva.com. (22 de septiembre de 2022). *MoreliaActiva.com*. Retrieved 12 de Abril de 2024, from <https://moreliactiva.com/morelia-ciudad-sentenciada-16-fallas-sismicas-y-geologicas-la-atravesan-y-se-siguen-construyendo-edificios/>
- MoreliaActiva.com. (10 de Abril de 2024). *MoreliaActiva.com*. <https://moreliactiva.com/morelia-ciudad-sentenciada-16-fallas-sismicas-y-geologicas-la-atravesan-y-se-siguen-construyendo-edificios/#:~:text=La%20capital%20de%20Michoac%C3%A1n%20actualiz%C3%B3,al%20sur%20de%20la%20ciudad.>
- Naciones Unidas. (2009). *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*. Retrieved 21 de Octubre de 2024, from [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

- Navarro, D., Vallejo, I., y Manuel, N. (2020). Análisis de la vulnerabilidad social a los riesgos naturales mediante técnicas estadísticas multivariantes. *Investigaciones Geográficas*, 1-21.
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (30 de Julio de 2024). <https://eird.org/americas/docs/perdidas-economicas-pobreza-y-desastres.pdf>
- ONU-Habitat. (Abril de 2019). *ONU-Habitat*. Retrieved 30 de Agosto de 2025, from <https://onu-habitat.org/index.php/elementos-de-una-vivienda-adeuada>
- ONU-Habitat. (Marzo de 2023). *Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos*. Retrieved 26 de Junio de 2024, from <https://drive.google.com/file/d/1iUoRY7AMvBvK2ID5BIdQl8LMvAy7ZVbY/view>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (Diciembre de 2012). *PNUD Chile*. Retrieved 28 de Octubre de 2024, from <https://www.undp.org/es/chile/publicaciones/conceptos-generales-sobre-gestion-de-riesgos-y-contexto-del-pais-0>
- Protección Civil CDMX. (11 de Julio de 2024). *CDMX Ciudad de México*. <http://data.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/simulacros/CDMX/Situacion-sismica.html>
- Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencia. (19 de Julio de 2025). *Red Interagencial para la Educación en Situaciones de Emergencia*. <https://inee.org/es/eie-glossary/peligro>
- Rodríguez Esteves, J. M. (2002). Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: Diagnóstico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana. *SciELO*, 14(27). Retrieved 10 de Junio de 2025, from [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73722002000100004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722002000100004)
- Ropero, S. (6 de Abril de 2020). *Ecología verde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-vulnerabilidad-ambiental-2518.html>
- Rose, A. (Enero de 2009). Economic Resilience to Disasters. *ResearchGate*. Retrieved 12 de Enero de 2025, from [https://www.researchgate.net/publication/239823919\\_Economic\\_Resilience\\_to\\_Disasters](https://www.researchgate.net/publication/239823919_Economic_Resilience_to_Disasters)
- Ruiz-López, C., Vieyra, A., y Méndez-Lemus, Y. (2021). Segregación espacial en Tarímbaro, municipio periurbano de la zona metropolitana de Morelia, Michoacán, México. *Gografía Norte Grande*(78), 237-257. Retrieved 3 de Septiembre de 2025, from [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022021000100237](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022021000100237)
- Ruiz-Rivera, N. (12 de Agosto de 2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *SciCielo*(77). Retrieved 13 de Septiembre de 2025, from [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112012000100006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000100006)
- Sánchez Carmona, F., Ordaz Hernández, A., Espinoza Rodríguez, L. M., y Salcedo Hurtado, E. d. (2024). Seismic vulnerability, municipality of Toluca: a holistic analysis of the structural, social and economic aspects. *Investigaciones Geográficas*, 106.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (06 de Enero de 2025). *Gobierno de México*. chrome-



extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/135433/TR\_AR\_231016\_Pu\_blico.pdf

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. (Noviembre de 2006). *Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana*. Retrieved 30 de Agosto de 2025, from [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/archivo/documentos/GB\\_Elaboracion\\_AE&M\\_Peligros\\_Riesgos\\_FEN\\_GEO.pdf](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/archivo/documentos/GB_Elaboracion_AE&M_Peligros_Riesgos_FEN_GEO.pdf)

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana; Coordinación Nacional de Protección Civil; Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Noviembre de 2006). *Gobierno de México*. Retrieved 20 de Agosto de 2025, from [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material\\_apoyo.html](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material_apoyo.html)

SEDATU. (2024). *Gobierno de México*. Retrieved 30 de Diciembre de 2024, from [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/622571/Gui\\_a\\_de\\_Implementacio\\_n\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/622571/Gui_a_de_Implementacio_n_.pdf)

SEGOB-SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED. (2025). *SEGOB*. Retrieved 12 de Febrero de 2025, from <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

SEGURIDAD-CNPC-CENAPRED. (Noviembre de 2006). *Gobierno de México*. Retrieved 18 de Marzo de 2024, from [http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material\\_apoyo.html](http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/material_apoyo.html)

SEMARNAT. (2025). Retrieved 22 de Octubre de 2025, from <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/atlas/mapa>

Servicio Geológico Mexicano. (2024). Retrieved 10 de Febrero de 2024, from <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Introduccion-riesgos.html>

Servicio Geológico Mexicano. (2024). Retrieved 23 de Junio de 2024, from <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/Informes/Educacion.html>

Sísmica de Suelos. (30 de junio de 2024). *Sísmica de suelos*. <https://sismica.com.mx/servicios/peligro-riesgo-sismico.php>

SNIEG. (15 de Agosto de 2024). *Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*. [https://www.snieg.mx/Documentos/IIN/Acuerdo\\_10\\_IX/ConceptosBasicos.pdf](https://www.snieg.mx/Documentos/IIN/Acuerdo_10_IX/ConceptosBasicos.pdf)

Soloaga, I., Plassot, T., y Reyes, M. (2022). (C. E. (CEPAL), Ed.) Retrieved 12 de Julio de 2025, from <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/27f4bef7-e9f0-4d61-8baa-7bd1fdc26675/content>

Toledo, V. (s.f.). El proceso de ganaderización y la destrucción biológica y ecológica de México. En V. M. Toledo, *El proceso de ganaderización y la destrucción biológica y ecológica de México*.

Valdivias Aguilar, J. R. (2006). *Determinación de zonas con aptitud para la expansión urbana en la ciudad de Morelia con análisis espacial multicriterio*. Morelia, MIchoacán, México. Retrieved 23 de Octubre de 2025, from <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx>

Vázquez-Morales, R. (2023). *La Lupa, Historias que cuentan*. (UNAM, Editor) Retrieved 23 de Junio de 2025, from <https://lalupa.mx/2023/10/08/la-tierra-nos-esta-tragando-pero-por-que-rosario-vazquez-morales/>

- Villaseñor-Reyes, C. I., Manuel, H.-M. V., y Figueroa-Miranda, S. (2022). Identification and assessment of land subsidence development in rural areas using PS interferometry: a case study in Western Michoacan, Mexico. 81(16), 417. Retrieved 15 de Marzo de 2025, from [https://www.researchgate.net/profile/Socrates-Figueroa-Miranda-2/publication/362726399\\_Identification\\_and\\_assessment\\_of\\_land\\_subsidence\\_development\\_in\\_rural\\_areas\\_using\\_PS\\_interferometry\\_a\\_case\\_study\\_in\\_Western\\_Michoacan\\_Mexico/links/6306b3d461e4553b9537c](https://www.researchgate.net/profile/Socrates-Figueroa-Miranda-2/publication/362726399_Identification_and_assessment_of_land_subsidence_development_in_rural_areas_using_PS_interferometry_a_case_study_in_Western_Michoacan_Mexico/links/6306b3d461e4553b9537c)
- Violeta, B., y Carrasco-Gallegos. (2017). *Megaproyectos Urbanos y Productivos. Impactos socio-territoriales*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. R., y Kinzig, A. (Noviembre de 2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

• Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo. • Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias. • Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento. • Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

| Datos del manuscrito que se presenta a revisión |                                                                                                                 |                             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Programa educativo                              | Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio                                                          |                             |
| Título del trabajo                              | Vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial en la parte central de falla Tarimbaro-Álvaro Obregón |                             |
|                                                 | Nombre                                                                                                          | Correo electrónico          |
| Autor/es                                        | Indelisa Berenice Contreras Avila                                                                               | berenice.contreras@umich.mx |
| Director                                        | Dra. Erna Martha Lopez Granados                                                                                 | erna.lopez@umich.mx         |
| Codirector                                      | Dra. Martha Gabriela Gómez Vasconcelos                                                                          | gabriela.gomez@umich.mx     |
| Coordinador del programa                        | Dr. Boris Chako Tchamabe                                                                                        | boris.chako@umich.mx        |

| Uso de Inteligencia Artificial |             |             |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Rubro                          | Uso (sí/no) | Descripción |
| Asistencia en la redacción     | NO          |             |

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



| Uso de Inteligencia Artificial             |             |             |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|
| Rubro                                      | Uso (sí/no) | Descripción |
| Traducción al español                      | NO          |             |
| Traducción a otra lengua                   | NO          |             |
| Revisión y corrección de estilo            | NO          |             |
| Análisis de datos                          | NO          |             |
| Búsqueda y organización de información     | NO          |             |
| Formateo de las referencias bibliográficas | NO          |             |
| Generación de contenido multimedia         | NO          |             |
| Otro                                       | NO          |             |

| Datos del solicitante |                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------|
| Nombre y firma        | Indelisa Berenice Contreras Áv              |
| Lugar y fecha         | Morelia, Michoacán, 13 de noviembre de 2025 |



# Indelisa Berenice Contreras Ávila

## Vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:529508236

Fecha de entrega

18 nov 2025, 9:59 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

18 nov 2025, 10:04 a.m. GMT-6

Nombre del archivo

Vulnerabilidad socioeconómica por subsidencia diferencial en la parte central de la falla Tarímbaro-Álvaro Obregón.pdf

Tamaño del archivo

11.5 MB

153 páginas

38.481 palabras

223.126 caracteres

# 17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
2561 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.