



FASE 3. VULNERABILIDAD

De manera general y como introducción se puede decir que la vulnerabilidad corresponde a la probabilidad de que una comunidad expuesta a una amenaza natural, tecnológica o antrópica, pueda sufrir daños humanos y materiales en el momento del impacto de un fenómeno. La magnitud de estos daños estará asociada con el grado de vulnerabilidad¹.

Para efectos de esta metodología el Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED (2006), define la vulnerabilidad como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir, el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguir dos tipos de vulnerabilidad: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social. La primera es más factible de cuantificarse, por ejemplo; la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán.²

3.1 VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre. Respecto a lo anterior, CENAPRED (2006), define a la vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales 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 de la población”.

De acuerdo con la metodología para estimar la vulnerabilidad social que se propone en la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. Evaluación de la vulnerabilidad física y social de CENAPRED (2006) el análisis propuesto se desarrolla en tres partes: Condiciones sociales y económicas que se construye a partir de 18 indicadores, los cuales se obtendrán a partir de datos estadísticos. La capacidad de respuesta se enfoca a la capacidad de prevención y de respuesta, que se refiere a la preparación antes y después de un evento de las autoridades y de la población y se obtiene mediante la aplicación de un cuestionario. La percepción local se obtiene a través de un cuestionario y se refiere al imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas.³

3.1.1 Indicadores socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos para medir la vulnerabilidad social se dividen en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población; estos a su vez se subdividen en 18 indicadores, mismos que se obtendrán a partir de datos estadísticos, tres referentes a la salud, tres relativos a educación, seis para vivienda, tres para empleo e ingresos y tres para población. Los valores que se proponen para cada rango son de entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo. Una vez elaborada la evaluación para cada indicador, se le da el valor establecido en la tabla según el rango que corresponda. Una vez establecidos los valores de cada indicador se obtiene el promedio para cada categoría, por lo que existe un promedio para salud, uno para vivienda y así sucesivamente hasta agotar las categorías antes señaladas. Se calcula el promedio simple de los indicadores para dar el mismo peso a cada indicador. Una vez obtenido el promedio de cada una de las categorías se procede a la suma de los mismos, la cantidad obtenida se divide entre cinco, que representa el número de categorías. El resultado es la calificación final de las características socioeconómicas de la localidad y el primer resultado para la obtención del grado de vulnerabilidad social.

¹ Consultado en: Programa de Información e Indicadores de Gestión de Riesgos. Universidad Nacional de Colombia, (2002), a través de su página web: <http://idea.unalmztl.edu.co/documentos/Anne-Catherine%20fase%201.pdf>

² Consultado en: CENAPRED. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica, 2006. Versión electrónica 2014, a través de su página web: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>

³ Consultado en: CENAPRED. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social, 2006, versión electrónica 2014, a través de su página web: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>



3.1.2 Capacidad de respuesta

Para medir la capacidad de respuesta se empleó el cuestionario “Capacidad de respuesta” que fue tomado de la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos* (2006), cuya importancia radica en la obtención de información del conocimiento de los recursos, programas y planes con los que disponen las Unidades de Municipales de Protección Civil en caso de una emergencia, por lo que está dirigido al responsable de ésta y que complementará la metodología para medir el grado de vulnerabilidad social.

El cuestionario consta de 24 preguntas, las respuestas son cerradas, dando un valor de 0 a “sí” y 1 a “no”. En el cuestionario el valor más bajo es para “sí” ya que éste representa una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente una menor vulnerabilidad. Por lo tanto a una mayor capacidad de prevención y respuesta significa que existe una menor vulnerabilidad y viceversa, una baja capacidad de prevención y respuesta significa una mayor vulnerabilidad y tiene como valor más alto el 1. Una vez que se califica el cuestionario se coteja con la tabla de rangos y de ésta manera se ubica en el nivel de capacidad de prevención y respuesta correspondiente que va desde: muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Tabla 3.1. Rangos de capacidad de prevención y respuesta⁴.

Rangos con respecto a la suma de las respuestas	Capacidad de prevención y respuesta	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
De 0 a 4	Muy alta	0
De 4.1 a 8.0	Alta	0.25
De 8.1 a 12.0	Media	0.50
De 12.1 a 16.0	Baja	0.75
16.1 o más	Muy baja	1

3.1.3 Percepción local de riesgo

Para medir la percepción local de riesgo en la población se utilizó el cuestionario “Percepción local de riesgo” que consta de 25 preguntas. El cuestionario se aplicó al 0.10% de la población de 18 años y más de las principales localidades del municipio de Comala. El cuestionario permite conocer la percepción local de riesgo que se tiene en el municipio de Comala. Las preguntas se enfocan tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como a la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia.

El cuestionario fue tomado de la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos* de CENAPRED, (2006) al cual se le hicieron algunas adaptaciones de forma por razones de practicidad en la aplicación. Las preguntas están diseñadas con el objetivo de que a cada respuesta se le pueda asignar un valor del 0 al 1. El valor 0 se le asignó a la respuesta que mayor percepción local del riesgo presente según las respuestas preestablecidas, lo que significa que su grado de vulnerabilidad es menor, contrariamente se le designó el valor más alto que en este caso es 1 a la respuesta que menor percepción tenga, ya que entre menor sea ésta el grado de vulnerabilidad es mayor, por lo tanto, una baja percepción local de riesgo en la tabla de valores de percepción local de riesgo significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto 1.

⁴ Consultado en: CENAPRED. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social, 2006, versión electrónica 2014, a través de su página web: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>



Tabla 3.2. Rangos de percepción local de riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006).

Rangos	Percepción local de riesgo	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
De 0 a 5.0	Muy alta	0
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

Finalmente, a la primera parte de la metodología se le dará un peso del 50%, ya que las condiciones de vida de la población determinarán en gran medida el grado de vulnerabilidad, a la capacidad de prevención y respuesta se le dará un peso del 25% y a la percepción local de riesgo de la población se le dará un valor del 25%.

Continuando con la metodología de CENAPRED (2006), el número final para la medición de la vulnerabilidad social se obtiene de la siguiente manera:

$GVS = (R1 * .50) + (R2 * .25) + (R3 * .25)$

Donde:

- GVS = Grado de vulnerabilidad social asociada a desastres.
- R1 = Resultado del primer cuestionario de la metodología.
- R2 = Resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta.
- R3 = Resultado del cuestionario de percepción local de riesgo.

En definitiva, el número que se obtiene de la operación anterior representa el grado de vulnerabilidad social de una población, el cual incluye tanto a las condiciones socioeconómicas, como a la capacidad de prevención y respuesta de la misma ante un desastre y la percepción local del riesgo. Los rangos para la medición de la vulnerabilidad social van de 0 a 1, donde 0 representa el grado más bajo de vulnerabilidad social y 1 representa el valor más alto y se establecen de la siguiente manera:

Tabla 3.3.Rangos de vulnerabilidad social. Fuente: CENAPRED, (2006).

Valor	Grado de vulnerabilidad social asociada a desastres
De 0 a .20	Muy bajo
De .21 a .40	Bajo
De .41 a .60	Medio
De .61 a .80	Alto
Más de .80	Muy alto



3.1.4 Procesamiento de resultados

3.1.4.1 Indicadores socioeconómicos del municipio de Comala.

Para el análisis de los elementos socioeconómicos del municipio de Comala se examinaron los documentos y bases de datos del Censo de Población y Vivienda 2010, la encuesta intercensal 2015 realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Asimismo se consultó el Panorama Sociodemográfico de Colima 2015⁵y el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016⁶, elaborados por el INEGI.

Es importante recordar que cada categoría (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población) obtendrá una calificación final. En la última etapa, se sumarán y se sacará el promedio final que representará el 50% del grado de vulnerabilidad social.Tomando como base la plantilla de indicadores socioeconómicos en el grado de vulnerabilidad social.

3.1.4.1.1 Salud⁷

Se puede observar en la Tabla 3.4 que los indicadores de salud sumaron una calificación de 0 con respecto a los rangos preestablecidos incluidos en la plantilla elaborada por CENAPRED (2006). En Comala existen 1.2 médicos por cada mil habitantes, a ese indicador se le dio una calificación de 0 por ser un grado muy bajo de acuerdo a los valores asignados.

La tasa de mortalidad infantil en el municipio, es de 0.5, valor que de acuerdo a los rangos preestablecidos corresponde a un grado muy bajo, obteniendo una calificación de 0. El porcentaje de población no derechohabiente fue de 11.35%, a dicho valor corresponde un grado muy bajo, por lo que se le asignó la calificación de 0.

Tabla 3.4. Indicadores de salud del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006).

Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos para el municipio de Comala	Calificación
Salud	Cobertura de servicios de salud	De 0.20 a 0.39 médicos por cada 1,000 habitantes	Muy alto	1	1.2	0
		De 0.4 a 0.59 médicos por 1,000 habitantes	Alto	0.75		
		De 0.6 a 0.79 médicos por cada 1,000 habitantes	Medio	0.50		
		De 0.8 a 0.99 médicos por cada 1,000 habitantes	Bajo	0.25		
		Uno o más médicos por cada 1,000 habitantes	Muy bajo	0		
	Tasa de mortalidad Infantil	De 17.2 a 27.1	Muy bajo	0	0.5	0
		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		
		57.0 o más	Muy alto	1		
	Porcentaje de la población no derechohabiente	De 17.63 a 34.10	Muy bajo	0	11.35	0
		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		
		83.52 o más	Muy alto	1		
Total salud		0				

⁵ Consultado en: Panorama Sociodemográfico de Colima, 2015 a través de la página web: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825082147>
⁶ Consultado en: Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa, 2016 a través de la página web: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/COL_ANUARIO_PDF16.pdf
⁷ Consultado en: Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa, 2016 a través de la página web: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/COL_ANUARIO_PDF16.pdf



3.1.4.1.2 Educación⁸

En cuanto a los indicadores referentes a la educación y con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 (ver Tabla 3.5) resalta que el 6.36% de la población del municipio es analfabeta, por lo que las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir son muy bajas, lo que muestra el progreso educativo en el municipio. De acuerdo a la tabla de rangos, al apartado de educación se le asignó la calificación de 0 al considerarse un porcentaje de analfabetismo muy bajo.

En lo que respecta a la población de 6 a 14 años el 95.8% asiste a la escuela y se le asignó una calificación de 0 al considerarse que es muy baja la población que no asiste a la escuela. En el municipio de Comala el grado promedio de escolaridad de la población es de 7.9, a este indicador se le asignó una calificación de 0.25 de acuerdo a la tabla de rangos y le correspondió un grado bajo.

En total la calificación en la categoría de educación suma 0.25, esta calificación se promediará al final para obtener un valor final de las características socioeconómicas del municipio de Comala. Los datos fueron obtenidos de la encuesta intercensal.

Tabla 3.5. Indicadores de educación del municipio de Comala. Elaboración CENAPRED, (2006), con datos de INEGI (2010 y 2015).

Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos para el municipio de Comala	Calificación
Educación	Porcentaje de analfabetismo	De 1.07 a 15.85	Muy bajo	0	6.36	0
		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		
		60.20 o más	Muy alto	1		
	Porcentaje de la demanda en educación básica	De 42.72 a 54.17	Muy alto	1	95.8	0
		De 54.18 a 65.62	Alto	0.75		
		De 65.63 a 77.07	Medio	0.50		
		De 77.08 a 88.52	Bajo	0.25		
		88.53 o más	Muy bajo	0		
	Grado promedio de escolaridad	De 1 a 3.2	Muy alto	1	7.91	0.25
		De 3.3 a 5.4	Alto	0.75		
		De 5.5 a 7.6	Medio	0.50		
		De 7.7 a 9.8	Bajo	0.25		
		De 9.9 o más	Muy bajo	0		
Total educación		0.25				

⁸ Consultado en: <http://inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>



3.1.4.1.3 Vivienda⁹

De acuerdo a la encuesta intercensal realizada por el INEGI (2015) el municipio de Comala cuenta con 5,899 viviendas particularmente habitadas, de las cuales el 0.95% no cuenta con el servicio de electricidad, el 1.98% no cuenta con servicio de drenaje. A los dos indicadores anteriores se les asignó un valor de 0 a ambos de acuerdo a la tabla de rangos para éste rubro. Como se puede observar el porcentaje de población que no tiene acceso a estos servicios es muy bajo con respecto al resto del país. La población que no cuenta con agua entubada dentro de la vivienda es del 28%, por tal razón, se calificó al municipio con un grado bajo y se le asignó la calificación de 0. En cuanto al material de las viviendas, el 3.43% de éstas tienen piso de tierra y la calificación asignada fue 0, con un grado muy bajo. El 1.93% son de paredes de material de desecho y lámina de cartón, con una calificación de 0 y un rango muy bajo. En este caso las viviendas presentan más vulnerabilidad a cierto tipo de fenómenos, asimismo, las viviendas de piso de tierra en ocasiones aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor. Finalmente, de acuerdo al total de hogares y a las viviendas con paredes de material de desecho, lámina de cartón y con piso de tierra existe un déficit de vivienda del 4.8%. Debido a lo antes señalado, la calificación asignada a este indicador fue de 0, al considerar que el déficit de vivienda es muy bajo.

Una vez sumados los valores de los indicadores de la categoría de vivienda se le asignó una calificación de 0.25, (ver Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006), con datos de INEGI (2015).

Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos del municipio de Comala	Calificación
Vivienda	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada dentro de la vivienda	De 0 a 19.96	Muy bajo	0	28	0.25
		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		
		79.85 o más	Muy alto	1		
	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	De 1.21 a 20.96	Muy bajo	0	1.98	0
		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		
		80.22 o más	Muy alto	1		
	Porcentaje de vivienda sin servicio de electricidad	De 0 a 19.76	Muy bajo	0	0.95	0
		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		
		79.05 o más	Muy alto	1		
	Déficit de Vivienda	De 1.63 a 13.72	Muy bajo	0	4.8	0
		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 o más	Muy alto	1		
	Piso de tierra	De 1.52 a 20.82	Muy bajo	0	3.43	0
		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		
		78.73 o más	Muy alto	1		
		De 0 a 3.84	Muy bajo	0	1.93	0

⁹ Consultado en: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, a través de la página web: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>



Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos del municipio de Comala	Calificación
	Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón	De 3.85 a 7.68	Bajo	0.25		
		De 7.69 a 11.52	Medio	0.50		
		De 11.53 a 15.	Alto	0.75		
		15.37 o más	Muy alto	1		
Total vivienda		0.25				

3.1.4.1.4 Empleo¹⁰

Los indicadores de empleo e ingresos de la Tabla 3.7 muestran que una buena parte de la población del municipio de Comala percibe ingresos menores a dos salarios mínimos. Este nivel incluye a la población ocupada cuyos ingresos se consideran muy bajos, que probablemente son insuficientes y limitados para cubrir la adquisición de bienes y servicios. Dentro de la tabla de rangos, el municipio de Comala se ubicó en un grado muy bajo, ya que el 22.5% de la población económicamente activa percibe ingresos de menos de dos salarios mínimos, debido a lo anterior, se le asignó una calificación de 0 a este indicador. La tasa de desempleo abierto es de 5.1%, es un grado bajo con respecto a los rangos preestablecidos y la calificación asignada es de 0.25. Finalmente, la razón de dependencia es del 54.1%, ésta población depende de la población económicamente activa, a éste último indicador se le dio la calificación de 0 y se ubica en grado muy Bajo.

En total los indicadores de empleo e ingresos sumaron 0.25, calificación que se promediará con el resto de los rubros a evaluar.

Tabla 3.7. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006) con datos del INEGI (2015).

Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos del municipio de Comala	Calificación
Empleo e Ingresos	Porcentaje de la población económicamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	De 18.41 a34.50	Muy bajo	0	22.5	0
		De 34.51 a 50.59	Bajo	0.25		
		De 50.60 a 66.68	Medio	0.5		
		De 66.69 a 82.77	Alto	0.75		
		82.78 ó más	Muy alto	1		
	Razón de dependencia	De 37.72 a 57.69	Muy bajo	0	54.1	0
		De 57.70 a 77.66	Bajo	0.25		
		De 77.67 a 97.63	Medio	0.50		
		De 97.64 a117.60	Alto	0.75		
		117.61 o más	Muy alto	1		
	Tasa de desempleo abierto	De 0 a 3.09	Muy bajo	0	5.1	0.25
		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		
		12.37 o más	Muy alto	1		
Total empleo e ingresos		0.25				

¹⁰ Consultado en: INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, a través de la página web: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>



3.1.4.1.5 Población

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, el municipio de Comala cuenta con un total de 21,544 habitantes (INEGI 2105), en el año 2010 de acuerdo al Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010) el 33.4% de la población habitaba en localidades rurales y el 0.21% hablaba una lengua indígena. La densidad de población para el 2015 es de 68.2 habitantes por km², que de acuerdo con la tabla de rangos es un grado muy bajo y se le asignó un valor de 0.

Tabla 3.8. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006) con datos del INEGI (2010 y 2015).

Sector	Variable	Intervalos	Grado	Valor	Rangos del municipio de Comala	Calificación
Población	Densidad de población	De 1 a 99 habitantes por km ²	Muy bajo	0	68.2	0
		De 100 a 499 habitantes por km ²	Bajo	0.25		
		De 500 a 999 habitantes por km ²	Medio	0.50		
		De 1,000 a 4,999 habitantes por km ²	Alto	0.75		
		Más de 5,000 habitantes por km ²	Muy Alto	1		
	% de población de habla indígena	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0	0.21	0
		Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1		
	% de población que habita en localidades menores a 2,500 habitantes	de 0 a 9.9	Muy bajo	0	33.4	0.75
		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		
Total población		0.75				

Una vez obtenida la calificación final de cada una de las categorías explicadas anteriormente, se continúa con la obtención del promedio de cada uno mediante la división de la calificación total entre el número de indicadores de cada rubro (ver Tabla 3.9). A continuación se describe el procedimiento.

c = b/a

- Donde:
- a = número de indicadores por categorías
 - b = calificación obtenida de la suma de los indicadores por categorías
 - c = promedio



Tabla 3.9. Obtención de promedios por categoría. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, (2010 y 2015).

	a	b	c	Calificación final 0.09
Categoría	Número de indicadores	Calificación	Promedio	
Salud	3	0	0	
Educación	3	0.25	0.08	
Vivienda	6	0.25	0.04	
Empleo e ingresos	3	0.25	0.08	
Población	3	0.75	0.25	

Al obtener el promedio de cada uno de las categorías se procedió a la suma de los mismos, que en este caso fue de 0.45 cantidad que se dividió entre cinco, que representa el número de categorías (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). El resultado es la calificación final de las características socioeconómicas del municipio de Comala y el primer resultado para la obtención del grado de vulnerabilidad social.

Calificación final de las características socioeconómicas del municipio de Comala	0.09
---	------

3.1.4.2 Capacidad de respuesta

El cuestionario de Capacidad de Respuesta diseñado por CENAPRED, (2006) tiene como fin conocer la capacidad de prevención y respuesta de la Unidad Municipal de Protección Civil del municipio de Comala y se aplicó al responsable de la unidad en el municipio. En la Tabla 3.10 se muestra las preguntas realizadas. A las respuestas afirmativas se les asignó el valor de 0 y a las negativas un valor de 1, ya que entre menor sea la capacidad de respuesta, mayor será la vulnerabilidad de la población y viceversa.

Tabla 3.10. Capacidad de Respuesta: elaboración: CENAPRED, (2006).

	Pregunta	Si	No
1	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?		
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?		
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?		
4	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de protección civil (p.ej.manual de organización)?		
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?		
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?		
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización) a través de los cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia?		
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?		
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?		



	Pregunta	Si	No
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?		
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?		
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?		
13	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DINCOSA, LICONSA) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etcétera?		
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etcétera) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un plan familiar de protección civil?		
15	¿Cuenta con un número de personal activo?		
16	¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?		
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?		
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etcétera)?		
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?		
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?		
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?		
22	¿Cuenta con algún sistema de geo posicionamiento global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en su localidad?		
23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
24	¿Qué actividades realizan normalmente?		
	Total		

En el caso de la Unidad de Protección civil del municipio de Comala, el puntaje final obtenido en el cuestionario fue de 1. Con el fin de mantener la confidencialidad de la información obtenida, no se marcaron las respuestas en la tabla anterior, sin embargo, en los siguientes párrafos se da una visión de la situación y características de la misma.

- El municipio de Comala cuenta con una unidad de protección civil que maneja la prevención, mitigación, preparación y la respuesta.
- Cuenta con un plan de emergencia.
- Cuenta con un consejo municipal el cual está 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.
- Existe una normatividad que regula las funciones de la unidad de protección civil.
- Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres.
- Cuenta con un mecanismo de alerta temprana, con canales de comunicación a través de los cuáles se puede coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia.
- Cuenta con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre, tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre.
- Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos.
- Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre.
- Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia.
- Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.
- 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.
- Cuenta con un número de personal activo.
- El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia.



- Cuenta con mapas o croquis de la localidad en donde tienen identificados puntos críticos o zonas de peligro.
- Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.
- Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles).
- Cuenta con un 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 el municipio.
- Cuenta con un sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en el municipio.

En lo que respecta a las preguntas 23 y 24 siguiendo con la metodología de CENAPRED, no se tomaron en consideración para proporcionarles una puntuación, ya que con éstas se busca conocer la situación académica del personal y las funciones que realizan. Las funciones que mayoritariamente desempeñan en la Unidad Municipal de Protección Civil del municipio de Comala se enfocan en el trabajo de prevención, capacitación, revisión, atención a emergencias, operatividad, incendios. El grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo es de nivel bachillerato y licenciatura.

En lo que respecta al municipio de Comala y de acuerdo al resultado obtenido en el cuestionario de capacidad de respuesta, que fue de un punto, se considera que la capacidad de respuesta es muy alta y se le asignó una calificación de 0. Cuando la capacidad de respuesta es alta, la condición de vulnerabilidad de la población disminuye (ver Tabla 3.11).

Este es el segundo resultado para la obtención del grado de vulnerabilidad social.

Tabla 3.11. Resultado de capacidad de respuesta. Fuente: CENAPRED, (2006).

Rangos con respecto a la suma de las respuestas	Capacidad de prevención y respuesta	Valor asignado según condición de vulnerabilidad	Calificación
De 0 a 4	Muy alta	0	0
De 4.1 a 8.0	Alta	0.25	
De 8.1 a 12.0	Media	0.50	
De 12.1 a 16.0	Baja	0.75	
16.1 ó más	Muy baja	1	
Calificación final de la capacidad de respuesta en el municipio de Comala			0

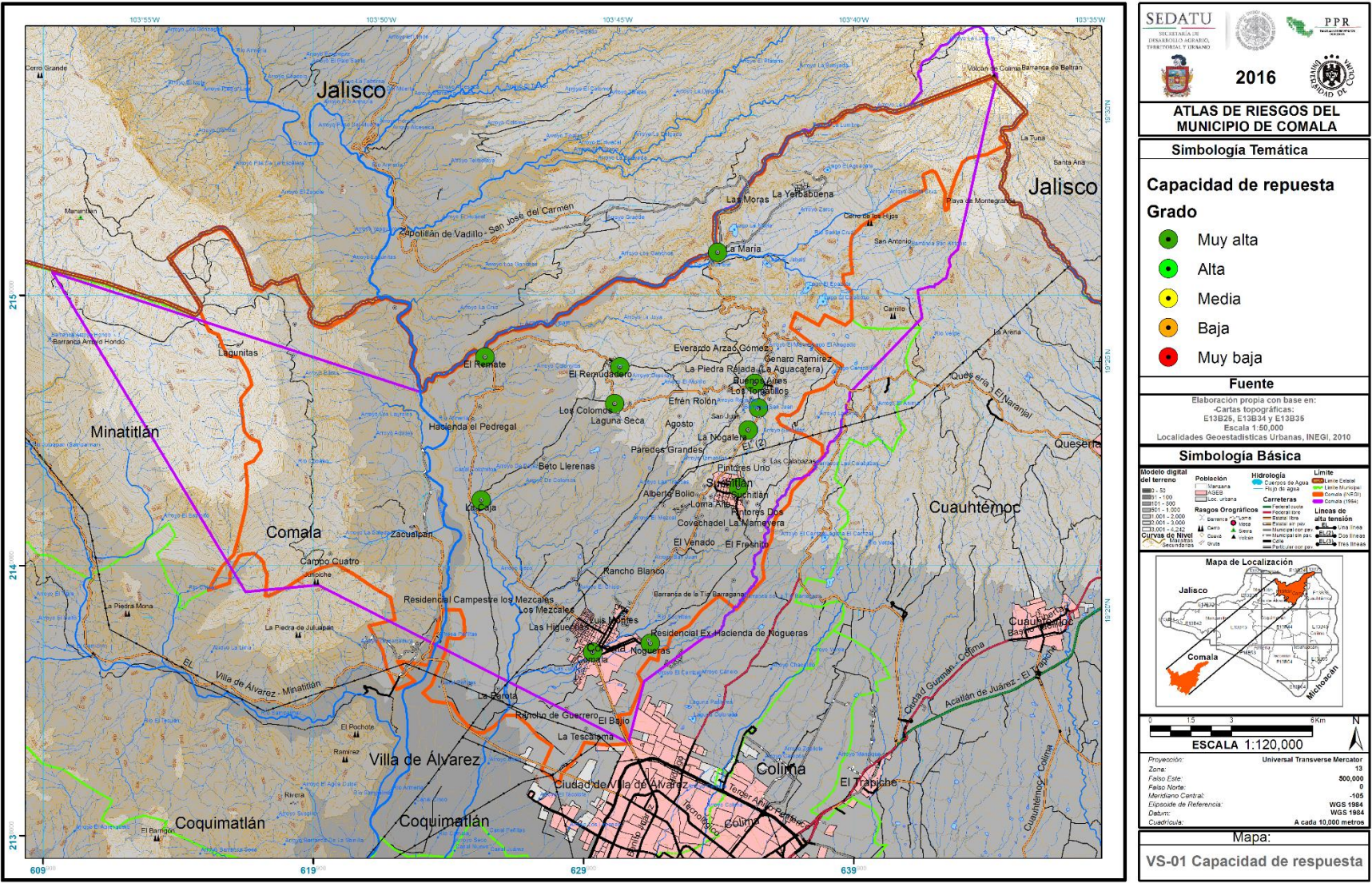


Figura 3.1. Grado de capacidad de respuesta de la Unidad Municipal de Protección Civil de Comala. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.3 Percepción local de riesgo

Como se mencionó inicialmente, el cuestionario de percepción local de riesgo se aplicó al 0.10% de la población de 18 años o más del municipio de Comala en las principales localidades del municipio. Los resultados fueron capturados en una base de datos con el fin de poder calificar y analizar la información. A cada pregunta del cuestionario se le asignó un valor de acuerdo a la tabla 3.12, en donde se obtuvo una calificación final que constó de la suma de los valores de las 25 preguntas según la puntuación asignada a cada respuesta.



Tabla 3.12. Cédula Percepción Local de Riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006).

No	Pregunta	Valores			Total
		A	B	C	
1	¿Dentro de los tipos de peligro que existen cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su localidad?: Geológicos: sismos, maremotos, volcanes, flujos de lodo, deslaves, hundimientos y agrietamientos. Químicos: incendios forestales, incendios urbanos, explosiones, fugas o derrame de sustancias peligrosas, fuentes móviles. Hidrometeorológicos: ciclones, inundaciones pluviales y fluviales, granizadas, nevadas y heladas, lluvias torrenciales y trombas, tormentas eléctricas, vientos, temperaturas extremas, erosión y sequías.	de 1 a 5	de 6 a 13	14 o +	
		1	0.5	0	
2	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si han habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
3	¿Considera que un fenómeno natural se pudo 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 encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etcétera)?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
5	¿Ha sufrido la pérdida de algún 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:(NF: ninguna fatalidad, DL: daños leves a viviendas e infraestructura, PF: personas fallecidas, DTA: algunas viviendas con daño total y a infraestructura, DTM: daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura).	NF, DL	PF, DTA	PF, DTM	
		Bajo 0.25	Medio 0.5	Alto 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 se identifican los peligros?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
9	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etcétera)?	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?	Si	No	No sé	
		0	1	1	
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿cómo se enteró? NE: no se enteró, NC: no ha habido campañas, MI: medios impresos, RT: radio, televisión, internet, redes sociales (facebook y twiter).	NE,NC	MI	RT	
		1	0.5	0	
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 (inundación, sismo, erupción)?	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 0	No 1	No sé 1	
19	¿Existe en su comunidad localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastre?	Si 0	No 1	No sé 1	
20	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	Si 0	No 1	No sé 1	
21	¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil? SF: sé dónde se encuentra y sus funciones, NS/NF: no sé dónde se encuentra y no sé qué hace, SF/NS: Sé qué hace pero no sé dónde se encuentra.	SF 0	NS/ NF 1	SF/ NS 0.5	
22	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	Si 0	No 1	No sé 1	
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si 0	No 1	No sé 1	
24	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho 0	Nada 1	Poco 0.5	
25	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	Si 0	No 1		
Municipio: Localidad: Entrevistador: Fecha:					
Total:					

La suma de las calificaciones de los cuestionarios fue de 1,930.75, este valor se dividió entre los 140 cuestionarios aplicados, el resultado de la operación fue de 13.7, número que representa el promedio general de la puntuación de las respuestas. A continuación se procede a la asignación de un valor final a la percepción local del riesgo mediante la Tabla 3.13 de rangos de percepción local que se muestra a continuación.

Tabla 3.13. Rangos percepción local de riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006).

Rangos	Percepción local	Valor asignado según condición de vulnerabilidad	Calificación para el municipio de Comala
De 0 a 5.0	Muy alta	0	0.50
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	

La percepción local del riesgo arrojó como resultado un 0.50, ya que el promedio general fue de 13.86 que en la tabla de rangos se ubica en un nivel de percepción local de riesgo media, es decir, que la población del municipio de Comala tiene cierta percepción de los peligros. Este es el último resultado que se requiere para la obtención del grado de vulnerabilidad social.

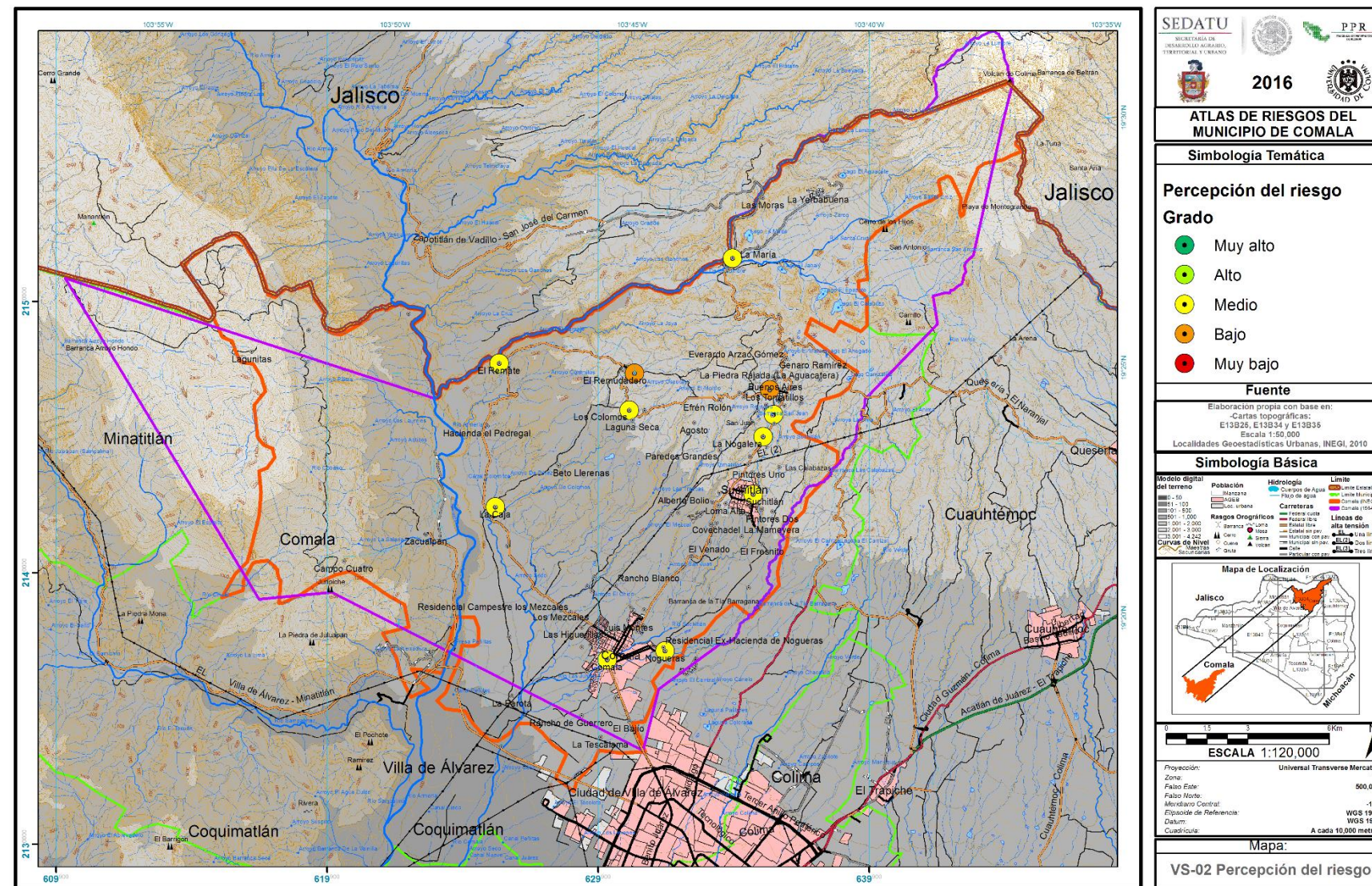


Figura 3.2. Grado de percepción local de riesgo en el municipio de Comala. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.4 Operación para obtener el grado de vulnerabilidad social

Una vez obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar (características socioeconómicas, capacidad de respuesta y percepción local de riesgo) como se observa en la tabla 10, se procede con lo determinado en la metodología, en donde las características socioeconómicas van a determinar en un 50% el grado de vulnerabilidad social, la capacidad de respuesta un 25% y la percepción local de riesgo también 25%, a través del siguiente procedimiento.

Formula: $GVS = (R1 * 0.50) + (R2 * 0.25) + (R3 * 0.25)$



Donde:
GVS= Grado de vulnerabilidad social asociada a desastres.
R1 = Resultado del primer cuestionario de la metodología.
R2 = Resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta.
R3 = Resultado del cuestionario de percepción local de riesgo.

Tabla 3.14. Resultado final de vulnerabilidad. Fuente: CENPADRED, (2006).

Concepto	Puntaje	%	Puntaje Final
Indicadores socioeconómicos	0.09	0.5	0.045
Percepción local	0.5	0.25	0.125
Capacidad de respuesta	0	0.25	0

Después de las operaciones necesarias se obtuvo el resultado que fue 0.17, éste resultado se obtuvo de la suma de los valores finales de los indicadores socioeconómicos, de la percepción local de riesgo y de la capacidad de respuesta. Una vez contrastado éste valor (0.17) con la tabla de rangos para determinar la vulnerabilidad social, se estableció que el municipio de Comala tiene un grado de vulnerabilidad social **Muy Bajo** de acuerdo a la metodología de CENAPRED (2006).

Tabla 3.15. Rangos para determinar el grado de vulnerabilidad social. CENAPRED, (2006).

Valor	Grado de vulnerabilidad social asociada a desastres	Resultado final
De 0 a .20	Muy bajo	0.17
De .21 a .40	Bajo	
De .41 a .60	Medio	
De .61 a .80	Alto	
Más de .80	Muy alto	

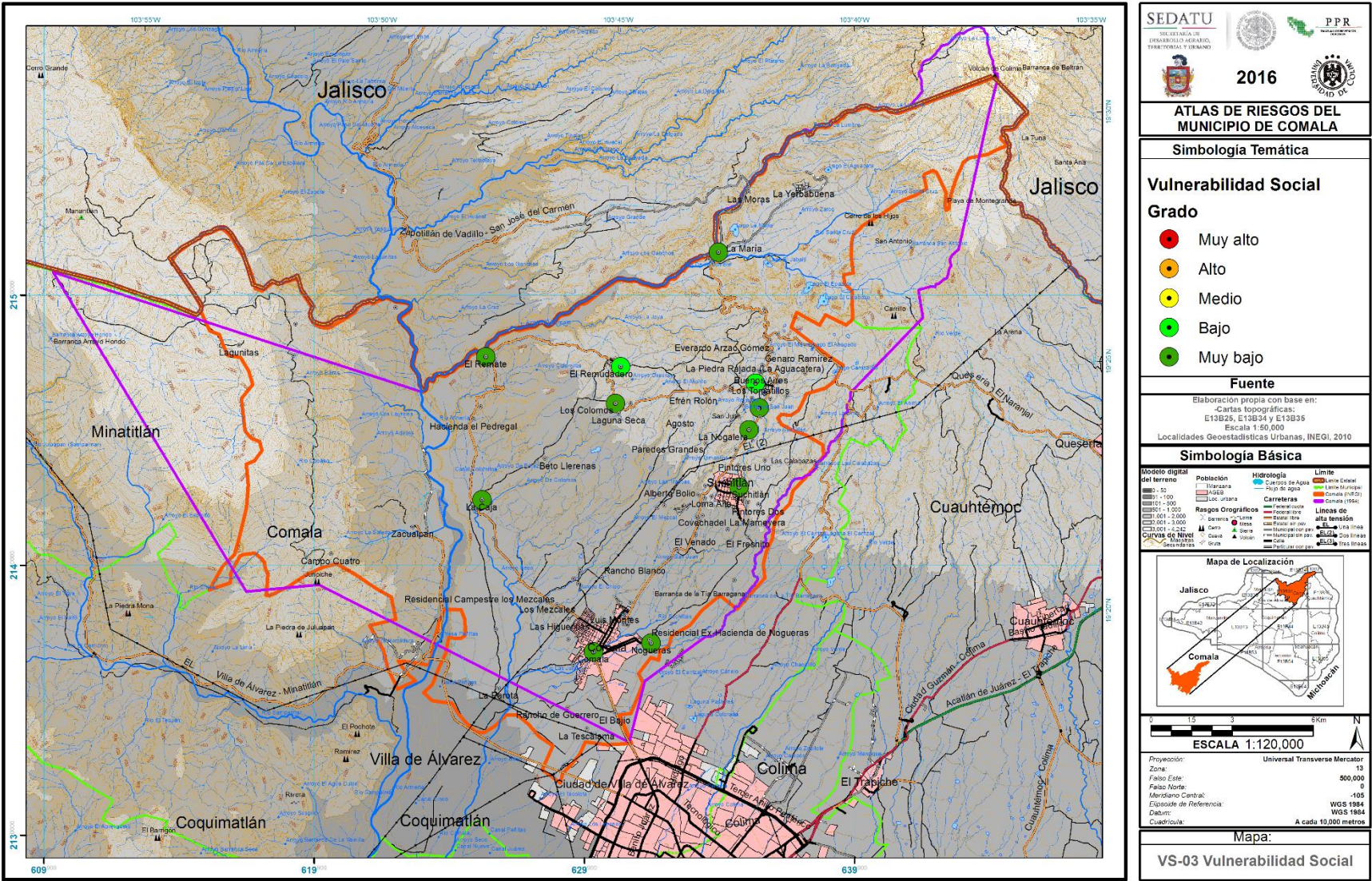


Figura 3.3. Grado de vulnerabilidad social en el municipio de Comala. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3.16 se puede observar la percepción local de riesgo y la vulnerabilidad social de las principales localidades del municipio de Comala.

Tabla 3.16. Grado de capacidad de respuesta, percepción local de riesgo y vulnerabilidad social en las principales localidades del municipio de Comala.

Nombre de la Localidad	Indicadores socioeconómicos	Capacidad de respuesta		Percepción local de riesgo		Vulnerabilidad social	
	Calificación	Calificación	Grado	Calificación	Grado	Calificación	Grado
Municipio de Comala	0.09	0	Muy Alta	13.86	Medio	0.17	Muy baja



Nombre de la Localidad	Indicadores socioeconómicos	Capacidad de respuesta		Percepción local de riesgo		Vulnerabilidad social	
	Calificación	Calificación	Grado	Calificación	Grado	Calificación	Grado
Ciudad de Comala	0.09	0	Muy alta	14.5	Media	0.17	Muy baja
La Becerrera	0.09	0	Muy alta	10.7	Media	0.17	Muy baja
La Caja	0.09	0	Muy alta	10.7	Media	0.17	Muy baja
Cofradía de Suchitlán	0.09	0	Muy alta	15.6	Baja	0.23	Baja
Los Colomos	0.09	0	Muy alta	11.6	Media	0.17	Muy baja
Nogueras	0.09	0	Muy alta	14.6	Media	0.17	Muy baja
El Remate	0.09	0	Muy alta	14.0	Media	0.17	Muy baja
El Remudadero	0.09	0	Muy alta	16.7	Baja	0.23	Baja
Suchitlán	0.09	0	Muy alta	13.3	Media	0.17	Muy baja
La Nogalera	0.09	0	Muy alta	12.5	Media	0.17	Muy baja
Nuevo San Antonio	0.09	0	Muy alta	12.5	Media	0.17	Muy baja

Se puede observar que de las 11 localidades encuestadas dos tienen una percepción de riesgo baja (Cofradía de Suchitlán y El Remudadero) y nueve una percepción media. En cuanto a la vulnerabilidad social, dos localidades presentan una vulnerabilidad baja (Cofradía de Suchitlán y El Remudadero) y nueve localidades una vulnerabilidad muy baja.

3.1.4.5 Conclusiones

El municipio de Comala cuenta con un alto nivel de cobertura de servicios de salud, con una muy baja tasa de mortalidad infantil y un alto porcentaje de población derechohabiente. Respecto a la educación cuenta con un muy bajo porcentaje de analfabetismo, con un alto porcentaje de población cursando la educación básica. En lo que respecta a vivienda, el municipio tiene una cobertura muy alta de los servicios básicos, como son agua entubada, drenaje y servicio de electricidad. El porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra y el déficit de vivienda es muy bajo; mientras que el porcentaje de viviendas con paredes y material de desecho es bajo. En lo que se refiere al indicador de empleo e ingresos, el porcentaje de la población económicamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos y la razón de dependencia es muy baja. La tasa de desempleo abierto es baja.

En lo que se respecta a la capacidad de respuesta de la Unidad Municipal de Protección Civil es muy alta. La percepción local de riesgo de la población del municipio es media y el grado de vulnerabilidad social en el municipio de Comala, de acuerdo a los resultados obtenidos de los indicadores socioeconómicos, la capacidad de respuesta y la percepción local de riesgo es muy baja.

3.1.4.6 Referencias

Chardon, A. y González J. (2002). Programa de información e indicadores de gestión de riesgos. Banco Interamericano de Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. En: <http://idea.unalmzl.edu.co/documentos/Anne-Catherine%20fase%20I.pdf>

Guevara, E. Quaas, R. Fernández G. Zepeda, O. Muñoz, E. Torres, L. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica. CENAPRED: México. Versión electrónica 2014. En: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>



Flores, L. López, O. Pacheco, M. Reyes, C. Rivera, D. Quaas, R. Guevara, E. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social. México: CENAPRED. Versión electrónica 2014. En: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>.

Panorama Sociodemográfico de Colima (2015). INEGI: México. En: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825082147>

Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. (2016). México: INEGI. En: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/COL_ANUARIO_PDF16.pdf

Censo de Población y Vivienda (2010). INEGI: México. En: www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx

Tabulados de la Encuesta Intercensal (2015). INEGI: México. En: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>

FASE 3. VULNERABILIDAD

3.2 VULNERABILIDAD FÍSICA

3.2.1 Vulnerabilidad física ante sismos

3.2.1.1 Metodología

La evaluación de la vulnerabilidad física de las viviendas ante sismos en la zona de estudio se realizó mediante un levantamiento visual de las viviendas en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán, La Caja, Zacualpan y La Becerrera. Se utilizó la clasificación propuesta por (Zobín y Ventura, 2001) basada en 3 tipos de mampostería de viviendas típicas en el estado de Colima que se describen a continuación:

Vivienda Tipo A: Para aquellas viviendas elaboradas de buena calidad, adecuadamente reforzadas y enjarradas con un espaciamiento entre castillo y dalas no mayores a 3m y capaces de resistir fuerzas horizontales.

Viviendas Tipo B: Para aquellas viviendas elaboradas con calidades de mediana a buena calidad pero con alguna deficiencia en su confinamiento. Las construcciones de interés social e INFONAVIT son incluidas en este tipo.

Viviendas Tipo C: Para aquellas viviendas de concreto, adobe, cartón o lámina, carentes de elementos confinantes como castillos, dalas de cerramiento o láminas sin anclaje.

Las figuras 3.1, 3.2 y 3.3 muestran un ejemplo de viviendas típicas tipo A, B y C en el municipio de Comala.



Figura 3.1. Vivienda típica tipo A en el municipio de Comala



Figura 3.2. Vivienda típica tipo B en el municipio de Comala.



Figura 3.3. Vivienda típica tipo C en el municipio de Comala.

Habiendo realizado la clasificación de las viviendas, se les asignó un nivel de vulnerabilidad como se muestra en la tabla

Tabla 3.1. Niveles de vulnerabilidad de las viviendas típicas en el municipio de Comala

Tipo de vivienda	Descripción	Nivel de vulnerabilidad
A	Viviendas elaboradas de buena calidad, adecuadamente reforzadas y enjarradas con un espaciamiento entre castillo y dalas no mayores a 3m y capaces de resistir fuerzas horizontales.	Baja
B	Viviendas elaboradas con calidades de mediana a buena calidad pero con alguna deficiencia en su confinamiento. Las construcciones de interés social e INFONAVIT son incluidas en este tipo.	Media
C	Viviendas de concreto, adobe, cartón o lámina, carentes de elementos confinantes como castillos, dalas de cerramiento o láminas sin anclaje.	Alta



3.2.1.2 Memoria de Cálculo

A continuación la Tabla 3.2. Muestra un ejemplo de la memoria de cálculo de la vulnerabilidad ante Sismos.

Tabla 3.2 Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad ante Sismos.

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	C	Alta
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	C	Alta
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	C	Alta
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	C	Alta
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	B	Media
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	A	Baja
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	A	Baja
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	A	Baja
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	A	Baja

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante Sismos en las comunidades del municipio de Comala.



3.2.1.3 Resultados

En Comala 238 viviendas tuvieron vulnerabilidad Baja, 1810 vulnerabilidad Media y 830 vulnerabilidad Alta. La figura 3.4 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de Comala ante el fenómeno de sismos.

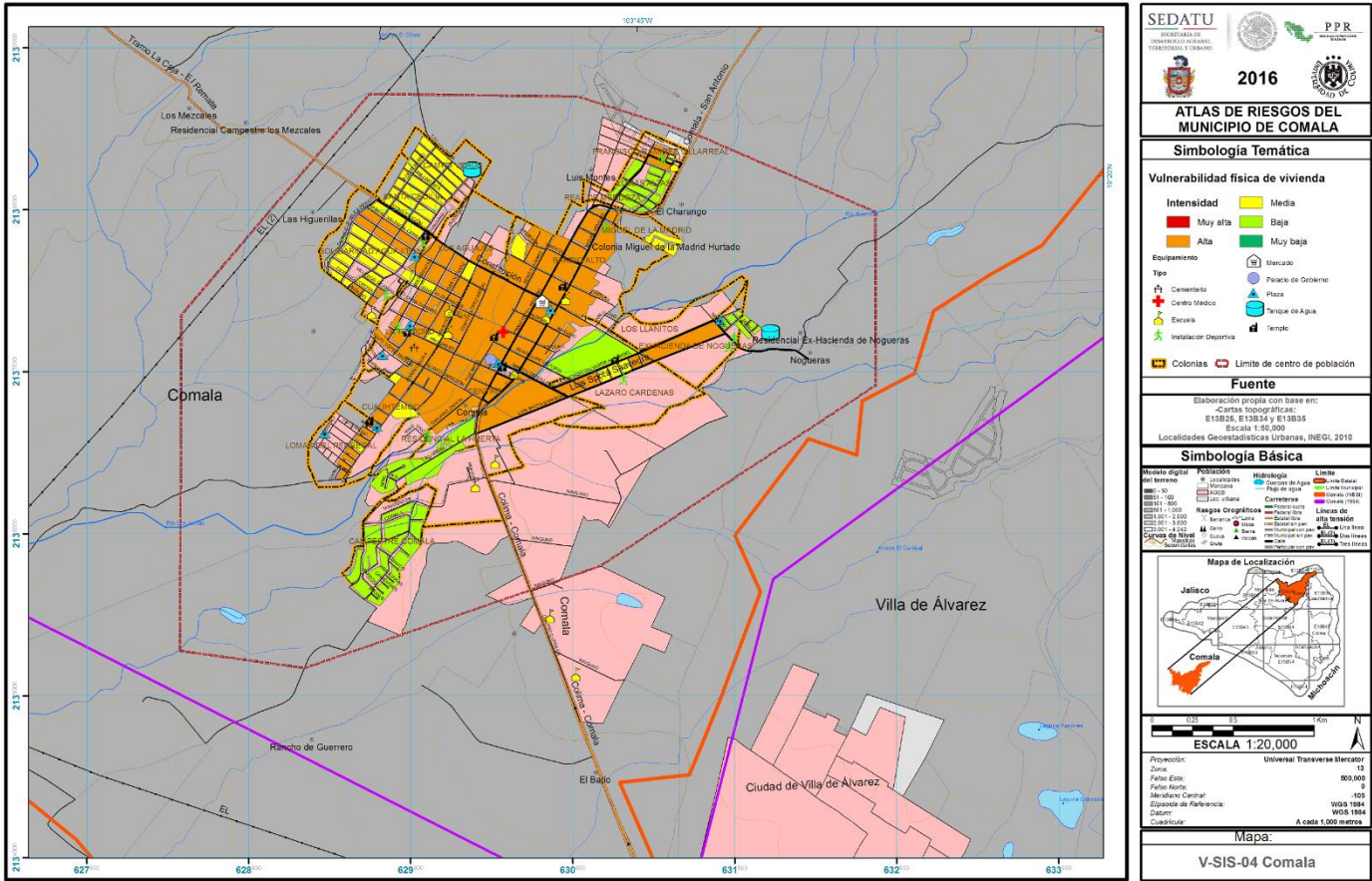


Figura 3.4. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Comala.

En Suchitlán tan solo 2 viviendas ubicadas sureste de la ciudad tienen Baja vulnerabilidad, 848 tienen vulnerabilidad Media y 350 tienen Alta vulnerabilidad. La Figura 3.5 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de Suchitlán ante el fenómeno de sismos.

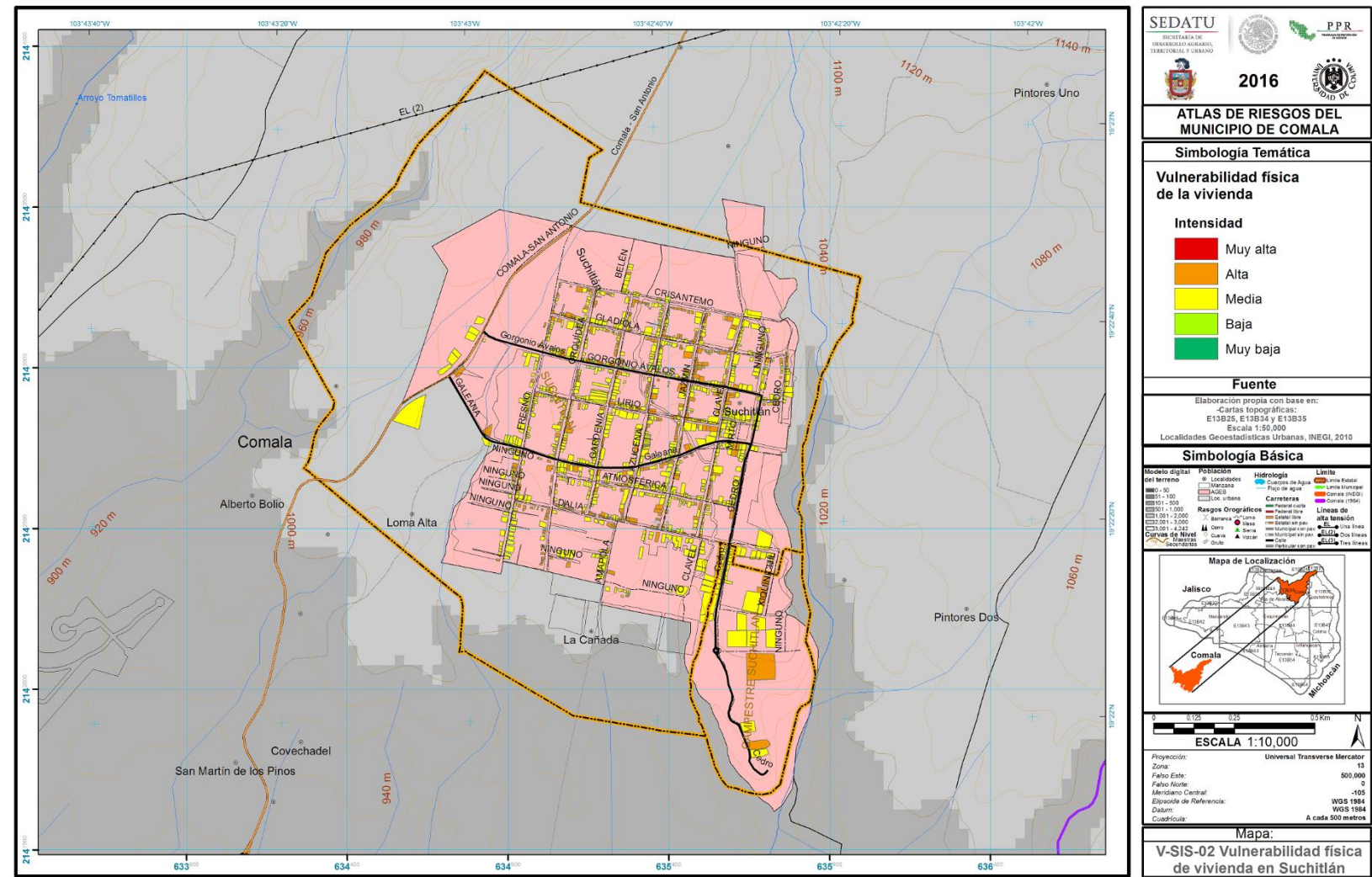


Figura 3.5. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Suchitlán.



En la localidad de Cofradía de Suchitlán, tan solo 3 viviendas tienen Baja vulnerabilidad, 411 tienen vulnerabilidad Media y 109 tienen Alta vulnerabilidad. La Figura 3.6 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de Cofradía de Suchitlán ante el fenómeno de sismos.

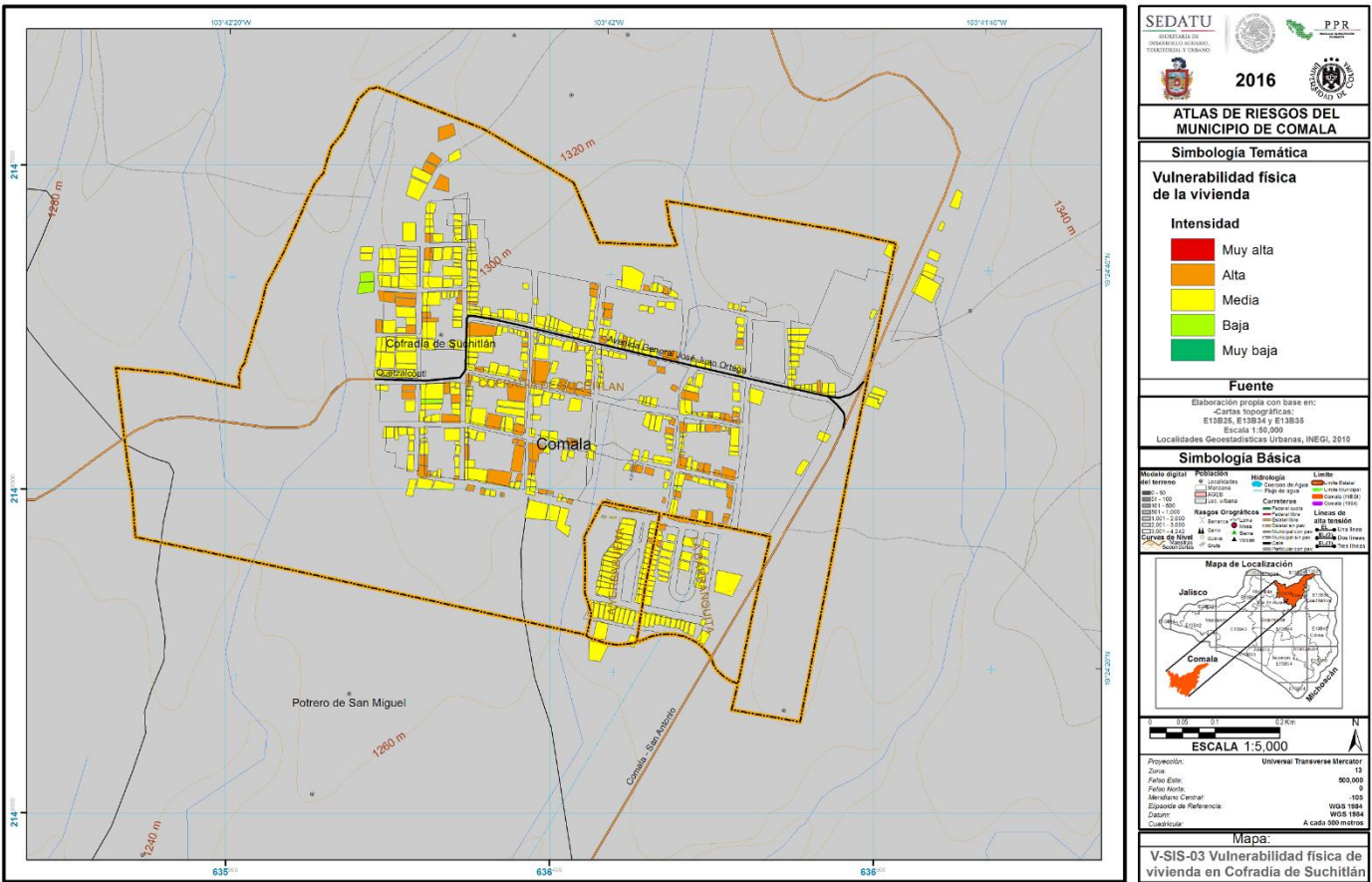


Figura 3.6. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Cofradía de Suchitlán.



En la localidad de La Caja 233 viviendas tuvieron vulnerabilidad Media y 88 Alta vulnerabilidad. No se identificaron viviendas de Baja vulnerabilidad. La Figura 3.7 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de La Caja ante el fenómeno de sismos.

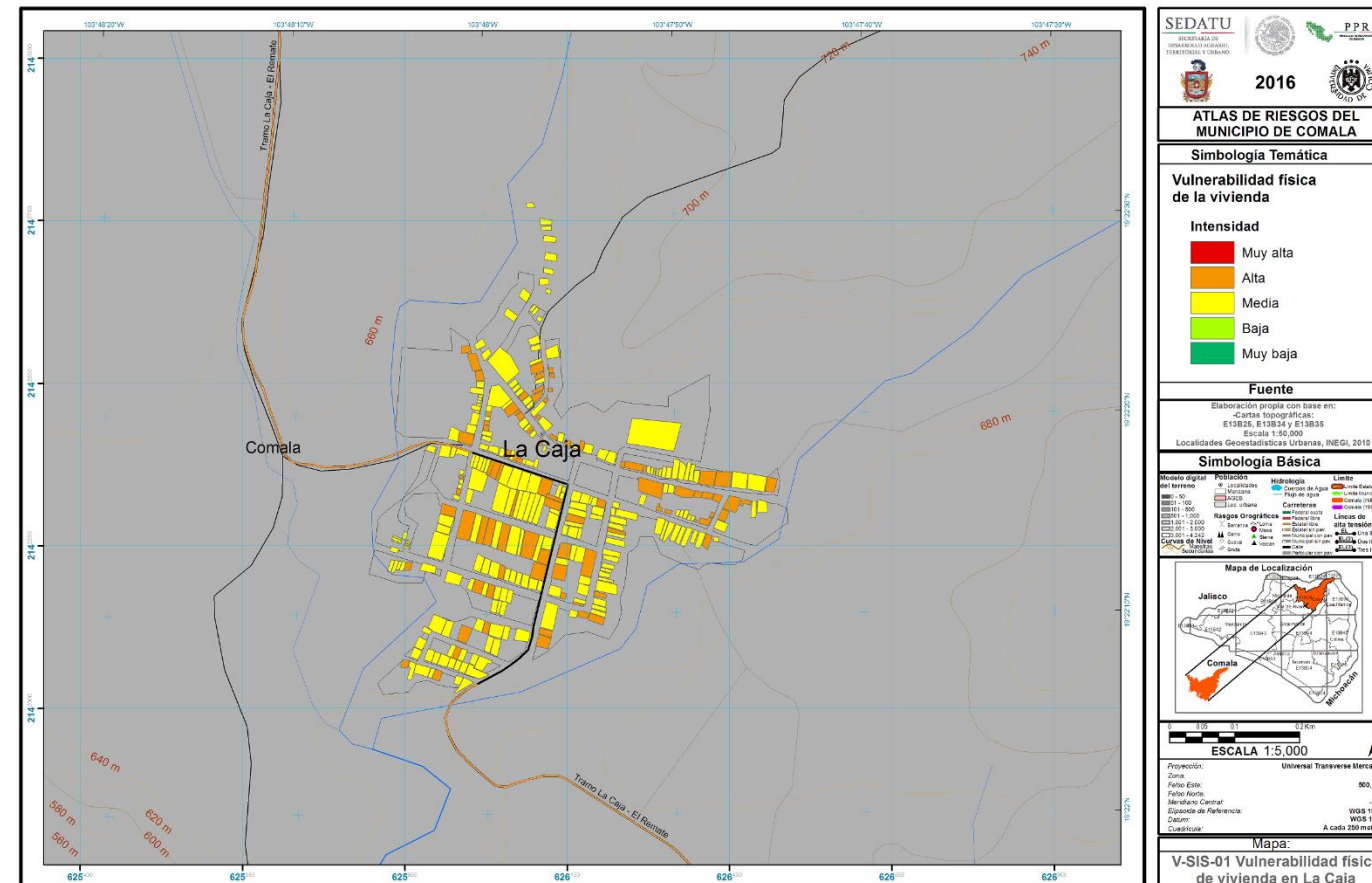


Figura 3.7. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de La Caja.

En la localidad de Zacualpan se identificaron 428 viviendas con vulnerabilidad Media, mientras que 128 se identificaron con Alta vulnerabilidad. La figura 3.8 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante sismos en Zacualpan.

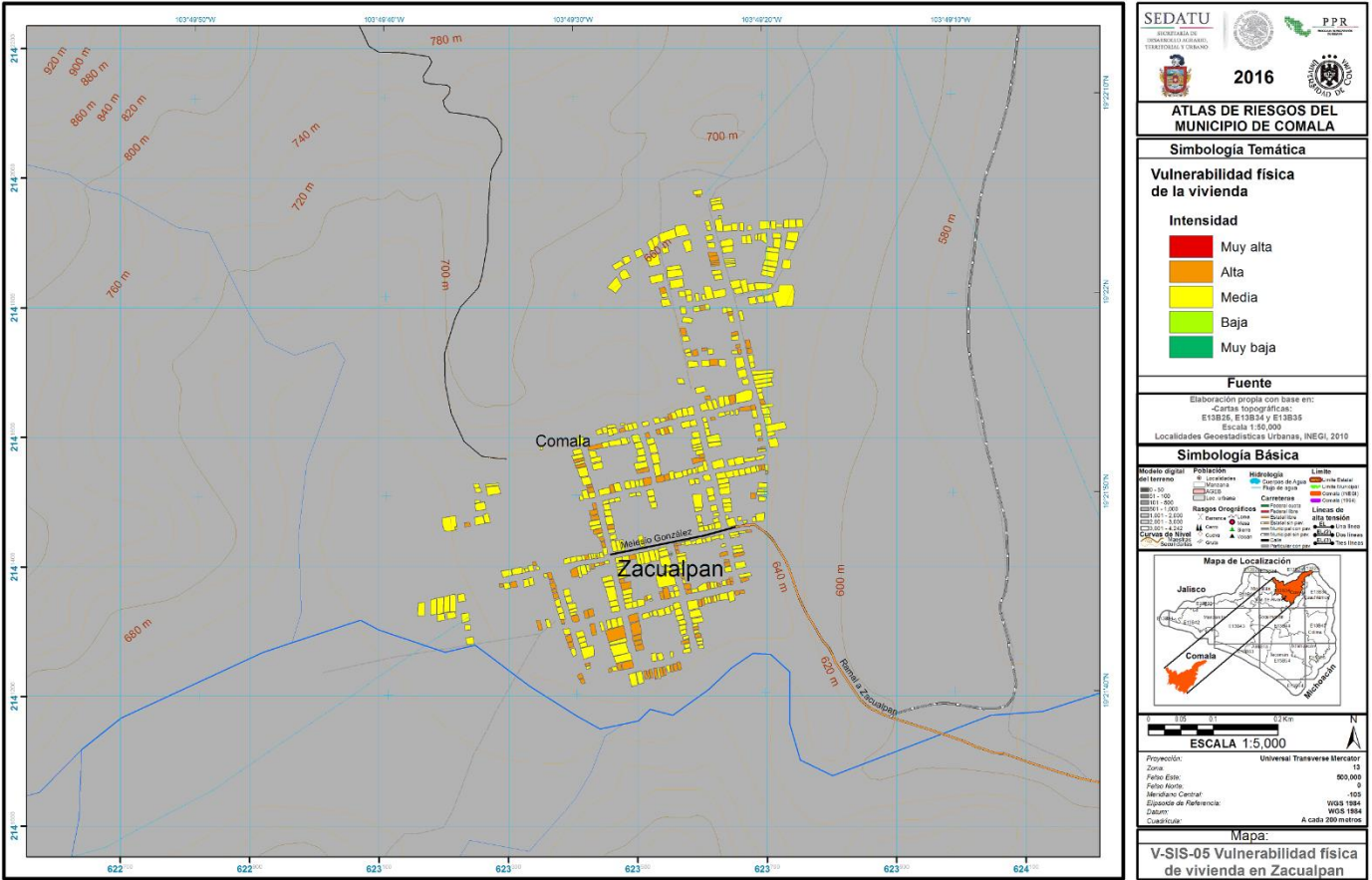


Figura 3.8. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Zacualpan.



En la localidad de La Becerrera se identificaron 42 viviendas con vulnerabilidad Media, mientras que 43 se identificaron con Alta vulnerabilidad. La figura 3.9 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante sismos en La Becerrera.

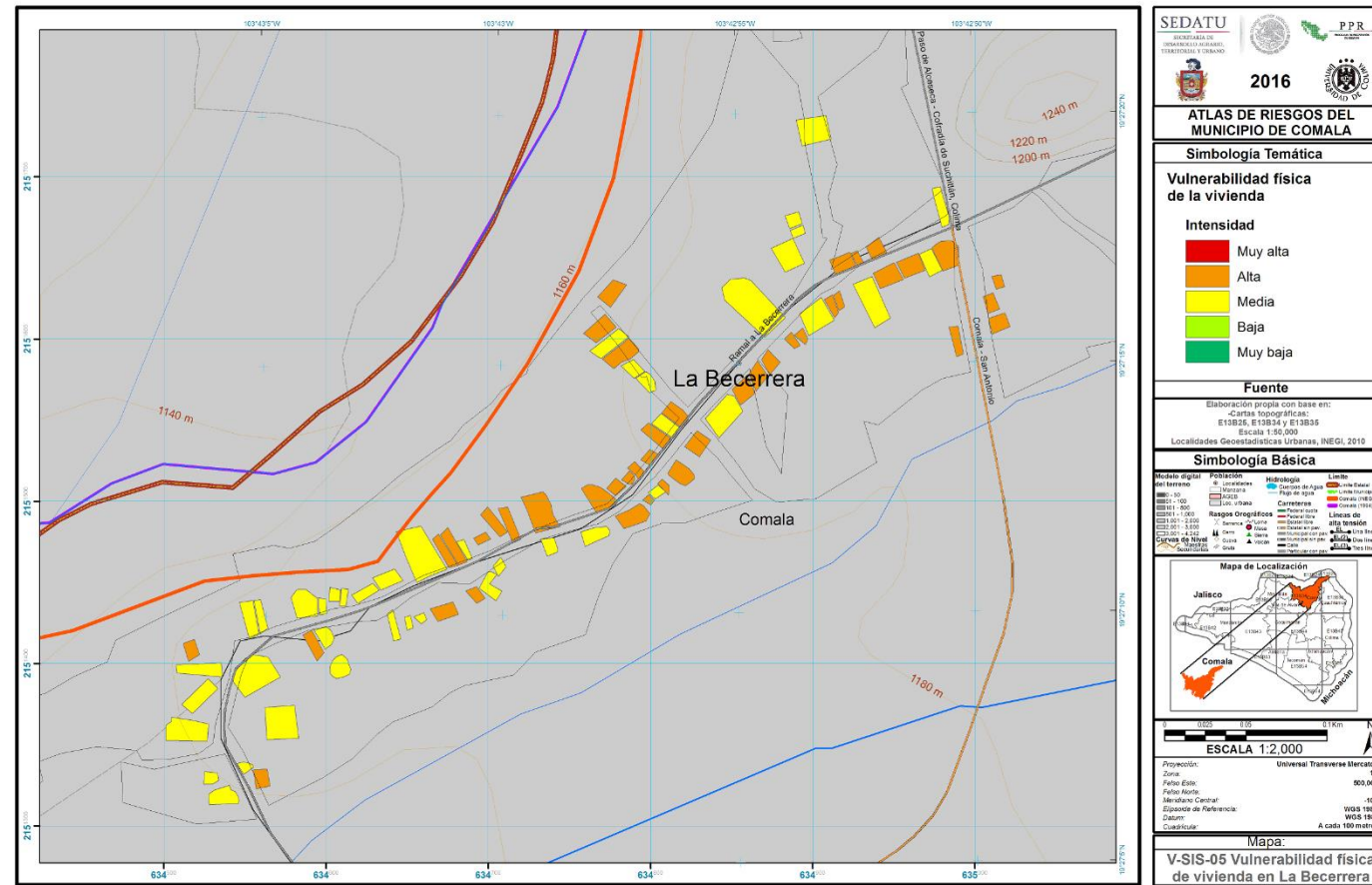


Figura 3.9. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de La Becerrera.



3.2.2 Vulnerabilidad física ante erupciones volcánicas

3.2.2.1 Metodología

Para la evaluación de la vivienda se realizó un levantamiento del tipo de vivienda a lo largo de las comunidades sometidas al estudio, anotando datos sobre el material de los muros, techos, así como su nivel de vulnerabilidad sísmica de acuerdo con los criterios descritos en el subcapítulo 3.1.1, añadiendo datos también sobre edificaciones de importancia pública y social como escuelas, iglesias, plazas, etc.

De los peligros volcánicos más comunes en el municipio de Comala, tenemos la caída de ceniza, flujos piroclásticos, flujos de escombros y flujos de lodo y rocas o lahares. La vulnerabilidad de una vivienda ante el efecto potencial de la ceniza se puede incrementar en viviendas con techos flexibles. Para determinar la vulnerabilidad ante erupciones volcánicas se propone una adaptación de la metodología utilizada para clasificar los niveles de vulnerabilidad ante sismos e inundaciones considerando los tipos de mampostería A, B, C, y los materiales en muros y techos M y T. La Tabla 3.3, la Tabla 3.4 y la Tabla 3.5 muestran la descripción del tipo de mampostería A, B y C así como los materiales más comunes usados en los muros y techos de las viviendas.

Tabla 3.3. Descripción de mamposterías tipo A, B y C.

Tipo de vivienda	Descripción
A	Viviendas elaboradas de buena calidad, adecuadamente reforzadas y enjarradas con un espaciamiento entre castillo y dalas no mayores a 3m y capaces de resistir fuerzas horizontales.
B	Viviendas elaboradas con calidades de mediana a buena calidad pero con alguna deficiencia en su confinamiento. Las construcciones de interés social e INFONAVIT son incluidas en este tipo.
C	Viviendas de concreto, adobe, cartón o lámina, carentes de elementos confinantes como castillos, dalas de cerramiento o láminas sin anclaje.

Tabla 3.4. Materiales comunes usados en los muros de las viviendas.

Tipo	Material
M1	Material de desecho
M2	Piedra
M3	Láminas de cartón
M4	Bahareque, palma o carrizo
M5	Adobe sin repellido
M6	Madera
M7	Adobe con repellido
M8	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento y concreto.

Tabla 3.5. Materiales comunes usados en los techos de las viviendas.

Tipo	Material
T1	Material de desecho como cartón o plástico
T2	Láminas de cartón, plástico, asbesto o galvanizada
T3	Palma
T4	Teja
T5	Losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
T6	Losa de concreto ligada



Se propone que una vivienda tipo 1, de baja vulnerabilidad ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo A o B. Es decir que son viviendas hechas de materiales de concreto bien confinados o con alguna deficiencia en su confinamiento como en marcos y puertas, pero que cuentan con techos sólidos de concreto bien anclados con losas de 10 cm de espesor como mínimo.

Se propone que una vivienda tipo 2, de vulnerabilidad media ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo B. Es decir que son viviendas hechas con materiales de concreto con separaciones no mayores a 3 m entre sus elementos confinantes, pero con alguna deficiencia en su confinamiento como en puertas y ventanas. Y que además cuentan con techos poco resistentes como lámina de asbesto o madera, lo cual puede incrementar su vulnerabilidad ante la caída de ceniza.

Se propone que una vivienda tipo 3, de vulnerabilidad alta ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo C. Es decir viviendas hechas de materiales poco resistentes en sus muros y techos como el adobe, la madera, lámina de cartón, palma, bahareque o carentes de elementos confinantes, como las viviendas hechas de ladrillo, sin dadas ni castillos, o con separaciones de más de 3 m entre ellos.

La Tabla 3.6 muestra un resumen de las combinaciones entre los tipos de mampostería A, B C y el material de muros y techos, utilizadas para determinar la vulnerabilidad ante erupciones volcánicas.

Tabla 3.6. Niveles de vulnerabilidad ante erupciones volcánicas.

Tipo	Descripción	Combinación de mampostería	Nivel de vulnerabilidad
Tipo 1	Viviendas con mampostería tipo A o B, hechas de materiales de concreto bien confinados o con alguna deficiencia en su confinamiento como en marcos y puertas, pero que cuentan con techos sólidos de concreto bien anclados con losas de 10 cm como mínimo de espesor.	A o B + M8T6	Baja
Tipo 2	Viviendas con mampostería tipo B, hechas con materiales de buena a mediana calidad, con alguna deficiencia en su confinamiento como en puertas y ventanas, y que además cuentan con techos poco resistentes como lámina de asbesto o madera, lo cual incrementa su vulnerabilidad ante la caída de ceniza	B + M8T2 o M8T4	Media
Tipo 3	Viviendas con mampostería tipo C, hechas de materiales poco resistentes en sus muros y techos como adobe, madera, lámina de cartón, palma, bahareque o carentes de elementos confinantes, como las viviendas hechas de ladrillo, sin dadas ni castillos, o con separaciones de más de 3 m entre dichos elementos.	C o M1T2, M3T2 o M4T2 o M5T4 o M6T4 o M7T4.	Alta

Las figuras 3.10, 3.11 y 3.12 muestran un ejemplo de viviendas típicas tipo 1, 2 y 3 en el municipio de Comala.



Figura 3.10. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.



Figura 3.11. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.



Figura 3.12. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.



3.2.2.2 Memoria de Cálculo

A continuación la Tabla 3.7 muestra un ejemplo de la memoria de cálculo de la vulnerabilidad física ante Erupciones Volcánicas en Comala.

Tabla 3.7. Ejemplo de la memoria de cálculo de la vulnerabilidad física ante Erupciones Volcánicas en Comala.

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	3	Alta
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	3	Alta
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	1	Baja
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
17	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
18	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
19	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
20	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
21	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante Erupciones Volcánicas en las comunidades del municipio de Comala.



3.2.2.3 Resultados

En Comala se identificaron 1831 viviendas con Baja vulnerabilidad, 223 con vulnerabilidad Media y 824 con alta vulnerabilidad. La Figura 3.13 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Comala.

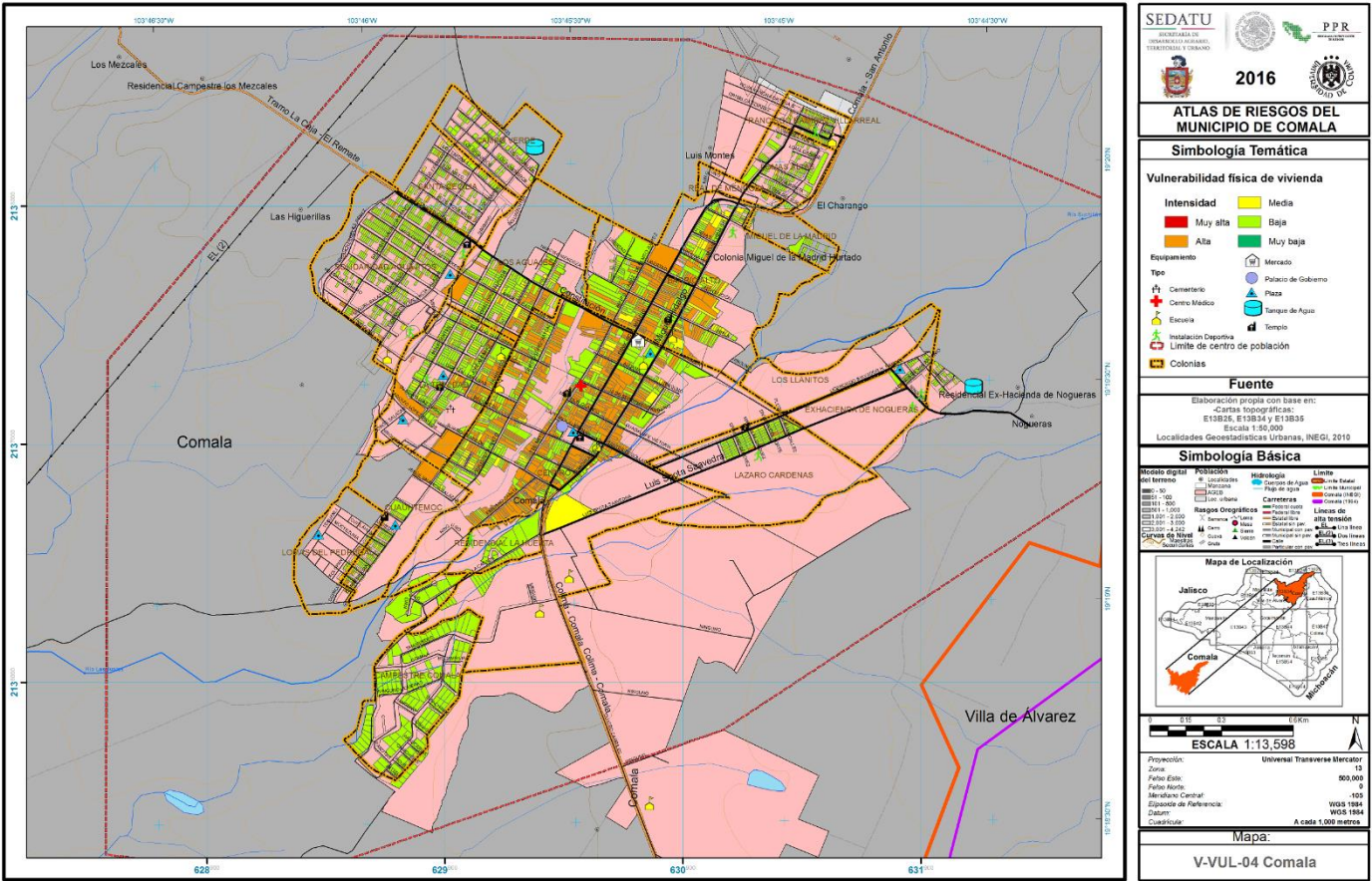


Figura 3.13. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Comala.

En Suchitlán se identificaron 481 viviendas con Baja vulnerabilidad, 366 fueron identificadas con vulnerabilidad Media, 353 y con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.14 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Suchitlán.

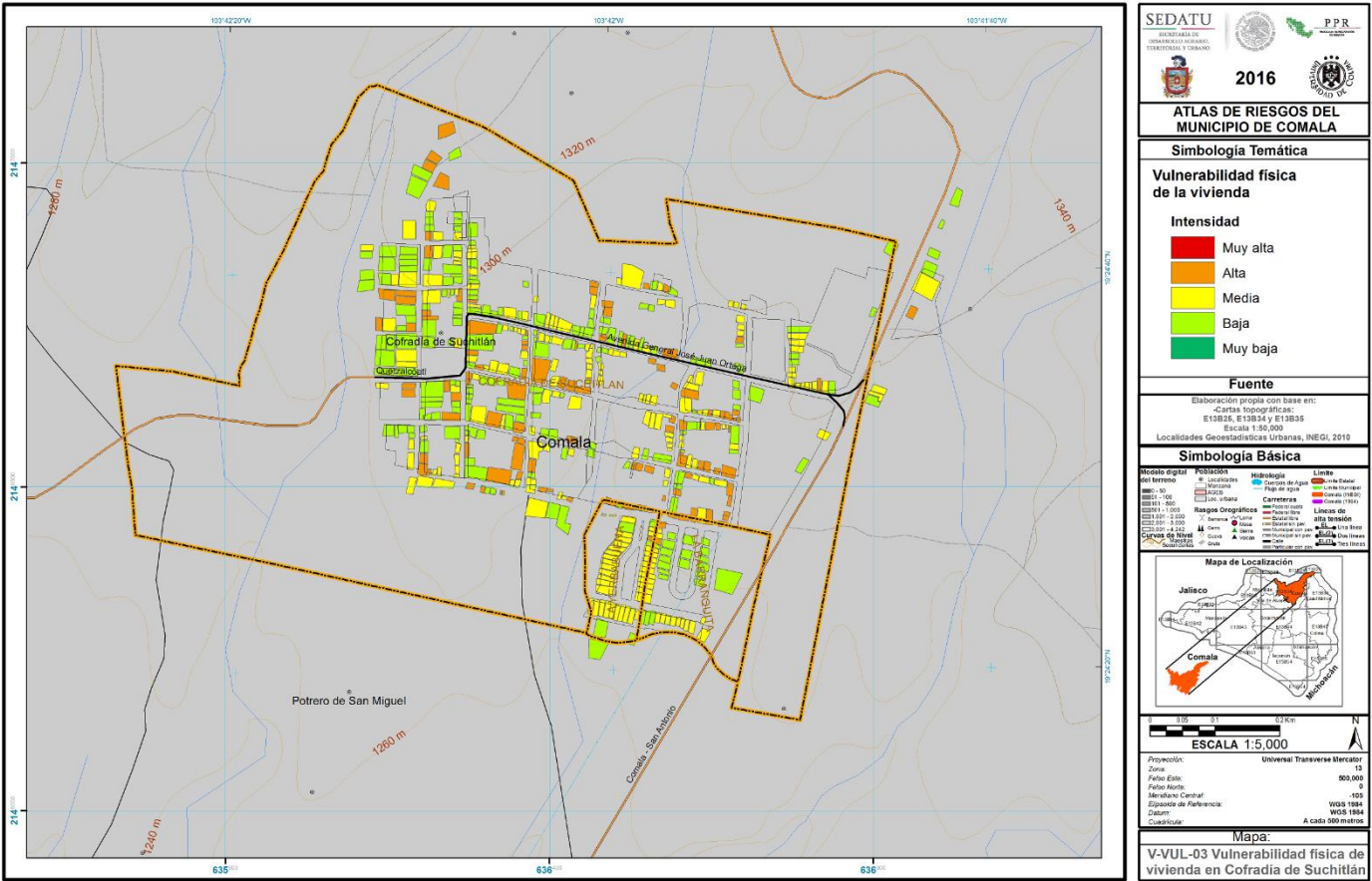


Figura 3.15. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Cofradía de Suchitlán.



En la Caja se identificaron 188 viviendas con Baja vulnerabilidad, 45 fueron identificadas con vulnerabilidad media 88 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.16 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Caja.

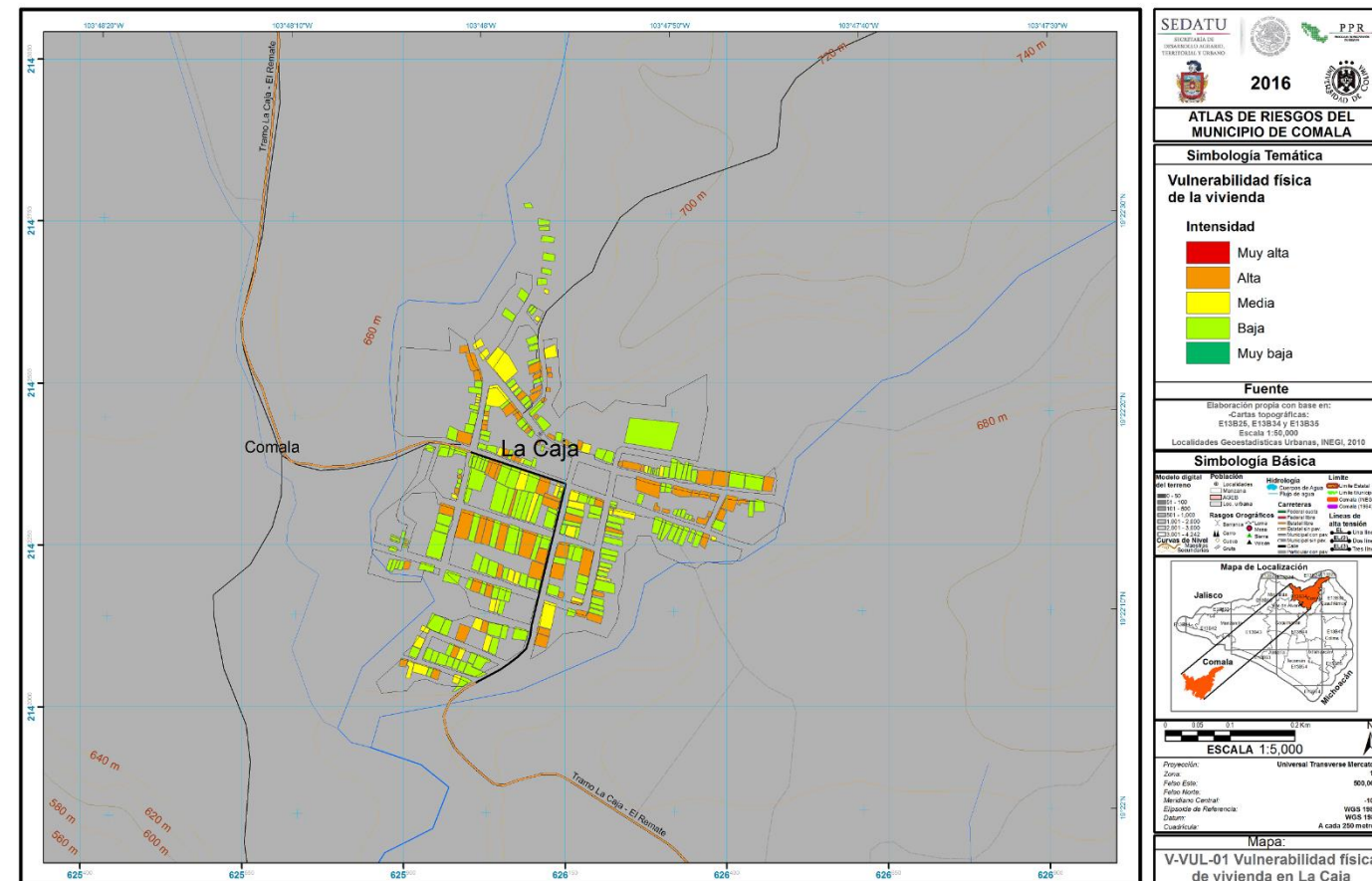


Figura 3.16. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Caja.

En Zacualpan se identificaron 316 viviendas con Baja vulnerabilidad, 112 se identificaron con vulnerabilidad Media y 128 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.17 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Zacualpan.

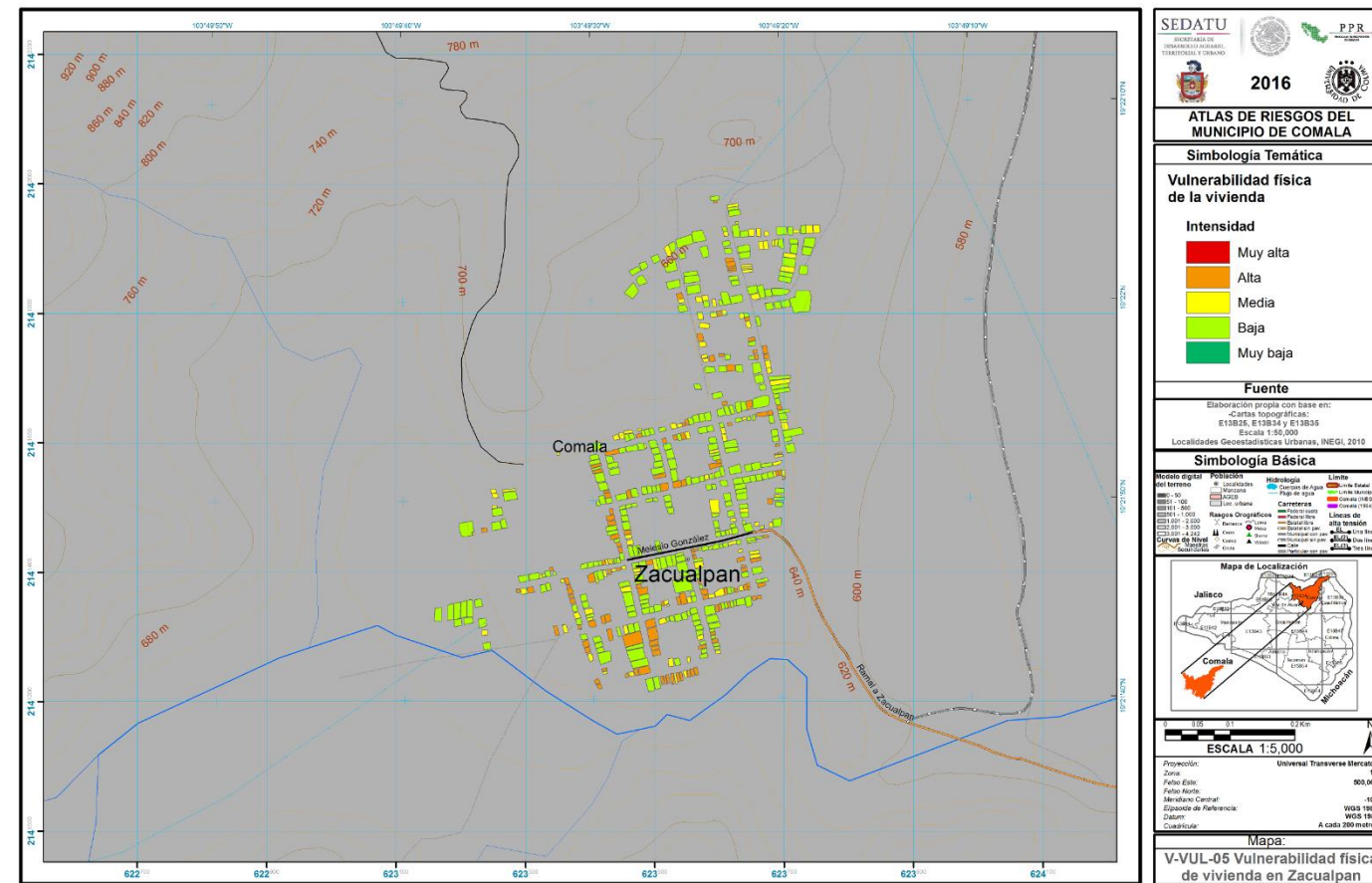


Figura 3.17. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Zacualpan.

En La Becerrera se identificaron 17 viviendas con Baja vulnerabilidad, 25 se identificaron con vulnerabilidad Media y 43 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.18 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Becerrera.

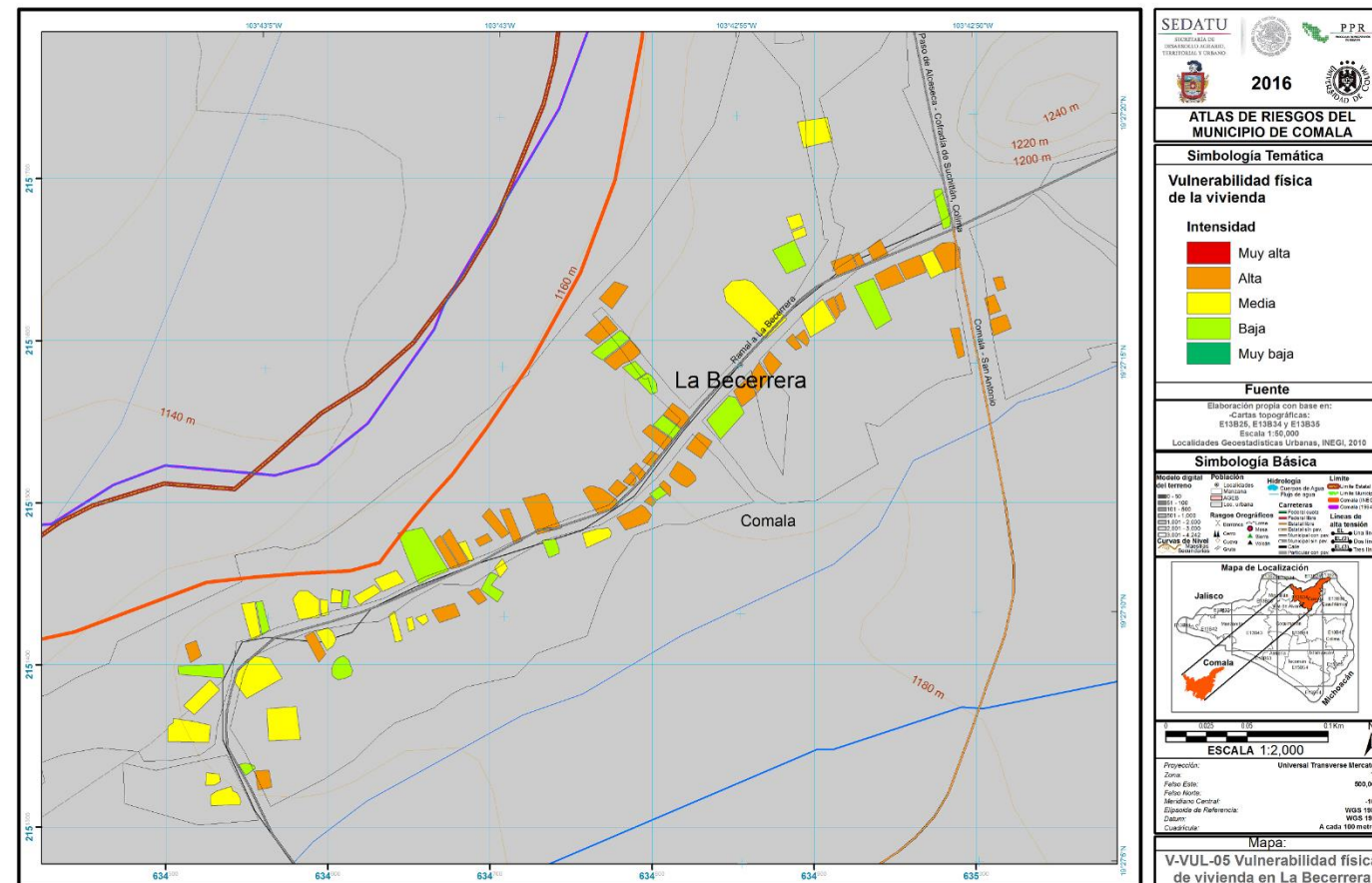


Figura 3.18. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Becerrera.

3.2.3 Vulnerabilidad física ante los fenómenos geológicos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

3.2.3.1 Metodología

Durante un la presencia de un evento geológico como el daño provocado a una vivienda por el hundimiento, subsidencia o agrietamiento del suelo, o bien las daños provocados por derrumbes, pueden depender en gran medida por la resistencia de una vivienda en sus materiales como los techos y los muros. Por ejemplo un una vivienda cuya construcción está elaborada a partir de elementos de concreto adecuadamente confinados en sus muros y techos sufrirá menos daños en su estructura y a los que la habitan ante la presencia de un derrumbe que impacte sus paredes, a diferencia de una vivienda que está construida con muros sin confinamiento o de materiales poco resistentes como el cartón y la lámina. De ahí que para determinar la vulnerabilidad se utilizó la metodología de vulnerabilidad ante sismos basada en el tipo de mampostería y confinamiento de las viviendas que a continuación se describe.

La evaluación de la vulnerabilidad física de las viviendas ante fenómenos geológicos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en la zona de estudio se realizó mediante un levantamiento visual de las viviendas en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán, La Caja, Zacualpan y La Becerrera. Se utilizó la clasificación



propuesta por (Zobin y Ventura, 2001) basada en 3 tipos de mampostería de viviendas típicas en el estado de Colima. La Tabla 3.8 muestra los tipos de vivienda y los niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos geológicos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

Tabla 3.8.Niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

Tipo de vivienda	Descripción	Nivel de vulnerabilidad
A	Viviendas elaboradas de buena calidad mediante proyecto, adecuadamente reforzadas y enjarradas, con un espaciamiento entre castillo y dalas no mayores a 3m y capaces de resistir fuerzas horizontales y verticales.	Baja
B	Viviendas elaboradas con calidades de mediana a buena calidad pero con alguna deficiencia en su confinamiento. Las construcciones de interés social e INFONAVIT son incluidas en este tipo.	Media
C	Viviendas de concreto, adobe, cartón o lámina, carentes de elementos confinantes como castillos, dalas de cerramiento o láminas sin anclaje.	Alta

Las figuras 3.19, 3.20 y 3.21 muestran un ejemplo de viviendas típicas tipo 1, 2 y 3 en el municipio de Comala.



Figura 3.19. Vivienda típica tipo A en el municipio de Comala.



Figura 3.20. Vivienda típica tipo B en el municipio de Comala.



Figura 3.21. Vivienda típica tipo C en el municipio de Comala

3.2.3.2 Memoria de Cálculo

A continuación la Tabla 3.9 muestra un ejemplo de la memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laders, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala.

Tabla 3.9. Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laders, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala.

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	3	Alta
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	3	Alta
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	2	Media
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
17	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
18	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja



Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
19	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
20	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
21	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laders, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en las comunidades del municipio de Comala.

3.2.3.3 Resultados

En Comala 238 viviendas tuvieron vulnerabilidad Baja, 1810 vulnerabilidad Media y 830 vulnerabilidad Alta. La Figura 3.22 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala.

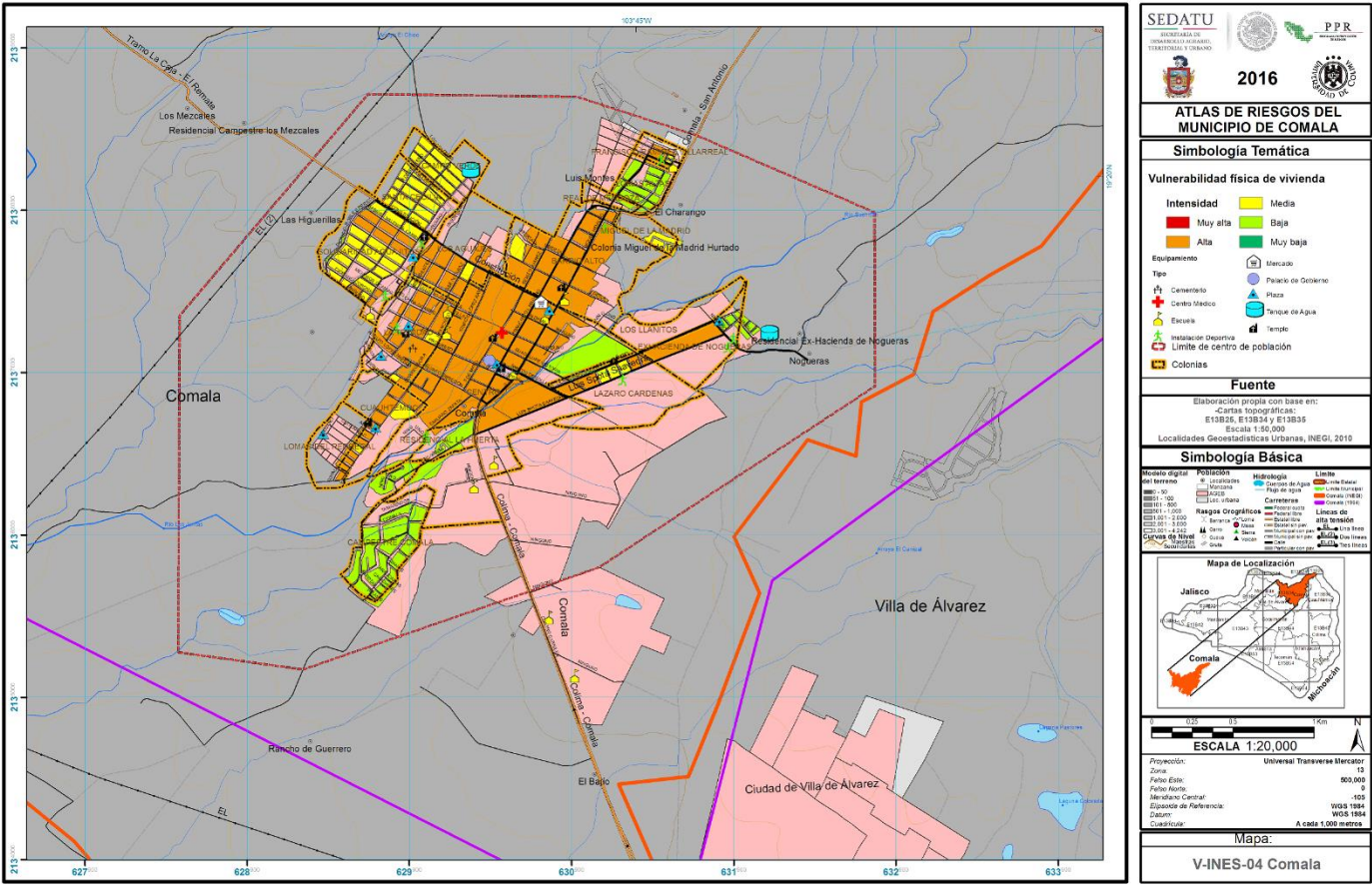


Figura 3.22. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala.



En Suchitlán tan solo 2 viviendas ubicadas al sureste de la ciudad tienen Baja vulnerabilidad, 848 tienen vulnerabilidad Media y 350 tienen Alta vulnerabilidad. La Figura 3.23 muestra la distribución espacial de vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Suchitlán.

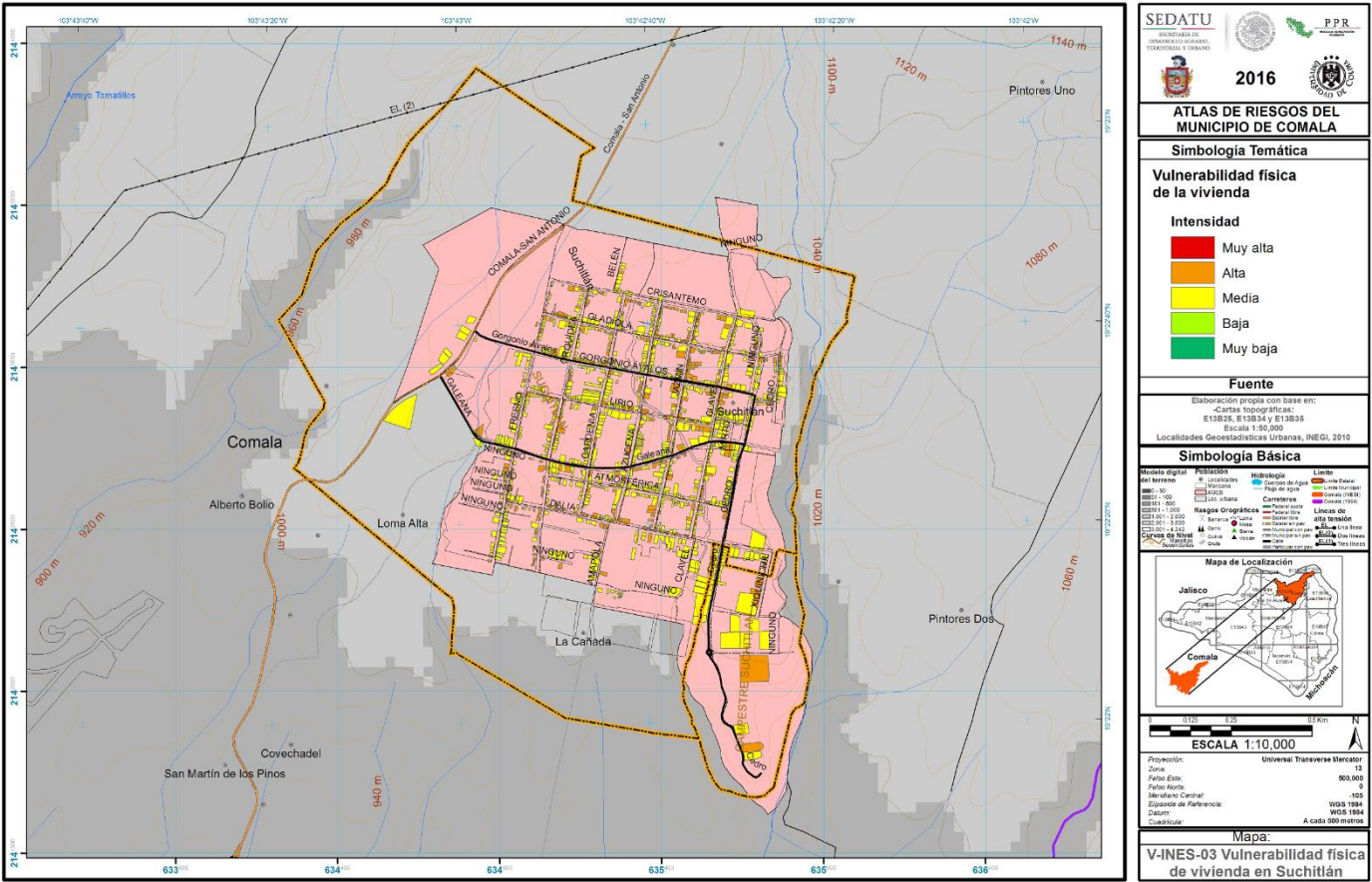


Figura 3.23. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Suchitlán.

En la localidad de Cofradía de Suchitlán, tan solo 3 viviendas tienen Baja vulnerabilidad, 411 tienen vulnerabilidad Media y 109 tienen Alta vulnerabilidad. La Figura 3.24 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Cofradía de Suchitlán.

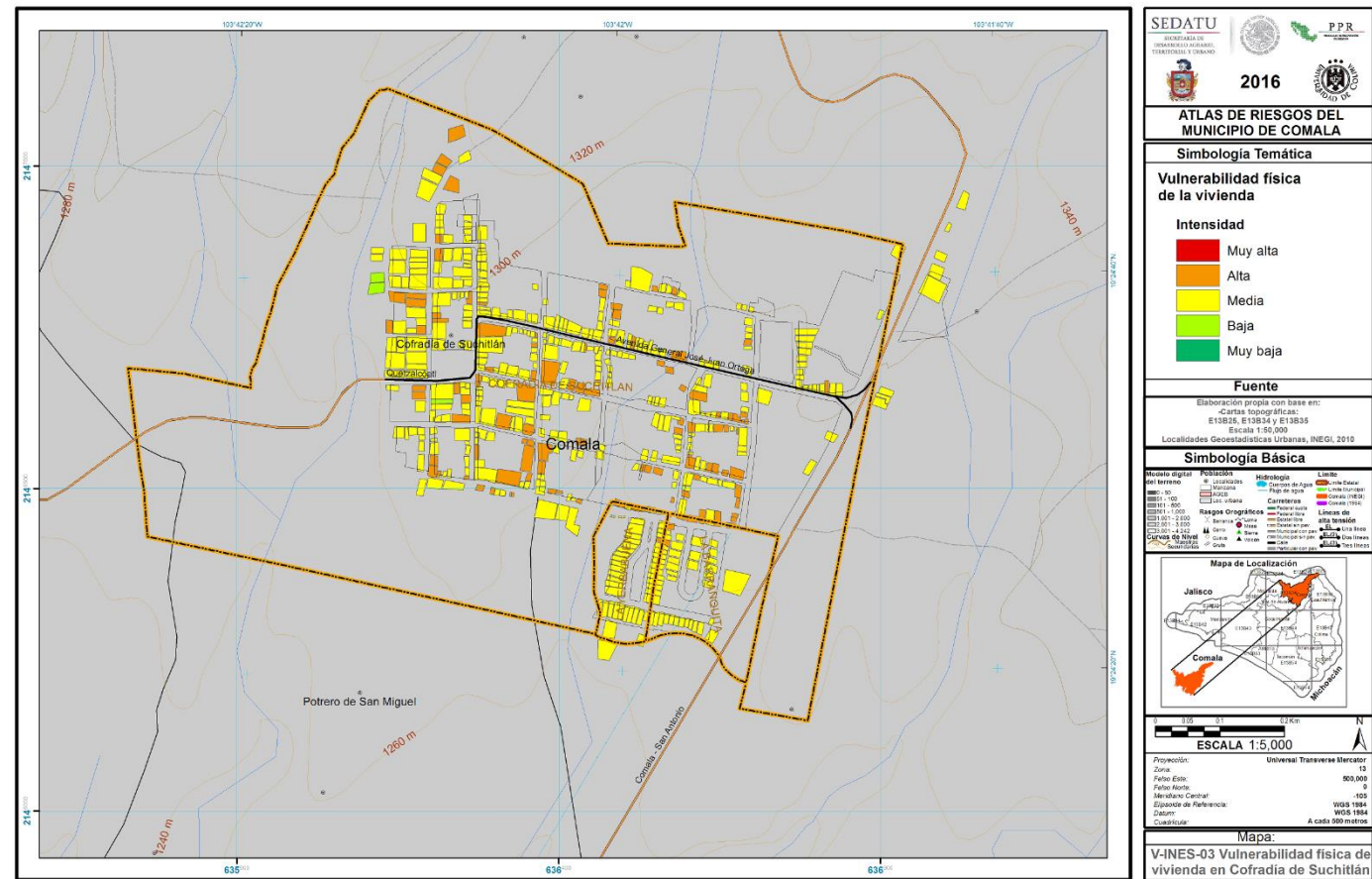


Figura 3.24. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Cofradía de Suchitlán.



En la localidad de La Caja 233 viviendas tuvieron vulnerabilidad Media y 88 Alta vulnerabilidad. No se identificaron viviendas de Baja vulnerabilidad. La Figura 3.25 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en La Caja.

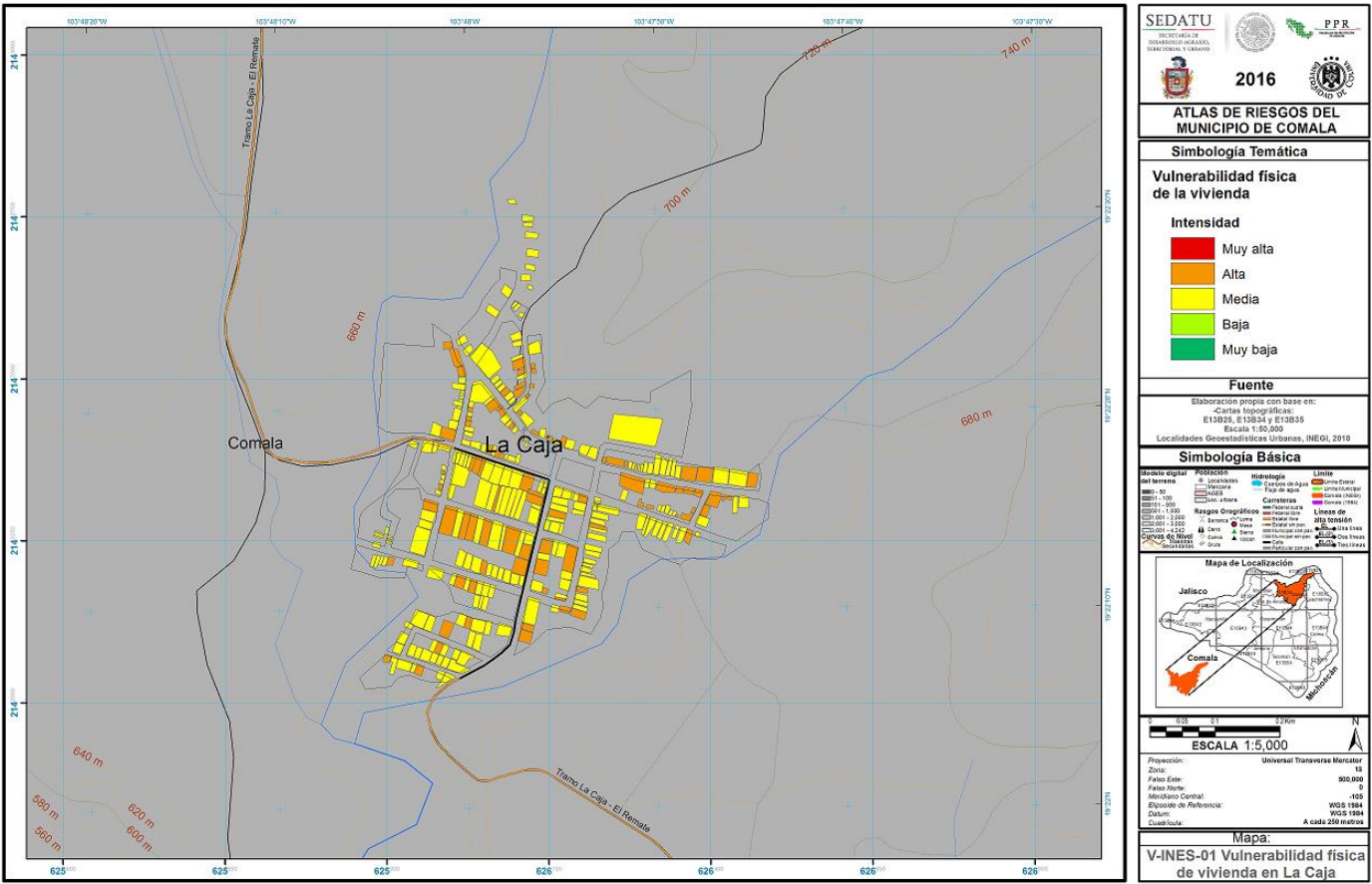


Figura 3.25. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en La Caja.



En la localidad de Zacualpan se identificaron 428 viviendas con vulnerabilidad Media, mientras que 128 se identificaron con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.26 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Zacualpan.

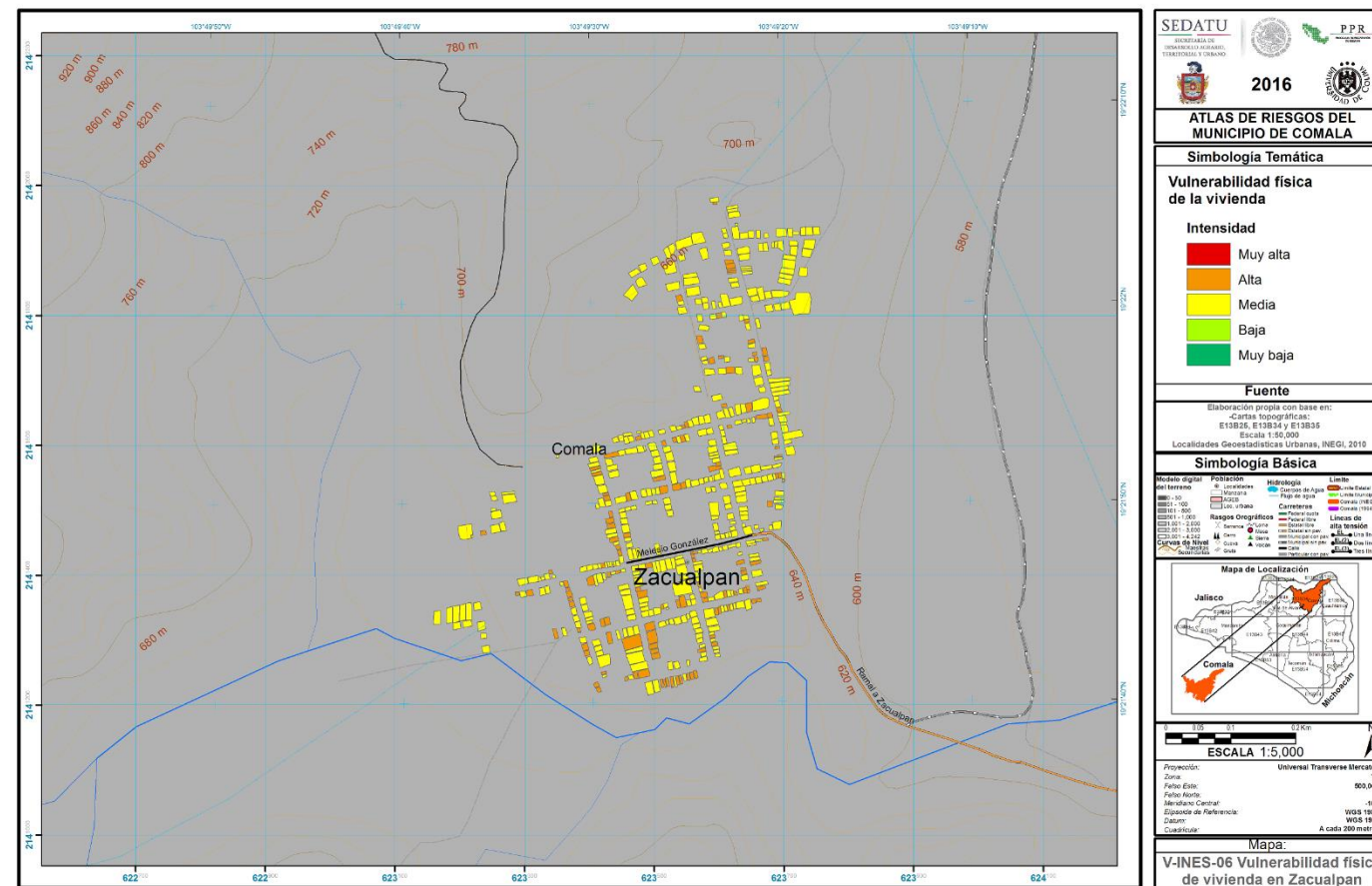


Figura 3.26. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Zacualpan.



En la localidad de La Becerrera se identificaron 42 viviendas con vulnerabilidad Media, mientras que 43 se identificaron con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.27 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de La Becerrera ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

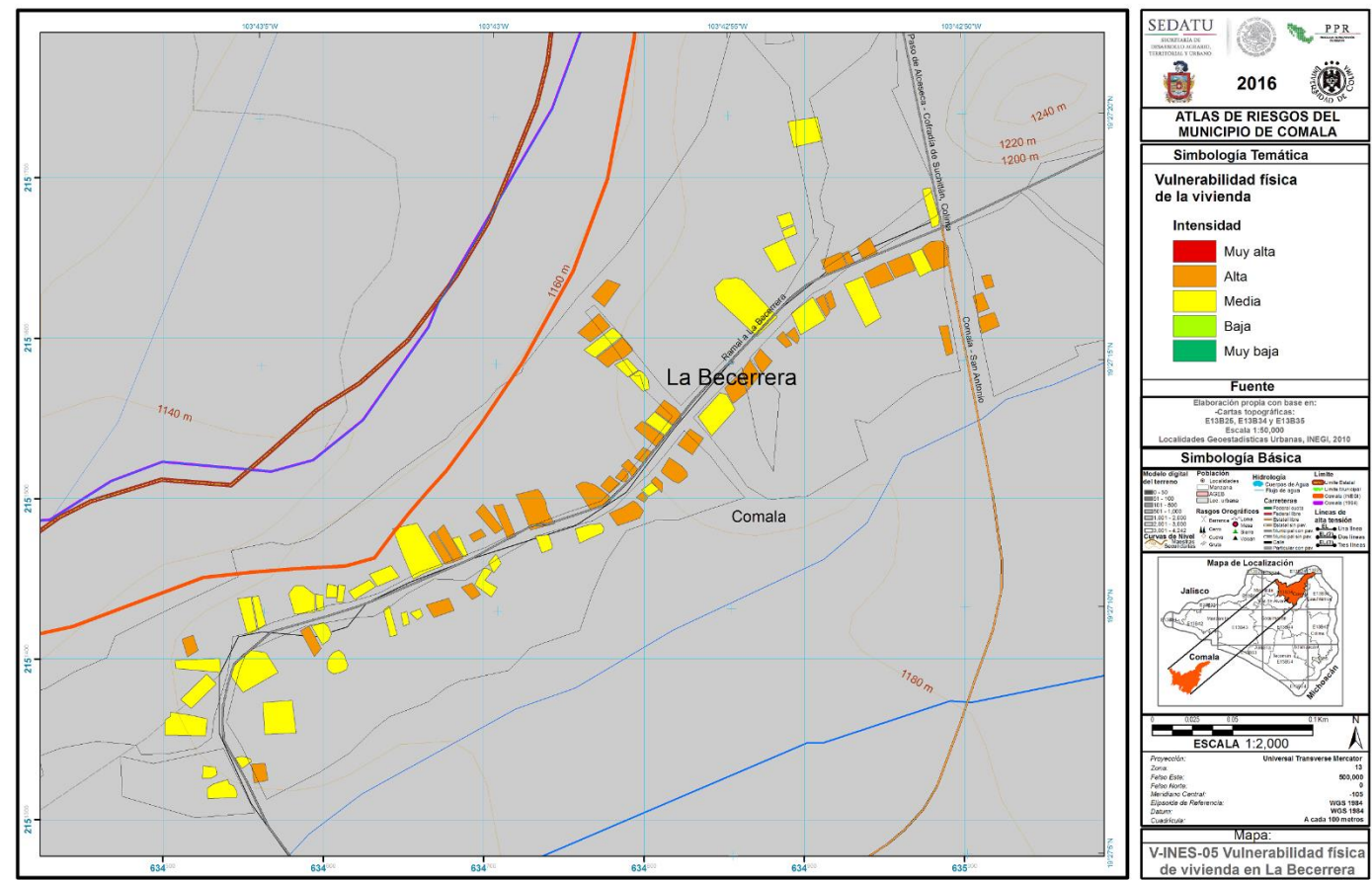


Figura 3.27. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en La Becerrera.



3.2.4 Vulnerabilidad física ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres

3.2.4.1 Metodología

La evaluación de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la zona de estudio se realizó mediante un levantamiento visual de las viviendas en las localidades de Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja considerando los criterios de la metodología del CENAPRED que a continuación se describen.

Los materiales usados para la construcción de una vivienda representan una variable muy importante en la estimación de la vulnerabilidad de la misma. Por ello, en este apartado, primero se enlistan los diferentes tipos de materiales que se utilizan en el país y, posteriormente, las combinaciones que resultan entre los materiales de construcción usados en los muros o en el techo de la vivienda serán tipificadas y evaluadas en función de su comportamiento ante una inundación.

De acuerdo con datos del Censo General de Población y Vivienda del 2000 (INEGI, 2000), los materiales más usados en los muros de la vivienda en nuestro país son ocho (ver Tabla 3.10).

Tabla 3.10. Materiales comunes usados en los muros de vivienda.

Tipo	Material
M1	Material de desecho
M2	Piedra
M3	Láminas de cartón
M4	Bahareque, palma o carrizo
M5	Adobe sin repellado
M6	Madera
M7	Adobe con repellado
M8	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento y concreto.

De igual forma, en nuestro país los materiales más usados para el techo de la vivienda son seis (ver Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Materiales comunes usados en los techos de vivienda.

Tipo	Material
T1	Material de desecho como cartón o plástico
T2	Láminas de cartón, plástico, asbesto o galvanizada
T3	Palma
T4	Teja
T5	Losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
T6	Losa de concreto ligada

Una vez definidos los materiales usados tanto en techo como en muros, el siguiente paso es identificar las posibles combinaciones para generar el tipo de vivienda las cuales se muestran en la en la Tabla 3.12



Tabla 3.12. Combinaciones para los diferentes tipos de vivienda, de acuerdo con los materiales usados en el techo y los muros.

Combinación	Combinaciones del tipo de material para el techo y para los muros
1	Vivienda con muros y techo de material de desecho
2	Vivienda con muros de piedra y techo de lámina (cartón, plástico asbesto o galvanizada).
3	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma.
4	Vivienda con muros de lámina de cartón y techo de lámina. (Cartón, plástico asbesto o galvanizada).
5	Vivienda con muros de carrizo, bambú o palma y techo y lámina de asbesto o metálica
6	Vivienda con muros de barro o bajareque y techo de lámina de cartón.
7	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de lámina. (Cartón, plástico asbesto o galvanizada).
8	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de palma.
9	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de teja. M5T4.
10	Vivienda con muros de madera y techos de lámina de cartón
11	Vivienda con muros de madera y techos de palma.
12	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de lámina. (Cartón, plástico asbesto o galvanizada). M7T2
13	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de palma.
14	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de teja. M7T4
15	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de losa de concreto sobrepuesta.
16	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina. (cartón, plástico, asbesto o galvanizada).
17	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma.
18	Vivienda con muros mampostería sin elementos de concreto y techo de teja.
19	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de concreto sobrepuesto.
20	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina. (cartón, plástico, asbesto o galvanizada). M8T2
21	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma.
22	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja. M8T4.
23	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de concreto sobrepuesto.
24	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de concreto ligado. M8T6



Tal como lo marca la metodología de CENAPRED se le asignó un tipo de vivienda a cada combinación (ver tabla 3.5), de tal forma que cada combinación tendría asociado un nivel de vulnerabilidad que se agrupa en 5 categorías (ver Tabla 3.13) como se muestran a continuación:

Tabla 3.13. Nivel de vulnerabilidad según el tipo de vivienda

Tipo	Color	Vulnerabilidad
I	Rojo	Muy alta
II	Naranja	Alta
III	Amarillo	Media
IV	Verde	Baja
V	Verde	Muy Baja

Una vez definidos los tipos de vivienda, el resultado se muestra en la tabla subsiguiente:

Tabla 3.14.Discretización de 5 tipos de vulnerabilidad con base a las combinaciones de muros y techos.

Combinación	Combinaciones del tipo de material para el techo y para los muros
1	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de láminas de cartón, plástico, asbesto o galvanizada.
2	Vivienda con muros de piedra y techo de lámina de cartón, plástico, asbesto, o galvanizada.
3	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma.
4	Vivienda con muros de lámina de cartón y techo de lámina de cartón, plástico, asbesto o galvanizada. M3T2.
5	Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina de cartón, plástico, asbesto o galvanizada.
6	Vivienda con muros de bahareque y techo de palma.
7	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de lámina de cartón, plástico asbesto o galvanizada.
8	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de palma.
9	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de teja. M5T4.
10	Vivienda con muros de madera y techos de lámina. M6T2.
11	Vivienda con muros de madera y techos de palma.
12	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de lámina de cartón, plástico,asbesto o galvanizada. M7T2.
13	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de palma.
14	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de teja. M7T4.
15	Vivienda con muros de adobe con repellado y techos de losa de concreto sobrepuesta. M7T6.
16	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina de cartón, plástico, asbesto o galvanizada.
17	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma.
18	Vivienda con muros mampostería sin elementos de concreto y techo de teja.
19	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de concreto sobrepuesto.



20	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina, cartón, plástico, asbesto o galvanizada. M8T2.
21	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma.
22	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja. M8T4.
23	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de concreto sobrepuesto.
24	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de concreto ligado. M8T6.



Las figuras 3.28, 3.29, 3.30 y 3.31 muestran un ejemplo de viviendas típicas tipo 5, 4, 2 y 1 en el municipio de Comala.



Figura 3.28. Vivienda típica tipo 5 en el municipio de Comala.



Figura 3.29. Vivienda típica tipo 4 en el municipio de Comala.



Figura 3.30. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.



Figura 3.31. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.

3.2.4.2 Memorias de Cálculo

A continuación la Tabla 3.15 muestra un ejemplo de la memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres en Comala.

Tabla 3.15. Ejemplo de la memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres en Comala.

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	5	Muy Baja
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	4	Baja
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	5	Muy Baja
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	4	Baja
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	5	Muy Baja
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja



Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
17	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
18	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
19	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
20	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja
21	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	5	Muy Baja

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres en las comunidades del municipio de Comala.

3.2.4.3 Resultados

En Comala, 1876 tienen Muy Baja Vulnerabilidad, 991 Baja Vulnerabilidad, 4 tienen vulnerabilidad Media y 7 cuentan con Muy Alta Vulnerabilidad. La Figura 3.32 muestra la distribución espacial de vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Comala.

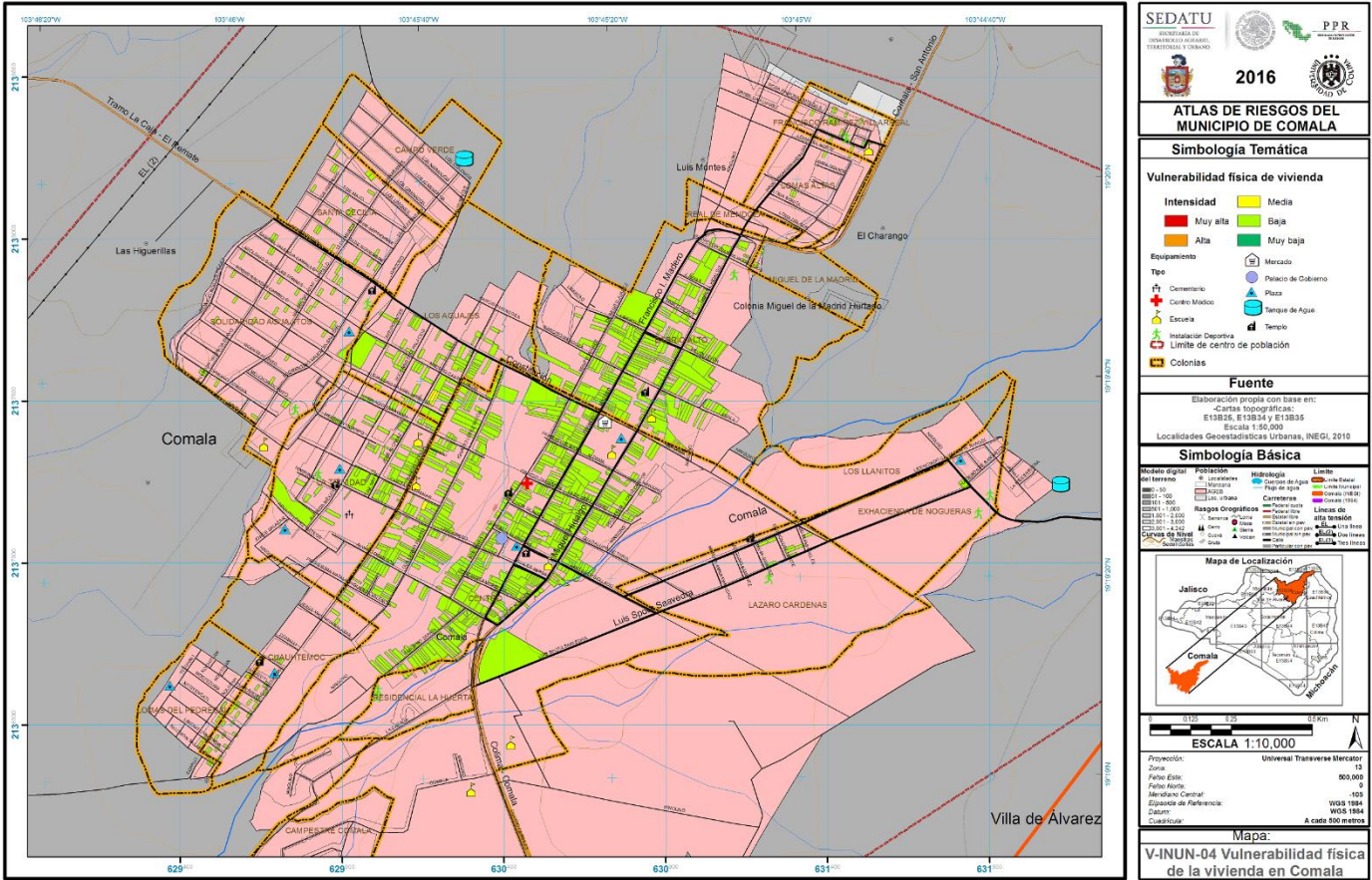


Figura 3.32. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Comala.

En Suchitlán 801 viviendas tienen vulnerabilidad Muy baja, 653 viviendas tienen vulnerabilidad Baja, 2 viviendas tienen vulnerabilidad Media, 7 viviendas tienen vulnerabilidad Alta, y 37 viviendas cuentan con Muy alta vulnerabilidad. La Figura 3.33 muestra la distribución espacial de vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad Suchitlán.

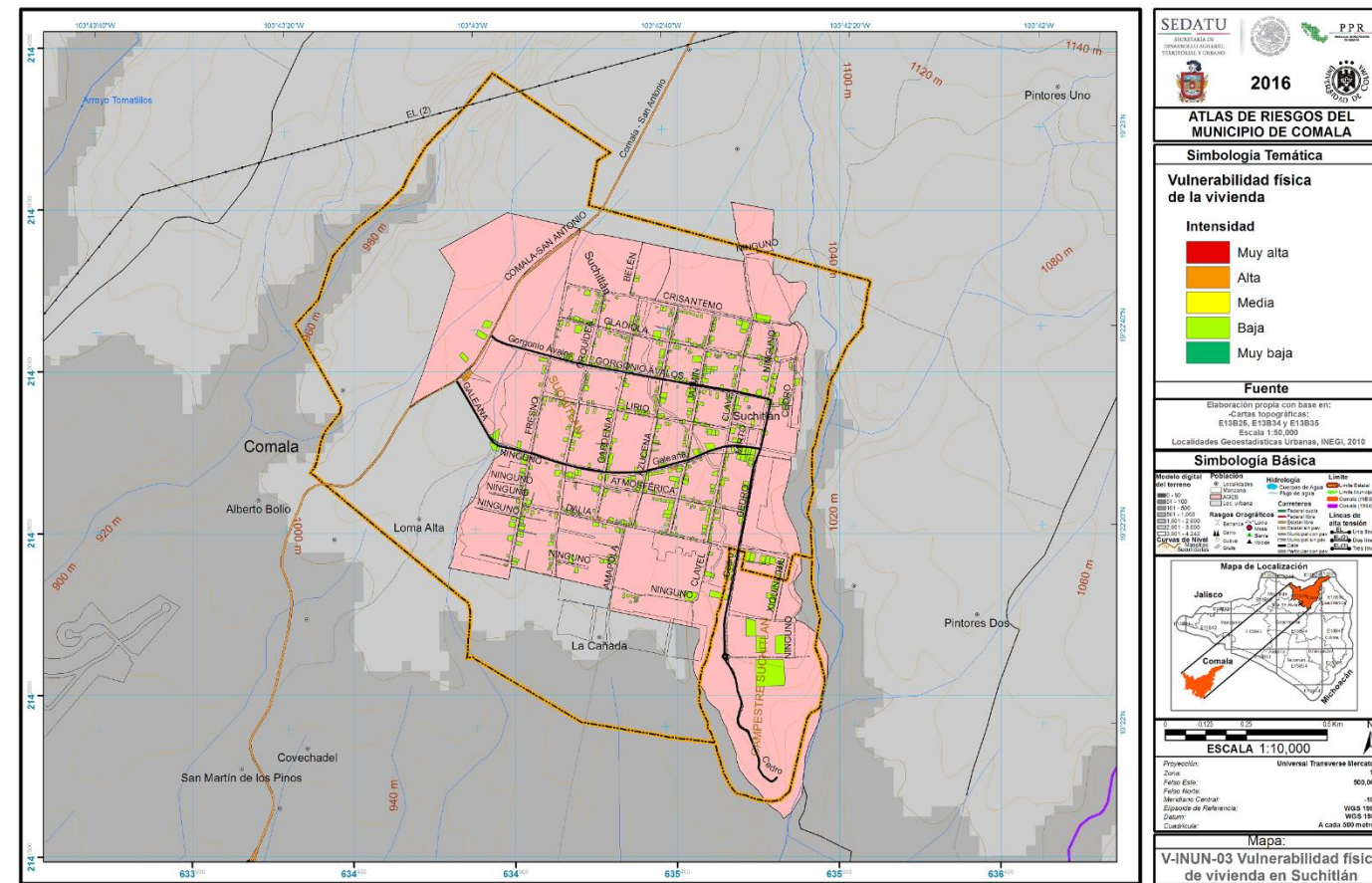


Figura 3.33. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Suchitlán.

En la localidad de Cofradía de Suchitlán 213 viviendas tienen vulnerabilidad Muy baja, 297 viviendas vulnerabilidad Baja, y sólo 8 viviendas que se distribuyen en la zona centro de la localidad tienen Muy alta vulnerabilidad. La Figura 3.34 muestra la distribución de vulnerabilidad física de viviendas ante inundaciones de Cofradía de Suchitlán.

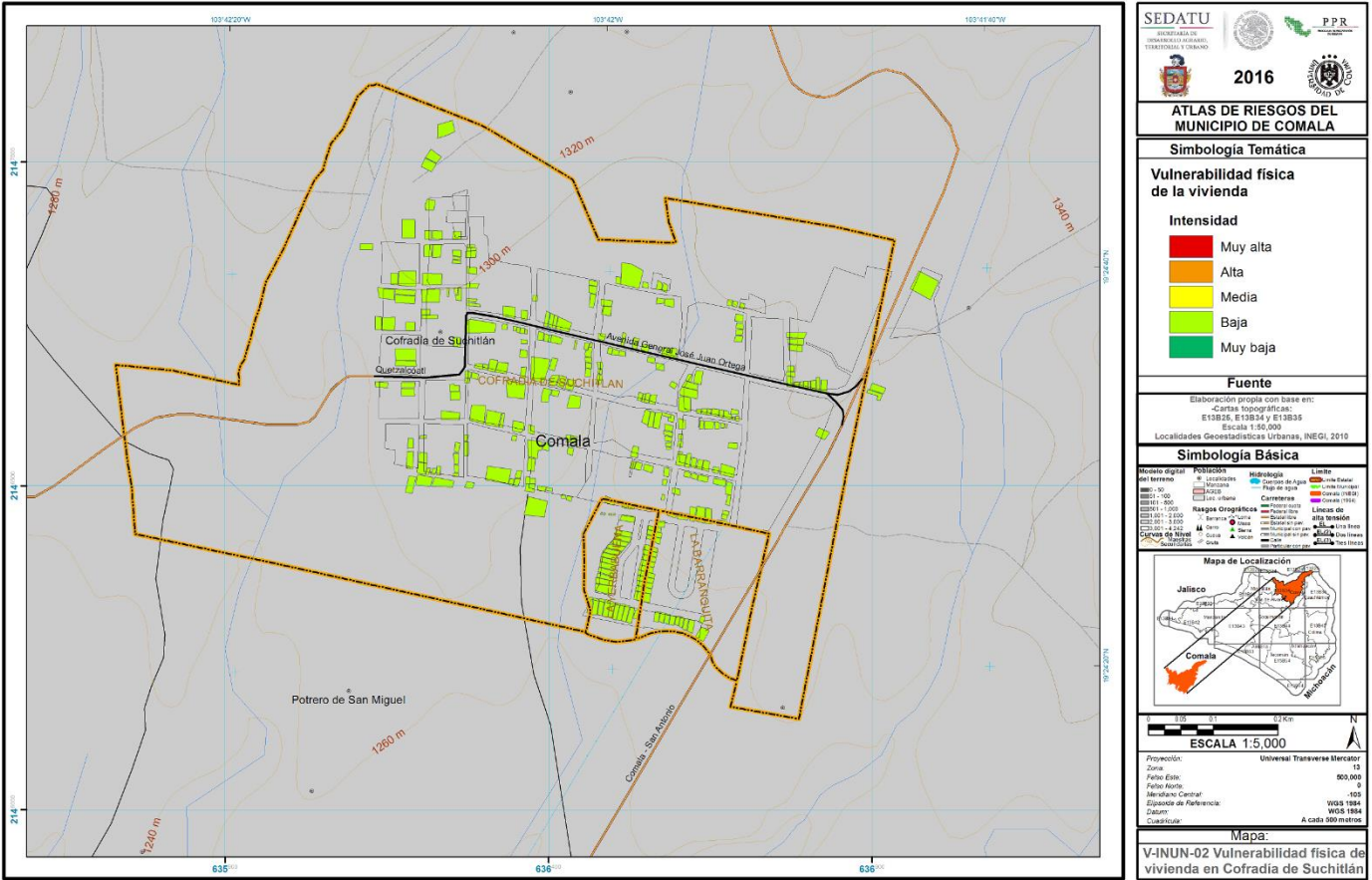


Figura 3.34. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Cofradía de Suchitlán.

En La Caja 200 viviendas tienen vulnerabilidad Muy baja, 120 viviendas tienen Baja vulnerabilidad y solo 1 vivienda ubicada al noroeste de la ciudad hecha a base de láminas de cartón y techo de lámina tiene vulnerabilidad Muy alta. La Figura 3.35 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en La Caja.

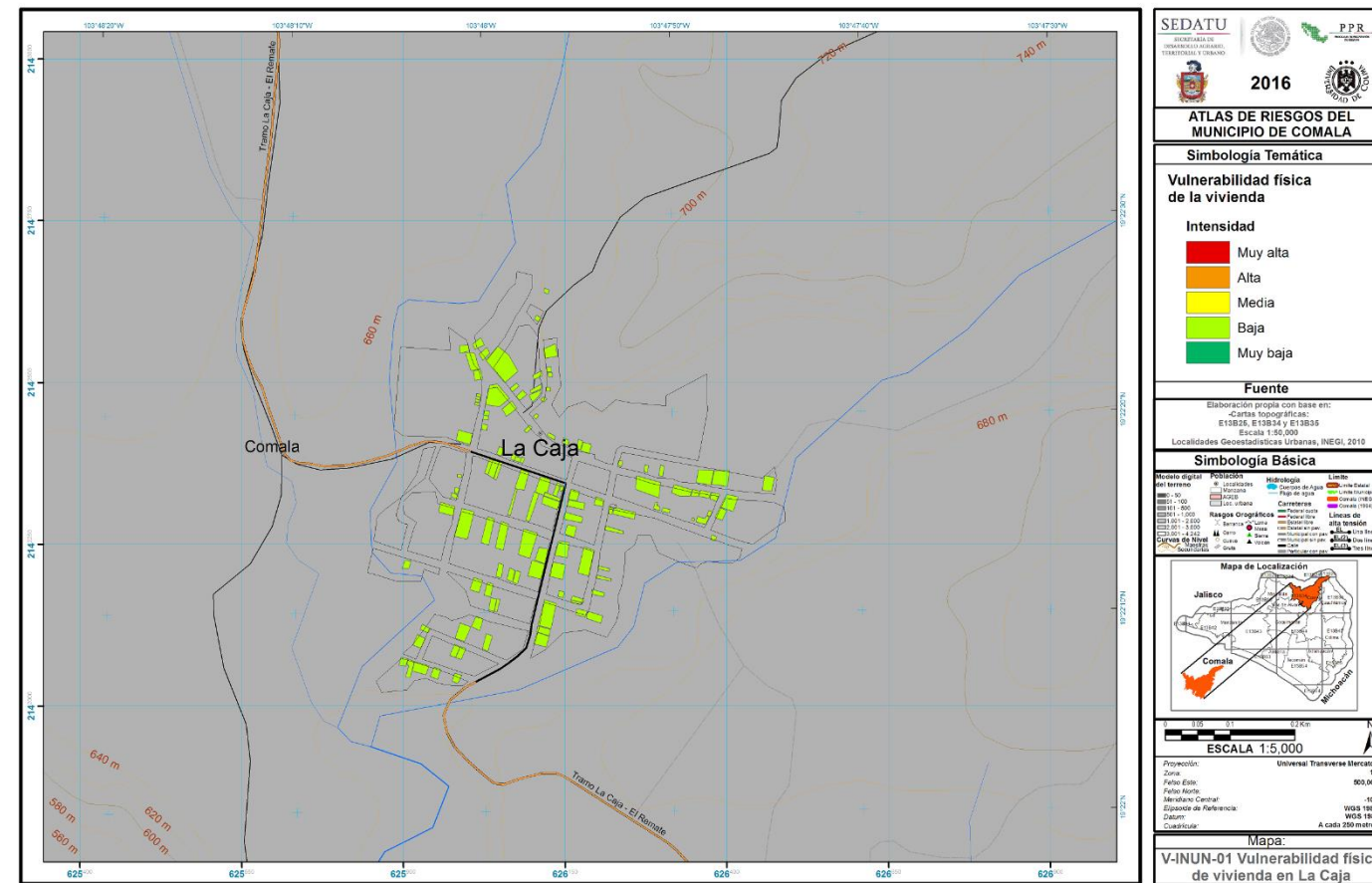


Figura 3.35. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de La Caja.

En la localidad de Zacualpan, 329 viviendas tienen vulnerabilidad Muy baja, 219 viviendas tienen Baja vulnerabilidad, 7 tienen Alta vulnerabilidad y tan solo 1 vivienda tiene Muy Alta vulnerabilidad. La Figura 3.36 muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en Zacualpan.

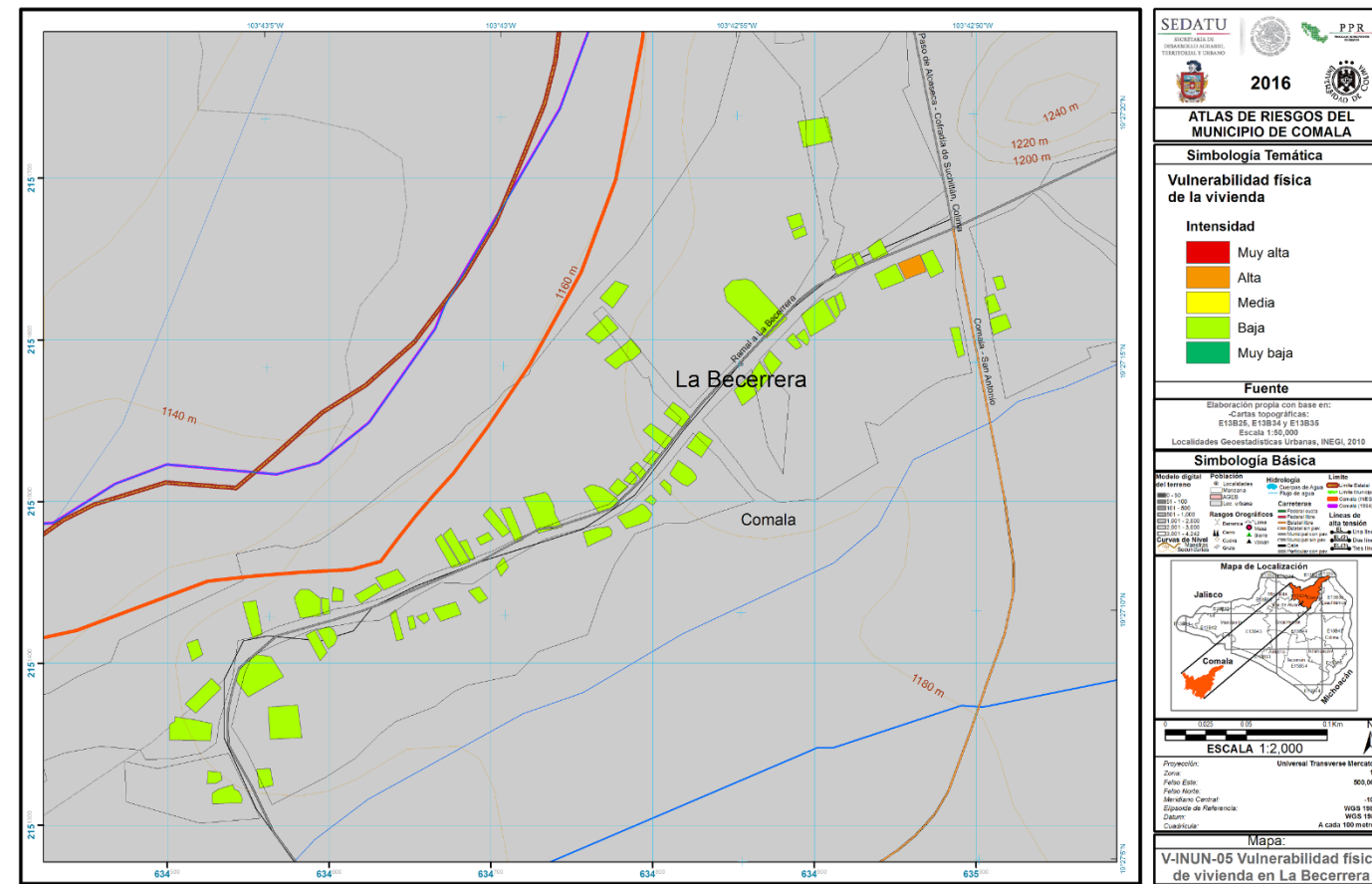


Figura 3.37. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de La Becerrera.

3.2.5 Vulnerabilidad ante los fenómenos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas.

3.2.5.1 Metodología

Para la evaluación de la vivienda se realizó un levantamiento visual del tipo de vivienda a lo largo de las comunidades sometidas al estudio, anotando datos sobre la mampostería de los muros, techos, así como su nivel de confinamiento ante sismos. También se anotaron las edificaciones de importancia pública y social como escuelas, iglesias, plazas, etc.

Los fenómenos como las tormentas de granizo, los ciclones tropicales, las tormentas eléctricas y las lluvias torrenciales son fenómenos que por su naturaleza meteorológica impactan a los sistemas expuestos de manera similar. El impacto ejercido por fenómenos hidrometeorológicos como la velocidad de los vientos, la fuerza de la lluvia y el granizo sobre las edificaciones dependen de la resistencia de los materiales de una vivienda, su adecuado confinamiento, la solidez y el anclaje de los techos ante dicho fenómeno.



De acuerdo con CENAPRED las fuerzas resultantes por la presión de los vientos son generalmente menores que las fuerzas estáticas equivalentes que se consideran para diseño por sismo. Es por eso que para determinar el nivel de vulnerabilidad ante los fenómenos, vientos, tormentas de granizo, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas, se utilizó una adaptación basada en el nivel de confinamiento el cual fue utilizado para obtener la vulnerabilidad ante sismos así como el material de los muros y techos de las viviendas utilizado para obtener la vulnerabilidad ante Inundaciones. La Tabla 3.16 , la Tabla 3.17 y la Tabla 3.18 muestran la descripción del tipo de mampostería A, B y C utilizada para sismos así como los materiales más comunes usados en los muros y techos de las viviendas utilizados para obtener la vulnerabilidad ante inundaciones.

Tabla 3.16. Descripción de mamposterías tipo A, B y C.

Tipo de vivienda	Descripción
A	Viviendas elaboradas de buena calidad, adecuadamente reforzadas y enjarradas con un espaciamiento entre castillo y dalas no mayores a 3m y capaces de resistir fuerzas horizontales.
B	Viviendas elaboradas con calidades de mediana a buena calidad pero con alguna deficiencia en su confinamiento. Las construcciones de interés social e INFONAVIT son incluidas en este tipo.
C	Viviendas de concreto, adobe, cartón o lámina, carentes de elementos confinantes como castillos, dalas de cerramiento o láminas sin anclaje.

Tabla 3.17. Materiales comunes usados en los muros de las viviendas.

Tipo	Material
M1	Material de desecho
M2	Piedra
M3	Láminas de cartón
M4	Bahareque, palma o carrizo
M5	Adobe sin repellido
M6	Madera
M7	Adobe con repellido
M8	Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento y concreto.

Tabla 3.18. Materiales comunes usados en los techos de las viviendas.

Tipo	Material
T1	Material de desecho como cartón o plástico
T2	Láminas de cartón, plástico, asbesto o galvanizada
T3	Palma
T4	Teja
T5	Losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
T6	Losa de concreto ligada



Se propone que una vivienda tipo 1, de baja vulnerabilidad ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo A o B. Es decir que son viviendas hechas de materiales de concreto bien confinados o con alguna deficiencia en su confinamiento como en marcos y puertas, pero que cuentan con techos sólidos de concreto bien anclados con losas de 10 cm de espesor como mínimo.

Se propone que una vivienda tipo 2, de vulnerabilidad media ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo B. Es decir que son viviendas hechas con materiales de concreto con separaciones no mayores a 3 m entre sus elementos confinantes, pero con alguna deficiencia en su confinamiento como en puertas y ventanas. Y que además cuentan con techos poco resistentes como lámina de asbesto o madera, lo cual puede incrementar su vulnerabilidad ante la caída de ceniza.

Se propone que una vivienda tipo 3, de vulnerabilidad alta ante erupciones volcánicas, son aquellas que tienen mampostería tipo C. Es decir viviendas hechas de materiales poco resistentes en sus muros y techos como el adobe, la madera, lámina de cartón, palma, bahareque o carentes de elementos confinantes, como las viviendas hechas de ladrillo, sin dadas ni castillos, o con separaciones de más de 3 m entre ellos.

La Tabla 3.19 muestra un resumen de los niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas según las combinaciones de mampostería A, B o C y el material de los muros y techos M y T.

Tabla 3.19. Niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos de vientos, tormentas de granizo, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas.

Tipo	Descripción	Combinación de mampostería	Nivel de vulnerabilidad
Tipo 1	Viviendas con mampostería tipo A o B, hechas de materiales de concreto bien confinados o con alguna deficiencia en su confinamiento como en marcos y puertas, pero que cuentan con techos sólidos de concreto bien anclados con losas de 10 cm como mínimo de espesor.	A o B + M8T6	Baja
Tipo 2	Viviendas con mampostería tipo B, hechas con materiales de buena a mediana calidad, con alguna deficiencia en su confinamiento como en las puertas y ventanas, y que además cuentan con techos poco resistentes como lámina de asbesto o madera y de anclajes deficientes lo cual incrementa su vulnerabilidad ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos como las lluvias y los vientos.	B + M8T2 o M8T4	Media
Tipo 3	Viviendas con mampostería tipo C, hechas de materiales poco resistentes en sus paredes y techos como adobe, madera, lámina de cartón, o carentes de elementos confinantes, como las viviendas hechas de ladrillo, sin dadas ni castillos, o con separaciones de más de 3 m entre dichos elementos, e incapaces de resistir fuerzas perpendiculares a sus planos por la acción de los vientos.	C o M1T2, M3T2 o M4T2 o M5T4 o M6T4 o M7T4.	Alta

A continuación las figuras 3.38, 3.39 y 3.40 muestran ejemplos de viviendas típicas tipo 1, 2 y 3 en Comala.



Figura 3.38. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.



Figura 3.39. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.



Figura 3.40. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.

Es importante destacar que López y Toledo (2003) observaron 3 tipos de vivienda predominantes en la región de Yucatán que sufrieron daños durante la ocurrencia del huracán ISIDORE, viviendas que en su clasificación son muy similares a las que se proponen para identificar los niveles de la vulnerabilidad ante los fenómenos de vientos, tormentas de granizo, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas. Lo anterior quizás debido a las limitantes económicas de los pueblos mexicanos que optan por construir viviendas de bajo costo de materiales muy similares disponibles en el mercado.



3.2.5.2 Memoria de Cálculo

A continuación la Tabla 3.20 muestra un ejemplo de la memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Comala.

Tabla 3.20 Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Comala.

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	3	Alta
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	3	Alta
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	3	Alta
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	1	Baja
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
17	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
18	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
19	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
20	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja
21	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	1	Baja

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en las comunidades del municipio de Comala.

3.2.5.3 Resultados

En Comala se identificaron 1831 con Baja vulnerabilidad, 23 fueron identificadas con vulnerabilidad Media y 824 con Alta vulnerabilidad. ". La Figura 3.41 muestra la distribución de vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Comala.

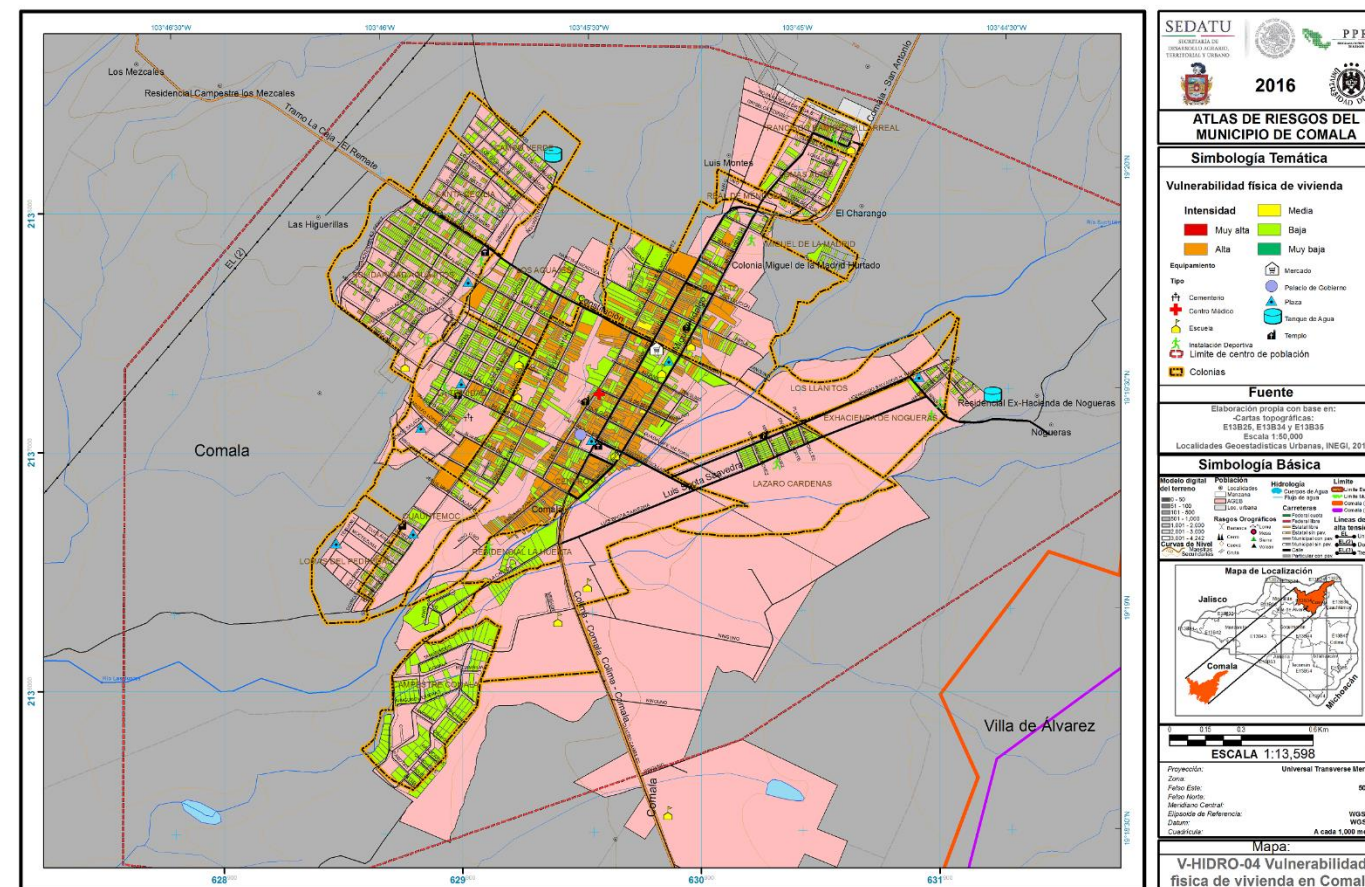


Figura 3.41. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Comala.



En Suchitlán 481 viviendas fueron clasificadas con vulnerabilidad “Baja”, 366 con vulnerabilidad “Media” y 353 con vulnerabilidad “Alta”. La Figura 3.42 muestra la distribución de vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Suchitlán.

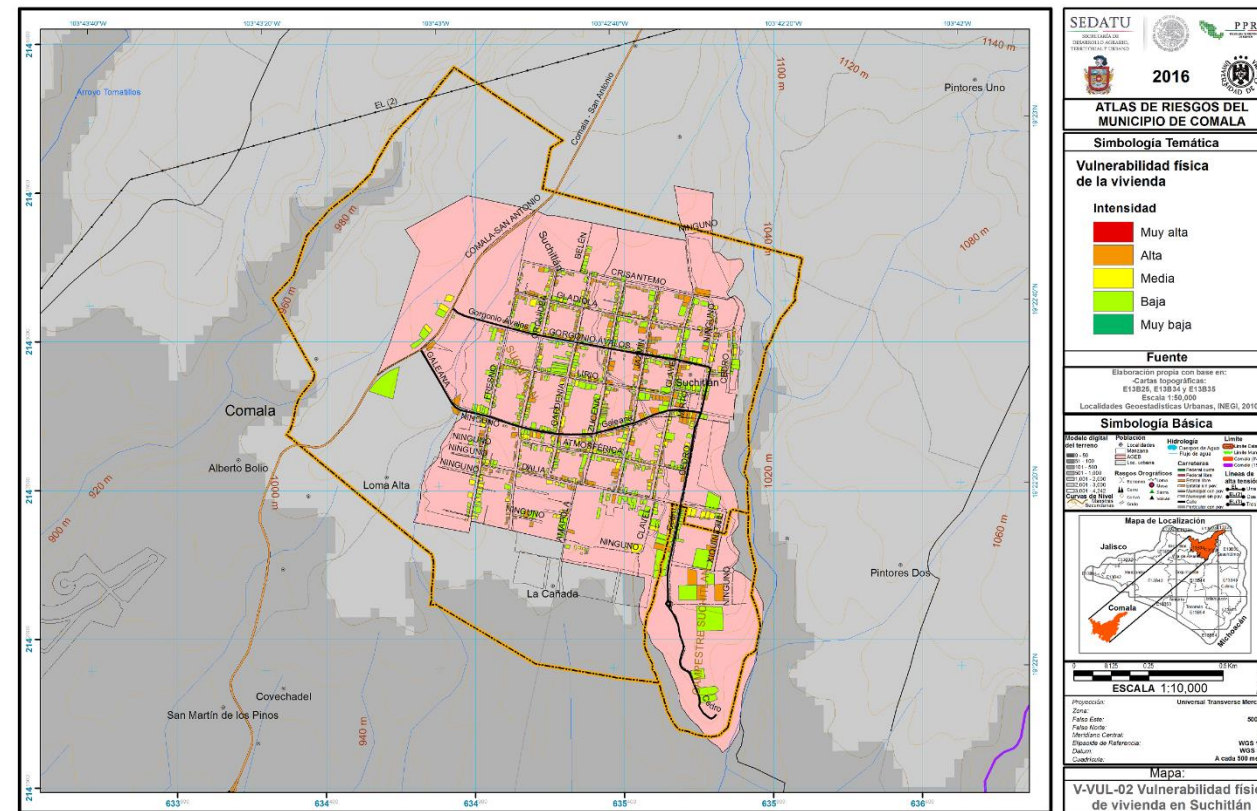


Figura 3.42. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Suchitlán.



En Cofradía de Suchitlán 210 viviendas fueron identificadas con Baja vulnerabilidad, 193 con vulnerabilidad Media y 119 con vulnerabilidad Alta. La Figura 3.43 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Cofradía de Suchitlán.

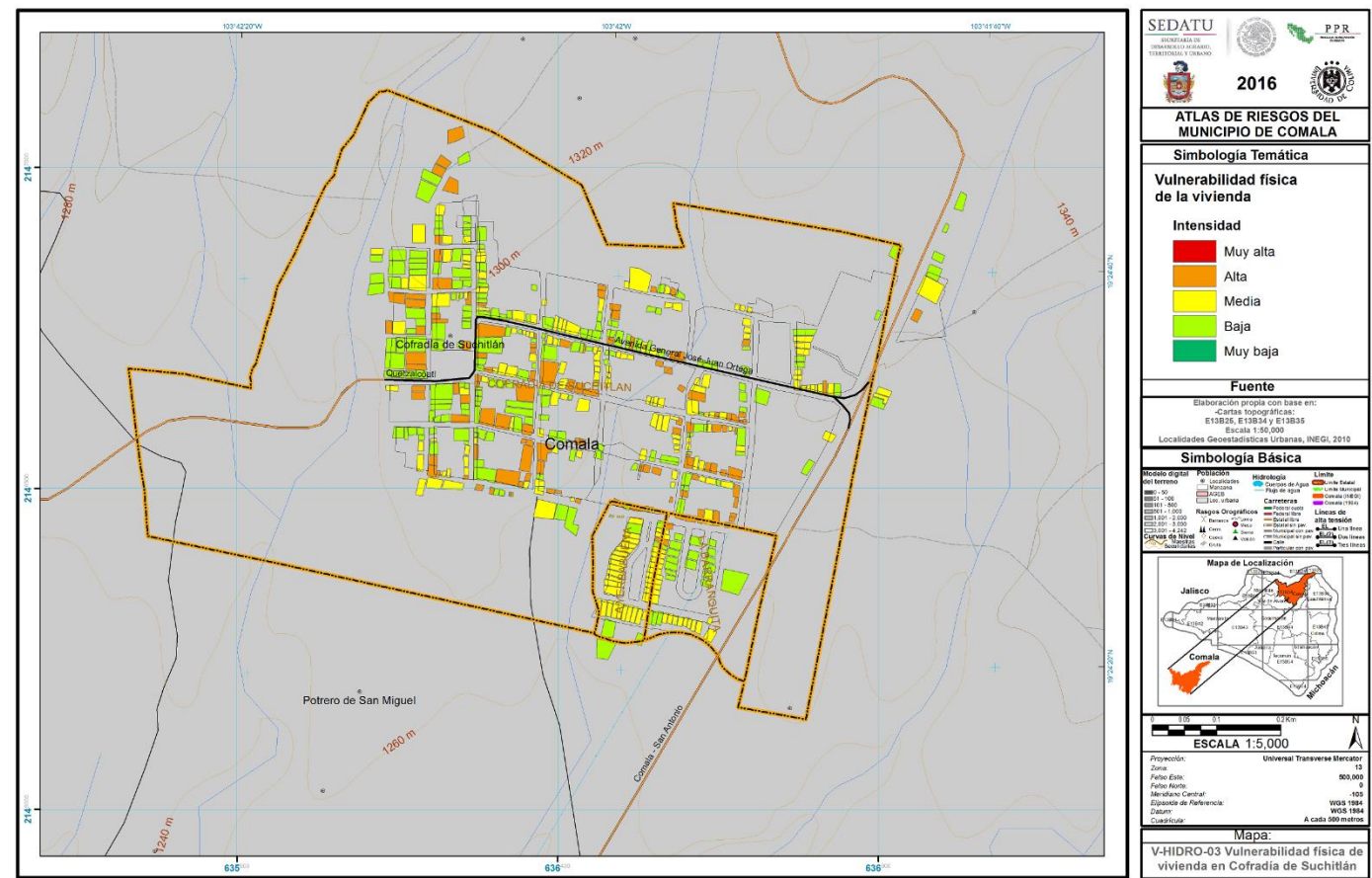


Figura 3.43. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Cofradía de Suchitlán.



En La Caja 188 viviendas fueron identificadas con Baja vulnerabilidad, 45 con vulnerabilidad Media, mientras que las 88 restantes con vulnerabilidad Alta. La Figura 3.44 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en La Caja.

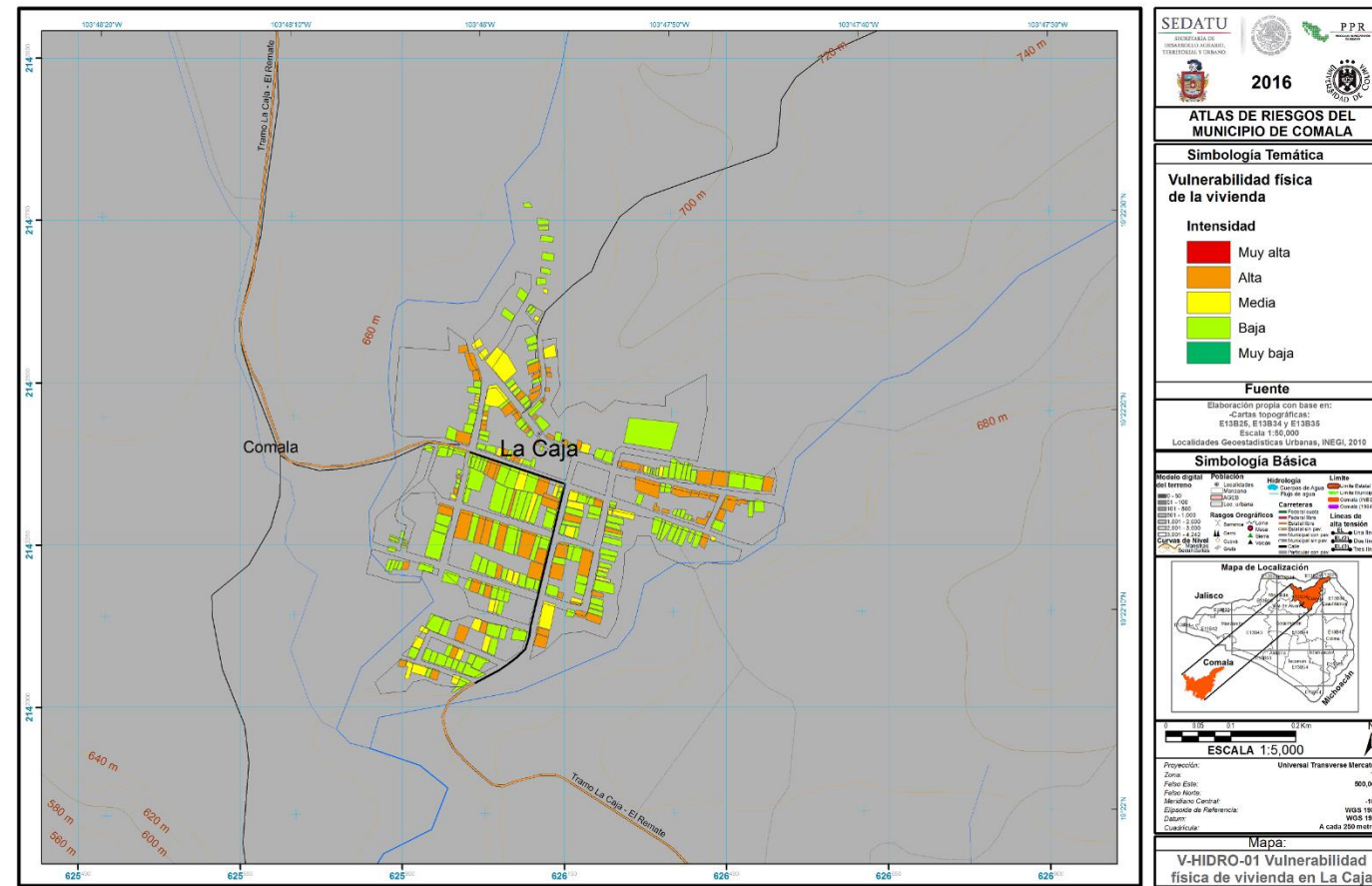


Figura 3.44. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de La Caja.



En Zacualpan 316 viviendas fueron identificadas con vulnerabilidad Baja, 112 con vulnerabilidad Media y 128 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.45 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Zacualpan.

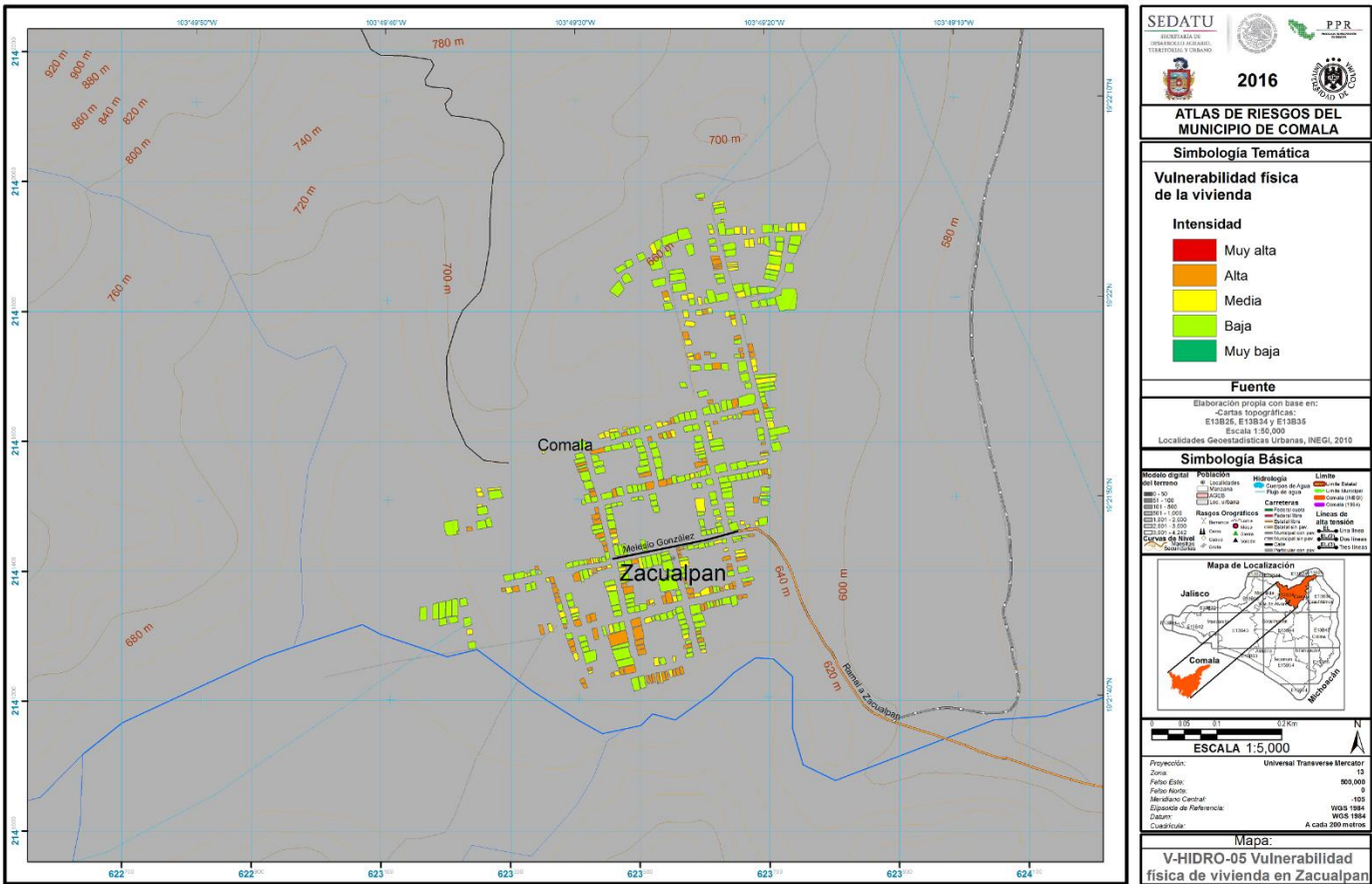


Figura 3.45. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Zacualpan.



En La Becerrera 17 viviendas fueron identificadas con Baja vulnerabilidad, 25 con vulnerabilidad Media y 43 Alta vulnerabilidad. La Figura 3.46 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en La Becerrera.

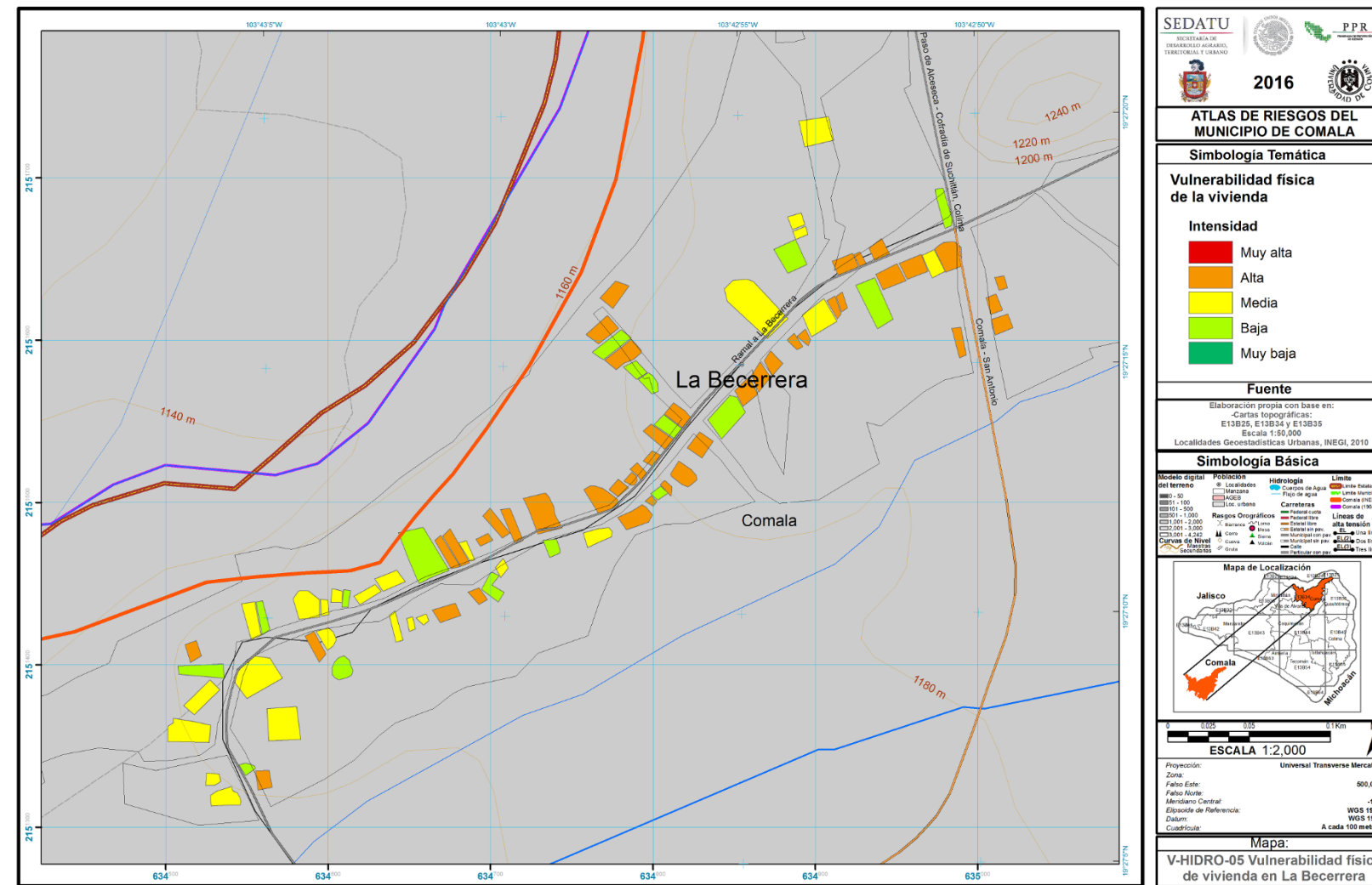


Figura 3.46. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de La Becerrera.



3.2.6 Vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas

3.2.6.1 Metodología

Tipología de la vivienda

Para la evaluación de la vivienda se realizó un levantamiento visual del tipo de vivienda a lo largo de las comunidades sometidas al estudio, anotando datos sobre la mampostería de los muros, techos, así como su nivel de confinamiento ante sismos. También se anotaron las edificaciones de importancia pública y social como escuelas, iglesias, plazas, etc.

Clasificación de la vulnerabilidad.

Para obtener la vulnerabilidad ante ondas cálidas se propone una clasificación basada en los materiales, específicamente el material de los techos de la vivienda. Barrios *et al* (2010) en su estudio sobre el índice de discomfort cálido para distintos materiales de techos evaluados, encontró que las viviendas de materiales como el asbesto y el zinc tienen índices de discomfort cálido más altos, a diferencia de materiales como el concreto de alta densidad y el concreto aereado.

A continuación se propone la clasificación de las viviendas con sus niveles de vulnerabilidad según el tipo de material en los techos y muros:

Tabla 3.21. Niveles de vulnerabilidad ante el fenómeno de Ondas Cálidas.

Tipo	Descripción	Vulnerabilidad
I	Viviendas o construcciones con techos hechos de materiales poco susceptibles al calor como la palma, madera o bahareque.	Baja
II	Viviendas con materiales susceptibles al calor como mampostería de ladrillo, adobe, y con techos de concreto o teja	Media
III	Viviendas con materiales muy susceptibles al calor como paredes de lámina de cartón negro y techos de láminas de asbesto o metálicos.	Alta

Las Figuras 3.47, 3.48 y 3.49 muestran ejemplo de viviendas típicas tipo 1, 2 ,3 y el municipio de Comala.



Figura 3.47. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.



Figura 3.48. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.



Figura 3.49. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.

3.2.6.2 Memoria de Cálculo

A continuación la Tabla 3.22 muestra un ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Ondas Cálidas en Comala.

Tabla 3.22 Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Ondas Cálidas en Comala

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
2	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	2	Media
4	Muros de concreto con techo de lámina con deficiencia o carencias en su confinamiento	3	Alta
5	Mampostería de ladrillo con déficit o carencia de confinamiento y techo de concreto	2	Media
7	Muros de concreto deficientes o carentes de confinamiento con techo de teja	2	Media
8	Mampostería de ladrillo confinado con techo de concreto	2	Media
11	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
12	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
14	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
15	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
17	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media

Número de Lote	Tipo de Mampostería	Tipo Vivienda	Vulnerabilidad
18	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
19	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
20	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media
21	Mampostería de ladrillo confinado y enjarrado con techos firmes de concreto	2	Media

En el apartado de “Memoria de Cálculo” se encuentran las memorias de cálculo completas utilizadas para obtener la vulnerabilidad ante el fenómeno de ondas cálidas en las comunidades del municipio de Comala.

3.2.6.3 Resultados

En Comala 23 viviendas fueron identificadas con vulnerabilidad Baja, 2451 con vulnerabilidad Media y 404 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.50 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas en Comala.

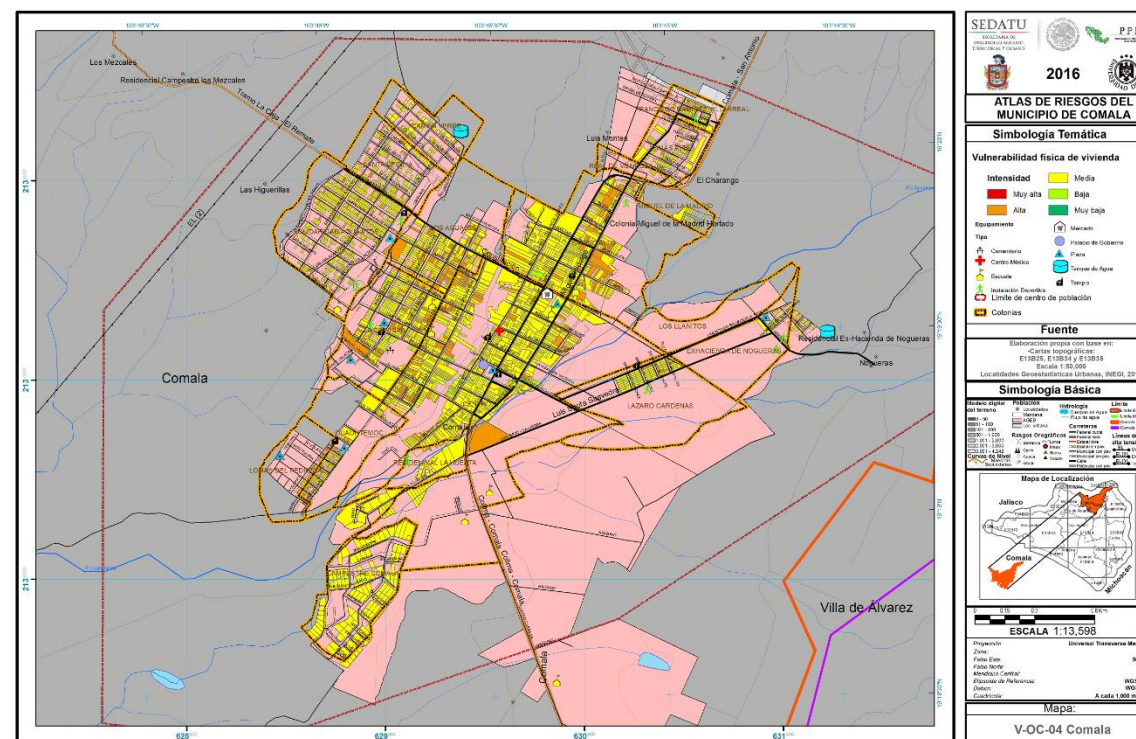


Figura 3.50. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Comala.

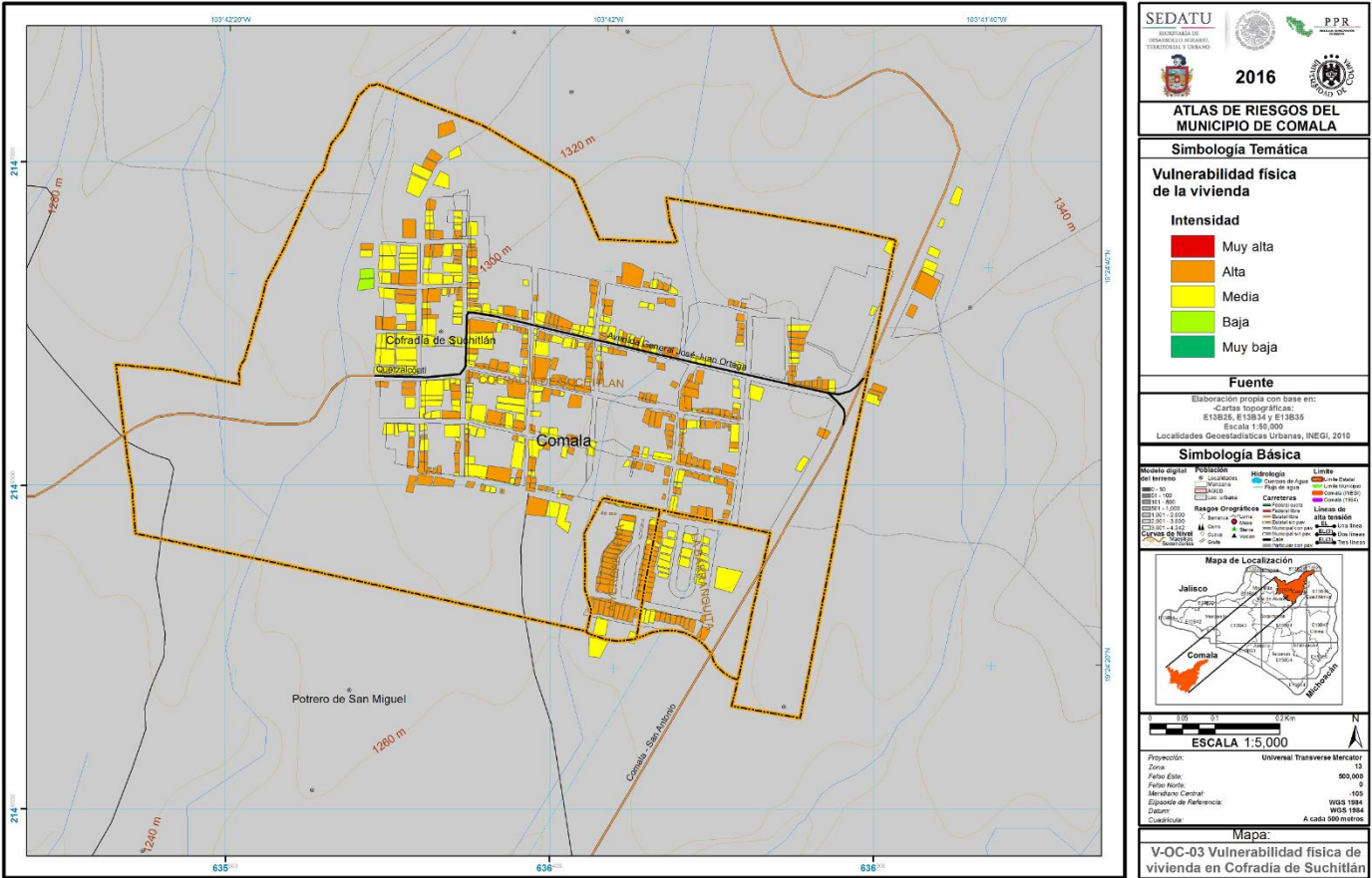


Figura 3.52. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Cofradía de Suchitlán.

En La Caja 1 vivienda fue identificada con Baja vulnerabilidad, 214 con vulnerabilidad Media y 106 con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.53 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas en la localidad de La Caja.

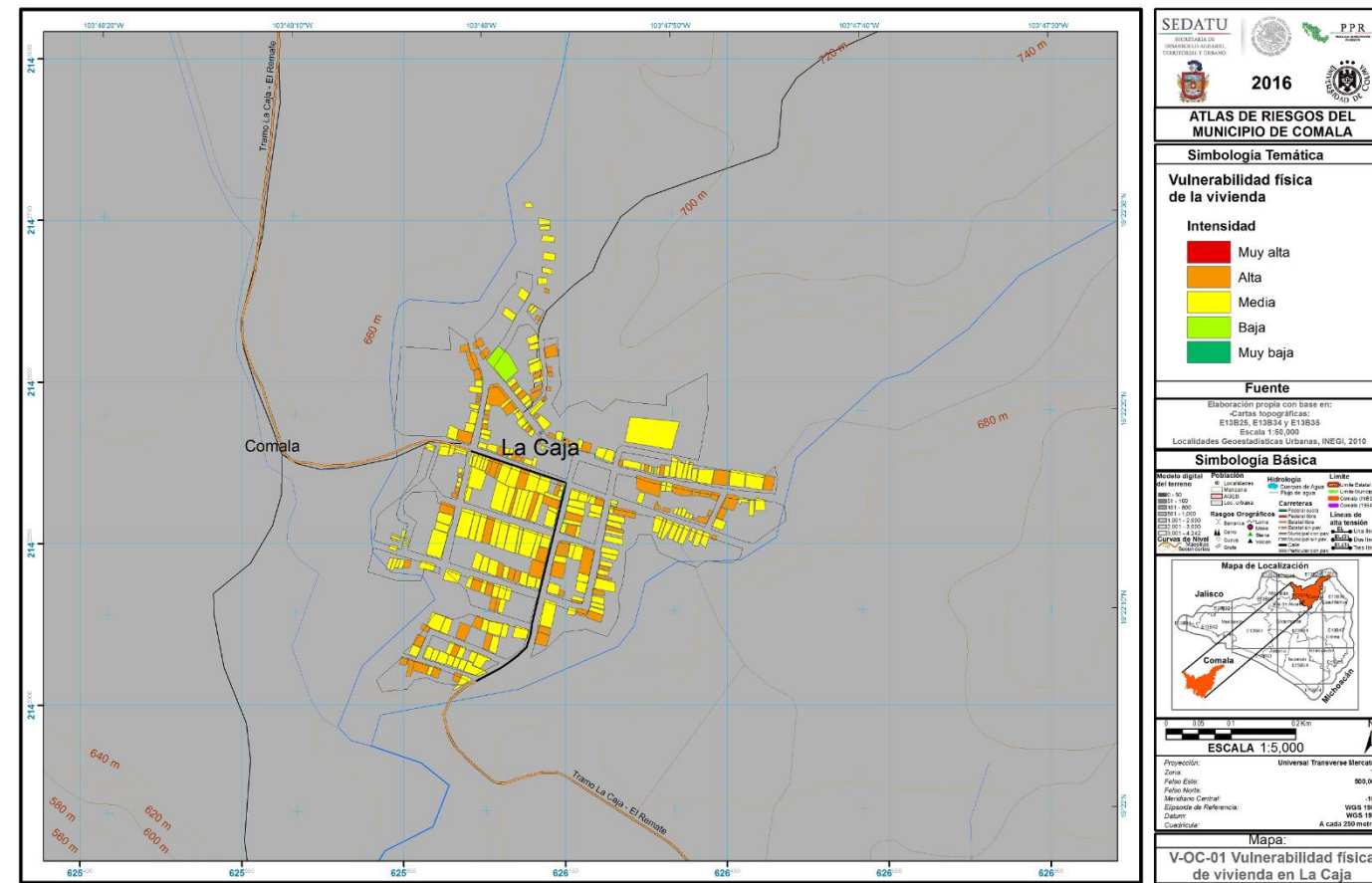


Figura 3.53. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de La Caja.

En Zacualpan 330 viviendas fueron identificadas con vulnerabilidad Media y las 226 restantes con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.54 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas en la localidad de Zacualpan.

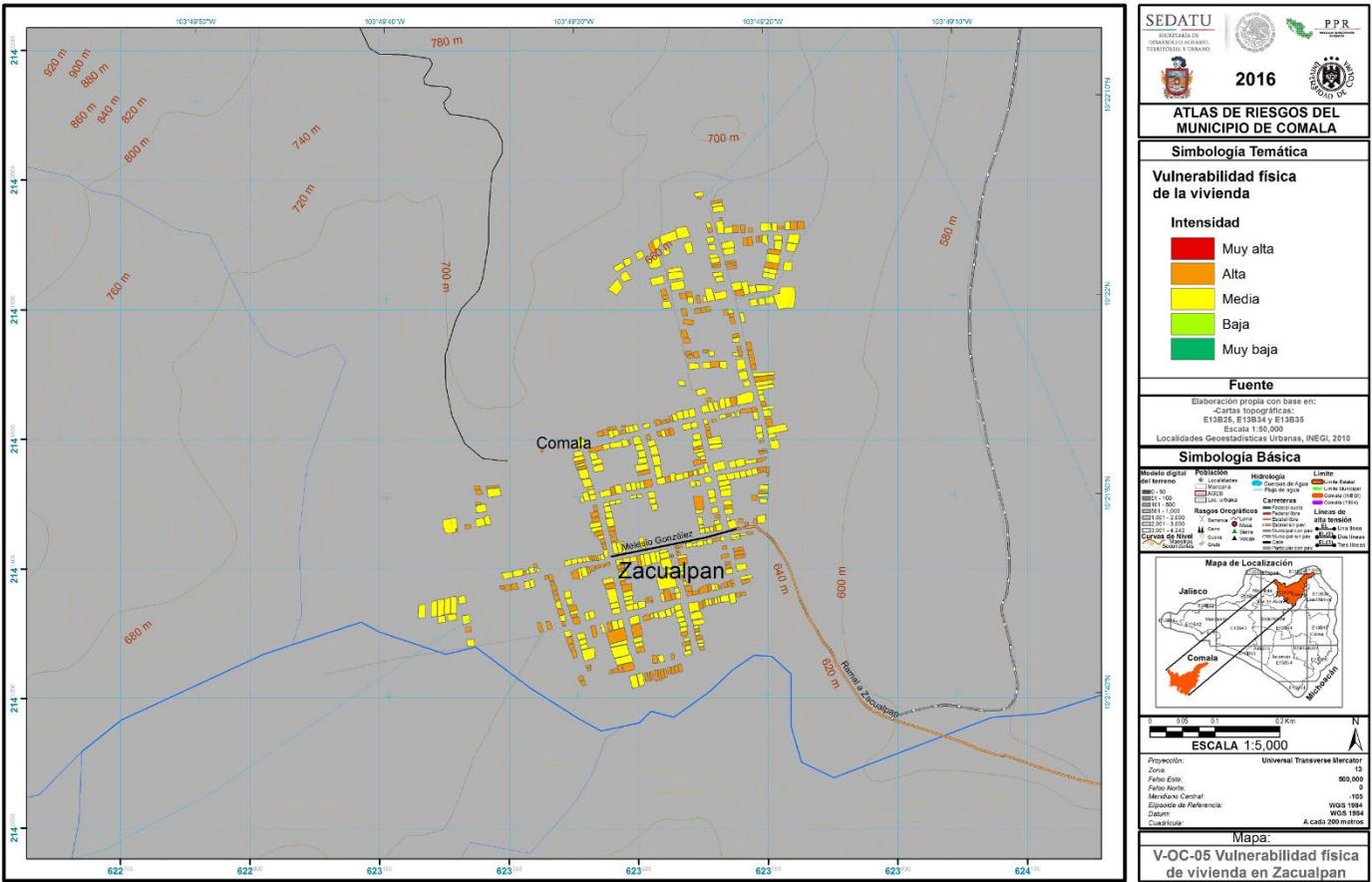


Figura 3.54. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Zacualpan.



En la Becerrera 17 viviendas fueron identificadas con vulnerabilidad Media mientras que las 68 restantes con Alta vulnerabilidad. La Figura 3.55 muestra la distribución de la vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas en la localidad de La Becerrera.

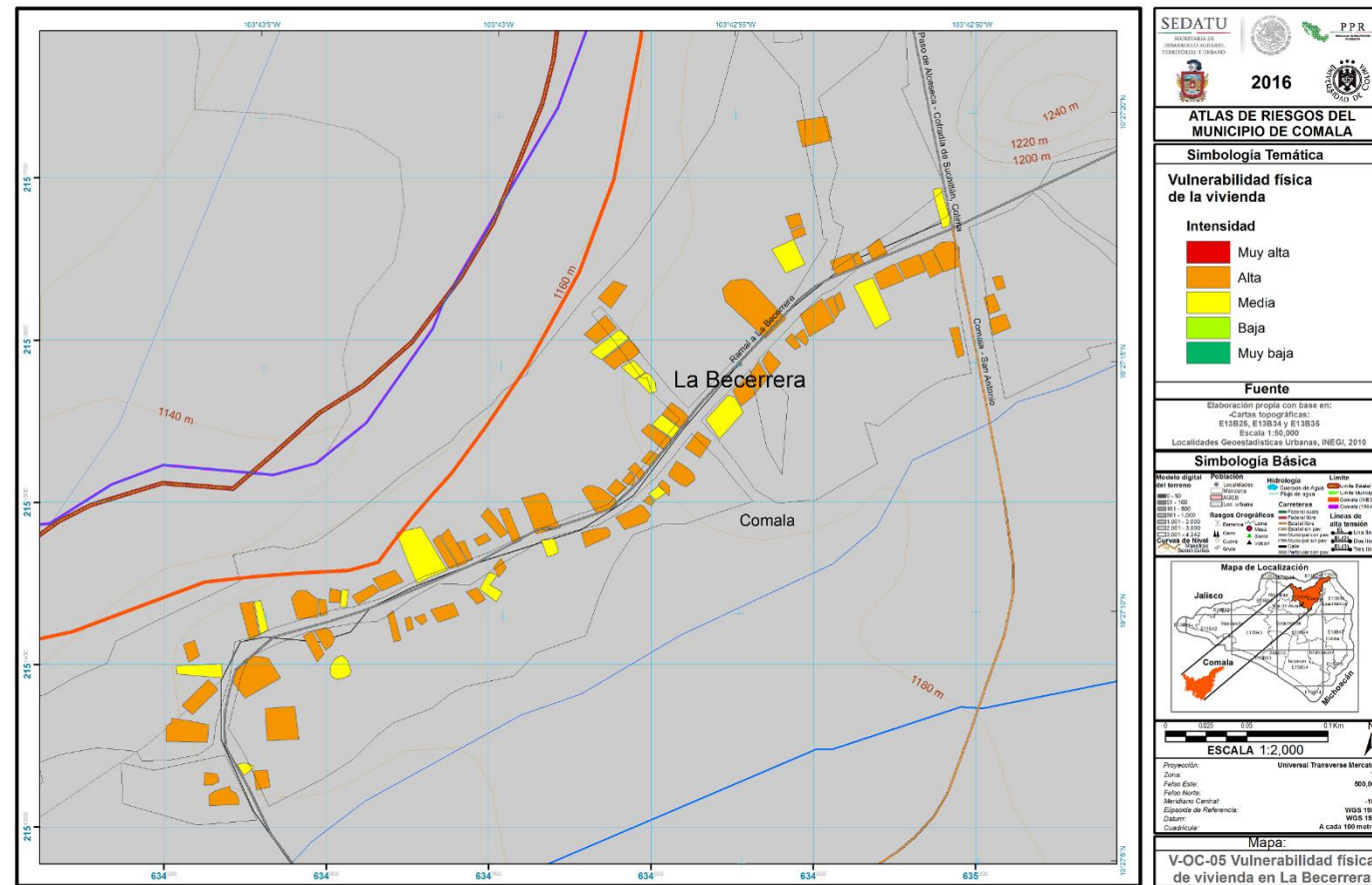


Figura 3.55. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de La Becerrera.



3.2.7 Vulnerabilidad ante el fenómeno de Sequías

3.2.7.1 Metodología

Hasta el momento no existe una metodología que identifique la vulnerabilidad física ante las sequías con dependencia en los materiales de las viviendas, sin embargo de acuerdo con el IPCC (2007) citado en el documento “Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México” publicado por la SEMARNAT, la vulnerabilidad está en función de 3 factores que son el grado de exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. Así también la vulnerabilidad a saber puede ser de tipo económica, social, ambiental y global.

Para obtener la vulnerabilidad ante sequías en Comala se utilizaron los datos existentes de la SEMARNAT quienes ya han mapeado un índice global de vulnerabilidad ante sequía normalizado basado en la metodología del Instituto Mexicano y Tecnología del Agua (IMTA). Dicha metodología integra los factores grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación para cada célula de planeación hídrica de la república. A continuación se describe la metodología propuesta por el IMTA brevemente:

Para obtener el grado de exposición se calcularon los siguientes subfactores:

1a= Factor normalizado de el cociente de la relación de la brecha hídrica al 2030 / Oferta sustentable, donde el valor máximo de 1.0 sería asignado a la célula de la república con mayor magnitud en el cociente y el valor mínimo de 0.0 sería asignado a la célula de la república con menor magnitud en dicho cociente.

1b = Factor normalizado relacionado a la frecuencia de sequías donde el valor máximo de 1.0 sería asignado a la célula de la república con mayor frecuencia de sequías y el valor mínimo 0.0 a la célula de la república con menor número de sequías.

Para obtener la Sensibilidad en las células de planeación se calcularon 2 subfactores:

2a = Factor normalizado de población estimada al 2010 donde el valor de 1.0 sería asignado para la célula de la república con mayor población y 0.0 con la célula de menor población.

2 b = Factor normalizado del PIB donde el valor máximo de 1.0 sería asignado para la célula de la república con mayor PIB y el valor de 0.0 a la célula con menor PIB.

2 c= Factor normalizado de impacto económico en la agricultura donde el valor máximo de 1.0 sería asignado a la célula con mayor impacto y el valor mínimo de 0.0 a la célula con menor impacto.

Para obtener la Capacidad de adaptación se calculó el siguiente subfactor:

3a = Factor normalizado de sobre-explotación en acuíferos donde el valor máximo de 1.0 sería asignado a la célula de la república con mayor volumen de sobre-explotación y 0.0 a la célula con menor volumen de sobre-explotación.

Habiendo obtenido los 3 factores y sus 6 subfactores anteriores normalizados se calculó un índice global de sequía asumiendo factores de peso iguales para cada subfactor (1/6), se realizó una suma pesada de los factores analizados y finalmente, se realizó una normalización global de los valores resultantes. Dicho análisis permitió asignar un Índice Global de Sequía en cada una de las 168 células de planeación de la república, las cuales se clasificaron en cinco niveles de vulnerabilidad como lo muestra la tabla a continuación:



Tabla 3.23 Índice Global de Vulnerabilidad y sus niveles.

Rangos en el Índice Global de Vulnerabilidad		Nivel de vulnerabilidad
Mínimo	Máximo	
0.0	0.06	Muy Baja
0.060001	0.15	Baja
0.150001	0.29	Media
0.290001	0.59	Alta
0.590001	1	Muy Alta

El municipio de Comala en conjunto con sus comunidades Suchitlán, Cofradía de Suchitlán, La Caja, Zacualpan, La Becerrera y Comala como capital municipal, se encuentran en la célula “Costa de Jalisco_Col” por lo que todas obtuvieron un índice global de vulnerabilidad de “0.0218” según los resultados de la SEMARNAT. Lo anterior coloca a todo el municipio con “Muy Baja” vulnerabilidad ante el fenómeno de Sequías.

3.2.7.2 Memoria de cálculo

La Tabla 3.24 muestra el resultado del índice global de vulnerabilidad así como de cada uno de los factores y subfactores según los resultados presentados por la SEMARNAT a través del documento “Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México” para la célula “Costa de Jalisco_Col”.

Tabla 3.24 Nivel de vulnerabilidad y sus factores en el municipio de Comala y la Célula de Planeación “Costa de Jalisco_Col”.

Municipio	Célula de planeación a la que pertenece	Clave de la célula de planeación	Exposición		Sensibilidad		Adaptación		Suma pesada	Índice Global de vulnerabilidad normalizado	Nivel de vulnerabilidad
			1a	1b	2a	2b	2c	3a			
Comala	Costa de Jalisco_Col	601	0.01	0	0.02	0.01	0.03	0	0.0108	0.0218	Muy Baja

3.2.7.3 Resultados

De la información anterior se obtuvo el mapa de vulnerabilidad ante sequías para el municipio de Comala como se muestra en La Figura 3.56

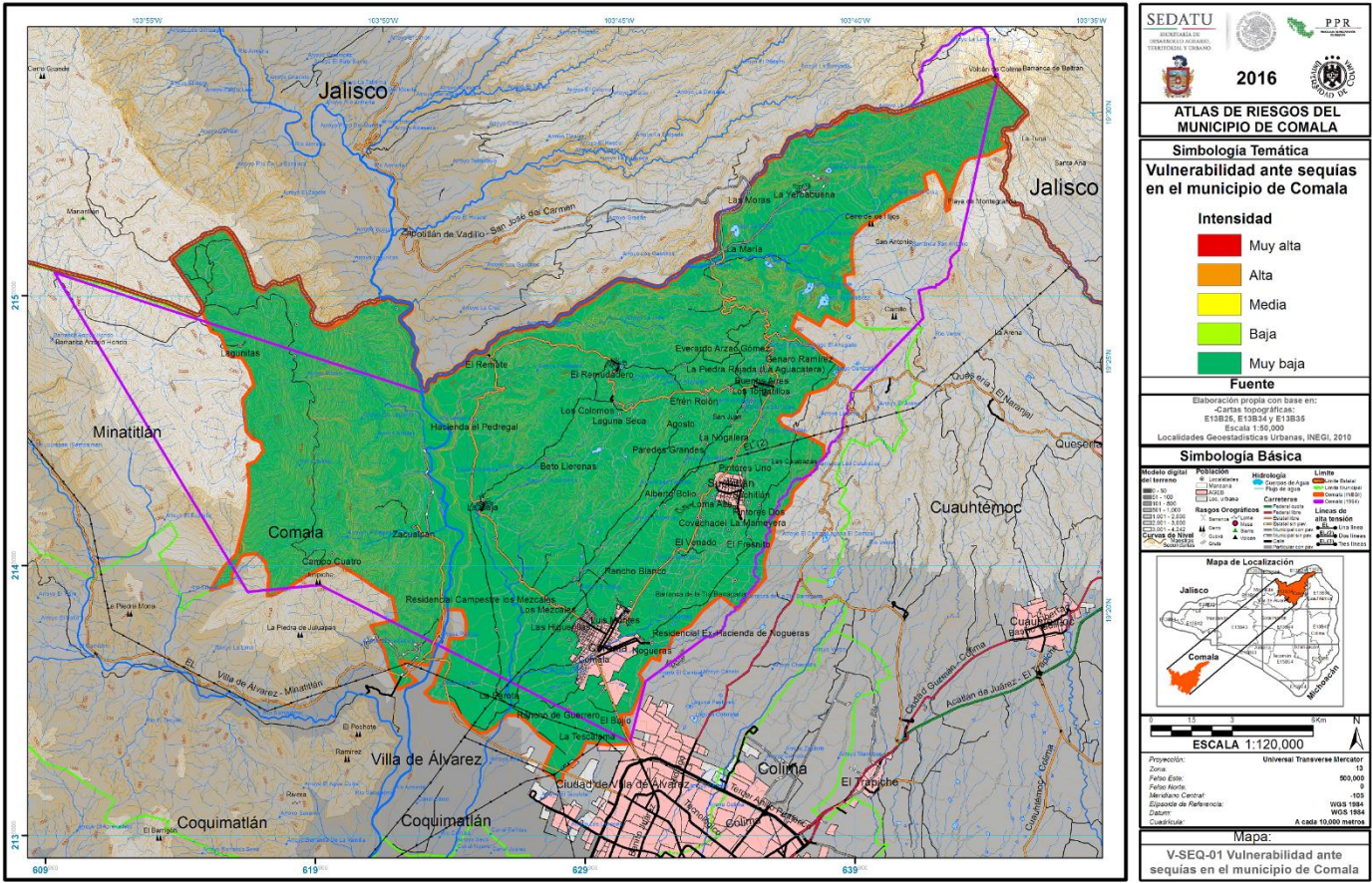


Figura 3.56 Vulnerabilidad Global ante sequías en en municipio de Comala.

3.2.8 Referencias

López, M. y Toledo, T. (2003). ESTUDIO DE LA SEGURIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE VIVIENDA ANTE LA INCIDENCIA DE VIENTO. CENAPRED. ISBN 970-628-637-3. 200 pp.

Barrios, G.,Elías, P., Huelsz, G y Rojas, G.(2010). SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE MUROS Y TECHOS PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES NO CLIMATIZADAS. *Estudios sobre Arquitectura y Urbanismo del Desierto*. Vol III. #3. 84 .pp

SEMARNAT. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS REGIONES MÁS VULNERABLES ANTE LAS SEQUÍAS EN MÉXICO.43 pp. Consultado en Abril del 2017. Disponible en <https://www.imta.gob.mx/el-imta-desarrolla-y-transfiere-metodologia-para-determinar-la-vulnerabilidad-de-los-organismos-de-cuenca-de-mexico-ante-la-sequia>.