



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



Facultad de Planeación Urbana y Regional

TESIS:

Estimación de costos por inundación en zonas habitacionales en el municipio de  
Ixtlahuaca, México.

Que para obtener el título de Licenciadas en Ciencias Ambientales

PRESENTAN:

Evelyn Blas Durán  
Diana Jiménez Miguel

DIRECCIÓN DE TESIS:

Dr. en C. Salvador Adame Martínez  
Dr. en S. Edel G. Cadena Vargas

Toluca, México, Octubre 2016.

## *Agradecimientos*

*Este trabajo de tesis es un esfuerzo conjunto, que nos ha servido para conocer y acercarnos más al amplio campo del saber.*

*En primer lugar a nuestro director de tesis, el Dr. Salvador Adame Martínez nuestro más profundo agradecimiento por la ayuda brindada, además de paciencia en la realización del trabajo, el conocimiento y experiencia que posee nos permitieron llegar a la conclusión del mismo.*

*A nuestro también director el Dr. Edel Cadena Vargas quien nos orientó y de igual manera con su paciencia nos mostró el camino correcto a seguir en algo que parecía infinito, su sabiduría renovó nuestra determinación para avanzar y concluir.*

*Y a todas las personas que participaron directa e indirectamente en esta tesis, gracias por las ideas y la ayuda brindada.*

*Evelyn y Diana*

*A Dios por haberme permitido llegar a este punto, las cosas que me ha brindado y quitado han servido para formarme como persona, su bondad y amor son la luz que ilumina mi camino.*

*A mis padres, Romualdo y Avelina por darme la vida y quererme con todos mis defectos y virtudes guiándome y ayudándome en todos los aspectos existentes, sin ellos nada de esto sería posible, gracias por enseñarme tanto y ser el mejor ejemplo a seguir, su cariño perfectamente mantenido todo éste tiempo es el más fuerte pilar que me sostiene.*

*A mis hermanas Sharon y Andrea, por todo lo vivido hasta ahora, desde el momento en que las ví por primera vez supe lo que es querer y proteger a quienes amas, ante toda adversidad tenemos que estar siempre unidas como hasta ahora.*

*A mi amiga Diana por permitirme junto con ella culminar y alcanzar nuestro objetivo, espero que a pesar del tiempo siempre seamos amigas y que a partir de ahora empiece lo mejor para nuestras vidas.*

*A mis amigas Gris, Betty y Nancy por haberme acompañado durante toda la universidad, su amistad ha sido uno de los mejores tesoros que pude haber encontrado en todos esos años.*

***Evelyn***

*Doy gracias a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad. Gracias señor por todo lo que me has dado.*

*A mis padres por acompañarme a lo largo de mi vida, por ser las personas que siempre han estado conmigo apoyándome en todo momento, gracias por sus consejos y comprensión por todos los momentos que hemos estado juntos los quiero, mamá donde quiera que estés este logro va dedicado a ti, siempre te llevo conmigo.*

*A mis hermanas por todo el apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida gracias por estar siempre conmigo las quiero.*

*A mi novio Jesús por impulsarme a seguir adelante, por todo su apoyo y cariño gracias por todos los momentos compartidos.*

*A mi amiga Evelyn porque juntas compartimos este gran logro deseo lo mejor para ti gracias por todos los momentos vividos.*

***Diana***

## Contenido

	Introducción	1
	Planteamiento del problema	3
	Justificación	4
	Objetivos e hipótesis	5
<b>1</b>	<b>Marco Teórico – Conceptual del riesgo, inundaciones y vulnerabilidad</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>Antecedentes del estudio de riesgos</b>	<b>7</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Conceptos de riesgo</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Clasificación del riesgo según CENAPRED</b>	<b>14</b>
<b>1.1.3</b>	<b>Tipos de riesgos hidrometeorológicos</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Gestión Integral de Riesgos</b>	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>Costos</b>	<b>19</b>
<b>1.4</b>	<b>Inundaciones</b>	<b>23</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Clasificación de las inundaciones</b>	<b>25</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Causas que provocan las inundaciones</b>	<b>27</b>
<b>1.4.3</b>	<b>Impacto por inundaciones</b>	<b>29</b>
<b>1.4.4</b>	<b>Daños económicos por inundaciones</b>	<b>30</b>
<b>1.5</b>	<b>Peligro</b>	<b>32</b>
<b>1.6</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>33</b>
<b>1.6.1</b>	<b>Conceptos de vulnerabilidad</b>	<b>33</b>
<b>1.6.2</b>	<b>Tipos de vulnerabilidad</b>	<b>35</b>
<b>1.6.3</b>	<b>Vulnerabilidad Social</b>	<b>38</b>
<b>2</b>	<b>Marco de referencia, jurídico – normativo de la vulnerabilidad e inundaciones</b>	<b>40</b>
<b>2.1</b>	<b>Casos de estudio</b>	<b>41</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Casos de estudio a nivel internacional</b>	<b>41</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Casos de estudio a nivel nacional</b>	<b>44</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Casos de estudio a nivel local</b>	<b>48</b>
<b>2.2</b>	<b>Marco jurídico - Normativo</b>	<b>52</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Nivel Federal</b>	<b>53</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Nivel Estatal</b>	<b>62</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Nivel Municipal</b>	<b>68</b>
<b>3</b>	<b>Descripción geográfica del área de estudio</b>	<b>75</b>
<b>3.1</b>	<b>Localización</b>	<b>76</b>
<b>3.2</b>	<b>Clima</b>	<b>78</b>
<b>3.3</b>	<b>Suelos</b>	
<b>3.4</b>	<b>Geología</b>	<b>89</b>
<b>3.5</b>	<b>Fisiografía</b>	<b>91</b>

<b>3.6</b>	Hidrología	94
<b>3.7</b>	Uso de suelo y vegetación	96
<b>3.8</b>	Flora	98
<b>4</b>	Metodología	99
<b>4.1</b>	El límite político administrativo del municipio de Ixtlahuaca	101
<b>4.2</b>	Estudio a nivel sección electoral	101
<b>4.3</b>	Zonas de inundación	102
<b>4.4</b>	Selección de variables de vulnerabilidad social	102
<b>4.4.1</b>	Tabla de bienes	103
<b>4.4.2</b>	Equivalencia entre secciones electorales según su índice de marginación y salarios mínimos.	105
<b>4.5</b>	Población y viviendas totales	105
<b>4.6</b>	Índice de Marginación	110
<b>4.7</b>	Grado de marginación integrado a zonas de inundación	112
<b>4.8</b>	Cuantificación de bienes y altura de la lámina de agua	112
<b>4.9</b>	Curvas de daños y cálculo de costos	112
<b>4.10</b>	Deflactación	115
<b>5</b>	Resultados y Discusión	117
<b>5.1</b>	Áreas inundables, viviendas y población afectadas en el municipio de Ixtlahuaca	118
<b>5.2</b>	Grado de marginación por sección electoral	121
<b>5.3</b>	Viviendas afectadas	121
<b>5.4</b>	Costos totales por sección electoral	123
<b>5.5</b>	Gráficas de las curvas de daños	126
	Conclusiones	159
	Bibliografía	166

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Clasificación de las inundaciones	<b>25</b>
<b>Cuadro 2</b>	Estaciones meteorológicas del Municipio de Ixtlahuaca	<b>80</b>
<b>Cuadro 3</b>	Metodología para calcular los daños por costos	<b>100</b>
<b>Cuadro 4</b>	VARIABLES seleccionadas para determinar la vulnerabilidad	<b>102</b>
<b>Cuadro 5</b>	Tabla de Bienes	<b>103</b>
<b>Cuadro 6</b>	Salarios mínimos por grado de marginación	<b>105</b>
<b>Cuadro 7</b>	Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM bajo vivienda de una planta	<b>113</b>
<b>Cuadro 8</b>	Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM muy bajo vivienda de dos plantas	<b>114</b>
<b>Cuadro 9</b>	Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM medio vivienda de una planta	<b>114</b>
<b>Cuadro 10</b>	Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM alto vivienda de una planta	<b>114</b>
<b>Cuadro 11</b>	Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM muy alto vivienda de una planta	<b>115</b>
<b>Cuadro 12</b>	Número de Secciones Electorales y grado de marginación en el Municipio de Ixtlahuaca	<b>119</b>
<b>Cuadro 13</b>	Número de Secciones Electorales y grado de marginación en el Municipio de Ixtlahuaca	<b>121</b>

<b>Cuadro 14</b>	Secciones Electorales, con grado de marginación y viviendas afectadas	<b>122</b>
<b>Cuadro 15</b>	Costos totales por Sección Electoral	<b>124</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Estructura del riesgo bajo Cambio Climático	<b>14</b>
<b>Figura 2</b>	Clasificación de Riesgos	<b>14</b>
<b>Figura 3</b>	Leyes y Reglamentos a Nivel, Federal, Estatal y Municipal	<b>52</b>
<b>Figura 4</b>	Instituciones encargadas de Protección Civil	<b>53</b>
<b>Figura 5</b>	Mapa de localización del Municipio de Ixtlahuaca	<b>77</b>
<b>Figura 6</b>	Mapa de climas del Municipio de Ixtlahuaca	<b>79</b>
<b>Figura 7</b>	Mapa de Edafología del Municipio de Ixtlahuaca	<b>88</b>
<b>Figura 8</b>	Mapa de Geología del Municipio de Ixtlahuaca	<b>90</b>
<b>Figura 9</b>	Mapa de Fisiografía del Municipio de Ixtlahuaca	<b>92</b>
<b>Figura 10</b>	Mapa de pendientes del Municipio de Ixtlahuaca	<b>93</b>
<b>Figura 11</b>	Mapa de Hidrología del Municipio de Ixtlahuaca	<b>95</b>
<b>Figura 12</b>	Mapa de Uso de Suelo y Vegetación del Municipio de Ixtlahuaca	<b>97</b>
<b>Figura 13</b>	Mapa de secciones electorales y localidades del municipio de Ixtlahuaca	<b>153</b>
<b>Figura 14</b>	Mapa de secciones inundables y localidades del municipio de Ixtlahuaca	<b>154</b>
<b>Cuadro 15</b>	Mapa de secciones inundables y grado de marginación del municipio Ixtlahuaca	<b>155</b>
<b>Cuadro 16</b>	Mapa de secciones y costos por inundación del municipio de Ixtlahuaca.	<b>157</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1</b>	Climograma de la estación meteorológica Enyege	<b>81</b>
<b>Gráfica 2</b>	Climograma de la estación meteorológica Ixtlahuaca (DGE)	<b>81</b>
<b>Gráfica 3</b>	Climograma de la estación meteorológica Ixtlahuaca (SMN)	<b>82</b>
<b>Gráfica 4</b>	Climograma de la estación meteorológica San Bartolo del Llano	<b>82</b>
<b>Gráfica 5</b>	Climograma de la estación meteorológica San Cristóbal de los Baños	<b>83</b>
<b>Gráfica 6</b>	Climograma de la estación meteorológica San Pedro de los Baños	<b>84</b>
<b>Gráfica 7</b>	Climograma de la estación meteorológica Santa María del Llano	<b>85</b>
<b>Gráfica 8</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy bajo, 2010	<b>126</b>
<b>Gráfica 9</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010	<b>127</b>
<b>Gráfica 10</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con grado de marginación muy alto, 2010	<b>128</b>
<b>Gráfica 11</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto	<b>129</b>
<b>Gráfica 12</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto	<b>130</b>

<b>Gráfica 13</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010	<b>131</b>
<b>Gráfica 14</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto	<b>132</b>
<b>Gráfica 15</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto	<b>133</b>
<b>Gráfica 16</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio	<b>134</b>
<b>Gráfica 17</b>	Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto	<b>135</b>
<b>Gráfica 18</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010	<b>136</b>
<b>Gráfica 19</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010	<b>137</b>
<b>Gráfica 20</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>138</b>
<b>Gráfica 21</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>139</b>
<b>Gráfica 22</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>140</b>
<b>Gráfica 23</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>141</b>

<b>Gráfica 24</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>142</b>
<b>Gráfica 25</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010	<b>143</b>
<b>Gráfica 26</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010	<b>144</b>
<b>Gráfica 27</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010	<b>145</b>
<b>Gráfica 28</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010	<b>146</b>
<b>Gráfica 29</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010	<b>147</b>
<b>Gráfica 30</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>148</b>
<b>Gráfica 31</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>149</b>
<b>Gráfica 32</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010	<b>150</b>
<b>Gráfica 33</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010	<b>151</b>
<b>Gráfica 34</b>	Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010	<b>152</b>

## ANEXOS

### INDICE FOTOGRÁFICO

- Fotografía 1** Se observa que el material con el que está construida la vivienda es de con teja y adobe por lo que sus pérdidas de bienes ante una inundación resultarían gravemente afectados. San Antonio de los Remedios municipio de Ixtlahuaca 31/09/16. **104**
- Fotografía 2** Se observa que el material con el que está construida la vivienda es de concreto en caso de alguna inundación la pérdida de bienes estaría en función de la altura de la lámina de agua. San Antonio de los Remedios municipio de Ixtlahuaca 31/09/16. **104**
- Fotografía 3** Desbordamiento del río Lerma. Inundación en zonas habitacionales en la comunidad de San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16 **164**
- Fotografía 4** Pérdida de cultivos de maíz en San José del Río por desbordamiento del río Lerma. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16. **164**
- Fotografía 5** Desbordamiento del río Lerma San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16. **165**
- Fotografía 6** Desbordamiento del río Lerma San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16. **165**

## **Introducción**

El agua es el recurso natural con un valor significativo en el mundo debido a los beneficios naturales, sociales y económicos que se derivan de su constante uso. En contraparte, existen también situaciones extremas o riesgos que han puesto en problemas a gobiernos y poblaciones afectadas por precipitaciones intensas que han provocado inundaciones.

Las inundaciones representan el fenómeno natural que genera el mayor número de devastaciones y pérdidas económicas a nivel mundial (EM-DAT, 2011). De acuerdo con el Centro de Investigación en Epidemiología de Desastres (CRED, por sus siglas en inglés) tan sólo en 2012 las inundaciones afectaron a 178 millones de personas, lo que las cataloga como los eventos extremos más frecuentes.

México, por su situación geográfica, favorece la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos como son los 26 huracanes que se producen cada año en promedio y afectan las zonas costeras de ambos litorales, entre otras zonas. Asimismo, asociados a estos fenómenos, se presentan lluvias torrenciales que a su vez generan inundaciones fluviales y costeras, e incluso deslaves de tierra.

No obstante, los fenómenos hidrometeorológicos en México tienen repercusiones tanto positivas como negativas, debido principalmente a la distribución de la población, sus contrastes y a su cambio continuo, determinados ya sea por su crecimiento o por las migraciones (Quaas, 2006).

No obstante, es importante señalar que algunos factores que causan las inundaciones son: la deforestación, disposición final de los residuos sólidos en ríos y barrancas, construcción de viviendas en los márgenes de ríos, infraestructura hidráulica mal planeada, o desviaciones de los cauces.

En este contexto, el propósito de este trabajo de investigación es estimar los costos económicos por inundación en el municipio de Ixtlahuaca en zonas habitacionales, el cálculo se realizó a través de un modelo estadístico con curvas de daños económicos, estas

ecuaciones están en función del grado de marginación, para llegar a estas curvas se hizo una cuantificación de la cantidad y calidad de los bienes de todo el país, por cada grado de marginación. Este modelo estima el promedio nacional de lo que hay y de lo que valen los bienes según el grado de marginación y es aplicable en cualquier lado para posteriormente estimar los daños económicos ocasionados por una inundación.

Este trabajo consta de cinco capítulos en los que se abordan diferentes aspectos a saber:

En el primer capítulo se hizo una revisión bibliográfica de los conceptos de riesgo, peligro, fenómenos hidrometeorológicos con énfasis en las inundaciones y costos económicos los cuales fueron evaluados en términos socioeconómicos.

En el segundo capítulo se reportan las leyes y reglamentos vigentes en materia de riesgos por fenómenos naturales (inundaciones) como la *Ley General de Protección Civil*, *Ley General de Cambio Climático*, *Ley de Aguas Nacionales*, entre otras. Asimismo, se hizo una revisión de estudios de caso para analizar fenómenos similares que se han presentado tanto a nivel mundial como nacional para finalmente llegar a nivel local.

En el tercer capítulo se hizo la caracterización del municipio de Ixtlahuaca destacando información relevante como son los aspectos geográficos (clima, suelos, edafología), entre otros.

En el capítulo cuarto se desarrolla la metodología que se llevó a cabo para la estimación de costos por inundación en el municipio de Ixtlahuaca, estado de México se trabajó con secciones electorales cuentan con mayor información a comparación de las AGEB's de INEGI. Con esta metodología fue posible estimar de forma cuantitativa las afectaciones provocadas por una inundación.

Finalmente, el capítulo quinto habla sobre los resultados y discusión obtenidos a partir de la aplicación de las ecuaciones de costos por daños de inundación. Con ello se podrán establecer las medidas pertinentes para mitigar los daños estimados.

La finalidad del trabajo de investigación es la de coadyuvar con el establecimiento de medidas de prevención dirigidas a la población y protección civil municipal para ayudar en la toma de decisiones permitiendo así una reducción en los efectos de las inundaciones.

### **Planteamiento del problema**

Las inundaciones se deben al almacenamiento de aguas de lluvia por falta de drenaje del suelo o bien el desbordamiento de ríos y arroyos, o a la combinación de varios factores como son: el crecimiento acelerado de la población en zonas propensas a riesgo de inundación; el mal manejo de las cuencas hidrológicas como lo es el cambio de uso de suelo; deforestación; tala clandestina; incendios forestales; introducción de ganado para pastoreo; la presencia de lluvias extremas y los años recientes ha sido otro factor que influye en el crecimiento del fenómeno de inundación y ello se debe en gran medida al cambio climático (Díaz 2015).

El municipio de Ixtlahuaca, por su ubicación geográfica y características de desarrollo, está expuesto a sufrir inundaciones provocadas por lluvias extraordinarias trayendo consigo procesos altamente destructivos. En ese sentido, se han tenido que emitir declaraciones de desastre en el municipio por inundaciones severas.

De acuerdo con las fuentes hemerográficas e institucionales consultadas se puede intuir el grado de vulnerabilidad que padece el municipio ante las lluvias severas, ya que, año con año, se presentan problemas ante la falta de planeación y mecanismos que ayuden a mitigar el riesgo en la comunidad. Por ejemplo, en temporada de lluvia se han presentado considerables inundaciones durante los años 2006, 2007, 2009, 2010, 2011 y recientemente en 2016; es decir, existe una reincidencia notoria. (Atlas de Riesgos 2015).

Este tipo de estudios son muy importantes, ya que permiten conocer los costos económicos que las inundaciones pueden provocar en los bienes de las comunidades que viven en el municipio de Ixtlahuaca. Además, puede coadyuvar en medidas de prevención de daños.

## **Justificación**

Una de las peculiaridades de los estudios de riesgo es que lo que está expuesto a los fenómenos varían con el tiempo, tanto en cantidad como en sus características. Particularmente son los efectos del crecimiento demográfico y de la industrialización que modifican e incrementan el riesgo (CENAPRED, 2001).

Debido a lo anterior, es necesario ahondar en la investigación sobre la vulnerabilidad ante fenómenos naturales. El municipio de Ixtlahuaca no cuenta con estudios relacionados con la vulnerabilidad que permitan identificar la población vulnerable y determinar sus causas y consecuencias. A pesar de que el gobierno cuenta con instrumentos económicos y de acción tales como el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), Atlas Nacional de Riesgo, entre otros.

Estos instrumentos tienen como objetivo contribuir a la mitigación de los desastres naturales, o contingencias ambientales, aunque se ha visto en la práctica que no se cuenta con capacidad de respuesta de manera efectiva, tanto del gobierno como de la misma población.

En esta investigación se estimaron los costos económicos ocasionados por las inundaciones y el grado de vulnerabilidad en el que se encuentra el municipio de Ixtlahuaca, estado de México.

## **Hipótesis**

Los costos por inundación en las zonas habitacionales del municipio de Ixtlahuaca dependen de la altura de la lámina de agua y del grado de marginación social, donde a mayor marginación hay mayor cantidad de viviendas afectadas y viceversa, además por volumen, los más marginados resultan más afectados que los menos marginados.

## **Objetivo General**

Estimar los daños por inundación, dependiendo de la altura de la lámina de agua por secciones electorales, en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México.

## **Objetivos Específicos**

- Elaborar un marco teórico conceptual de vulnerabilidad, riesgo, peligro, costos e inundaciones
- Revisar y considerar leyes, reglamentos y códigos vigentes en materia de riesgos y exposición ante fenómenos hidrometeorológicos de inundación.
- Realizar la descripción geográfica del municipio de Ixtlahuaca.
- Determinar los daños económicos de los bienes con los que cuenta la población.

**CAPÍTULO 1**

**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

**DEL RIESGO, COSTOS,**

**INUNDACIONES Y**

**VULNERABILIDAD**

En este primer capítulo se reportan los conceptos relacionados con riesgo, vulnerabilidad e inundación, sus características que fueron importantes con la temática de estudio puesto que se tomaron de vista diferentes autores.

### **1.1 Antecedentes de estudios de riesgos.**

A pesar de que el estudio de los riesgos comienza en Estados Unidos en la década de los años cuarenta, es hasta los años sesenta cuando éstos se abordan desde el punto de vista de la corriente sociológica ligada con la investigación social y cuyos representantes fueron Henry Quarantelly y Russell Dynes. Sin embargo, la difusión, así como la aceptación de este tipo de trabajos, no fue significativa dado que los desastres naturales siempre habían sido considerados como un campo de estudio de las ciencias naturales o bien de las ciencias exactas (Maskrey, 1993).

En América Latina, el estudio de los riesgos es un campo de investigación que hasta hace poco no había recibido atención por parte de los investigadores de la región misma. Los terremotos de Huaraz, Perú (1970); Managua, Nicaragua (1972), Guatemala (1976) y México (1985) fueron desastres de gran magnitud que provocaron investigaciones extranjeras de su impacto y de la respuesta social e institucional (Maskrey, 1993).

El GEM (1995) señala que en México, a nivel federal, la creación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), tiene como antecedente la explosión de San Juan Ixhuatepec en 1984 en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México, y los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985, de la ciudad de México; acontecimientos ante los cuales el gobierno reconoció la necesidad de contar con un sistema de prevención de desastres y auxilio de emergencias que involucrara a los sectores público, privado y social y a la sociedad en su conjunto.

En México se puede afirmar que, hasta antes de 1985, la protección civil no estaba considerada dentro de la agenda del gobierno. Como consecuencia de los sismos que

causaron graves daños en la Ciudad de México en 1985 se implementó la necesidad de contar con un sistema de gestión y administración de recursos para hacer frente a situaciones de desastre, pero es hasta 14 años después que la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* fuera adicionada y que el Congreso Federal pudiera emitir una Ley General que proveyera de estructura al Sistema Nacional de Protección Civil. (CEPAL 2006)

La CEPAL (2006) señala que después de 14 años, en que ocurrió el sismo de 1985, se emitió una Ley General para apoyar al Sistema Nacional de Protección Civil. La serie de acontecimientos relacionados con la protección civil en México son los siguientes:

- El decreto 6/5/86 sienta en 1985 las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), lo que constituye el primer proyecto de protección civil en México.
- El 20 de septiembre de 1988, por Decreto Presidencial, se crea el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) cuya función es ser el instrumento técnico del SINAPROC y ampliar los conocimientos acerca de fenómenos que provocan desastres y sus consecuencias.
- Se elaboró el *Plan Nacional de Desarrollo* 1989-1994, el cual incluyó consideraciones específicas en materia de protección civil.
- Como consecuencia de lo anterior, se elaboró un *Programa de Protección Civil* 1990-1994.
- El cambio de gobierno trajo como resultado un nuevo *Plan Nacional de Desarrollo* 1995-2000, que también incluye aspectos sobre protección civil.
- Se elabora el *Programa de Protección Civil* 1995-2000.
- Se hace la adición a la fracción XXIX-J del Art. 73 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Se promulga la primera *Ley General de Protección Civil*.
- Se elabora el *Plan Nacional de Desarrollo* 2001-2006.

- Se diseña el *Programa Especial de Protección Civil* 2001-2006.
- *Programa de Nacional de Protección Civil* 2014- 2018

En el Estado de México, por decreto publicado en la *Gaceta de Gobierno* en abril de 1986, se creó el Comité de Solidaridad Mexiquense, órgano de apoyo en las labores de auxilio y reconstrucción. En agosto del mismo año se creó el órgano de consulta y participación denominado Consejo Estatal de Protección Civil del Estado de México; y el 12 de mayo de 1992 se publicó en la *Gaceta del Gobierno* el decreto del Ejecutivo Estatal por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del *Reglamento Interior de la Secretaría de Gobierno*, y se crea la Dirección de Protección Civil como dependencia encargada de coordinar la integración de programas y planes de prevención, atención y ejecución de acciones materiales a fin de prevenir, mitigar y abatir las consecuencias destructivas de desastres, así como integrar, concertar e inducir y vigilar permanentemente las actividades de Protección Civil en la entidad. (GEM, 1995).

En este contexto, también es importante destacar que la prevención del riesgo es una demanda social y responsabilidad del Estado. En materia de desarrollo urbano, la prevención de desastres se canaliza a través de la regulación de los usos del suelo que comprende tanto su planeación como su administración. El estudio de los riesgos naturales o antrópicos, con fines de planeación y de cualquier otro tipo, deben entenderse como resultado de las interrelaciones entre los componentes del medio ambiente y como resultado de la modificación constante del paisaje. No se debe olvidar que el uso inadecuado del medio conduce a cambios que muchas veces llegan a ser negativos e irreversibles.

Y es que, los espacios, donde se combina el asentamiento de estratos sociales pobres con condiciones naturales no aptas para la ocupación urbana, son extremadamente vulnerables ante los fenómenos naturales tales como sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra, terremotos o tolvaneras. La vulnerabilidad se agrava debido a que, entre otras cosas, las viviendas tienen estructuras físicas inadecuadas y/o endebles, ya que son producto de un

proceso deficiente y frecuentemente de autoconstrucción informal; e insuficiencia de infraestructura, sobretodo de instalaciones sanitarias, o simplemente de obras de protección (Aguilar y Sánchez, 1993).

Por lo anterior, se requiere desarrollar un sistema de planeación para enfrentar los riesgos, de tal manera que los diferentes actores sociales se adapten a éstos. Ello requiere de un sistema de prevención, comunicación y educación en el cual estén involucrados todos los sectores sociales, particularmente quienes toman las decisiones sobre la inversión pública y privada.

### **1.1.1 Conceptos de riesgo**

Con el objetivo de lograr la evaluación del riesgo, la Organización de las Naciones Unidas de Ayuda para Desastres (UNDRO) en conjunto con la UNESCO propusieron las siguientes definiciones relativas a este tema que han sido ampliamente aceptadas en los últimos años (UNDRO 1979).

De esta manera surge la siguiente ecuación:

$$RT = RE + EBR$$

Donde:

*RT*= Riesgo total: como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de evento desastroso, es decir el producto del riesgo específico y los elementos bajo riesgo.

*RE*= Riesgo específico: como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

*EBR*= Elementos bajo riesgo: como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

Según Maskrey (1993), el riesgo se obtiene relacionando la probabilidad de ocurrencia del fenómeno que lo genera, denominada amenaza, con la predisposición que ofrecen los elementos amenazados a ser afectados por el fenómeno, denominada vulnerabilidad.

El riesgo natural siempre conlleva un componente de aleatoriedad o probabilidad, (Pagney, 1994). Se refiere al riesgo como “la espera de la catástrofe” que supone fatalidad y se convierte en un grave retroceso respecto a las condiciones iniciales de una dinámica social; por lo tanto, puede tener diferentes enfoques ya sea natural social o territorial.

El riesgo se identifica como la probabilidad de que un individuo o una población presenten una mayor incidencia de efectos adversos por exposición a un peligro. El riesgo se expresa a menudo en términos cuantitativos de probabilidad; por ejemplo, el número de muertes adicionales por cáncer a lo largo de una vida en una población de un millón de individuos expuestos (EPA 2001 citado por INECC, 2003).

Por su parte, Argüello (2004) afirma que el concepto de riesgo consiste en las posibilidades de ocurrencia de daños y pérdidas tanto humanas como materiales en situaciones concretas de concurrencia de características del territorio junto a su forma de ocupación o transformación y construcción. Partiendo de esta concepción, el proceso de generación de riesgo está inmerso en todas las formas de actividad humana en diversos grados, pero en particular en el diseño y construcción de su hábitat. Así, el conocimiento y reducción hasta límites aceptables del riesgo es lo que se considera una gestión apropiada. Ello implica una rectificación de las prácticas destructivas, del diseño que lo evade sin resolverlo y de la normativa que permita una determinación del impacto ambiental (y su control) de la actividad humana, ya sea esta la construcción de estructuras o ciudades, el desarrollo regional y lo productivo en general.

Para Ordaz (2006), el riesgo es el resultado de la interacción entre el peligro y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el

grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

Según la UNESCO (2011), el riesgo es la suma de las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre u otro evento adverso en términos de vidas, condiciones de salud, medios de sustento, bienes y servicios, en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro. Está en función de la amenaza-peligro y la vulnerabilidad, y es directamente proporcional a estos dos factores, por lo que se puede afirmar que el riesgo es dinámico y que puede aumentar o disminuir en la medida que ambos factores o uno de ellos varíen.

Por su parte la *Ley General de Protección Civil* (DOF, 2012) define riesgo como:

- Riesgo: Daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador;
- Riesgo Inminente: Aquel riesgo que, según la opinión de una instancia técnica especializada, debe considerar la realización de acciones inmediatas en virtud de existir condiciones o altas probabilidades de que se produzcan los efectos adversos sobre un agente afectable;

De manera general, se puede apreciar que, en las definiciones citadas, el riesgo es ampliamente entendido como probabilidad ya que es algo latente; es decir, se sabe que existe y aún no sucede, pero cuyos efectos son siempre negativos al menos en el plano antrópico. A pesar de ser trabajos ubicados en diferentes momentos todos coinciden en que el riesgo está en función de la vulnerabilidad y exposición ante elementos naturales, por lo que una definición más nutrida sería “El peligro como probabilidad de ocurrencia de desastres en función de la vulnerabilidad física y social además de la exposición dentro de los ecosistemas existentes, cuyas mediciones son en términos matemáticos y cuantitativos”

De acuerdo con la Coordinación Nacional de Protección Civil (2012) el riesgo es la probabilidad de sufrir daños y pérdidas de vidas y bienes expuestos frente a un peligro dado, su ecuación es la siguiente:

$$Riesgo = f(\text{peligro}, \text{vulnerabilidad}, \text{exposición})$$
$$R = (P, V, E)$$

Donde:

*R=Riesgo.* Es la probabilidad de sufrir daños y pérdidas de vidas y bienes expuestos frente a un peligro dado.

*P=Peligro.* Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo en un lapso dado.

*E=Exposición.* Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos [\$ o vidas].

*V = Vulnerabilidad.* Susceptibilidad o propensión de los bienes expuestos a ser afectados.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2012) define el concepto de riesgo como la combinación del peligro y la vulnerabilidad, un sistema es más vulnerable en la medida en que esté expuesto a un peligro (Figura 1).

## Figura 1. Estructura del riesgo bajo cambio climático.

Fuente: CEPAL (2000).



### 1.1.2 Clasificación de Riesgos según CENAPRED

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2012) los riesgos se clasifican en: (Figura 2).

#### Figura 2. Clasificación de Riesgos



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2012)

A continuación, se describe cada tipo de riesgo.

- **Riesgos geológicos.** Fenómenos que tienen como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre, que tienen su origen en la dinámica interna y externa de las tres capas concéntricas de la tierra que se conocen como el núcleo, manto y corteza, las cuales se registran en distintas formas de liberación de energía. A esta

categoría pertenecen los sismos, vulcanismo, terremotos, maremotos, deslizamiento de laderas, desprendimiento de rocas y flujos de lodo, fallamiento, agrietamiento y hundimiento.

- Riesgos hidrometeorológicos. Fenómenos que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico, como son la lluvia, nieve, granizo, niebla, huracán, inundaciones, helada, sequía, entre otros.
- Riesgos químico- tecnológico. Fenómenos que se generan de las actividades humanas. Debido al gran crecimiento poblacional a través del desarrollo tecnológico aplicado a la industria utilizando principalmente sustancias químicas en su mayoría materiales volátiles e inflamables los cuáles provocan incendios, explosiones, fugas, y derrames de sustancias químicas.
- Riesgos sanitario-ecológicos. Fenómenos que se generan por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos.
- Riesgos socio-organizativos. Fenómenos que se generan con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población, tales como: demostraciones de inconformidad social, concentración masiva de población.
- Riesgos del espacio exterior. Fenómenos que se generan por procesos o propiedades a los que están sometidos los objetos del espacio exterior incluidos estrellas, planetas, cometas y meteoros. Algunos de estos fenómenos interactúan con la tierra.

### 1.1.3 Tipos de riesgos hidrometeorológicos

De acuerdo con CENAPRED (2012) los tipos de riesgos son: ciclones tropicales, huracanes, heladas, tormentas de granizo, tormentas de nieve, sequías, frente frío e inundaciones a continuación se describe cada uno de ellos:

- **Ciclones tropicales.** Consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión.
- **Huracán.** Perturbación atmosférica que se forma en el mar durante la estación cálida, entre mayo y noviembre con temperaturas de más de 26° C, consiste en una gran masa de aire, con vientos fuertes que giran en forma de remolino y que transportan una gran cantidad de humedad, generando altas precipitaciones pluviales y destrucción a su paso.
- **Heladas.** Es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva.
- **Tormentas de granizo.** El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes.
- **Tormentas de nieve.** Las nubes se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido.
- **Sequías.** Fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades económicas o humanas.

- Frente frío. Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características físicas: presión, humedad, densidad, temperatura, viento y energía potencial, es decir, es una superficie de discontinuidad en las propiedades del aire, que separa dos masas de aire de distinta naturaleza, donde tienen lugar los fenómenos más importantes del tiempo.
- Inundaciones. Ocasionadas según su origen, en pluviales presentándose por acumulación de lluvia de precipitación, granizo o nieve sobre terrenos planos o de insuficiente drenaje. En fluviales o lacustre originadas por desbordamiento o ruptura de contenedores como son presas, lagos, ríos.

## **1.2 Gestión Integral de Riesgos**

La Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (GIRD) es un proceso social y político, sistemático y continuo, a través del cual se busca controlar los procesos de creación o construcción de riesgo o disminuir el riesgo existente con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre, con la intención de fortalecer los procesos de desarrollo sostenible y la seguridad integral de la población (Orozco y otros, 2011).

La *Ley General de Protección Civil* (2012) establece que la Gestión Integral del Riesgo es el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad.

La Coordinación Nacional de Protección Civil (2012) define que la gestión integral de riesgos se refiere al proceso de planificación, participación, intervención toma de decisiones y políticas de desarrollo sustentable orientado a:

- Conocer las causas de fondo que genera el riesgo.
- La reducción, previsión y control permanente del riesgo de desastres.
- Revertir el proceso de construcción social de los riesgos.
- Fortalecer las capacidades de resiliencia de gobierno y sociedad.

Asimismo, la gestión integral de riesgos reconoce que los riesgos no son producto de las manifestaciones de la naturaleza o de las amenazas tecnológicas, sino producto de procesos, decisiones y acciones que derivan de los modelos de crecimiento económico, de los modelos de desarrollo o de transformación de la sociedad y expuesto a factores institucionales, culturales, sociales, políticos.

La Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), hace referencia a los marcos legales, institucionales y políticos y a los mecanismos administrativos y procedimientos relacionados con la gestión de riesgos (ex ante) y desastres (ex post), por lo tanto, incluye también elementos de manejo de emergencias (FAO, 2009).

La GRD es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales, con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

Durante muchos años el concepto tradicional de administración y manejo de los desastres se centraba en la ocurrencia del desastre en sí, siguiendo una secuencia cíclica de etapas denominada el ciclo de los desastres. Este ciclo consideraba la planificación de actividades para la prevención, mitigación, preparación, alerta, respuesta, rehabilitación y reconstrucción, que a su vez se ejecutaban acorde a tres fases claramente definidas: antes,

durante y después de la manifestación del evento adverso. El concepto actual de gestión del riesgo de desastre tiene una concepción más dinámica, integral y proactiva. Une un conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas para intervenir eficientemente sobre las condiciones de vulnerabilidad de un grupo social o de varios grupos sociales que pueden interactuar entre sí, transformando el tradicional ciclo de los desastres en procesos que incorporan todas las etapas del riesgo para prevenirlo, anticipando la ocurrencia o manifestación del desastre (UNESCO 2011).

### **1.3 Costos**

La definición de costos es una parte fundamental en esta investigación, su análisis es a través del método inductivo ya que de los hechos se infiere el resultado, en este caso las inundaciones.

Sánchez (2009) dice que el costo es el valor sacrificado de unidades monetarias para adquirir bienes o servicios con el fin de obtener beneficios presentes o futuros, también se define como un recurso sacrificado o perdido para alcanzar un objetivo específico, se mide por lo general como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes y servicios.

Mientras que Bravo (2009) considera que el costo es la expresión en términos monetarios de las cuantías asignadas a la elaboración de un producto, a la prestación de un servicio, o los valores invertidos en las compras de productos con destino a su comercialización. Generan ingresos, se recuperan, pero no siempre utilidades.

Vázquez (2010) dice que el costo tiene dos acepciones básicas:

- La primera puede significar la suma de esfuerzos y recursos que se han invertido para producir algo.
- La segunda se refiere a lo que se sacrifica o se desplaza en lugar de la cosa elegida, en este caso el costo de una cosa equivale a lo que se desplaza en lugar de la cosa

elegida, en este caso el costo de una cosa equivale a lo que se renuncia o sacrifica con el objeto de obtenerla.

El primer concepto expresa los factores técnicos e intelectuales de la producción o elaboración y el segundo manifiesta las consecuencias obtenidas por la alternativa elegida.

Los costos representan erogaciones y cargos asociados clara y directamente con la adquisición o la producción de los bienes o la prestación de los servicios, de los cuales un ente económico obtendrá sus ingresos (Rojas, 2014).

Objetivos del cálculo de costos según Wyngaard (2012):

- Determinar resultados y rentabilidad
- Medir la eficiencia en el uso de los recursos
- Detectar dónde comenzar a reducir costos
- Establecer una cantidad de referencia
- Brindar información para la toma de decisiones

Horngren (2007) hace una clasificación de los costos situándolos en directos e indirectos:

- *Directos*. Están relacionados con el objeto del costo en particular y pueden rastrearse de manera económicamente factible, es decir, efectiva en cuanto a costos se refiere. El término rastreo de costos se utiliza para describir la asignación de costos directos a un objeto del costo en particular.
- *Indirectos*. Se relacionan con un objeto del costo en particular, pero no pueden rastrearse a ese objeto de manera económicamente factible (Efectiva en cuanto a costos se refiere).

Aunque para Mazuelas (2014) los costos también se clasifican en directos en indirectos. Dice que los indirectos pueden tener una clasificación muy ambigua para describirlos de la siguiente manera:

*Costos directos.* Estos costos se asocian con el producto de una forma muy clara, sin necesidad de ningún tipo de reparto. Se producen cuando se establece un mecanismo de control para conocer con exactitud la cantidad de costo del servicio o sección. Dentro de estos, los más habituales son:

- *Materias primas.* Son los materiales que hemos consumido para fabricar el producto. Pueden extraerse directamente de la naturaleza o haber sido elaborados previamente por otra empresa.
- *Mano de Obra Directa (MOD):* son las personas relacionadas directamente con el producto debido a que se encargan de su elaboración. Las horas empleadas en el producto podemos medirlas a través de partes de trabajo o tarjetas de tiempos.

*Costos no directos.* Aunque la mayoría de los autores emplean de forma generalizada el concepto de “indirecto”, los costos no directos se pueden dividir en:

- *Costos semidirectos.* Son aquéllos que no pueden ser aplicados directamente a un producto, pero sí pueden llevarse directamente a un centro de costo.
- *Costos indirectos.* No son directos al producto ni tampoco al centro. Son comunes a dos o más productos o centros, por lo que debe elegir algún criterio de reparto.

Los *costos indirectos*, se clasifican en dos grandes grupos:

- *Costos Indirectos de Producción (CIP).* Son costos del producto necesarios para la producción tales como el coste de aprovisionamiento y fabricación. El caso típico es la Mano de Obra Indirecta (MOI), que consiste en que determinadas personas

elaboren varios productos o en distintas secciones de la empresa. Además, en la misma hay que incluir los tiempos perdidos o improductivos.

- *Costos Indirectos Generales (CIG)*. Son costos del período no necesarios para fabricar, tales como comerciales, administración y financieros (estos últimos los llevamos directamente a la cuenta de resultados financieros).

En la actualidad, debido a que los procesos de producción están más automatizados, los costos indirectos van adquiriendo mayor relevancia en detrimento de la MOD. Y no sólo eso, sino que en la práctica las materias primas de valor poco significativo se pueden tratar como costo indirecto para ahorrar lo que supondría para la empresa el estar llevando un control tan constante.

La estimación de costos es una parte fundamental de este trabajo, el cálculo de costos es una técnica que de acuerdo con varios autores se define como:

Costos estimados: su cálculo se basa en la experiencia de periodos anteriores porque se consideran condiciones económicas y operativas presentes y futuras. Este costo indica lo que “puede costar” un producto u operación en un periodo de costos (Román, 2005).

Costos estimados: es aquella técnica de valuación mediante la cual los costos se calculan sobre ciertas bases empíricas antes de producirse el artículo, o durante su transformación, que tiene por finalidad pronosticar el valor y cantidad de los elementos del costo de producción (Material directo, Obra de mano directa y Gastos Indirectos). El objetivo de la estimación es normalmente, conocer en forma aproximada cuál será el costo de producción del artículo, originalmente para efectos de cotizaciones a los clientes (Vázquez, 2010).

Costo estimado: El punto central de este tipo de estimación es conocer una valuación aproximada del costo, otra puede ser para ofrecer un panorama general de la valoración monetaria de la producción, tanto vendida como terminada y la de proceso, siendo así una herramienta de control interno. Sin embargo, no hay que olvidar que toda esta valoración se realiza con base en el conocimiento empírico, y obviamente los resultados no serán

iguales a los costos históricos, por lo que se deberán ajustar o modificar esos costos. En otros términos, el costo estimado es lo que verdaderamente cuesta hacer el producto, ya sea determinado el costo por operaciones o por periodos de tiempo; el costo estimado tiene como característica principal la predeterminación general y superficial sobre los costos más actuales (Sánchez, 2012).

#### **1.4 Inundaciones**

Las inundaciones afectan desde pueblos marginados y sin infraestructura, hasta ciudades con edificaciones planeadas y arquitectónicas con grandes avances tecnológicos. En países como China, Estados Unidos, Brasil y Guatemala las inundaciones originadas por el desborde de ríos en áreas ocupadas por asentamientos humanos son comunes y las consecuencias devastadoras (Vergara y otros, 2011).

México no está exento de tales acontecimientos y en los últimos años diversos estados del país han sufrido severos daños. En octubre de 2001, el huracán *Juliette* ocasionó lluvias atípicas en Sonora y pérdidas de 905.15 millones de pesos. En el 2005, el huracán *Stan* provocó el desbordamiento del río Coatán en Chiapas e inundó a los municipios de Tapachula y Motozintla, con un saldo de 100 mil personas afectadas. En octubre de 2008, 670 localidades del estado de Tabasco fueron declaradas zona de desastre y aproximadamente 1200 000 personas sufrieron pérdidas materiales y económicas.

Los casos anteriores demuestran que las consecuencias de las inundaciones tienen relación directa con las acciones humanas ejercidas sobre el medio que habitan, ya sea por sus actividades productivas, por la urbanización o la industrialización, y la cercanía de las poblaciones a los ríos y zonas propensas a inundarse. El problema de las inundaciones radica, en gran parte, en la planeación inadecuada y las circunstancias económicas que implican los asentamientos poblacionales en zonas susceptibles a la inundación (Vergara y otros, 2011).

Cavazos (2015) menciona que las inundaciones han sido de los eventos más destructivos en México y se posicionan en el segundo lugar de los desastres asociados con fenómenos naturales que causan el mayor número de muertes en el país. Se estima que representan una tercera parte de todas las declaratorias de desastre realizadas en México entre 1980-1999.

Entre 2000 y 2010, más del 80% de las pérdidas económicas por desastres asociados con fenómenos naturales en México fueron causadas por lluvias torrenciales de invierno y verano posicionando, hasta entonces, al 2010 como el año más costoso en la historia del país con una cifra récord de 92,372.4 millones de pesos en pérdidas (unos 7,463 millones de dólares americanos).

Sobre el término de inundación se pueden encontrar diversas definiciones. Sin embargo, como definición general, se puede indicar que una inundación se produce cuando una zona terrestre queda momentáneamente cubierta por agua. Ello se puede deber al almacenamiento de agua de lluvia por el escaso drenaje, a mareas de viento, o bien al desbordamiento de ríos y arroyos, principalmente (Cruickshank, 1974 citado en Díaz, 2015).

Las inundaciones se han ido produciendo a lo largo de toda la historia del hombre, pero se ha podido comprobar el grado de la probabilidad de que acontezca una inundación se ha incrementado en las últimas décadas debido fundamentalmente a la combinación de los factores siguientes (López, 2002 citado en Díaz, 2015).

- a) El acelerado crecimiento de la población, caracterizado por una concentración demográfica urbana que se ubica en los terrenos fácilmente inundables.
- b) El mal manejo de las cuencas altas de los ríos, lo cual se manifiesta en la deforestación, quema de bosques, incendios forestales, mal uso del suelo, construcciones de comunicaciones y trasportes inapropiados, etc. Todos estos

procesos han alterado los regímenes hidrológicos de los ríos, ocasionando hidrogramas de crecidas, que se caracterizan por un gran arrastre de sedimentos y caudales del estiaje cada vez más pequeños.

- c) Los eventos de las lluvias extremas, los cuales superan la capacidad de amortiguación de una cuenca, trayendo como consecuencia el desbordamiento del cauce.

Por otro lado, CENAPRED (2004) define las inundaciones como un evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o a la falla de alguna obra de infraestructura hidráulica, provoca un incremento de la superficie libre del agua en los ríos, lagos, lagunas o en el mar mismo, generando invasión o penetración del agua en sitios donde usualmente no la hay, provocando, generalmente, daños a la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

#### 1.4.2 Clasificación de las inundaciones.

En el cuadro 1 se presenta la clasificación de las inundaciones según CENAPRED (2004) de acuerdo a su origen, por falla de infraestructura hidráulica e inundaciones de acuerdo al tiempo de respuesta de la cuenca.

**Cuadro 1. Clasificación de las inundaciones**

	Inundaciones pluviales	<p>Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días.</p> <p>Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo, de la parte alta de la cuenca).</p>
--	------------------------	---

<i>Inundaciones de acuerdo a su origen</i>	Inundaciones fluviales	<p>Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.</p> <p>Este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada.</p>
	Inundaciones costeras	<p>Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.</p>
<i>Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica</i>	Diseño escaso	<p>Algunas causas de un diseño escaso son la falta de información hidrológica en la cuenca o de la climatología misma que afecta la región.</p>
	Mala operación	<p>Este caso se refiere, básicamente, a las presas con compuertas.</p>
Eventualmente, dichas obras pueden presentar fallas en su funcionamiento hidráulico debido a diferentes factores	Falta de mantenimiento o término de la vida útil de la obra	<p>Este puede ser el caso de muchas estructuras pequeñas, principalmente bordos de protección y algunas presas de principios del siglo pasado.</p>
<i>Inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca</i>	Inundaciones lentas	<p>Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno.</p>

	Inundaciones Súbitas	Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños.
--	----------------------	---

Fuente: Elaboración con base en CENAPRED, (2004).

### 1.4.3 Causas que provocan las inundaciones

Las principales causas de las inundaciones se pueden dividir en dos categorías naturales y artificiales (Chadee y otros, 2014).

Las causas naturales de las inundaciones son:

*Lluvia.* Los cambios observados en los patrones de precipitación incluyen lluvias torrenciales no sólo durante tormentas eléctricas, sino también el fenómeno observado recientemente de fuertes lluvias en exceso de corta duración que, sin embargo, abruman los sistemas de drenaje, por ejemplo, cursos de agua, desagües, canales. En la región del Caribe inundaciones repentinas pueden ocurrir dentro de 1 a 2 horas de fuertes lluvias en las pequeñas islas montañosas, debido a su tamaño y la inclinación de las pendientes. Los principales factores que contribuyen incluyen la frecuencia e intensidad de eventos de lluvias recientes y los niveles de saturación de suelos.

*Clima.* El clima influye en la relación entre la precipitación y la escorrentía. Durante la estación seca, menos de 1/3 de la precipitación anual se produce durante este período y el suelo se seca y aumenta sus potenciales de retención de agua (grietas y fisuras pueden ocurrir dependiendo del tipo de suelo). Durante la estación húmeda del suelo se satura las pocas semanas del inicio de las lluvias y la mayor parte de la precipitación fluye rápidamente sobre estos suelos saturados en los cursos de agua.

*Tormentas costeras.* A menudo conducen a la inundación de las costas bajas. La combinación de las mareas altas y las tormentas es probable que lleve cada vez más a la inundación de las comunidades costeras, dado el hecho de que el nivel del mar han aumentado en aproximadamente 19 centímetros (IPCC, 2013). El depósito de agua de mar y la acción de las olas de gran alcance pueden potencialmente destruir la infraestructura de la comunidad costera, contaminar los acuíferos costeros y dar lugar a la intrusión salina de las tierras agrícolas. En muy raras ocasiones se producen los tsunamis en la que grandes volúmenes de agua se desplazan en el océano por la acción de los terremotos o erupciones volcánicas marinas.

*Huracanes.* Los huracanes ocurren en varios tamaños y pueden variar desde varios cientos de metros a mil kilómetros de diámetro. Los huracanes se desarrollan en aguas cálidas tropicales y subtropicales siguen las pistas de temporada. Los huracanes comienzan en la temporada de junio y julio en el Golfo de México y el oeste del Caribe. Lo más significativo se produce durante las inundaciones en huracanes cuando se añaden cantidades considerables de precipitaciones al suelo ya saturado.

*La escorrentía de aguas pluviales urbanas.* La urbanización ha cambiado drásticamente los patrones de drenaje de las cuencas naturales aumentando el volumen y la velocidad de la escorrentía superficial. Muy a menudo el volumen de agua que está dentro de la capacidad de carga de los ríos antes de la urbanización, pero la escorrentía de las lluvias intensas no puede filtrarse a través del suelo debido a las estructuras construidas, y gran superficie cubierto con hormigón y asfalto. En estas circunstancias, el agua de lluvia rápidamente excede la capacidad de carga de los desagües, tuberías y sistemas de alcantarillado que genera torrentes, que los caminos de inundación, sótanos y centros de las ciudades.

Las causas artificiales según Chadee y otros (2014) se deben a:

*Deforestación.* La eliminación de la vegetación protectora de los lados de montañas y la erosión de la capa superior del suelo, que encuentran su camino en los cursos de agua y en el mar. Los flujos de lodo resultantes se mueven a un ritmo rápido y suelen ser más

destructivos que el agua de inundación estos deslizamientos de tierra destruyen las cosechas, inundan las calles, engullen y destruyen casas e infraestructura a lo largo de su camino debido a la velocidad del movimiento de la pared de barro y agua.

*Urbanización.* El rápido crecimiento de la población mundial y su necesidad de vivienda han dado lugar a cambios de uso de suelo. Esta expansión urbana ha obligado a los agricultores para avanzar a tierras no aptas, incluso laderas muy empinadas, la destrucción de la cubierta vegetal y cambiar drásticamente los sistemas hidrológicos. A medida que la demanda de viviendas aumenta poblaciones también se desplazan a zonas geográficas que son bajas y propensas a las inundaciones.

*Los canales y mantenimiento deficiente.* La construcción de grandes canales, los desagües de la caja y el desazolve de los principales cursos de agua es un importante gasto de capital anual necesaria para prevenir las inundaciones y para la gestión de las aguas residuales. Lamentablemente algunas de estas estructuras están mal construidas y mantenidas que conduce a su colapso durante las fuertes lluvias que conduce a las inundaciones.

De acuerdo con lo anterior, se deduce que las causas de las inundaciones tienen múltiples factores que ocasionan que el agua, por la ocupación de cauces por construcción reduce la posibilidad de ser drenada hacia otros lugares. En consecuencia, las aguas suben a un nivel más alto generando un mayor volumen en los tramos del río, lo que trae como consecuencia mayores desbordamientos, afectando principalmente a las personas que viven en lugares de muy alto riesgo.

#### **1.4.4 Impacto por inundaciones**

Las inundaciones son causantes de numerosas víctimas fatales y pérdidas económicas. Lopardo y Seoane (2000) citado en Vázquez (2013) señala que los desastres debido a las inundaciones suponen, aproximadamente, un tercio de las catástrofes naturales que se producen alrededor del mundo, al menos en cuanto a pérdidas económicas y además son la causa de al menos más de la mitad de las víctimas fatales.

Dentro de los daños económicos que causan las inundaciones también se incluyen los de tipo ambiental. Estos daños ambientales son consecuencia de impactos directos y/o indirectos. Los impactos directos son aquellos que afectan el patrimonio natural, ya que se produce la pérdida o alteración grave del mismo y ocurre inmediatamente después de los fenómenos hidrometeorológicos. Estos impactos perjudican la biodiversidad, los nichos ecológicos, los suelos y el agua. Los impactos indirectos aparecen luego de que los directos desaparecen y suelen provocar daños más severos (ONU, 1999).

Estos impactos indirectos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a. Pérdida en el valor de las funciones ambientales, especialmente de aquellos provenientes de los recursos naturales relacionados con la protección de las fuentes de agua y biodiversidad y el valor escénico y científico de los ecosistemas.
- b. Pérdida de la capacidad productiva de los ecosistemas naturales, especialmente la producción forestal hídrica, energética, medicinal y alimentaria.
- c. Disminución de la capacidad productiva agrícola de los suelos como consecuencia del aumento de la erosión y de la contaminación.
- d. Alteración de los hábitats de desarrollo de biodiversidad.
- e. Con las inundaciones se presenta la degradación de las cuencas hidrográficas a causa de la destrucción de la cubierta vegetal, la erosión de los suelos, las cárcavas y el azolvamiento, todo lo cual incrementa el desequilibrio provocado por las actividades antropogénicas.

### 1.4.5 Daños económicos por inundaciones

Es fundamental evaluar la efectividad de los proyectos diseñados para mitigar los efectos de estas inundaciones, además de determinar su viabilidad económica comparando los beneficios que producen, con los costos de las medidas de control y mitigación.

Estos costos han de incluir tanto los de construcción, como los de operación, mantenimiento y reparación. Estos análisis económicos de daños resultan de gran importancia para la gestión de riesgos y mitigar sus impactos negativos.

#### *Tipología de daños*

En los análisis de daños producidos por crecidas pueden diferenciarse cuatro tipos, (Estrada, 1996 citado en Vázquez, 2013)

1. Los *daños tangibles directos* hacen referencia a la pérdida producidas por el contacto físico con el agua. Se suelen valorar por medio de los costes de reposición, reparación o rehabilitación de los bienes afectados.
2. Los *daños tangibles indirectos* incluyen el costo adicional por desvíos alrededor del área inundada, las pérdidas derivas de la interrupción de servicios y las perdidas en negocios, salarios, costos de limpieza después de la inundación, etc. También suelen incluir los incrementos de costes de tareas de previsión y alarma, las evacuaciones y los alojamientos temporales en zonas libres de peligro.
3. Los *daños intangibles* (directos e indirectos) incluyen en las pérdidas de vidas humanas, los perjuicios a la salud pública por contaminación de las aguas o proliferación de insectos, daños en sitios históricos y arqueológicos, etc.
4. Los *daños de incertidumbre* se refieren a la inseguridad que sufren los habitantes de una zona inundable respecto al momento y magnitud de la próxima crecida. Representan la diferencia entre el valor de los daños esperados y lo que estarían dispuestos a pagar los ocupantes de la zona para evitar unas pérdidas que son

altamente variables de unos a otros y que, en ocasiones, pueden alcanzar proporciones catastróficas.

## **1.5 Peligro**

El peligro forma parte del riesgo por lo que a continuación se reportan definiciones y tipos de peligro de acuerdo a diversos autores.

### *a) Definición de peligro*

La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto periodo de tiempo (Spencer, 1990).

La *Ley General de Protección Civil* (2014) define al peligro como:

Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.

De acuerdo con Burton y Keates (1964) citado en Salazar y otros (2013), el peligro son todos aquellos elementos del ambiente físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas

ajenas a él. Con el tiempo el concepto de peligro se empezó a tomar de un modo más antrópico y se comenzó a hablar de:

- Peligro natural: cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza.
- Peligro antrópico: cuando el fenómeno que produce la pérdida tiene su origen en acciones humanas.
- Peligro ambiental: cuando el evento que causa el perjuicio tiene causas combinadas, es decir naturales y/o antrópicas.

#### *b) Evaluación del peligro o amenaza*

Se han desarrollado hasta el presente cuatro tipos de evaluaciones, en donde el concepto básico es que “el pasado es la clave para entender el futuro”: Soldano (2009) citado en Vázquez (2013).

1. *Análisis histórico*: El mapeo de eventos históricos permite determinar periodos de retorno y magnitud de los mismos.
2. *Análisis heurístico*: La susceptibilidad (mayor o menor predisposición) del territorio ante un tipo particular de amenazas es determinado por un especialista (en esa amenaza) basado en su experiencia (determinara los criterios y su ponderación).
3. *Análisis estadístico*: Determina las condiciones bajo las cuales ocurrieron los eventos generadores de amenazas en base a relaciones estadísticas de los datos de los mismos.
4. *Análisis determinístico*: Se simulan los eventos utilizando modelos matemático basados en los fenómenos involucrados.

## **1.6 Vulnerabilidad**

El concepto de vulnerabilidad tiene diferentes significados desde el punto de varios autores. Uno de los objetivos de este apartado es revisar algunos de los desarrollos teóricos y aplicaciones prácticas del enfoque de vulnerabilidad en los que éste aparece vinculado a cuestiones medioambientales.

### **1.6.1 Conceptos de vulnerabilidad**

Por ejemplo, muchos autores manejan diferentes significados de vulnerabilidad como: un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o a ser susceptible de sufrir una pérdida Cardona (1993).

Busso (1999) dice que la noción de vulnerabilidad es entendida como un proceso multidimensional que confluye en el riesgo o probabilidad del individuo, hogar o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencia de situaciones externas y/o internas.

Muchos asentamientos humanos se encuentran ubicados en zonas no aptas para el desarrollo urbano, lo que contribuye al deterioro del medio natural, así como al detrimento paulatino de la calidad de vida de sus habitantes. Esto genera condiciones de vulnerabilidad frente a fenómenos naturales, mismos que tienden a aumentar en los sectores más desfavorecidos de la sociedad (Fernández, 1997 y Delgadillo, 2001).

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) por sus siglas en inglés) define a la vulnerabilidad como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente, la vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

La vulnerabilidad es un concepto multidimensional que incluye exposición, (el grado al cual un grupo humano o ecosistema entra en contacto con un riesgo particular); sensibilidad (el grado al cual una unidad de exposición es afectada por la exposición) y resiliencia

(capacidad para resistir o recuperarse del daño asociado con la convergencia de presiones múltiples); (Clark y otros, 2000).

Según Vargas (2001), la vulnerabilidad es la propensión interna de un ecosistema o de algunos de sus componentes a sufrir daño ante la presencia de una determinada fuerza o energía potencialmente destructiva.

La vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio (Wilches-Chaux, en Parés, 2001).

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2002), señala que la vulnerabilidad es el resultado de la exposición a riesgos, aunado a la incapacidad para enfrentarlos y la inhabilidad para adaptarse activamente.

Wisner et al. (2004: 11) define la vulnerabilidad como las características de una persona o grupo y su situación que influyen en su capacidad para anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse del impacto de un peligro natural.

Para Adger (2006) el concepto de vulnerabilidad ha sido una poderosa herramienta analítica para la descripción de los estados de la susceptibilidad a los daños, la impotencia y la marginalidad de los sistemas físicos y sociales, y para guiar el análisis normativo de las acciones para mejorar el bienestar a través de la reducción del riesgo. En todas las formulaciones, los parámetros clave de la vulnerabilidad son el estrés al que está expuesto un sistema, su sensibilidad y capacidad de adaptación.

La vulnerabilidad se define como una función inversa de la capacidad de los individuos, grupos, hogares y comunidades de prever, resistir, enfrentar y recuperarse del impacto o efecto de eventos que implican una pérdida de activos materiales e inmateriales (Lampis, 2010).

Gounass (2015) define la vulnerabilidad como la capacidad de ser herido o el potencial de pérdida.

### **1.6.2 Tipos de vulnerabilidad**

De acuerdo con Lavell (1993) citado por Salinas (2003), existen distintos tipos de vulnerabilidad que en conjunto influyen en la concreción de diversos componentes como son:

1. *Vulnerabilidad física.* Se refiere a la localización de una determinada población en zonas de alto riesgo; aspecto dado en muchos de los casos por vulnerabilidad económica y por falta de opciones para una ubicación menos riesgosa, así como también por la conveniencia de permanecer en dicho lugar.
2. *Vulnerabilidad económica.* En la mayoría de los casos la pobreza es uno de los factores que incrementan el riesgo de desastre convirtiéndola así en el eje más significativo de la vulnerabilidad global. La forma en cómo se construyen las viviendas, tanto en diseño como en los materiales empleados para su construcción depende del nivel de ingresos de una familia.
3. *Vulnerabilidad social.* Esta tiene que ver con la forma en cómo se organiza la sociedad internamente para hacer frente a una situación de desastre, tanto para prevenirlos como para mitigarlos.
4. *Vulnerabilidad política.* Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que le afectan; esto es, cuanto mayor sea esa autonomía, menor será la vulnerabilidad política de la localidad.
5. *Vulnerabilidad técnica.* Referente a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.
6. *Vulnerabilidad ideológica.* Tiene que ver con la concepción que cada persona tiene del lugar donde vive. Visto también desde la percepción del riesgo. Es decir, se

refiere a la forma en cómo los hombres conciben el mundo y el medio ambiente que habitan y con el cual interactúan.

7. *Vulnerabilidad cultural*. Expresada en la forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como un conjunto nacional. En términos generales, se relaciona con los conocimientos del espacio que nos rodea.
8. *Vulnerabilidad educativa*. Referida al grado de preparación que recibe la población sobre formas adecuadas de comportamiento individual, familiar o comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de un fenómeno.
9. *Vulnerabilidad ecológica*. Relacionada con la forma, los modelos de desarrollo no se fundamentan en “la convivencia, sino en la dominación por destrucción de las reservas del ambiente, a unos ecosistemas por una parte altamente vulnerables, incapaces de autoajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan (Wilches-Chaux, 1993).
10. *Vulnerabilidad institucional*. Relacionada con la obsolescencia de las leyes establecidas por decisiones políticas, donde dominan los criterios personalistas que impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

En suma, todos estos componentes de la vulnerabilidad global condicionan la aparición de un desastre en un momento y lugar determinado; pues no se debe olvidar que el fenómeno natural puede transformarse en desastre natural sólo cuando hay condiciones de vulnerabilidad que permitan su aparición.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2012) la vulnerabilidad se clasifica en vulnerabilidad física y social:

*Vulnerabilidad física*. Se refiere a la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, Se expresa como una probabilidad de

daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno. Cero implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo, y uno,

*Vulnerabilidad social.* Puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas. Una población que cuenta con una organización y preparación para responder de manera adecuada ante la inminencia de una erupción volcánica o de la llegada de un huracán, por ejemplo, mediante sistemas de alerta y planes operativos de evacuación, presenta menor vulnerabilidad que otra que no está preparada de esa forma.

### **1.6.2.1 Vulnerabilidad Social**

La vulnerabilidad social definida como aquellos factores críticos que ponen a la población en riesgo de shock o stress y la posibilidad de hacer frente a dichas crisis con el riesgo ambiental (Chambers, 1995).

Minujin, (1999) señala que la vulnerabilidad social es una noción, que permite analizar la complejidad dinámica de situaciones de pobreza, en particular aquéllas derivadas de los programas neoliberales de reforma y de ajuste estructural aplicados intensamente durante la década de los noventa.

Por vulnerabilidad social se entiende la incapacidad de una persona o de un hogar por aprovechar las oportunidades disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar e impedir su deterioro (Katzman, 1999).

La vulnerabilidad social es entendida como una configuración particular, negativa, resultante de la intersección de dos conjuntos; uno, definido a nivel macro relativo a la

estructura de oportunidades y otro definido a nivel micro, referido a los activos de los actores. Simplificando los términos, es posible afirmar que la diferencia entre estos dos conjuntos radica en el hecho de que los individuos directamente no controlan o no pueden incidir en los patrones más generales de la estructura de oportunidades mientras el segundo conjunto, relativo a los activos, depende de los individuos (Carlos H. Filgueira CIESU, (2001).

La vulnerabilidad social de sujetos y colectivos de población se expresa de varias formas, ya sea como fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno, como desamparo institucional desde el Estado que no contribuye a fortalecer ni cuida sistemáticamente de sus ciudadanos; como debilidad interna para afrontar concretamente los cambios necesarios del individuo u hogar para aprovechar el conjunto de oportunidades que se le presenta; como inseguridad, permanente que paraliza, incapacita y desmotiva la posibilidad de pensar estrategias y actuar a futuro para lograr mejores niveles de bienestar (Busso, 2001).

La vulnerabilidad social puede tener varias formas: puede ser el estado del sistema antes del evento, y la probabilidad de resultados en términos de pérdidas económicas y de vidas perdidas, también puede ser la falta de capacidades o debilidades para enfrentar y recuperarse rápidamente cuando los desastres (Gounass, 2015:416).

**CAPÍTULO 2**

**MARCO DE REFERENCIA,  
JURÍDICO – NORMATIVO DE LA  
VULNERABILIDAD E  
INUNDACIONES**

## **2.1 Casos de estudio**

Toda investigación debe realizarse dentro de un marco de referencia o conocimiento previo, es decir, es necesario ubicar esta investigación en casos y teorías similares para entender mejor los diferentes enfoques que se les ha dado a las inundaciones a través del tiempo y contextos, precisando las diferentes concepciones relevantes de cada estudio.

Por ello, se hizo una revisión de diferentes casos tanto a nivel internacional como nacional, para hacer una comparación de métodos y resultados, encontrando los siguientes casos:

### **2.1.1 Casos de estudio a nivel internacional**

Para conocer la situación de las inundaciones a nivel mundial es necesario hacer una revisión de los casos que se han presentado, en este apartado se muestran algunos estudios realizados a nivel internacional.

Ousmane y otros (2015) llevaron a cabo una investigación para evaluar la vulnerabilidad social ante inundaciones en el Distrito de Medina Gounass Dakar, Senegal, lo rescatable de este trabajo es el método utilizado, denominado “Método para la mejora de la evaluación de la vulnerabilidad” por sus siglas en inglés *MOVE*.

El cual contempla tres componentes I) Exposición, II) Susceptibilidad, III) Falta de capacidad de recuperación (LoR); de los cuales se obtienen tres indicadores: a) Tamaño de la vivienda (SUS), b) Población menor a cuatro años, c) Distancia del hospital más cercano (LoR), dicho método también incluye la manipulación de software Arc Gis para la determinación de vulnerabilidad.

A través de los cálculos realizados se determinó que el Distrito de Medina Gounass es muy susceptible a inundaciones, hecho que no se encuentra únicamente relacionado con las condiciones climáticas, sino que es una combinación de varios factores, aunque las precipitaciones extremas son una de las manifestaciones del cambio climático.

Desafortunadamente las inundaciones son una mezcla de agua de lluvia y aguas residuales, además del drenaje de agua que obstruyen las actividades de las personas y se convierten en una amenaza para la seguridad humana en general: las encuestas realizadas muestran que la mayoría de los habitantes carecen de un salario digno, lo que trae como consecuencia limitaciones además de la carencia de un plan de equipamiento en caso de contingencias.

En este trabajo, el índice de vulnerabilidad social a las inundaciones se limitó a unos pocos indicadores, la razón de esta restricción es debido a la ausencia y la falta de datos precisos para tener un índice más compuesto. Sin embargo, el tamaño del hogar para medir la exposición, la población menor de cuatro años de edad para medir la susceptibilidad y la distancia desde el centro de salud más cercano para medir la falta de capacidad de resistencia parecen ser pertinentes al evaluar la vulnerabilidad de la comunidad ante inundaciones.

Como resultado, las inundaciones en el Distrito de Medina Gounass a través de este estudio muestran que los habitantes se encuentran en una situación difícil y es una amenaza real para la seguridad humana.

El segundo caso de estudio realizado por You y Zhang (2015) denominado “Evaluación de la vulnerabilidad social ante las inundaciones en la cuenca del río Huaihe: una metodología basada en la teoría de la catástrofe” en China.

En este trabajo, la cuenca del río Huaihe fue tomada como objeto de estudio, se creó el sistema de índice de vulnerabilidad social basado en el modelo ante peligro propuesto por Cutter y la teoría del ciclo de gestión de emergencias. Utilizando el método de análisis de sensibilización, los índices de evaluación fueron elegidos del método original para una mayor exactitud. El método de progresión de la catástrofe tiene una fuerte estabilidad que se puede utilizar en la evaluación de la vulnerabilidad social ante las inundaciones en la cuenca del río Huaihe.

Durante esta investigación, se encontraron dificultades para la investigación cuantitativa de los Índices de Vulnerabilidad Social como la superposición de información en los índices originales. El análisis de sensibilidad del IVS ha sido la base de la investigación cuantitativa de la vulnerabilidad social actual. En este trabajo, se utilizó el método de componentes principales a través del software SPSS 19.0 que se utilizó para la normalización z de los datos originales.

El sistema consta de 10 índices, que cubren una gran cantidad de factores que provocan las inundaciones, tales como la distribución por edades de la población, nivel de educación, el desarrollo económico regional, los instrumentos de cobertura de inundación etc. Éstos reflejan con mayor detalle la vulnerabilidad social en la cuenca del río Huaihe.

La teoría de la catástrofe por el método de análisis de mutaciones permite combinar diferentes componentes y, a su vez, variables, lo que da como resultado la determinación de la vulnerabilidad en tres importantes sectores, económico, poblacional y ante inundaciones; dando como resultando Fuyang como la ciudad más vulnerable, la ciudad de Suzhou y la ciudad de Huaibei son la segunda y la tercera más vulnerables. Mientras que la combinación de índices determinó una amplia vulnerabilidad en la ciudad de Zhengzhou, en tanto que la ciudad de Jining y la ciudad de Huainan tienen los índices más bajos.

Los resultados demuestran que la vulnerabilidad se manifiesta como un fenómeno regional basado en el lugar, lo cual es de gran importancia para revelar las características de vulnerabilidad social, así como integrar la reducción de desastres regionales y la prevención.

### **2.1.2 Casos de estudio a nivel nacional**

México, por su ubicación geográfica, está propenso a inundaciones por lo que se han realizado diversos análisis con diferentes enfoques, algunos de ellos se muestran a continuación:

Nalini y otros (2013) realizaron un estudio sobre indicadores de vulnerabilidad social en comunidades pesqueras en el Norte del Golfo de California, México. El propósito fue incorporar medidas de capacidad social y económica de adaptación, se utilizaron índices de composición de la población, la pobreza, características de la vivienda, la estructura laboral, desorganización personal, y la falta de organización de las actividades pesqueras. Para obtener los índices, en primer lugar, se seleccionaron componentes con variables. Fue necesario el uso de múltiples variables por cada índice para cubrir todos los aspectos contemplados, manteniendo su unidimensionalidad. Las variables seleccionadas reflejan condiciones de la comunidad, que a su vez representan los puntos de interés del estudio, y que presentaron el mayor índice de correlación en el método  $r$  de Pearson.

Los cinco componentes y sus variables utilizados en este estudio son:

- Sensibilidad
  - Número de especies objetivo
  - Número de pescadores por cada 100 habitantes
  - Número de botes registrados por cada 100 habitantes
  - Número de permisos pesqueros por cada 100 habitantes
  - Índice de infraestructura pesquera
- Exposición
- Capacidad adaptativa
  - Índice de composición poblacional

- Índice de pobreza
- Índice de características de la vivienda
- Índice de estructura laboral
- Índice de interrupciones personales
- Índice de interrupciones en las actividades pesqueras
- Capacidad adaptativa y vulnerabilidad acumulada
- Evaluación etnográfica

Con el estudio y estandarización de estas variables, la vulnerabilidad de los sistemas socioecológicos marinos en el norte del Golfo de California resultó ser alta por al menos cuatro razones:

1. La pesca en su mayoría es realizada por pescadores artesanales, que pueden no tener la oportunidad ni el capital para invertir en actividades alternativas.
2. En segundo lugar, los softwares de predicción de modelos terrestres muestran que el Golfo de California se verá afectado por el calentamiento del océano; mientras que hay muchas especies adaptadas a las temperaturas extremas del Golfo, condiciones futuras podrían empujarlos por encima de sus límites de tolerancia, provocando su extinción.
3. En tercer lugar, la variabilidad ambiental en el Golfo está dominada por la interacción de los eventos interanuales y decadales (Por ejemplo, El Niño-Oscilación del Sur y la Oscilación Decadal del Pacífico). Los cambios en la frecuencia y gravedad de estos fenómenos podrían conducir a cambios en la temperatura del mar y la precipitación, lo que podría alterar la estructura y función del ecosistema marino.
4. En cuarto lugar, la pesca artesanal en el norte del Golfo depende en gran medida de los organismos que contienen carbonato cálcico que puede reducir la acidificación del océano.

En conclusión este análisis permitirá a los tomadores de decisiones la visualización de los recursos a través de indicadores de vulnerabilidad y capacidad de adaptación, que son de

particular importancia en la asignación de los recursos del gobierno. Este estudio también es complejo, adicional al trabajo de campo se deben evaluar los costos del impacto antropogénico a diferentes escalas (es decir, hogar, comunidad y niveles sectoriales) para diseñar y aplicar estrategias de adaptación y mitigación.

El segundo trabajo realizado por Saavedra (2010) “Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas” tiene por objetivo construir un índice que permita asignar niveles de vulnerabilidad de la población que reside en las áreas susceptibles de inundaciones y en las áreas con inestabilidad de laderas en las cuencas hidrográficas con la finalidad de apoyar el diseño y mejoramiento de la política ambiental.

Se contemplaron cinco dimensiones cada uno abarca un indicador y dentro de éste se ubica la variable:

1. Económica:
  - a. Ingresos
    - i. Ingreso per cápita
2. Social
  - a. Composición demográfica
    - i. Cantidad de población expuesta
    - ii. Dependencia infancia y vejez
  - b. Nivel de escolaridad
    - i. Población sin primaria
    - ii. Población analfabeta
  - c. Acceso a la salud
    - i. Población derechohabiente
3. Conectividad
  - a. Comunicaciones
    - i. Medios existentes en la vivienda: Tv, radio, teléfono

#### 4. Físicas

- a. Condiciones materiales de la vivienda
  - i. Materiales predominantes en la vivienda
  - ii. Conexión a servicios públicos: agua, drenaje

Para la obtención del Índice de Vulnerabilidad de la población que reside en áreas susceptibles de inundación o con inestabilidad de laderas se utilizó el método de Componentes Principales. Posteriormente, se diferenciaron tres grados de vulnerabilidad: elevada, moderada y escasa, se utilizó el método de estratificación de Dalenius y Hodges, que permitió minimizar la varianza del estimador.

Llama la atención que un cuarto de la población mexicana esté en una situación de peligro relativo puesto que reside en áreas susceptibles de inundación en poco más de 24 mil localidades (12.1% del total de localidades del país). De las localidades de tres y más viviendas situadas en áreas de inundación (9,241 localidades) el 96.7% son menores de 5 mil habitantes, donde reside el 15.6% de la población en riesgo de inundación; en otras 264 localidades de 5 mil a menos de 15 mil habitantes reside 18.6% de la población, y en 35 localidades mayores de 100 mil habitantes habita el 65.8% de la población en riesgo de inundación.

Si bien toda la población residente en áreas susceptibles de inundación o de deslizamientos de tierra se encuentra en riesgo por residir en zonas expuestas a tales peligros, no toda tiene la misma vulnerabilidad (capacidad de resistencia, recuperación, prevención, etcétera) si ocurren dichos eventos, puesto que su situación económica y social es diferente. Es necesario tener en cuenta que en solo diez cuencas hidrográficas (río Balsas, Lerma Chapala, río Cazones, Estero La Inicial, río Yaqui, río Nazas, río Jamapa, río Sonora, río Bravo y cuenca de México) residen 15.8 millones de personas en áreas susceptibles de inundación (65.8% de la población en esta situación).

En conclusión, y de acuerdo a los resultados obtenidos, la población residente en áreas susceptibles de inundaciones (alrededor de 24 millones) es muy numerosa y vive en ciudades donde prevalecen condiciones materiales que implican una escasa vulnerabilidad, según el índice construido para tal efecto; sin embargo, debiera ser priorizada en cuanto a su elevado número, especialmente la que reside en la zona funcional baja de la cuenca de México. Situación similar ocurre en las zonas funcionales bajas de las cuencas de río Bravo, río Jamada, río Nazas y río Yaqui, así como en la zona funcional media de la cuenca del río Sonora.

En las cuencas mencionadas anteriormente debieran realizarse labores preventivas ligadas al control de las aguas y a la restauración de las partes altas de las cuencas, dada la imposibilidad de plantear que la población residente pueda cambiar de lugar, en tanto se trata de ciudades con colonias y barrios relativamente consolidados.

### **2.1.3 Casos de estudio a nivel local**

En el Estado de México también se han llevado a cabo diferentes análisis sobre riesgos naturales mismos que han servido como referencia para el presente estudio.

Toscana (2010) realizó un estudio que lleva por nombre “Protección civil, población, vulnerabilidad y riesgo en Santiago Miltepec, Toluca” para evaluar la relación entre los diferentes niveles de gobiernos y su actuar ante “pequeños desastres” provocados por fenómenos naturales. Se tomó como punto de partida el evento ocurrido el 30 de junio de 2006 en la delegación Santiago Miltepec de la ciudad de Toluca, Estado de México, en el que durante una intensa precipitación pluvial, grandes bloques de roca se desprendieron de las laderas del cerro El Barrigón y rodaron hasta el piedemonte del cerro afectando algunas de las viviendas ahí construidas. Este caso, como otros similares, se observa el distanciamiento que existe entre la población y el Sistema Nacional de Protección Civil en sus diferentes niveles organizativos, así como el distanciamiento entre las diferentes

instancias gubernamentales que inciden en la organización del territorio y en la prevención de desastres.

Hay una amplia variedad de formas de estudiar la vulnerabilidad, pero para fines de esta investigación, es necesario exponer algunos trabajos en los que se asocia la vulnerabilidad de la población con el rol que juegan las instituciones del Estado en la regulación del suelo y en la prevención y mitigación de riesgos. En la madrugada del 30 de junio de 2006, tras una intensa precipitación rocas de más de 2 m de diámetro y diez toneladas de peso aproximado, se desprendieron de los escarpes del cerro y rodaron hasta chocar con varias casas; tres de ellas sufrieron daños irreparables en el techo, paredes y cancelería, y tuvieron que ser abandonadas por las familias que ahí vivían. Si bien los daños registrados el 30 de junio de 2006 fueron limitados, no por ello se deben minimizar, ya que los daños sufridos se tornan graves para quienes los experimentan, porque la vivienda no sólo es un bien material, sino también simbólico.

Fue hasta julio de 2007, poco más de un año después del evento, que se dio por “solucionado” el problema de caída de rocas del cerro El Barrigón cuando se “anclaron” con cemento las rocas que parecía que estaban por caer. Cabe mencionar que esta solución emergió de los vecinos, quienes, al no ver ninguna respuesta pronta de las autoridades, se organizaron para contratar un maestro de obras que “atracara” las rocas; para ello cada familia fue aportando 80 pesos al mes hasta que se juntó la cantidad suficiente para pagarle al maestro. Finalmente, la Dirección General de Desarrollo Urbano y Obras Públicas aportó el material, y la Unidad Municipal de Protección Civil contribuyó señalando las rocas que debían ser “atracadas”.

Si bien a lo largo de los años de existencia de protección civil ha tenido algunos logros, muestra todavía deficiencias considerables. En este caso, las deficiencias se desprenden del distanciamiento entre las autoridades de protección civil, otras instituciones estatales y la población. El distanciamiento intergubernamental puede explicarse de varias maneras. En

este caso, se observa que la forma en que operan las instituciones gubernamentales municipales no consigue reducir la vulnerabilidad ni mitigar el riesgo de la población. Si bien el municipio tiene la facultad para hacerlo, carece de voluntad política para lograrlo. Aunque, desde luego los factores que inciden en los procesos de riesgo-desastres son múltiples, no se reducen a la actuación de las autoridades y acciones gubernamentales, éstas constituyen un elemento importante susceptible de mejorar, motivo por el cual se analizaron en esta investigación.

Por su parte, Díaz (2015) hizo una cuantificación de daños tangibles directos e indirectos en la localidad de San Andrés Cuexcontitlán ante inundaciones, realizando primero una recopilación bibliográfica para conocer más sobre el fenómeno, después elaboró un marco jurídico para conocer todas las bases legales referidas a inundaciones y daños, tales como la *Ley General de Protección Civil*, tanto a nivel nacional como estatal y finalmente municipal, seguida de la caracterización natural del municipio para finalmente ubicar las áreas inundables aplicando una ecuación de la familia de curvas de daños para cada Ageb's y según su tipo de marginación.

Para la estimación de daños económicos, en este trabajo se inició con la recopilación de la siguiente información:

- Zonas inundables
- Características socioeconómicas de la población que se asientan en zonas inundables
- Valor unitario de las construcciones
- Información sobre los bienes existentes en las viviendas
- Información correspondiente a la altura que puede alcanzar la lámina de agua

Después del estudio de las características de la comunidad, se aplicaron las curvas de daño que establece Baró (2012) donde además se proponen cinco grados de marginación a) Bajo, b) Muy bajo, c) Medio, d) Alto y e) Muy alto. Que a través de visitas de campo e identificación se determinó que en la localidad de San Andrés Cuexcontitlán la población

es de bajos recursos ya que el estudio arrojó que ésta población se encuentra en grados de marginación de alto a muy alto; por lo tanto, sus viviendas y bienes son de muy baja calidad y las afectaciones por inundación son muy importantes desde el punto de vista social y de calidad de vida.

Una vez aplicadas las ecuaciones de las curvas de daños económicos en San Andrés Cuexcontitlán tanto en zonas agrícolas como habitacionales se obtuvieron los siguientes resultados: el daño total económico producido en el área inundable es de \$1 millón 783 mil 622.82 pesos mexicanos, de los cuales sólo \$31 mil 899.27 pesos pertenecen a los daños tangibles en zonas agrícolas.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que las autoridades del municipio de Toluca y San Andrés Cuexcontitlán deberían contar con varios elementos y datos económicos sobre las pérdidas que se producen en sus tierras de cultivo y viviendas por efectos de inundaciones que les permita realizar un análisis económico y tomar decisiones racionales y viables ante el fenómeno de las inundaciones cuyos efectos no se pueden detener, pero sí aminorar.

## 2.2 Marco Jurídico - Normativo

En este apartado se reportan las leyes a nivel federal, estatal y municipal tanto de prevención como protección en materia de riesgos y vulnerabilidad (Figura 3).

Estas leyes se aplican siempre y cuando exista algún riesgo para la población y el gobierno municipal esté en la total disposición para la aplicación y evaluación de las leyes tomando en cuenta el nivel socioeconómico de los habitantes (grado de marginación).

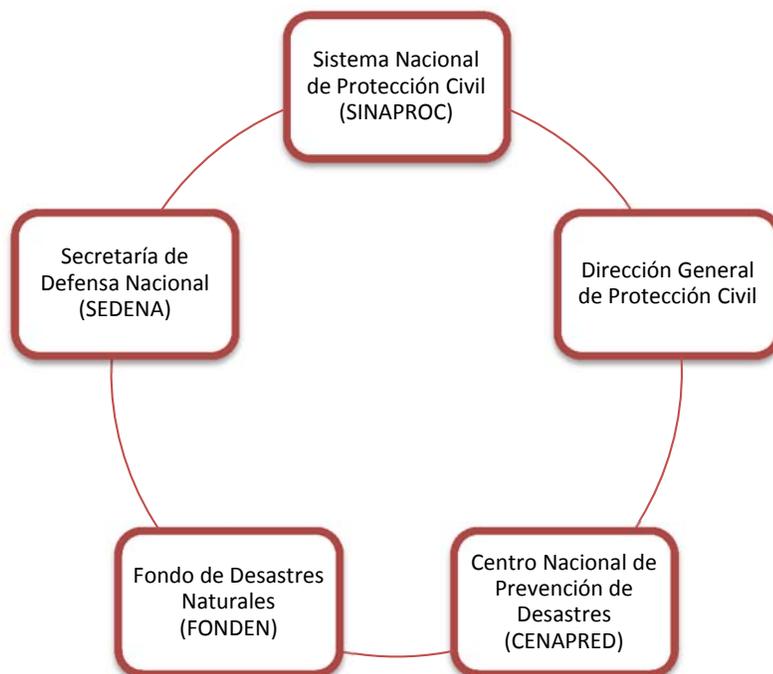
**Figura 3. Leyes y reglamentos a nivel federal, estatal y municipal**



Elaboración propia con base en la legislación vigente a nivel federal, estatal y municipal.

En el siguiente apartado se reportan las Instituciones encargadas de Protección Civil como se muestra en la (Figura 3).

**Figura 4. Instituciones encargadas de Protección Civil**



Fuente: Elaboración propia con base en la legislación vigente a nivel federal, estatal y municipal.

### **2.2.1 Nivel Federal**

En el siguiente apartado se reportan las siguientes leyes: *Ley General de Planeación*, *Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH)*, *Ley General de Población*, *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA)*, *Ley General de Cambio Climático*, *Ley General de Protección Civil*, *Ley de Aguas Nacionales*, *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales* y *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*.

a) *Ley General de Planeación*

Esta ley señala las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevara a cabo la planeación nacional del desarrollo y encauzar, en función de esta, las actividades de la administración pública federal; las bases de integración y funcionamiento del sistema nacional de planeación democrática; las bases para que el ejecutivo federal coordine sus actividades de planeación con las entidades federativas, conforme a la legislación aplicable; y las bases para promover y garantizar la participación democrática de los diversos grupos sociales así como de los pueblos y comunidades indígenas, a través de sus representantes y autoridades, en la elaboración del plan y los programas a que se refiere esta ley.

Artículo 2º” La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”.DOF06-05-[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59\\_060515.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_060515.pdf)

#### *b) Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH)*

Con el fin de cumplir con los postulados de los artículos 27 y 115 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, el Congreso de la Unión, con base en las facultades que le otorga la fracción XXIX-C, del artículo 73 del mismo precepto, ha reformado y adicionado en diversas ocasiones la *Ley General de Asentamientos Humanos*, siendo la última la publicada en el *Diario Oficial de la Federación*, el día 21 de julio de 1993.

Artículo 1º Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y tienen por objeto:

II. Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;

Artículo 3°. El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante:

I. La vinculación del desarrollo regional y urbano con el bienestar social de la población;

II. La distribución equilibrada y sustentable de los centros de población y las actividades económicas en el territorio nacional; DOF 24-01-2014

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/133.pdf>

*c) Ley General de Población*

Artículo 1o. Las disposiciones de esta Ley son de orden público y de observancia general en la República. Su objeto es regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su volumen, estructura, dinámica y distribución en el territorio nacional, con el fin de lograr que participe justa y equitativamente de los beneficios del desarrollo económico y social.

Artículo 3°. Para los fines de esta Ley, la Secretaría de Gobernación dictará y ejecutará o en su caso promoverá ante las dependencias competentes o entidades correspondientes, las medidas necesarias para:

XIII. Coordinar las actividades de las dependencias del sector público federal estatal y municipal, así como las de los organismos, privados para el auxilio de la población en las áreas en que se prevea u ocurra algún desastre; DOF 01-12-2015  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/140\\_011215.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/140_011215.pdf)

*d) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA)*

Esta ley reglamentaria de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* en materia preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al medio ambiente.

Artículo 14. Las dependencias y entidades de la Administración Pública se coordinarán con la Secretaría para la realización de las acciones conducentes, cuando exista peligro para el

equilibrio ecológico de alguna zona o región del país, como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, o por caso fortuito o fuerza mayor.

#### Sección IV. Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos

Artículo 23. Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios:

X. Las autoridades de la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en la esfera de su competencia, deberán de evitar los asentamientos humanos en zonas donde las poblaciones se expongan al riesgo de desastres por impactos adversos del cambio climático.

DOF

13-05-2016

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_130516.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf)

#### *e) Ley General de Cambio Climático*

Artículo 2°. Esta ley tiene por objeto: IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

Artículo 4. Las políticas públicas en materia de protección civil, se centran al *Plan Nacional de Desarrollo* y al *Programa Nacional de Protección Civil*, identificando para ello las siguientes prioridades:

- I. La identificación y análisis de riesgos como sustento para la implementación de medidas de prevención y mitigación.

Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes:

IV. Elaborar, actualizar y publicar el atlas nacional de riesgo, y emitir los criterios para la elaboración de los atlas de riesgo estatales;

VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes

Artículo 10. La gestión integral de riesgos considera entre otras, las siguientes fases anticipadas a la ocurrencia de un agente perturbador:

- I. Conocimiento del origen y naturaleza de los riesgos, además de los procesos de construcción social de los mismos;
- II. Identificación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como sus escenarios;
- III. Análisis y evaluación de los posibles efectos;
- IV. Revisión de controles para la mitigación del impacto
- V. Acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgos;
- VI. Desarrollar de una mayor comprensión y concientización de los riesgos, y
- VII. Fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad

Artículo 27°. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:

- I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;
- II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;
- III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;
- IV. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;
- V. Establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil

*f) Ley General de Protección Civil*

En su Capítulo II se describe la organización y se señalan los objetivos y responsabilidades del Sistema Nacional de Protección Civil. En el Capítulo III se indican las atribuciones del Consejo Nacional de Protección Civil.

Artículo 3. Los tres niveles de gobierno tratarán en todo momento que los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de protección civil se sustenten en un enfoque de gestión integral del riesgo.

Artículo 4. Las políticas públicas en materia de protección civil, se ceñirán al *Plan Nacional de Desarrollo* y al *Programa Nacional de Protección Civil*, identificando para ello las siguientes prioridades:

I. La identificación y análisis de riesgos como sustento para la implementación de medidas de prevención y mitigación;

II. Promoción de una cultura de responsabilidad social dirigida a la protección civil con énfasis en la prevención y autoprotección respecto de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y su vulnerabilidad;

Artículo 5. Las autoridades de protección civil, enumeradas en el artículo 27 de esta Ley, deberán actuar con base en los siguientes principios:

I. Prioridad en la protección a la vida, la salud y la integridad de las personas;

II. Inmediatez, equidad, profesionalismo, eficacia y eficiencia en la prestación del auxilio y entrega de recursos a la población en caso de emergencia o desastre;

III. Subsidiariedad, complementariedad, transversalidad y proporcionalidad en las funciones asignadas a las diversas instancias del gobierno;

IV. Publicidad y participación social en todas las fases de la protección civil, pero particularmente en la de prevención;

*g) Ley de Aguas Nacionales*

Esta ley tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 83. "La Comisión", a través de los Organismos de Cuenca, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con personas físicas o morales, deberá construir y operar, según sea el caso, las obras para el control de avenidas y protección de zonas inundables, así como caminos y obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento de las tierras y la protección a centros de población, industriales y, en general, a las vidas de las personas y de sus bienes, conforme a las disposiciones del Título Octavo.

"La Comisión", en los términos del reglamento, y con el apoyo de los Organismos de Cuenca, clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, emitirá las normas y, recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento y aplicará los fondos de contingencia que se integren al efecto.

Los Organismos de Cuenca apoyarán a "la Comisión", de conformidad con las leyes en la materia, para promover, en su caso, en coordinación con las autoridades competentes, el establecimiento de seguros contra daños por inundaciones en zonas de alto riesgo, de acuerdo con la clasificación a que se refiere el párrafo anterior.

Artículo 84. "La Comisión" determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.

*h) Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*

Artículo 127. Primer párrafo. La Comisión fomentará el establecimiento de programas integrales de control de avenidas y prevención de daños por inundaciones, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas que al efecto se requieran. Dentro de la programación hidráulica se fomentará el desarrollo de proyectos de estructura para usos múltiples en los cuales se considere el control de avenidas y la protección contra inundaciones”

Artículo 128. “La Comisión” establecerá un sistema de pronóstico y alerta contra inundaciones y organizará la formulación de planes regionales de operación para aminorar los daños por inundación e implementar medidas de emergencia conducentes”.

*i) Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua*

Así mismo, en apego a las atribuciones establecidas en el artículo 63 del *Reglamento Interior* de la CONAGUA en materia de prevención y reducción de riesgos por inundaciones y en el contexto de la mitigación de los riesgos derivados de los fenómenos meteorológicos y atender sus efectos, se tiene la encomienda de la formulación y actualización de planes operativos de inundación.

*Del Programa Nacional Hídrico 2014-2018.*

Desde el punto de vista política hídrica, los objetivos que plantea el PNH 2014-2018 inciden de manera directa principalmente en:

- a) Promover y fortalecer la gobernanza y gobernabilidad del agua como se plantea en el programa sectorial de Gobernación;
- b) Garantizar la seguridad hídrica ante los efectos de fenómenos hidroclimatológicos extremos que atentan contra la vida humana en apoyo a los programas sectoriales de Gobernación y Defensa Nacional.
- c) Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales en torno al agua para toda la población en sintonía con los que establecen los programas sectoriales de Gobernación y Defensa Nacional
- d) Desarrollar el potencial humano del sector hídrico en correspondencia con lo que establece el *Programa Sectorial de Educación*.
- e) Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo de manera eficaz, en concordancia con el *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales*;
- f) Ampliar y fortalecer la presidencia de México en el mundo en materia de agua como se plantea en el *Programa Sectorial de Relaciones Exteriores*.

En ese contexto, el *PNH 2014-2018*, establece en su objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequía e inundaciones.

Se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar la pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

En esta administración, se reforzaran las acciones para evitar la invasión de cauces y zonas federales y avanzar en coordinación con los tres órdenes de gobierno en la reubicación de los asentamientos en zonas de alto riesgo de inundaciones. Cuando no fuera posible, se construirá infraestructura de protección y control de avenidas.

Para ello, se fortalecerán los programas de protección a la población, se perfeccionarán los sistemas de alerta temprana y el vínculo con el Sistema Nacional de Protección Civil y otras instancias del ramo. Así mismo se continuará con la modernización del Servicio Meteorológico Nacional para contar con mejor y más oportuna información meteorológica y fortalecer o establecer los centros hidrometeorológicos regionales.

A su vez se considera la estrategia 2.1 Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía.

j) Implementar el *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH)*

Artículo 27. A la Secretaría de Gobernación corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

XXXII. Conducir y poner en ejecución, en coordinación con las autoridades de los gobiernos de los estados, del Distrito Federal, con los gobiernos municipales, y con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, las políticas y programas de protección civil del Ejecutivo, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil, para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre y concertar con instituciones y organismos de los sectores privado y social, las acciones conducentes al mismo objetivo;

### **2.2.2 Nivel Estatal**

También se reportan las leyes a nivel estatal que se relacionan con la ordenación del territorio, asentamientos humanos y de riesgo hidrometeorológicos, en este apartado se reportan las siguientes leyes: *Ley de Planeación del Estado de México y Municipios*, *Ley del Agua del Estado de México*, *Ley de Protección Civil del Estado Libre y Soberano de México*, *Ley de Cambio Climático del Estado de México* entre otras.

*a) Ley de Planeación del Estado de México y Municipios*

Artículo 1. La presente ley es de orden público e interés social y tiene por objeto, establecer las normas:

Artículo 9. En la planeación democrática para el desarrollo del Estado de México y municipios, se deberán consolidar los métodos para la generación, tratamiento, uso y divulgación de la información geográfica y estadística como sustento del proceso de planeación establecido en la presente Ley, a fin de disponer de información veraz, oportuna y suficiente, con el propósito de garantizar la permanencia y fortalecimiento del desarrollo del Estado de México y municipios.

*b) Ley del Agua del Estado de México*

Artículo 133. La Comisión conforme a esta ley y en coordinación con los gobiernos federal, estatal y municipal, o en concentración con la ciudadanía, podrá:

- I. Construir y operar las obras para el control de avenidas y protección contra inundaciones de centros de población y áreas productivas;
- II. Determinar la operación de la infraestructura hidráulica para el control de las avenidas y tomar las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos hidrometeorológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones necesarias para atender las zonas de emergencia afectadas por dichos fenómenos; y
- III. Establecer las normas realizar las acciones necesarias para evitar que la construcción u operación de una obra que altere desfavorablemente las condiciones hidráulicas de una corriente, ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes.

*c) Ley de Protección Civil del Estado Libre y Soberano de México*

Artículo 2. La presente Ley tiene por objeto:

II. Definir los criterios de las políticas públicas en materia de protección civil, describiendo los instrumentos de aplicación y evaluación;

III. Fijar las bases para la prevención y mitigación ante las amenazas de agentes perturbadores de origen geológico, químico, sanitario, hidrometeorológico y socio-organizativo;

Artículo 3. Es de utilidad pública la ejecución de obras destinadas al monitoreo, la prevención, mitigación, protección, restauración y atención de las situaciones generadas por el impacto de siniestros o fenómenos que afecten al bienestar y la seguridad de la sociedad y tengan efectos destructivos en la población, sus bienes y entorno en su ámbito territorial, así como aquellas relacionadas con la infraestructura pública de la detección de riesgos. En este contexto, el Principio Precautorio tendrá vigencia en el territorio del Estado.

Artículo 34. En la planeación y realización de acciones operativas y normativas a cargo del Sistema Estatal de Protección Civil, del Consejo, de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal y Municipal, conforme a sus respectivas atribuciones, se observarán por parte de las autoridades locales competentes los siguientes criterios:

I. Considerar que para la reducción de los peligros y los desastres deben prevalecer los principios de la coordinación nacional, regional y local, y el apoyo al Sistema Estatal de Protección Civil como un mecanismo de sinergias institucionales, interdisciplinarias e intersectoriales;

II. Promover esquemas permanentes para la prevención y mitigación de las consecuencias de desastres naturales y antropogénicos, a través del intercambio de datos y el uso eficiente de infraestructuras y medios técnicos que permitan la previsión, seguimiento y evaluación temprana de las consecuencias de fenómenos naturales y antropogénicos potencialmente peligrosos;

V. Fortalecer la programación y práctica de simulacros conjuntos;

Artículo 7. El Sistema Estatal de Protección Civil, como parte integrante del Sistema Nacional, es el mecanismo de enlace entre la Administración Pública del Estado de México y de los Ayuntamientos de la entidad. Su objeto es la conjunción de esfuerzos, instancias, instrumentos, políticas públicas, servicios y acciones institucionales destinadas a la prevención, detección, mitigación, protección, cooperación, coordinación, comunicación, restauración y atención de las situaciones generadas por el impacto de siniestros o fenómenos destructivos en la población, sus bienes y entorno en su ámbito territorial.

Artículo 8. La coordinación del Sistema y la atención de las tareas de la salvaguarda de las personas y sus bienes ante la amenaza estará a cargo del Ejecutivo del Estado y tiene como fin prevenir, proteger y salvaguardar a las personas, a los bienes públicos y privados, y al entorno ante la posibilidad de un desastre producido por causas de origen natural o humano.

*d) Ley de Cambio Climático del Estado de México*

Artículo 7. Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las atribuciones siguientes:

XIII. Apoyar a la Secretaría de Seguridad Ciudadana y a los Ayuntamientos, para que consideren la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, en el desarrollo y actualización del *Atlas de Riesgos del Estado de México* y de los *Atlas municipales de riesgos*; XIV. Incluir la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático en

el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado, y apoyar a los Ayuntamientos a que la incluyan en los programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio Municipal;

Artículo 17. La Comisión tendrá las siguientes funciones:

- I. Coordinar las políticas y acciones a cargo de las diferentes dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, en materia de cambio climático;
- IX. Procurar que la información sobre las regiones o zonas geográficas vulnerables a los efectos adversos del cambio climático sea considerada en el desarrollo y actualización del *Atlas de Riesgos del Estado de México* y de los *Atlas municipales de riesgos*, así como en los programas de *Ordenamiento Ecológico del Territorio*;
- X. Definir acciones y proyectos en materia de cambio climático que sean estratégicos, y presentarlos al Fondo;

Artículo 34. Se crea el Fondo como un instrumento económico cuyo objeto es captar, administrar y destinar recursos públicos, privados, nacionales e internacionales, que permitan financiar las acciones y proyectos para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Artículo 39. El Instituto coordinará el Sistema Preventivo, el cual tiene por objeto anticipar períodos en los que se presenten fenómenos meteorológicos extremos, mediante los pronósticos del clima en el corto plazo, proyecciones de largo plazo y caracterización de la variabilidad climática en el Estado de México, a efecto de prevenir o, en su caso, mitigar sus efectos sobre los ecosistemas, la biodiversidad, la agricultura, la ganadería, el sector forestal, la disponibilidad de agua y los asentamientos humanos.

e) *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México*

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de la administración pública central y paraestatal del Estado.

Artículo 21. A la Secretaría General de Gobierno corresponde el despacho de los asuntos siguientes:

XIV. Coordinar a las dependencias del Ejecutivo Estatal en casos de riesgo, siniestro o desastre, para la ejecución de acciones y programas públicos en relación a las personas, sus bienes y el hábitat para el restablecimiento de la normalidad;

XV. Coordinar y supervisar las acciones en materia de protección civil, así como administrar en el ámbito de su competencia, la aplicación de recursos destinados a la atención de desastres y siniestros ambientales o antropogénicos.

*i) Código Administrativo del Estado de México*

Libro sexto “De la Protección Civil”

Artículo 6.2. Las disposiciones de este Libro tienen como finalidad la prevención, auxilio y recuperación de la población en caso de riesgo o desastre.

Artículo 6.3. Son aplicables a este Libro los conceptos, principios y lineamientos establecidos en la *Ley General de Protección Civil*.

- II. Gestión Integral de Riesgos: El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la

sociedad. Involucra las etapas de identificación de los riesgos y/o su proceso de formación;

- IV. Identificación de Riesgos: Reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad;

Instrumentos Financieros de Gestión de Riesgos: Son aquellos programas y mecanismos de financiamiento y cofinanciamiento con el que cuenta el Gobierno Federal para apoyar a las instancias públicas federales y entidades federativas, en la ejecución de proyectos y acciones derivadas de la gestión integral de riesgos, para la prevención y atención de situaciones de emergencia y/o desastre de origen natural;

- VIII. Reducción de Riesgos: Intervención preventiva de individuos, instituciones y comunidades que nos permite eliminar o reducir, mediante acciones de preparación y mitigación, el impacto adverso de los desastres. Contempla la identificación de riesgos y el análisis de vulnerabilidades, resiliencia y capacidades de respuesta, el desarrollo de una cultura de la protección civil, el compromiso público y el desarrollo de un marco institucional, la implementación de medidas de protección del medio ambiente, uso del suelo y planeación urbana, protección de la infraestructura crítica, generación de alianzas y desarrollo de instrumentos financieros y transferencia de riesgos, y el desarrollo de sistemas de alertamiento.

### **2.2.3 Nivel municipal.**

A nivel municipal se reportan las siguientes leyes: *Plan Operativo de Inundación de Ixtlahuaca de Rayón*, *Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)*, *Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)*, entre otras.

a) *Bando Municipal de Ixtlahuaca, 2016.*

## Capítulo XI Protección civil

Artículo 145. De conformidad con la *Ley General de Protección Civil, Ley de Protección Civil del Estado Libre y Soberano de México, el Libro Sexto del Código Administrativo del Estado de México, su Reglamento y la Ley Orgánica*, el presente Bando y sus Reglamentos; el Ayuntamiento establecerá el Sistema Municipal de Protección Civil, con la finalidad de organizar respuestas inmediatas ante situaciones de emergencia; su estructura y operación serán determinados conforme a lo que establezcan los ordenamientos citados. Dicho sistema integrara a las Dependencias, Consejos y personas de todo el Municipio, encargadas de promover y realizar las actividades de protección civil.

El Ayuntamiento promoverá que el personal adscrito a la Unidad Municipal de Protección Civil se actualice en conocimientos en materia de Protección Civil, con la finalidad de contar con las acciones solidarias y participativas, con las personas, los servicios y los recursos para la prevención y atención de una emergencia o desastre. Con base a un análisis integral del riesgo, disponibilidad de recursos materiales y humanos, preparación de la comunidad, capacidad de respuesta ante eventualidades y la vuelta a la normalidad, así como contar con planes, disposiciones, programas, estrategias, mecanismos y recursos, para que de manera responsable se apliquen las medidas y acciones necesarias para salvaguardar la vida, la integridad y la salud de la población, así como sus bienes, la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente.

Artículo 148. En materia de protección civil municipal, se estará a lo dispuesto por los ordenamientos federales y estatales en la materia, el presente *Bando* y el *Reglamento Municipal de Protección Civil* el cual será de orden público, interés social y de observancia general en todo el territorio municipal, el cual tendrá por objeto regular las acciones de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos relativas a la prevención y salvaguarda de las personas y sus bienes, así como el funcionamiento de los servicios públicos y el equipamiento estratégico en caso de riesgo, siniestro o desastre.

*b) Plan Operativo de Inundación de Ixtlahuaca de Rayón*

Es un manual de organización institucional para atender emergencias hidrometeorológicas, determinado quien hace que, como y cuando, con los recursos disponibles de cada Dependencia de la Región, con el objeto de reducir pérdidas de vidas humanas y mitigar los daños a este centro de población y áreas productivas, acciones que por su importancia están enmarcadas en el Sistema Nacional de Protección Civil.

Se presenta en forma concreta y clara, con el fin de facilitar su interpretación y utilización, por quienes intervienen en la organización de respuesta, contiene información de colonias y zona, susceptibles de inundación, rutas de evacuación, ubicación y capacidad de los refugios temporales obras de protección y control y organización de respuesta entre otros. Incluye las zonas de inundación, ubicación de infraestructura, refugios temporales, etc., existentes en el municipio de Ixtlahuaca de Estado de México.

Para lograr dicho objetivo es necesario que los que intervienen, desarrollen las actividades que les correspondan en forma coordinada, como se establece en la organización de respuesta, pero la terea más importante radica en la vigilancia y seguimiento estricto para que se instrumenten y se realicen las acciones indicadas en este documento.

En un afán de mitigar, reducir y prevenir los efectos del impacto de estos fenómenos hidrometeorológicos se han implementado una serie de acciones cuya principal finalidad es evitar los asentamientos en sitios considerados como de alto riesgo por inundación, así mismo se han instalado nuevos y sofisticados sistemas de vigilancia y alertamiento ante la

presencia de algunos fenómenos hidrometeorológicos, además cuando es necesario se construyen obras de protección para evitar el desbordamiento de ríos y por otra parte ampliando los sistemas de monitoreo de niveles de agua y escalas críticas en corrientes recurrentes y obras de almacenamiento.

No obstante, lo anterior, la fuerza e impacto de la naturaleza ha sido tal que en muchos de los casos todos los esfuerzos han sido rebasados.

Por lo anterior, el siguiente documento contempla de manera general las acciones preventivas y operativas a realizar para atender de manera eficaz una emergencia de tipo hidrometeorológica, optimizando el uso de recursos y lo que es más importante otorgar una respuesta inmediata en tiempo.

#### *b) Instituciones encargadas de Protección Civil*

##### **a) Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)**

En 1986 se creó el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), coordinado por el Presidente de la República, a través de la Secretaría de Gobernación. El Sistema opera por medio de la Coordinación General de Protección Civil de la SEGOB. El SINAPROC tiene como objetivo proteger a la persona y a la sociedad ante la eventualidad de un desastre, provocado por fenómenos naturales o humanos, a través de acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas, la afectación de la planta productiva, la destrucción de bienes materiales y el daño a la naturaleza, así como la interrupción de las funciones esenciales de la sociedad. Está integrado por los tres ámbitos de gobierno, de modo que en cada estado y municipio existan unidades de Protección Civil.

##### **b) Dirección General de Protección Civil**

Tiene como atribuciones principales integrar, coordinar y supervisar el SINAPROC; establecer la coordinación necesaria con las dependencias y entidades federales para dirigir

las tareas de prevención, auxilio, recuperación y apoyo; dirigir las actividades de los Centros de Información y Comunicación, y el Nacional de Operaciones.

**c) Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)**

Es un órgano desconcentrado, apoyo técnico del SINAPROC, creado en 1988. Tiene como misión “Prevenir, alertar y fomentar la cultura de la autoprotección para reducir el riesgo de la población ante fenómenos naturales y antropogénicos que amenacen sus vidas, bienes y entorno a través de la investigación, monitoreo, capacitación y difusión”.

**d) Fondo de Desastres Naturales (FONDEN)**

En 1996 se creó el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) para atender la población damnificada, así como los daños ocasionados por los siniestros, de modo que no se afecten o alteren los programas normales de las dependencias de la Administración Pública Federal. El FONDEN pretende fortalecer la coordinación y la cooperación entre la Federación y los gobiernos estatales y municipales para atender los desastres naturales. Así, los recursos del FONDEN se hacen disponibles cuando los efectos de los desastres han superado la capacidad de respuesta de las dependencias y entidades federales, así como de las entidades federativas.

A la fecha, las Reglas de Operación del FONDEN, no contemplan acciones de prevención y mitigación. Se espera, por tanto, que las dependencias y entidades federales, así como las entidades federativas, incorporen en sus presupuestos y programas, de manera prioritaria, los recursos que permitan prevenir y mitigar los desastres. Adicionalmente, en el FONDEN no se prevén apoyos a los sectores informales de la economía, salvo la agricultura de subsistencia.

Artículo 1o. El Fondo de Desastres Naturales es un instrumento interinstitucional que tiene por objeto ejecutar acciones, autorizar y aplicar recursos para mitigar los efectos que produzca un fenómeno natural perturbador, en el marco del Sistema Nacional de Protección

Civil.

Artículo 3o. El Fondo de Desastres Naturales se integra por los siguientes instrumentos:

I. El Fondo Resolvente FONDEN a cargo de la Secretaría de Gobernación, el cual tiene por objeto proporcionar suministros de auxilio y asistencia ante situaciones de emergencia y de desastre, para responder de manera inmediata y oportuna a las necesidades urgentes para la protección de la vida y la salud de la población, generadas ante la inminencia, la alta probabilidad u ocurrencia de un fenómeno natural perturbador.

Este fondo se regulará por las disposiciones que emita la Secretaría de Gobernación y por las demás disposiciones aplicables;

II. El Programa Fondo de Desastres Naturales del Ramo General 23 “Provisiones Salariales y Económicas” del Presupuesto de Egresos de la Federación de cada ejercicio fiscal, y

III. El Fideicomiso Fondo de Desastres Naturales

Artículo 4o. Son fines del Fondo de Desastres Naturales:

I. Canalizar recursos para la reconstrucción de los daños sufridos por un fenómeno natural perturbador en los sectores de competencia federal, estatal o municipal, en términos de los Lineamientos de Operación específicos que regulan cada uno de los procedimientos a que hacen referencia las presentes Reglas Generales del Fondo de Desastres Naturales.

En los trabajos de reconstrucción o restitución de los bienes se deberán incluir, en lo posible y por separado, medidas de mitigación para daños futuros, a través de normas de diseño o construcción que reduzcan su vulnerabilidad ante futuras amenazas, en el entendido de que la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal responsable del sector deberá evaluar y, en su caso, validar los argumentos técnicos y los documentos de las mejoras y adiciones en las acciones incluidas en el programa de restauración de los daños,

de tal manera que garanticen que los bienes operarán dentro de márgenes de seguridad recomendables;

II. Transferir recursos al Fondo Resolvente FONDEN y al Fideicomiso

III. Otorgar recursos a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para la adquisición de equipo especializado destinado a la atención de emergencias y desastres naturales;

#### **e) Secretaría de Defensa Nacional (SEDENA)**

La Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) de México estableció el Plan de Auxilio a la Población Civil en Casos de Desastre, denominado PLAN DN-III-E, instrumento operativo militar que establece los lineamientos generales a los organismos del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, para realizar actividades de auxilio a la población civil afectada por cualquier tipo de desastre.

Este Plan fue elaborado y aplicado a partir de 1966 como consecuencia del desbordamiento del Río Panuco, su denominación data del mismo año, a raíz de su inclusión en la Planeación de Defensa Nacional como anexo “E” y aunque en posteriores revisiones del plan de defensa, se ha presentado la disyuntiva de darle otro nombre, el Alto Mando de la SEDENA decidió continuar designándolo como “PLAN DN-III-E”, debido a la identificación que bajo esta denominación tienen autoridades civiles, medios de comunicación y población en general

Acciones generales del Plan DN-III-E

El plan DN-III-E se basa en cinco puntos básicos los cuales son:

- Búsqueda y rescate de personas.
- Evacuación de comunidades en riesgo.
- Administración de albergues.

- Recomendaciones a la población.
- Seguridad y vigilancia de las áreas afectadas.

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN

GEOGRÁFICA DEL AREA

DE ESTUDIO

En el presente capítulo se reportan los aspectos naturales del municipio, así como algunos elementos sociales, iniciando con la localización del municipio, pasando por la geografía y biología del lugar hasta llegar a la clasificación de riesgos y las problemáticas ambientales, la información que se presenta es retomada en parte, del *Plan Municipal de Desarrollo*.

### **3.1 Localización**

El municipio de Ixtlahuaca se localiza en la parte noroccidental del Estado de México y sus coordenadas son: 19° 28' 06" y 19° 44' 03" de latitud norte, y 99° 40 '43" y 99°54'59" longitud oeste. El municipio cuenta con una altitud de 2,500 m y una extensión territorial es de 336.49 km<sup>2</sup>. Sus límites son: al norte con el municipio de Jocotitlán; al sur con el municipio de Almoloya de Juárez; al oriente con los municipios de Jiquipilco y Temoaya; y al poniente con el municipio de San Felipe del Progreso (Figura 5).

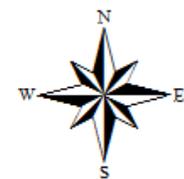
### Mapa de localización del municipio de Ixtlahuaca



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Planeación Urbana y Regional

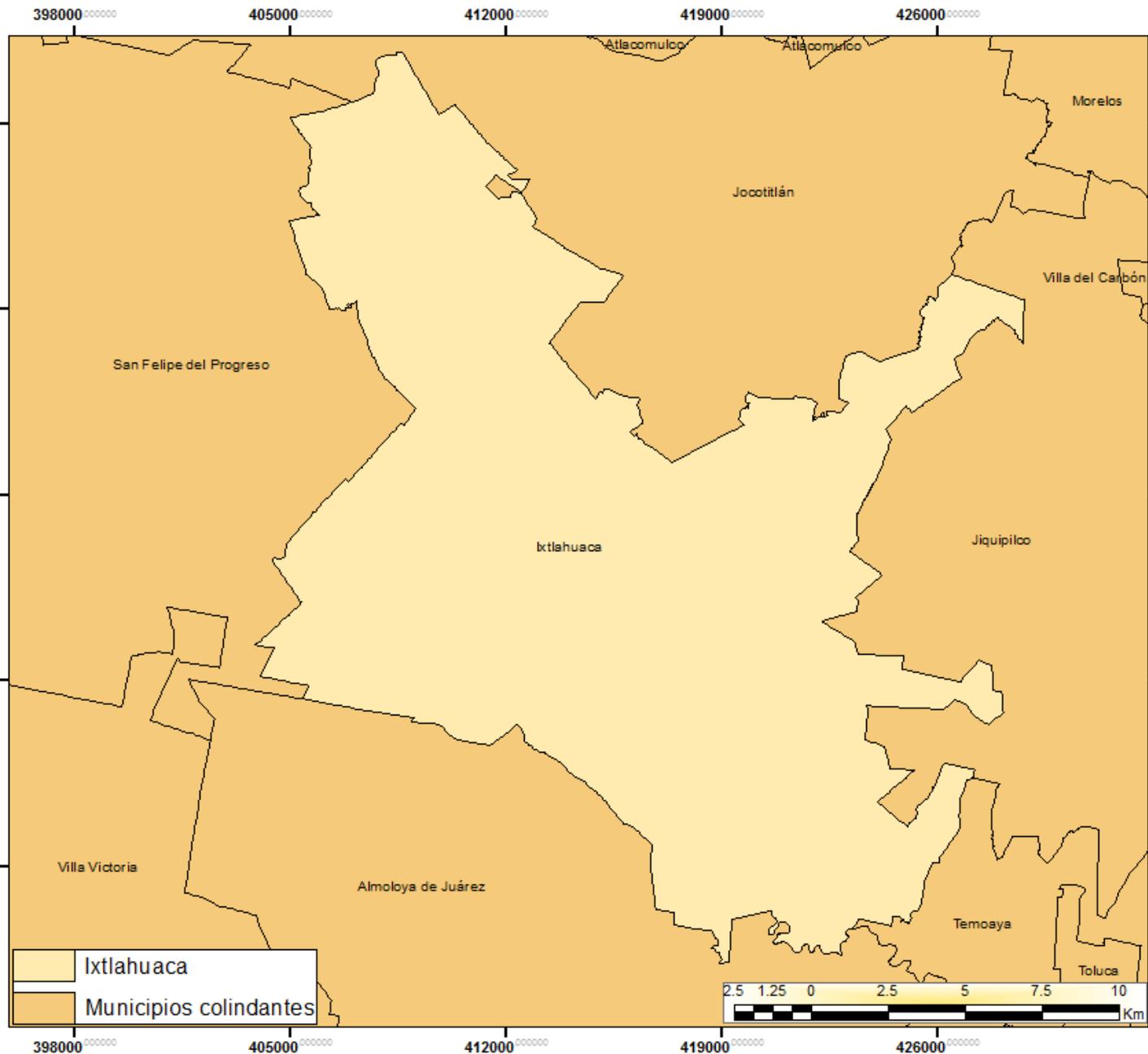


Escala:  
1:50 000



Proyección cartográfica:  
WGS 1984  
Zona 14 Norte

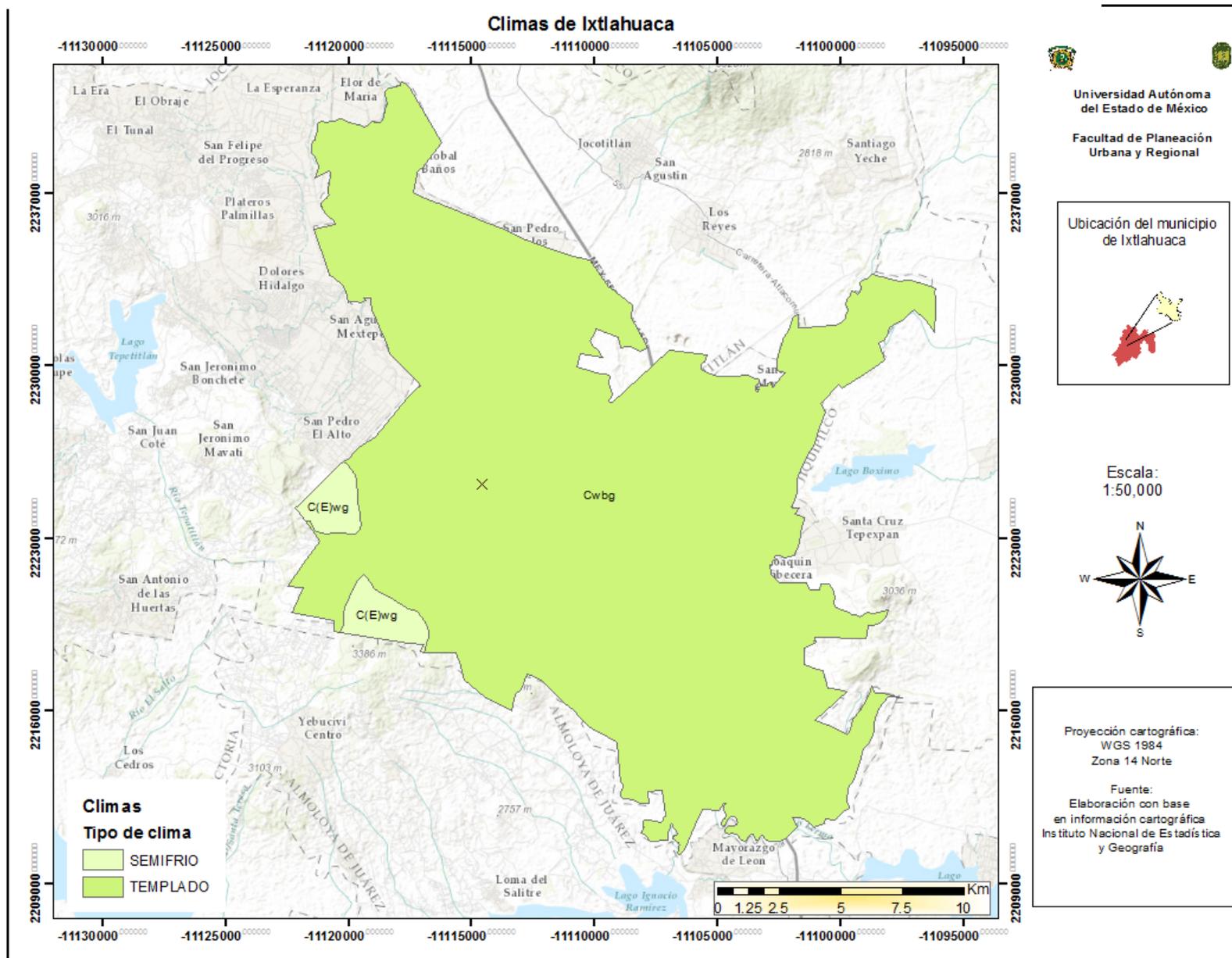
Fuente:  
Elaboración con base en información cartográfica del Instituto Nacional Electoral e Instituto Nacional de Estadística y Geografía



### **3.2 Clima**

El clima predominante en el municipio de Ixtlahuaca corresponde al clima templado subhúmedo con lluvias en verano C (w2) (w). La precipitación anual promedio es mayor de 700 mm y la temperatura media anual varía entre 12° a 18°C. El segundo clima que se presenta es el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano C (E) (w2) (w). La precipitación total anual es mayor de 800 mm y la temperatura media anual varia de 5° a 12°C (Figura 6).

Figura 6. Climas del municipio de Ixtlahuaca



En todo el municipio de Ixtlahuaca existen ocho estaciones meteorológicas, de las cuales siete siguen funcionando, mientras la estación de “Pozo uno” de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional no cuenta con información, por lo que queda descartada en este estudio.

**a) Estaciones meteorológicas del municipio de Ixtlahuaca**

Cuadro 2, se reportan las estaciones meteorológicas del municipio de Ixtlahuaca

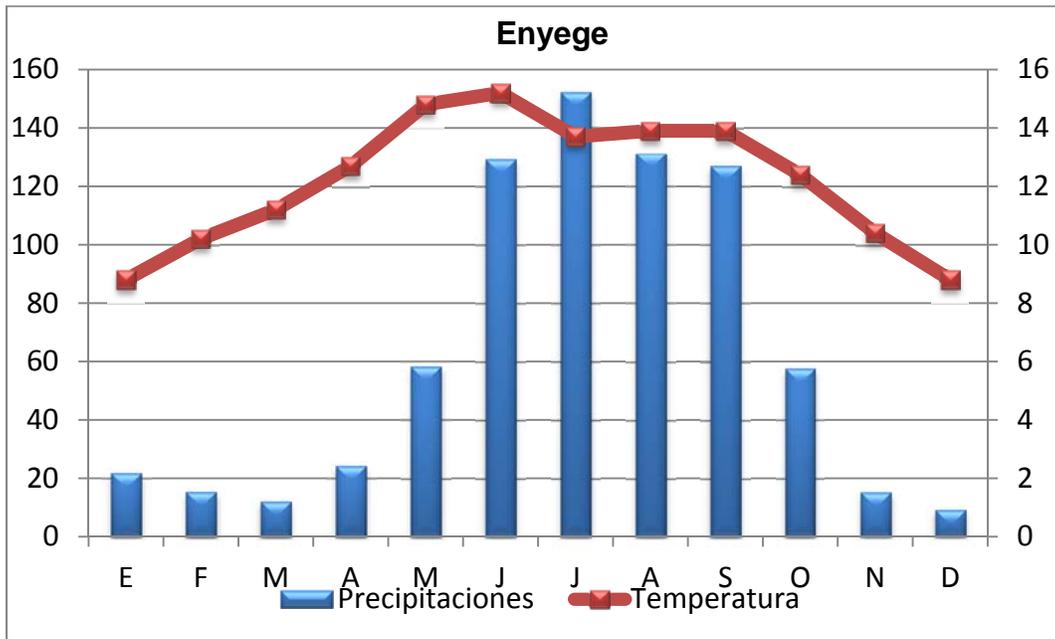
Tabla 8. Estaciones meteorológicas del municipio de Ixtlahuaca 1981-2010

Clave	Nombre	Coordenadas	Altitud (msnm)
15026	ENYEJE	LAT: 19°33'50" N. LONG: 099°51'00" W	2,550.00
15372	IXTLAHUACA (DGE)	LAT 19°34'08" N. LONG: 099°46'01" W.	2,540.00
15036	IXTLAHUACA (SMN)	LAT: 19°33'51" N. LONG: 099°45'36" W.	2,535.00
15085	SAN BARTOLO DEL LLANO	LAT: 19°31'28" N. LONG: 099°44'29" W.	2,587.00
15308	SAN CRISTOBAL DE LOS BAÑOS	LAT: 19°41'22" N. LONG: 099°52'18" W.	2,570.00
15158	SAN PEDRO DE LOS BAÑOS	LAT: 19°40'09" N. LONG: 099°49'51" W.	2,552.00
15238	SANTA MARIA DEL LLANO	LAT: 19°30'53" N. LONG: 099°43'43" W.	2,618.00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional (1981 a 2010)

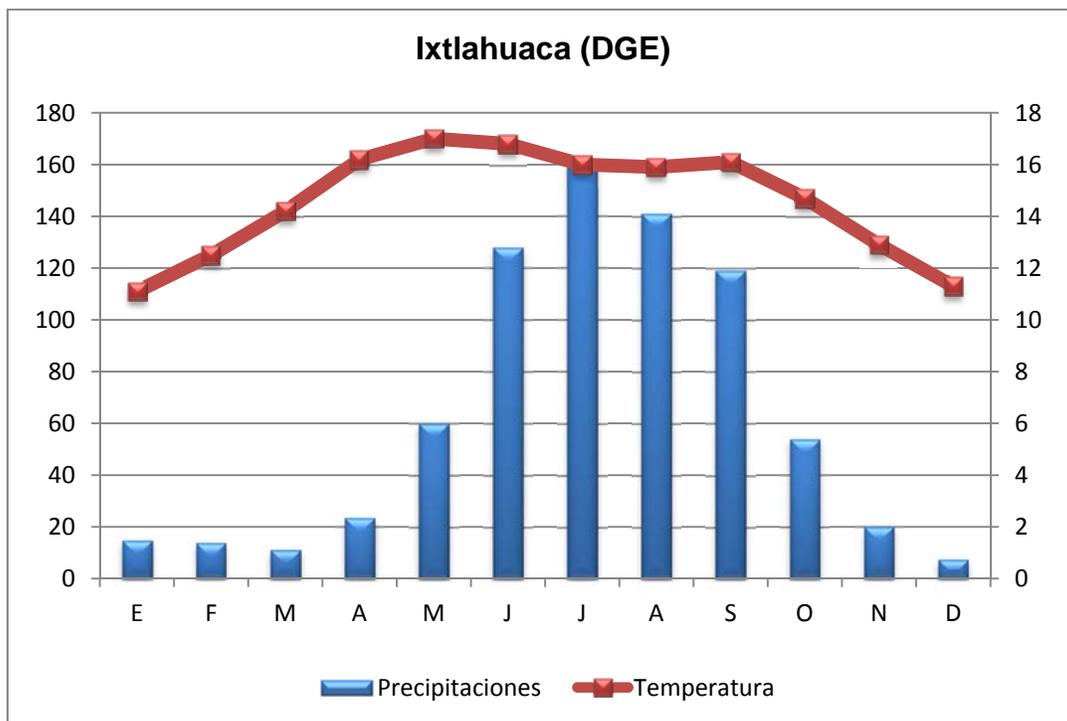
A continuación, se muestran los climogramas de cada una de las estaciones meteorológicas (Figura 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

**Gráfica 1. Climograma de la estación meteorológica Enyege.**



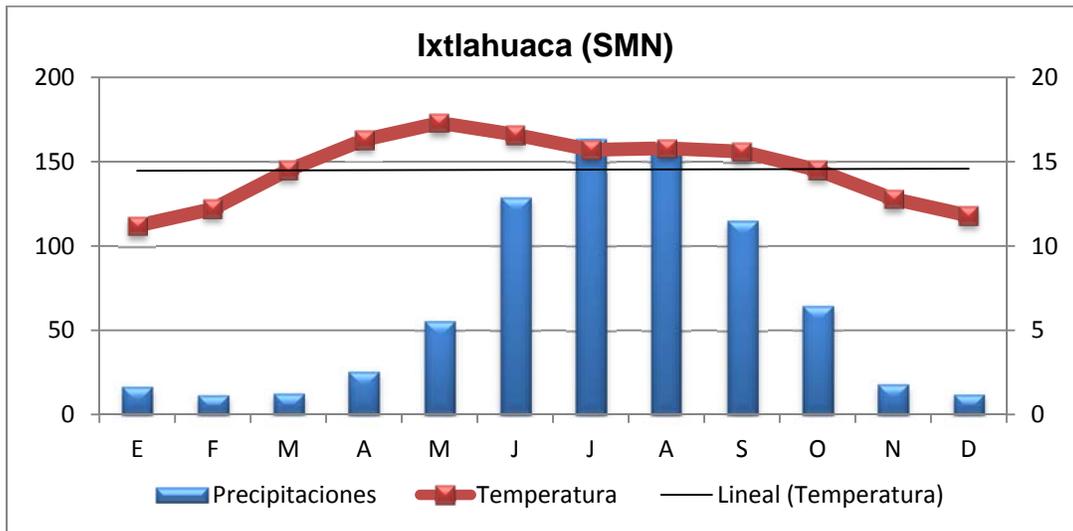
Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

**Gráfica 2. Climograma de la estación meteorológica Ixtlahuaca (DGE).**



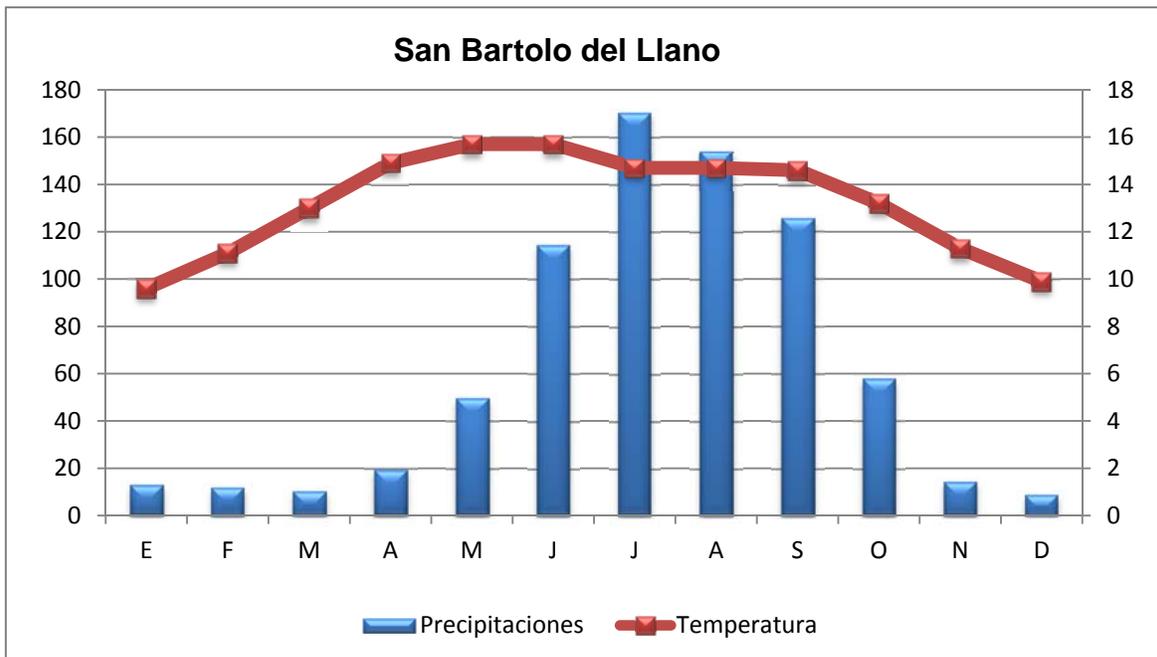
Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

**Gráfica 3. Climograma de la estación meteorológica Ixtlahuaca (SMN).**



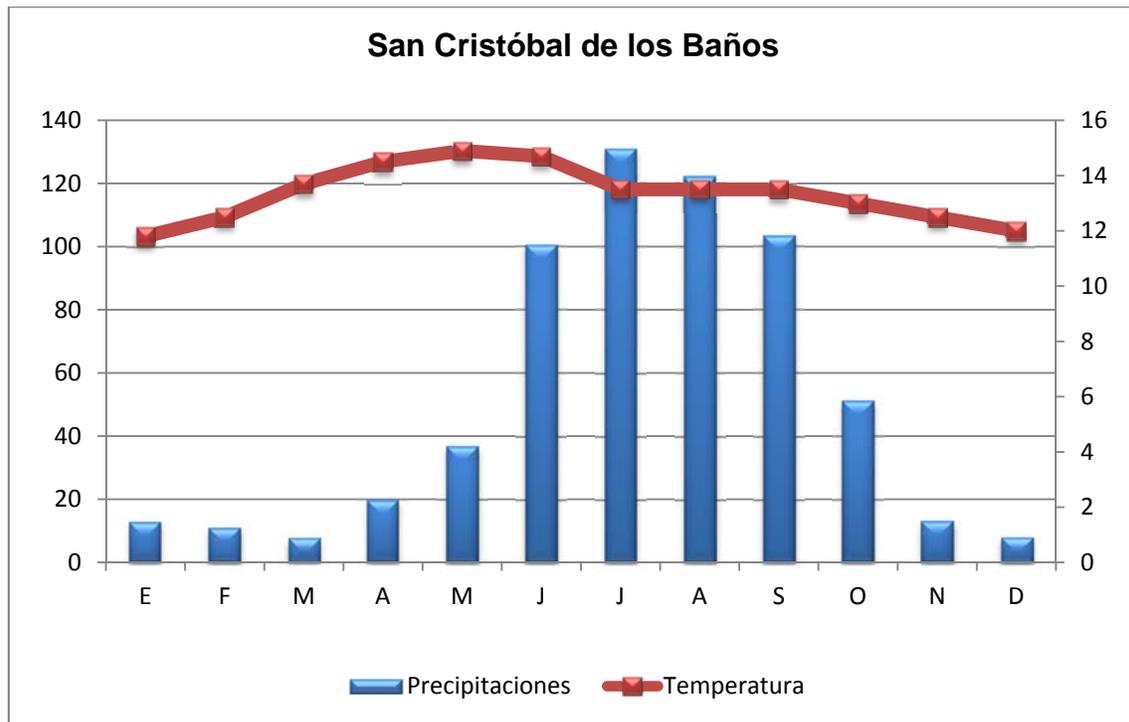
Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional

**Gráfica 4. Climograma de la estación meteorológica San Bartolo del Llano.**



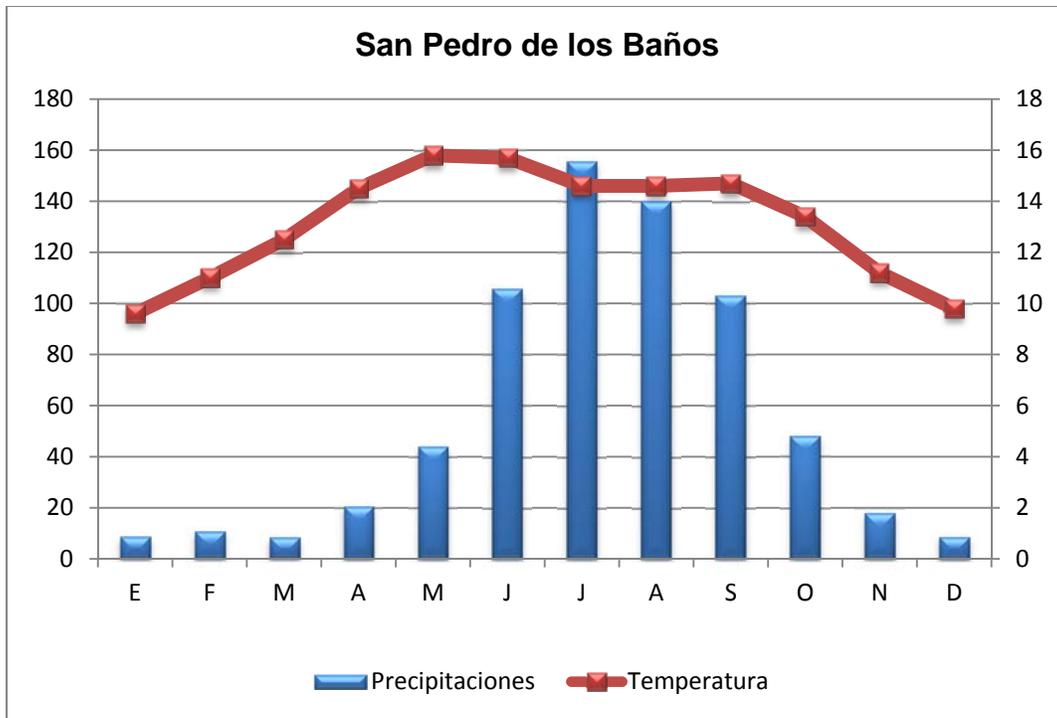
Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

**Gráfica 5. Climograma de la estación meteorológica San Cristóbal de los Baños.**



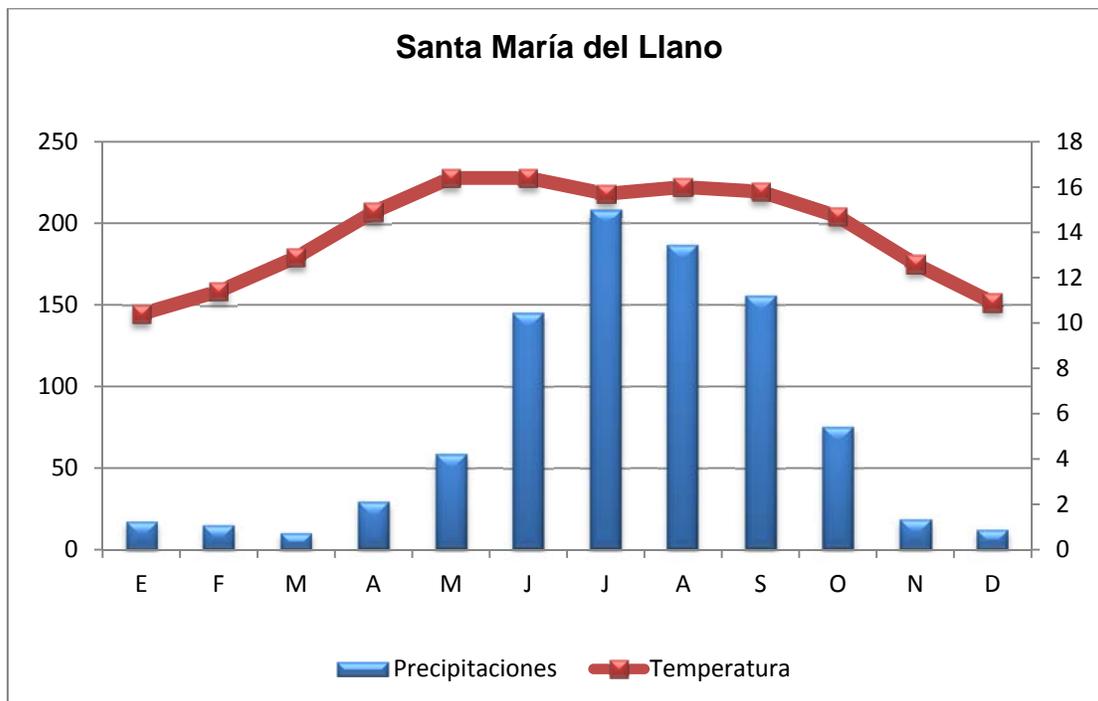
Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

**Gráfica 6. Climograma de la estación meteorológica San Pedro de los Baños.**



Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

**Gráfica 7. Climograma de la estación meteorológica Santa María del Llano.**



Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

### **3.3 Suelos**

De acuerdo con la información de la carta edafológica de INEGI (2010) los suelos que comprenden el municipio de Ixtlahuaca son: planosol, fluvisol, feozem, andosol, luvisol, y vertisol, siendo el primero el que abarca la mayor parte del territorio municipal ya que se encuentra principalmente a partir de la cabecera municipal y hacia el norte del municipio. A continuación, se describe cada unidad de suelo:

#### *Planosol.*

Este suelo presenta las siguientes características son suelos con un horizonte lavado que sobreyace a un estrato de lenta permeabilidad, o bien a roca o tepetate. Se presenta en zonas planas o de poca pendiente, se distingue por su textura media o gruesa y color blanco.

En el municipio se encuentran los grupos planosol eútrico (We) son suelos ricos o muy ricos en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte de la capa de lenta permeabilidad. Planosol mólico (Wm) son suelos con capa superficial oscura, rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), y con buen contenido de materia orgánica.

#### *Fluvisol.*

La formación de éstos suelos se debe al acarreo de materiales por los escurrimientos desde las partes altas de las sierras y son depositados en las laderas; o bien por el arrastre y depositación de materiales ocasionado por los ríos, presentan capas alternadas de arena, arcilla o grava que son producto del acarreo de dichos materiales, son de textura gruesa por lo que muestran una retención de nutrientes.

El grupo encontrado es Fluvisol eutrítico (Je) es un suelo rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), dentro de 50 cm de profundidad.

### *Feozem*

Son suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. (FAO 2007)

El grupo que se encuentra en el municipio es Feozem háplico (Hh) que no tiene es el tipo de suelo Feozem en su estado más puro.

### *Andosol*

Son suelos derivados de la intemperización de cenizas volcánicas, son muy ligeros con una alta retención de la capacidad de agua y fijación de fósforo tienen una fuerte tendencia a la acidez son suelos de color negro u oscuros generalmente.

El grupo que compone una parte del municipio corresponde al Andosol mólico (Tm) que tiene capa superficial oscura rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na) y con buen contenido de materia orgánica.

### *Luvisol*

Suelos con un horizonte B, rico en acumulación de arcilla, característico de zonas muy lluviosas. La formación de estos suelos se debe básicamente a las condiciones de alta

humedad existentes en la zona y al material parental. Presentan una clase de textura media y fina, por lo que su drenaje interno va de drenado a escasamente drenado.

Es el tipo de suelo que se encuentra en menor proporción y corresponde al Luvisol crómico (Lc) es un tipo de luvisol con subsuelo de color rojizo

### *Vertisol*

Son suelos de origen aluvial y residual, formados a partir de rocas sedimentaras clásticas y rocas ígneas extrusivas son duros cuando están secos pegajosos en húmedo y con agregados estructurales en forma de cuña.

Al igual que el luvisol, el vertisol abarca sólo una pequeña parte de Ixtlahuaca y el grupo que coincide es el Vertisol pélico (Vp) que tiende a ser un tipo de suelo muy oscuro.

Figura 7. Mapa de suelos del municipio de Ixtlahuaca

# Edafología de Ixtlahuaca

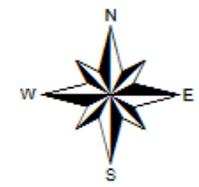


Universidad Autónoma  
del Estado de México  
  
Facultad de Planeación  
Urbana y Regional

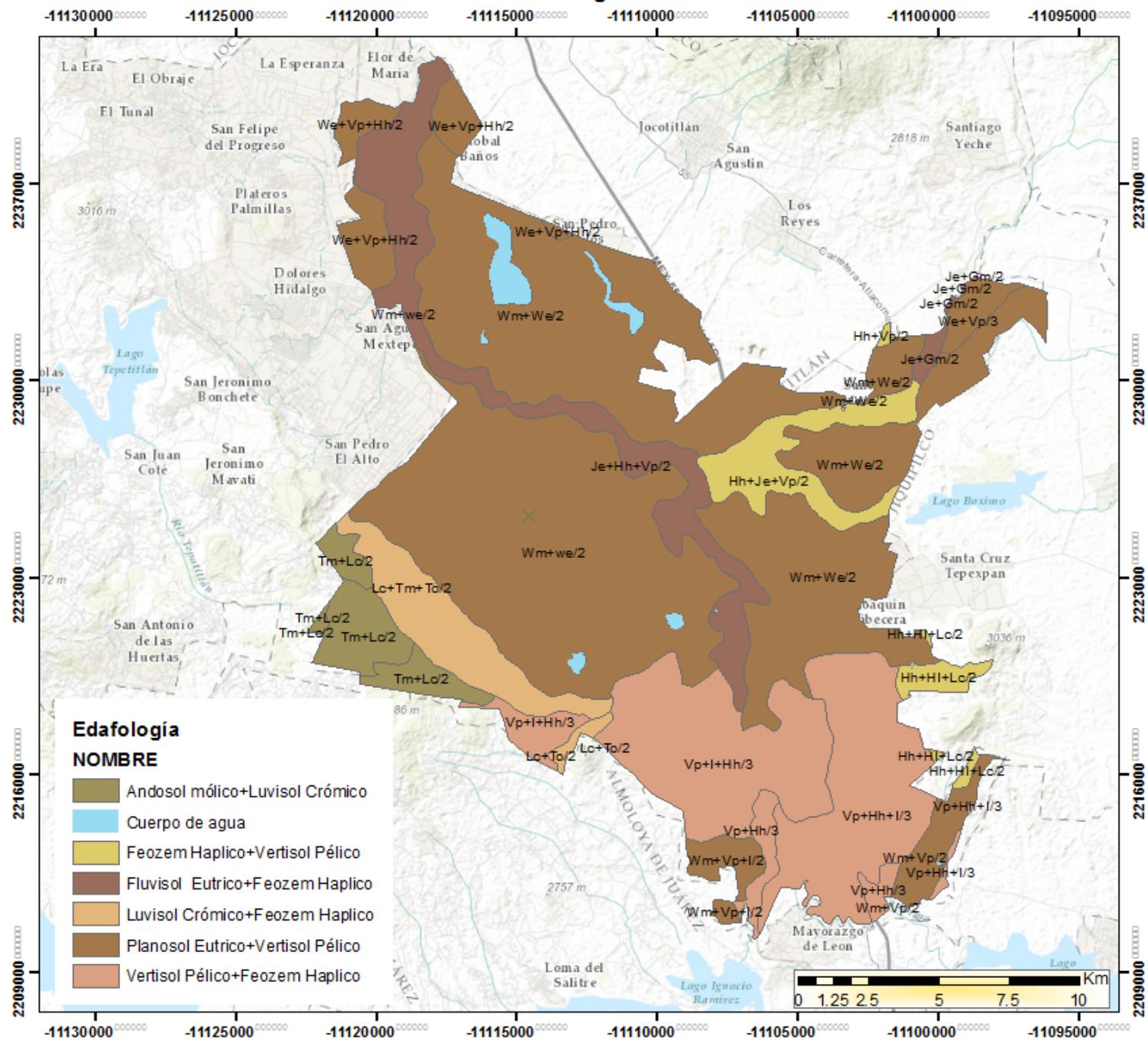


Ubicación del municipio  
de Ixtlahuaca

Escala:  
1:50,000



Proyección cartográfica:  
WGS 1984  
Zona 14 Norte  
  
Fuente:  
Elaboración con base  
en información cartográfica  
del Instituto Nacional de Estadística  
y Geografía



**Edafología**

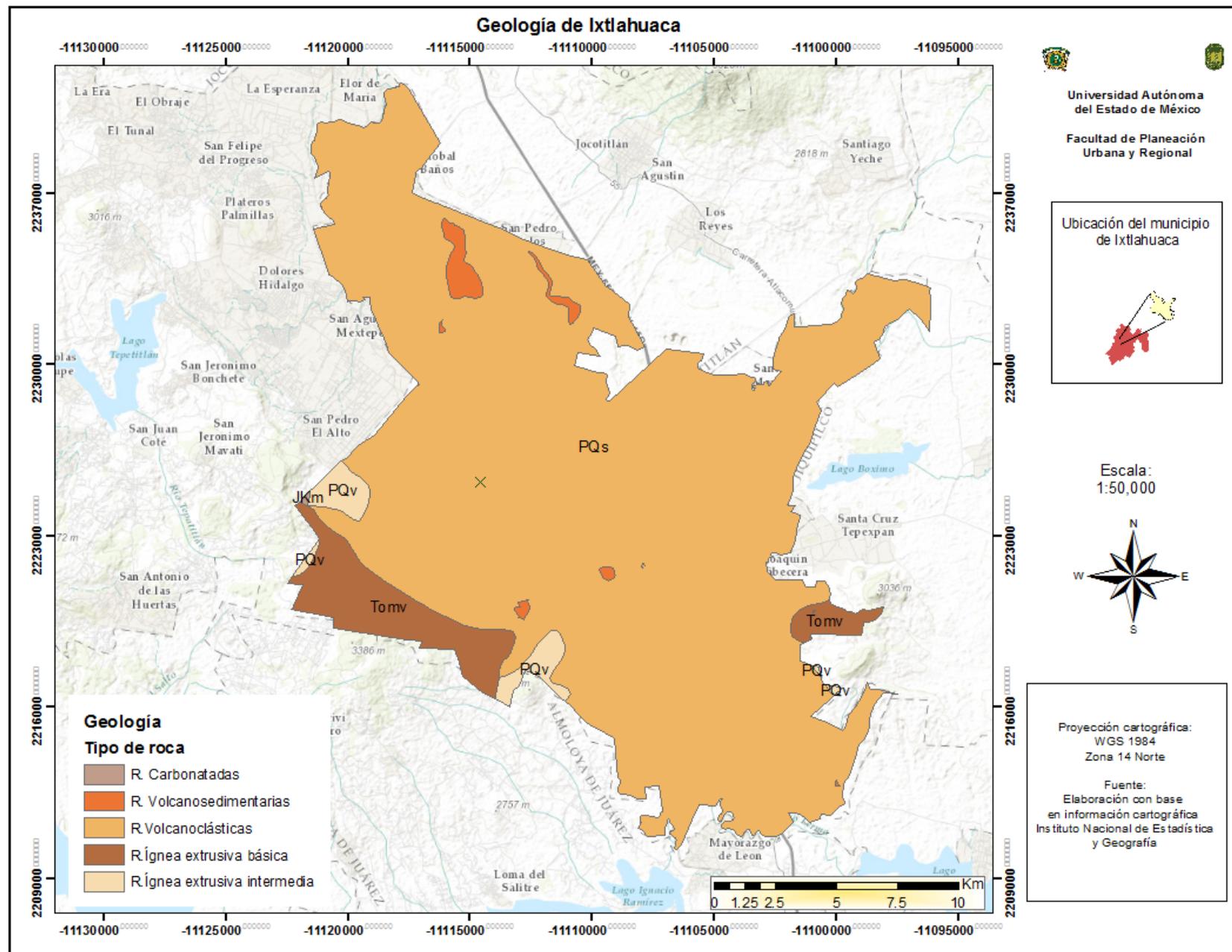
**NOMBRE**

	Andosol mólico+Luvisol Crómico
	Cuerpo de agua
	Feozem Haplico+Vertisol Pélico
	Fluvisol Eutrítico+Feozem Haplico
	Luvisol Crómico+Feozem Haplico
	Planosol Eutrítico+Vertisol Pélico
	Vertisol Pélico+Feozem Haplico

### **3.4 Geología**

En el área de estudio se encuentran formaciones rocosas que pertenecen al llamado segundo periodo eruptivo, que es el momento en que las andesitas arrojadas provocan un aumento en el relieve del suelo y se origina la formación de nuevos macizos montañoso. En la tercera fase eruptiva se formaron los extensos “malpaíses” y las hileras de conos con cráteres que aparecen en los costados de las sierras y macizos volcánicos que se habían formado en las épocas anteriores. Gran parte de las sierras del sur que se observan dentro del perímetro del municipio de Ixtlahuaca, están constituidas por rocas efusivas de la época terciaria y postterciaria, que tuvieron su origen en las dos últimas épocas de actividad volcánica en la región, según se desprende del análisis de su composición y estructura. Hacia el oeste, pueden ubicarse algunos pequeños espacios ocupados por calizas, descansando sobre pizarras arcillosas. Estas calizas corresponden al Cretácico medio e inferior y presentan una textura compacta. El valle donde descansa la cabecera municipal está conformado con la misma estructura básica anterior, pero superficialmente presenta estratos sedimentarios, estos suelos son buenos para el desarrollo agrícola y excelentes para el desarrollo urbano.

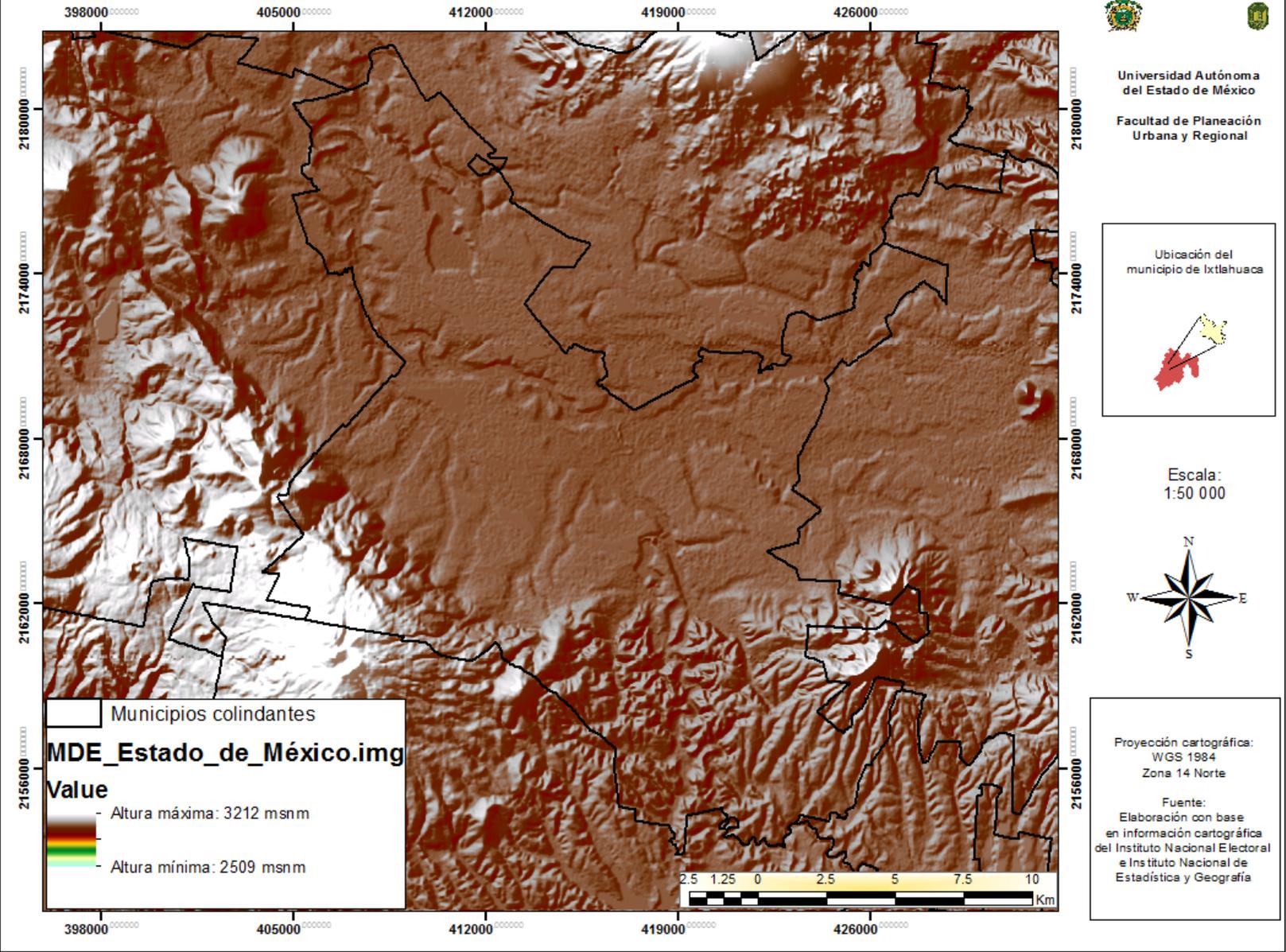
Figura 8. Geología del municipio de Ixtlahuaca.

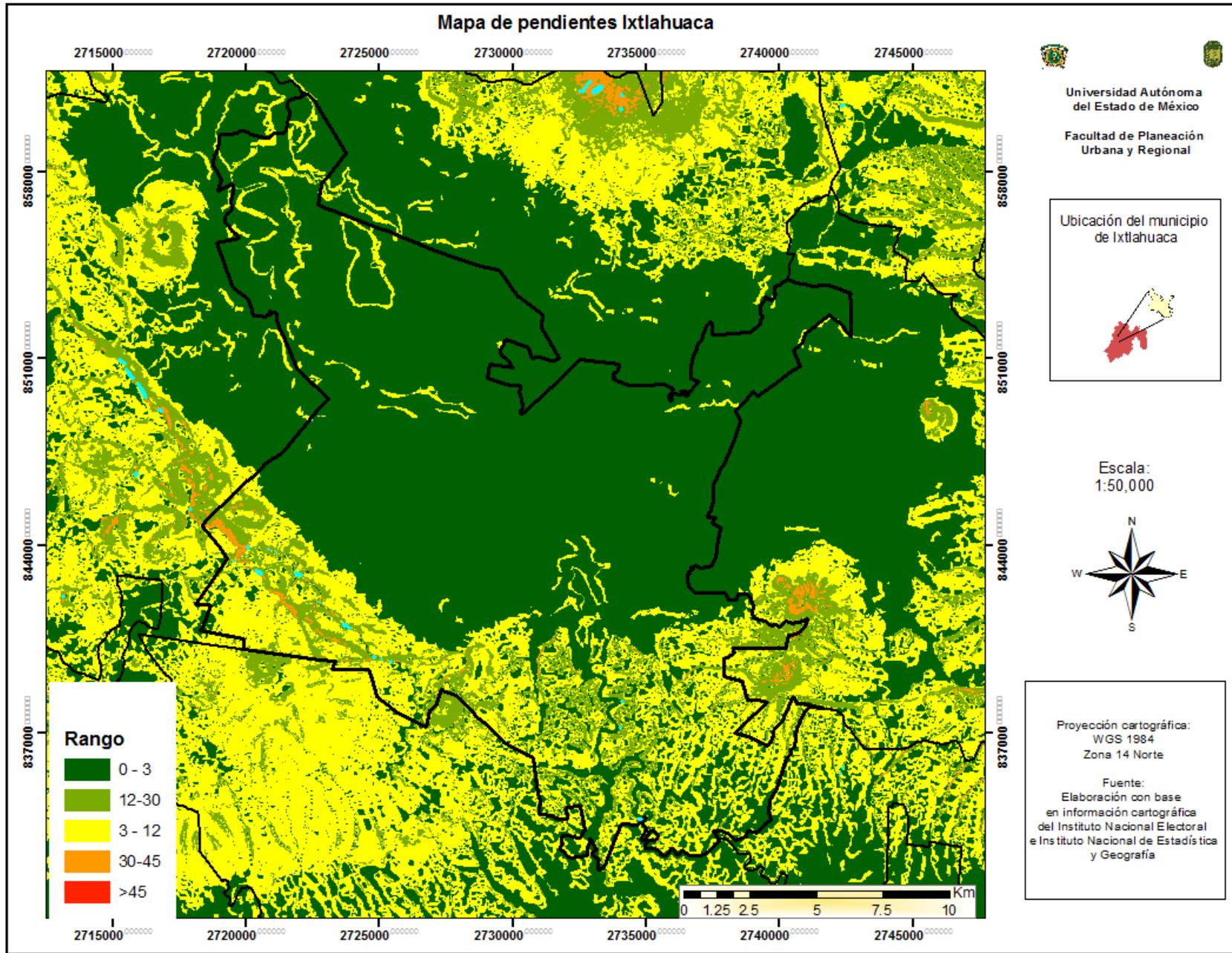


### **3.5 Fisiografía**

La zona de estudio fisiográficamente se encuentra comprendida dentro de la Provincia del Sistema Transversal, dentro de la subprovincia de los lagos y Volcanes de Anáhuac. En el municipio, esta provincia está representada por dos grandes unidades fisiográficas: la primera de ellas que abarca la región plana del Valle de Ixtlahuaca-Atlacomulco corresponde a una extensa llanura lacustre y la segunda, localizada al poniente forma parte de una unidad compuesta, por volcanes escudo aislados o en conjunto a esta se le conoce como la Sierra de Santa Ana Nichi, con altitudes que oscilan entre los 2540 y 3255 metros sobre el nivel del mar.

### Mapa de fisiografía Ixtlahuaca



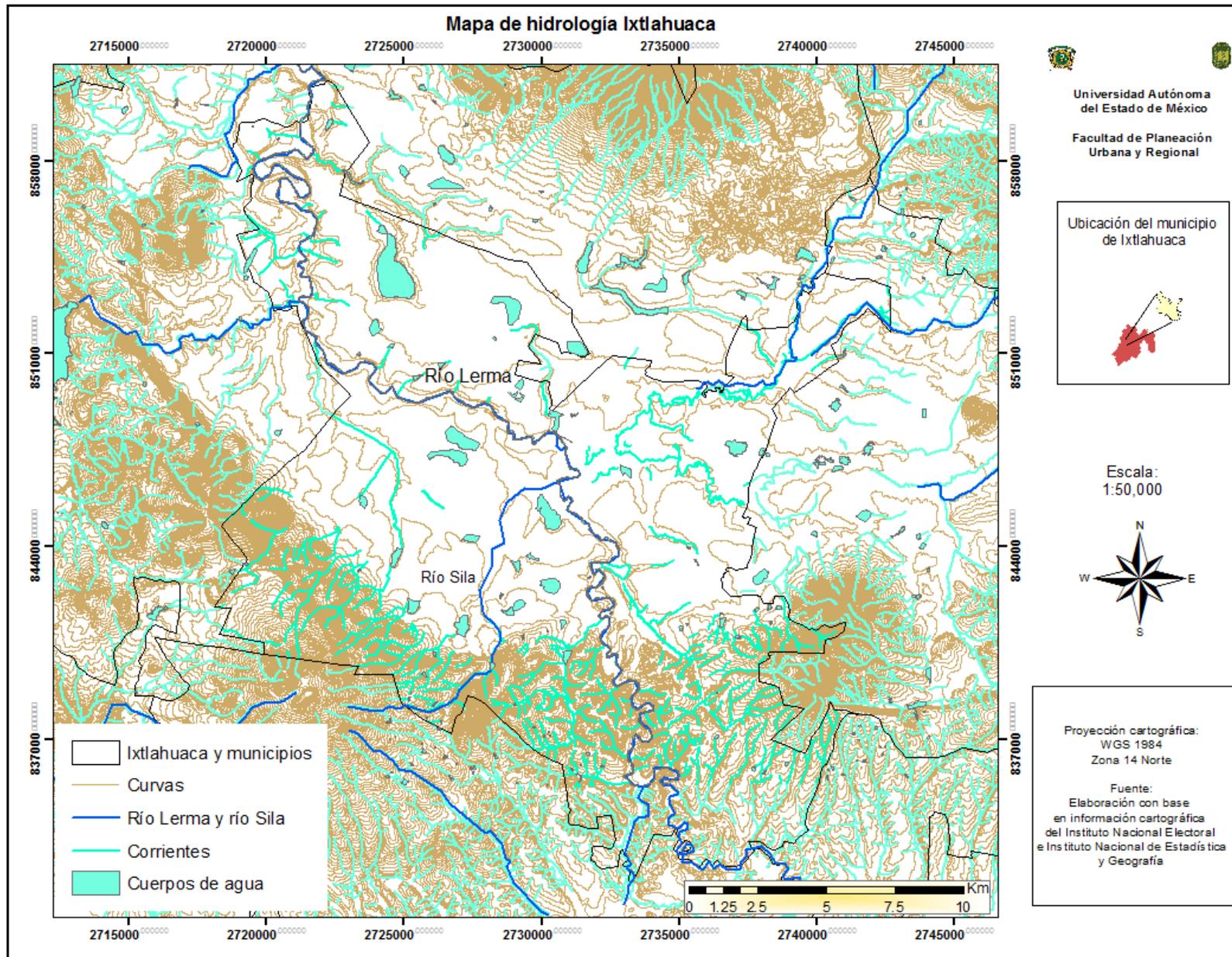


### **3.6 Hidrología**

En relación a la hidrología el municipio de Ixtlahuaca pertenece a la región hidrológica No. 12 Lerma-Santiago y se encuentra en la Cuenta Alta del Río Lerma-Toluca (A) y donde se ubica la subcuenca del río Sila (m) que es drenada por un total de 321 corrientes de las cuales 16 son perennes y las demás intermitentes, presentan un patrón de drenaje dendrítico y en algunos aparatos volcánicos la red hídrica es radial; su dirección de escurrimiento es de sureste a noreste.

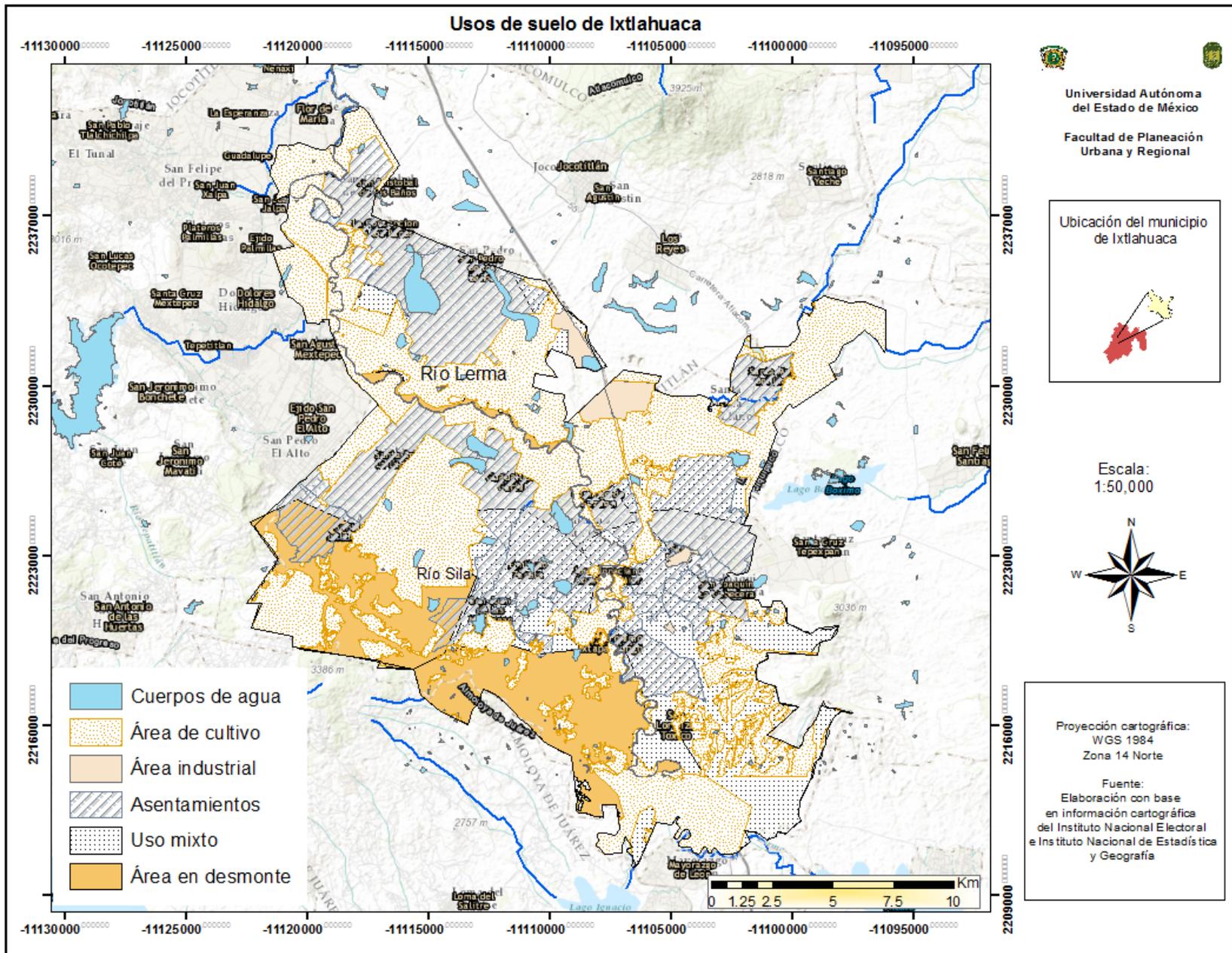
Además, cuenta con un total de 89 cuerpos de agua de los cuales sólo siete son perennes.

Figura 10. Hidrología del municipio de Ixtlahuaca



### **3.7 Uso de suelo y vegetación**

El uso actual del suelo, que corresponde al total de la superficie existente, comprende una superficie de 33,648 ha, de los cuales el uso que tiene mayor superficie es la agricultura de riego, que representa el 47.8% de la superficie municipal. El segundo uso en proporción, corresponde a la agricultura de temporal con una superficie de 9,354.14 ha. En cuanto a la vegetación de bosque de encino abarca una superficie de 20.19 ha. En lo cuanto al uso de suelo urbano cubre un área de 626 ha, sin embargo, habría que establecer que este corresponde principalmente a usos habitacionales (de baja y media densidad principalmente); así como a usos comerciales, de servicios e industriales.



### **3.8 Flora**

Las especies de este tipo identificadas en el municipio corresponden a árboles frutales de clima semitropical, frutales silvestres, arbustos. También existe una gran variedad de plantas medicinales, algunas cactáceas y frondosos nopales y órganos. Las inmediaciones de las zonas urbanas se encuentran rodeadas por tierras de cultivo; por lo que existen varias especies agrícolas en las que predomina el maíz, gramíneas, haba, avena, papa (producida principalmente en San Bartolomé y El Capulín), cebada, col, epazote, cilantro, chícharo y diversas hortalizas como la lechuga y la zanahoria; además de los forrajes. De igual manera, gracias al clima existente se desarrollan las flores de ornato y plantas trepadoras. Durante la temporada de lluvias abundan las hortalizas y los quelites en múltiples variedades, además de los hongos comestibles de llano y de monte.

# CAPÍTULO 4

# METODOLOGÍA

La inundación es uno de los fenómenos más comunes en México, ya que año con año se presenta afectando a una gran parte del territorio nacional. Es importante señalar que las inundaciones cada vez ocurren con mayor intensidad y frecuencia, ocasionando daños a la infraestructura y considerables pérdidas económicas e inclusive humanas. Por esta razón, en este trabajo de investigación, las inundaciones representa el tema de estudio para conocer los costos económicos que se generan cuando se producen. En este estudio se retoma y se adecúa la metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación propuesta por Baró y otros (2012).

En este capítulo se hace una descripción del procedimiento empleado, en esta investigación como se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 3. Metodología para calcular los daños por costos.

Fases	Descripción
1.- Construcción de la base de datos cartográfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límite político administrativo de Ixtlahuaca</li> <li>• Estudio a nivel sección electoral</li> <li>• Zonas de inundación</li> </ul>
2.- Construcción de la base de datos estadística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de variables</li> <li>• Tabla de bienes</li> <li>• Ecuaciones de población y vivienda</li> </ul>

<p>3.-Analizar espacialmente y categorizar la vulnerabilidad ante inundaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Categorización de la vulnerabilidad</li> <li>• Método Dalenius – Hodge</li> <li>• Convertir índice de marginación en grado de marginación</li> <li>• Grado de marginación integrado a zonas inundables</li> </ul>
<p>4.- Cálculo de costos y deflactación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificación de bienes y altura de la lámina de agua</li> <li>• Curvas de daños y cálculo de costos</li> <li>• Deflactación para el año 2015</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla cada uno de estos apartados

#### **4.1 El límite político administrativo del municipio de Ixtlahuaca**

En primer lugar, se obtuvo el límite político administrativo del municipio de Ixtlahuaca de la base geoestadística de INEGI, como la base está a nivel nacional primero se hizo un recorte (clip) del estado de México, enseguida se hizo un segundo recorte del municipio de Ixtlahuaca, todo ello a través del Sistema de Información Geográfica Arc Gis.

#### **4.2 Estudio a nivel sección electoral.**

El estudio se efectuó a nivel sección electoral del Instituto Federal de Electores (IFE) hoy Instituto Nacional de Electores (INE), debido a que la sección electoral tiene como ventaja ser de mayor detalle (especialmente) y contar con mayor información, comparado con las AGEB´s de INEGI. Resultando para el municipio un total de 48 secciones electorales

### 4.3 Zonas de inundación

Las zonas de inundación se obtuvieron de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM). Cabe señalar que las zonas de inundación delimitadas por la CAEM se hacen cada año, en este caso se obtuvo información del período de 2000 al 2011, estas zonas de inundación tienen un formato de SIG (shapefile que es un formato de ArcGIS).

Es importante señalar que los shapefiles anules fueron unidos para conocer la superficie total afectada por las inundaciones, en el período 2000-2011. Con ello se obtiene un solo shapefile donde se mostraron las zonas de inundación que se encuentran en el municipio de Ixtlahuaca a nivel sección electoral.

### 4.4 Selección de variables de vulnerabilidad social.

Una vez realizado la revisión de la literatura se hizo un análisis de metodologías reportadas, sobre la vulnerabilidad social, en el marco de referencia y se seleccionaron aquellas que tuvieron relación directa con las inundaciones.

Se eligieron 11 variables que reflejan la vulnerabilidad social ante las inundaciones a nivel de secciones electorales, las variables elegidas se reportan a continuación, diferenciando su descripción y entre paréntesis su clave.

Cuadro 4. Variables seleccionadas para determinar la vulnerabilidad

Variables de índole social seleccionadas.	
Variables	Clave
Población sin derechohabiencia	(psinder)
Población de 15 años y más analfabeta	(p15ym_an)
Población que habla lengua indígena	(p3hlinhe)
Viviendas sin agua potable	(vph_aguafv)
Viviendas donde el piso es de tierra	(vph_pisoti)
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	(vph_c_elec)
Población de 60 años y más	(p_60ymas)

Población con limitación en la actividad	(pcon_lim)
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	(vph_drenac)
Población desocupada	(pdesocup)
<u>Viviendas particulares habitadas sin ningún bien</u>	<u>(vph_snbien)</u>

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2010

#### 4.4.1 Tabla de Bienes

La construcción de la tabla de bienes parte de la información obtenida en el Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE) del Censo de Población y Vivienda 2010, el cual ha resultado muy útil ya que tiene una interfaz sencilla y de manejo relativamente fácil. Este sistema incorpora e integra datos geográficos y estadísticos lo que permite hacer un uso eficiente de los mismos donde se establecen los bienes que todas las viviendas deberían contener:

Cuadro.5

<u>Tabla de Bienes</u> <u>INEGI 2010</u>
Ropa
Muebles de recámara
Muebles de comedor
Muebles de sala
Estufa
Tinaco
Calentador de agua
Automóvil/Camioneta
Refrigerador
Lavadora
Licuadora
Teléfono fijo
Celular
Radio
Televisor
Computadora
<u>Internet</u>

Para este trabajo de investigación se realizó una comparación de los bienes con los que cuenta cada vivienda siendo que no tienen los mismos bienes y en caso de sufrir alguna inundación los bienes de la fotografía 1 se verían más afectados a comparación de los bienes de la vivienda de la fotografía 2.



Fotografía 1. Se observa que el material con el que está construida la vivienda es de con teja y adobe por lo que sus pérdidas de bienes ante una inundación resultarían gravemente afectados. San Antonio de los Remedios municipio de Ixtlahuaca 31/09/16.



Fotografía 2. Se observa que el material con el que está construida la vivienda es de concreto en caso de alguna inundación la pérdida de bienes estaría en función de la altura de la lámina de agua. San Antonio de los Remedios municipio de Ixtlahuaca 31/09/16.

#### 4.4.2 Equivalencia entre secciones electorales según su índice de marginación y salarios mínimos.

Cuadro 6. Salarios mínimos por grado de marginación

Grado de Marginación	Salarios mínimos
Muy alto	0.0 - 1.0
Alto	1.0 - 2.0
Medio	2.0 - 5.0
Bajo	5.0 - 8.0
Muy bajo	8

Fuente: Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación, Baró et al. 2012

#### 4.5 Población y viviendas totales

Para hacer el cálculo de las once variables socioeconómicas, primero se obtuvo la población total y las viviendas totales a nivel nacional, a nivel estatal y finalmente para todo el municipio de Ixtlahuaca, éstas variables se calcularon con la siguiente ecuación:

A continuación, se describe el cálculo del porcentaje de cada uno de los once indicadores, se considerará a  $I_{ij}$  como el indicador socioeconómico  $j$  para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio.

Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud ( $I_{i1}$ )

$$I_{i1} = \frac{P_i^{sinder}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$Ii1$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$Pi\ sinder$ : Población sin derechohabencia a servicios de salud

$Pi\ tot$  = Población total

Porcentaje de población de 15 años y más analfabeta ( $Ii2$ )

$$I_{i2} = \frac{P_i^{15ym\_an}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$Ii2$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$Pi\ 15ym\_an$  = Población de 15 años y más analfabeta

$Pi\ tot$  = Población total

Porcentaje de población que habla lengua indígena ( $Ii3$ )

$$I_{i3} = \frac{P_i^{3hlinhe}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$Ii3$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$Pi\ 3hlinhe$ : Población que habla lengua indígena

*Pi tot*: Población total

Porcentaje de población de 60 años y más (*Ii4*)

$$I_{i4} = \frac{P_i^{60ymas}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

*Ii4* = Indicador socioeconómico, *j* es para el número de indicadores, e *i* es el municipio

*Pi 60ymas*: Población de 60 años y más

*Pi tot*: Población total

Porcentaje de población con limitación en la actividad (*Ii5*)

$$I_{i5} = \frac{P_i^{con\_lim}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

*Ii5* = Indicador socioeconómico, *j* es para el número de indicadores, e *i* es el municipio

*Pi con\_lim*: Población con limitación en la actividad

*Pi tot*: Población total

Porcentaje de población desocupada (*Ii6*)

$$I_{i6} = \frac{P_i^{desocup}}{P_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$I_{i6}$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$P_i^{desocup}$ : Población desocupada

$P_i^{tot}$ : Población total

Porcentaje de viviendas sin agua potable ( $I_{i7}$ )

$$I_{i7} = \frac{V_i^{ph\_aguafv}}{V_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$I_{i7}$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$V_i^{ph\_aguafv}$ : Viviendas sin agua potable

$V_i^{tot}$ : Viviendas totales

Porcentaje de viviendas donde el piso es de tierra ( $I_{i8}$ )

$$I_{i8} = \frac{V_i^{ph\_pisoti}}{V_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$I_{i8}$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$V_i^{ph\_pisoti}$ : Viviendas donde el piso es de tierra

$V_i^{tot}$ : Viviendas totales

Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica ( $I_{i9}$ )

$$I_{i9} = \frac{V_i^{ph\_c\_elec}}{V_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$I_{i9}$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$V_i^{ph\_c\_elec}$ : Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica

$V_i^{tot}$ : Viviendas totales

Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje ( $I_{i10}$ )

$$I_{i10} = \frac{V_i^{ph\_drenaj}}{V_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

$I_{i10}$  = Indicador socioeconómico,  $j$  es para el número de indicadores, e  $i$  es el municipio

$V_i^{ph\_drenaj}$ : Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje

$V_i^{tot}$ : Viviendas totales

Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin ningún bien (*Ii11*)

$$I_{i11} = \frac{V_i^{ph\_snbien}}{V_i^{tot}} \times 100$$

Donde:

*Ii11* = Indicador socioeconómico, *j* es para el número de indicadores, e *i* es el municipio

*Vi ph\_snbien*: Viviendas particulares habitadas que no cuentan con ningún bien

*Vi tot*: Viviendas totales

#### **4.6 Índice de marginación**

Una vez calculados los once indicadores socioeconómicos que permitieron medir cada una de las formas de exclusión, fue necesario construir, a partir de ellos, una medida resumen que dio cuenta de la intensidad del fenómeno. En este sentido, se buscó generar un indicador que evaluará el impacto global del déficit y que además cumpliera ciertas características que facilitarían el análisis de la expresión territorial de la marginación (Mancino, 2015). Además de reducir la dimensionalidad original y al mismo tiempo retener y reflejar al máximo posible la información referida a la dispersión de los datos en cada uno de los once indicadores, así como las relaciones entre ellos, como lo señala Mancino (2015). Esto permitió establecer una ordenación entre las unidades de observación (secciones).

Reducir la dimensionalidad original y al mismo tiempo retener y reflejar al máximo posible la información referida a la dispersión de los datos en cada uno de los once indicadores, así como las relaciones entre ellos.

Permita establecer una ordenación entre las unidades de observación (secciones)

La técnica de análisis de componentes principales permite recuperar tanto la multidimensionalidad conceptual del fenómeno de la marginación, como la posibilidad, a través de la consideración de la primera componente, de tener un índice resumen del fenómeno para cada una de las secciones. Uno de los requisitos para poder aplicar ésta técnica radica precisamente en que las variables estudiadas se encuentren estrechamente interrelacionadas.

Para el municipio de Ixtlahuaca se trabajó un índice de marginación para el nivel de secciones electorales, con base a la metodología de estimación del índice de marginación de la Comisión Nacional de Población, aplicada por Mancino. (2015).

Una vez obtenidos los porcentajes totales de cada una de las once variables seleccionadas y la estratificación a través del Método Dalenius-Hodges se unen los datos numéricos en el software estadístico IBM SPSS Statics 22, que dio como resultado el índice de marginación, en términos numéricos.

Después que se obtiene el índice de marginación estratificado numérico se vuelve a procesar en el software IBM SPSS Statics 22, y finalmente dan como resultado cinco niveles de marginación: I) Muy bajo, II) Bajo, III) Medio, IV) Alto y V) Muy alto. Siendo Muy bajo el nivel donde la población es menos vulnerable en inundaciones al contrario de Muy alto donde se ubica la población más vulnerable dentro del municipio de Ixtlahuaca

#### **4.7 Grado de marginación integrado a zonas de inundación**

Una vez que se construyeron los grados de marginación con los datos que arrojaron las once variables, las cifras del índice de marginación transformado a grado de marginación se trasladaron al software de Arc Gis 10.1 en el cual se cargó previamente el shape que contiene las zonas de inundación.

Las zonas de inundación, poseen una tabla de atributos que contienen ya, las 27 secciones inundables, y al adherirse el grado de marginación, a través de la inserción de tablas por medio de la función “join” la tabla que se generó anteriormente en IBM SPSS Statics 22 se une, lo que da como resultado una serie de datos mayor.

La tabla resultante ahora contiene las 27 secciones inundables con los datos censales y su respectivo grado de marginación que dio como resultado un total de 3175 viviendas inundables.

#### **4.8 Cuantificación de bienes y altura de la lámina de agua**

La metodología propuesta por Baró y otros (2012) hace una cuantificación de bienes transmutada previamente vistos en el grado de marginación que se traducen a pesos mexicanos que posteriormente se utilizaron para la creación de las ecuaciones que sirven para el cálculo de costos, con ello se debe contemplar la altura de la lámina de agua que va desde 0.1 cms a 2 mts, lo que nos lleva al siguiente paso:

#### **4.9 Curvas de daños y cálculo de costos**

Para la estimación y cálculo de daños tangibles directos (pérdidas de bienes muebles generados con el contacto físico con el agua) se implementaron las curvas de daños potenciales, las cuales relacionan dos variables primordiales para la generación de las mismas. La primera es la altura de la lámina de agua y la segunda los daños causados por la inundación (Vázquez, 2013)

Cabe señalar que la clasificación de las curvas de daños se obtuvo mediante el grado de marginación urbana el cual establece cinco niveles (bajo, muy bajo, medio, alto y muy alto) de cada una de las secciones electorales para el municipio de Ixtlahuaca donde se ubican las viviendas afectadas por inundación.

Encada sección electoral se analizó el grado de afectación de las viviendas esto con relación a la altura de la lámina de agua de acuerdo a ello se obtuvieron las curvas de daño a partir de la metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012).

A continuación se muestran las ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en las diferentes secciones electorales con IM (bajo, muy bajo, medio, alto y muy alto) para viviendas de una planta o dos plantas.

Cuadro 7. Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM bajo. Vivienda de una planta.

INDICE DE MARGINACIÓN	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>
Bajo vivienda de una planta	DDHmax= 877.28 Ln(h) + 2479.23	0.88
	DDHmin= 797.24 Ln(h) + 2233.19	0.85
	DDHmp= 865.56 Ln(h) + 2443.20	0.87

*R2*: Coeficiente de determinación.

*DDHmax*: Daños directos en zona habitacional. Costo máximo

*DDHmin*: Daños directos en zona habitacional. Costo mínimo

*DDHmp*: Daños directos en zona habitacional. Costo más probable

*h* : altura de la lámina de agua.

Cuadro 8. Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM muy bajo. Viviendas de dos plantas

INDICE DE MARGINACIÓN	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>
Bajo viviendas de dos plantas	DDHmax= 666.15 Ln(h) + 1632.94	0.85
	DDHmin= 595.33 Ln(h) + 1409.03	0.82
	DDHmp= 605.70 Ln(h) + 1441.82	0.82

Cuadro 9. Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM medio. Vivienda de una planta.

INDICE DE MARGINACIÓN	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>
Medio Vivienda una planta	DDHmax= 709.63 Ln(h) + 1976.04	0.88
	DDHmin= 544.63 Ln(h) + 1546.60	0.83
	DDHmp= 544.63 Ln(h) + 1913.15	0.87

Cuadro 10. Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM alto. Vivienda de una planta.

INDICE DE MARGINACIÓN	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>
Alto	DDHmax= 289.4 Ln(h) + 801.5	0.85
	DDHmin= 228.5 Ln(h) + 637.9	0.79
	DDHmp= 280.5 Ln(h) + 777.60	0.84

---

Cuadro 11. Ecuaciones obtenidas de las curvas de daños potenciales directos en zonas habitacionales localizadas en una Sección Electoral con IM muy alto. Vivienda de una planta

---

INDICE DE MARGINACIÓN	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>
Muy alto	DDHmax= 247.6 Ln(h) + 668.4	0.816
	DDHmin= 141.3 Ln(h) + 382.4	0.718
	DDHmp= 156.9 Ln(h) + 424.3	0.741

---

Una vez obtenidas las ecuaciones de las curvas de daños potenciales se calcularon los costos a través de un valor máximo, mínimo, y más probable para cada sección electoral con el total de viviendas afectadas para cada una de ellas.

#### 4.10 Deflactación

La deflactación expresa la manera de transformar una magnitud económica en términos monetarios a precios corrientes en otra magnitud expresada también en términos monetarios, pero a precios del año base.

Siendo que el año base sirve de referencia para el cálculo del índice. Para la realización de la cuantificación de bienes y la obtención de la inversión mensual de una determinada unidad económica se usó el Censo Económico 2010. Mediante los datos procesados se obtuvo la producción bruta promedio por unidad económica, estimado a pesos del 2014, tomando a consideración la deflactación que ha tenido del 2010 a 2014 la cual fue de 85.94%.

Fórmula

$$Xr = \frac{Xn}{INPCb} \times 100$$

Donde:

Xr= Precio real deflactado

Xn= Precio nominal

INPC= Índice de precio base año de referencia igual a 100

# CAPÍTULO 5

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se describen y analizan los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación en el municipio de Ixtlahuaca.

Una vez realizado esto, se cuantificaron los bienes típicos para determinar las ecuaciones para costos mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación de acuerdo a la altura del tirante de agua que va desde los 0.1 centímetros hasta los 2 metros de altura.

En el municipio de Ixtlahuaca existen 11 localidades que tienden a inundarse, y se distribuyen a lo largo del río Lerma, viéndose afectadas en la zona norte, con las siguientes localidades: San Francisco del Río, La Concepción de los Baños, San Antonio de los Remedios y Guadalupe del Río, en la zona centro se afecta a San Mateo, Santo Domingo de Guzmán, San Jerónimo Ixtapantongo y San Joaquín del Junco; y en la zona sur se ven afectadas las localidades de: San Idelfonso; mientras que en el lado Este del municipio se ven afectadas las comunidades de Santo Domingo Huerejé y San Bartolo del Llano.

En el municipio de Ixtlahuaca la población está expuesta a las inundaciones de acuerdo a su localización y la suma de localidades da un total de 82,797 habitantes afectados por inundaciones. (CAEM, 2011)

### **5.1 Áreas inundables, viviendas y población afectadas en el municipio de Ixtlahuaca**

En el municipio de Ixtlahuaca existen 48 secciones electorales, de las cuales 27 son inundables, en el cuadro 12 se presentan las secciones y el área de inundación de cada uno.

Se observó que dentro de las 27 secciones existe una población total de 82 mil 797 habitantes, la sección 1500904302201 tiene un total de 5,601 habitantes con un 94.72% de población afectada. Esta sección se ubica en la localidad de San Mateo Ixtlahuaca, que se localiza al noreste de la cabecera municipal, siendo una de las comunidades más afectadas

por inundaciones, y se presentaron inundaciones importantes en los años 2001, 2007 y 2009, respectivamente.

**Cuadro 12. Áreas inundables, viviendas y población afectadas por sección electoral en el municipio de Ixtlahuaca 2000-2011**

CLAVEGEO	Área total (km <sup>2</sup> )	Área afectada	Área afectada (%)	Viviendas Totales	Viviendas Afectadas	Población Total	Población afectada
<b>Ixtlahuaca de Rayón</b> (1500904302188)	0.3	0.0	3.2	366	12	1659	52
<b>Ixtlahuaca de Rayón</b> (1500904302188)	4.7	0.7	14.5	942	137	3913	568
<b>San Francisco del Río</b> (1500904302192)	4.6	1.3	28.1	193	54	897	252
<b>San Cristóbal de los Baños</b> (1500904302193)	6.7	0.8	11.3	718	81	3290	372
<b>San Cristóbal de los Baños</b> (1500904302194)	1.4	1.0	74.6	153	114	736	549
<b>Jalpa de los Baños</b> (1500904302200)	12.1	3.8	31.7	1074	341	5230	1,658
<b>San Pablo de los Remedios</b> (1500904302201)	21.8	1.7	7.8	1320	103	5601	435
<b>San Antonio de los Remedios</b> (1500904302202)	2.6	0.4	17.1	82	14	330	56
<b>San Francisco de Guzmán</b> (1500904302205)	17.5	0.9	5.1	649	33	3003	153
<b>San Mateo Ixtlahuaca</b> (1500904302206)	9.0	4.4	49.3	908	448	4063	2,003
<b>Guadalupe Cachi</b> (1500904302207)	10.6	1.6	15.1	627	95	3118	472
<b>Santa Ana la Ladera</b> (1500904302208)	10.9	1.1	10.0	686	69	3332	333
<b>Santo Domingo de Guzmán</b> (1500904302209)	1.4	0.5	34.5	735	254	3279	1,131

<b>Santo Domingo de Guzmán</b> (1500904302210)	2.8	0.6	22.1	852	188	3798	838
<b>San José Huerejé</b> (1500904302211)	3.8	0.6	15.7	760	119	3547	558
<b>San Bartolo del Llano</b> (1500904302212)	3.3	0.1	1.7	616	10	2913	49
<b>San Bartolo del Llano</b> (1500904302213)	3.0	0.8	26.9	734	197	3581	962
<b>La Purísima</b> (1500904302214)	8.6	0.0	0.1	1072	1	5017	3
<b>Emiliano Zapata</b> (1500904302215)	7.1	2.6	37.0	1022	378	4853	1,796
<b>San Ignacio del Pedregal</b> (1500904302219)	8.6	0.3	3.7	383	14	1693	63
<b>La Guadalupeana</b> (1500904302220)	12.0	0.2	1.9	887	17	3880	75
<b>Dolores Enyege</b> (1500904302222)	2.7	0.2	8.6	174	15	732	63
<b>San Jerónimo Ixtapantongo</b> (1500904302227)	10.2	0.8	7.6	639	48	3080	233
<b>San Jerónimo la Cañada</b> (1500904302230)	9.0	0.4	4.1	672	27	3148	128
<b>Guadalupe del Río</b> (1500904302231)	1.8	1.1	58.5	61	36	281	164
<b>San Ildefonso</b> (1500904302232)	10.3	2.2	21.8	988	216	4388	958
<b>San Pedro la Cabecera</b> (1500904302233)	4.3	0.8	19.5	790	154	3435	671

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Comisión de Aguas del Estado de México (2000, 2001, 2002, 2003, 2004,) y cartografía del Instituto Nacional Electoral

## 5.2 Grado de marginación por sección electoral

Cuadro 13. Número de secciones electorales y grado de marginación en el Municipio de Ixtlahuaca.

<b>Número de secciones electorales y grado de marginación en el Municipio de Ixtlahuaca.</b>	
<b>Grado de Marginación</b>	<b>Secciones Electorales</b>
Muy alto	9
Alto	5
Medio	9
Muy bajo	1
Bajo	3

Fuente: Elaboración propia con base en INE.

En las 27 secciones inundables se presentan diferentes grados de marginación, como se observa en la figura 31, donde se contemplan tres secciones que tienen un grado de marginación bajo, una con grado de marginación muy bajo, nueve con grado de marginación medio, cinco con grado de marginación alto y nueve secciones con grado de marginación muy alto.

## 5.3 Viviendas afectadas

Existen un total de 18,103 viviendas afectadas en la zona de estudio, siendo la sección 1500904302201 la que cuenta con el mayor número de viviendas afectadas, ésta sección abarca las localidades de San Pablo de los Remedios, San José del Río y Casa Blanca, por lo que es comprensible que presente uno de los mayores porcentajes de daños con un 98%.

Cuadro 14. Secciones electorales, con grado de marginación y viviendas afectadas

<b>Secciones Electorales, con grado de marginación y viviendas afectadas</b>		
<b>Secciones Electorales</b>	<b>Grado de marginación</b>	<b>Viviendas afectadas</b>
Ixtlahuaca de Rayón (1500904302190)	Bajo	137
La Purísima (1500904302190)	Bajo	1
San Pedro la Cabecera (1500904302233)	Bajo	154
Ixtlahuaca de Rayón (1500904302188)	Muy bajo	12
San Francisco de Guzmán (1500904302205)	Medio	33
Santo Domingo de Guzmán (1500904302209)	Medio	254
Santo Domingo de Guzmán (1500904302210)	Medio	188
San José Huerejé (1500904302211)	Medio	119
San Bartolo del Llano (1500904302212)	Medio	10
San Bartolo del Llano (1500904302213)	Medio	197
San Jerónimo Ixtapantongo (1500904302227)	Medio	48
San Jerónimo la Cañada (1500904302230)	Medio	27
San Ildefonso (1500904302232)	Medio	216
Jalpa de los Baños (1500904302200)	Alto	341
Emiliano Zapata (1500904302215)	Alto	378
La Guadalupana (1500904302220)	Alto	17

Dolores Enyege (1500904302222)	Alto	15
Guadalupe del Río (1500904302231)	Alto	36
San Francisco del Río (1500904302192)	Muy alto	54
San Cristóbal de los Baños (1500904302193)	Muy alto	81
San Cristóbal de los Baños (1500904302194)	Muy alto	114
San Pablo de los Remedios (1500904302201)	Muy alto	103
San Antonio de los Remedios (1500904302202)	Muy alto	14
San Mateo Ixtlahuaca (1500904302206)	Muy alto	448
Guadalupe Cachi (1500904302207)	Muy alto	95
Santa Ana la Ladera (1500904302208)	Muy alto	69
San Ignacio el Pedregal (1500904302219)	Muy alto	14

Fuente: Elaboración con base en Instituto Nacional Electoral (INE)

#### **5.4 Costos totales por sección electoral.**

En la figura 33 se presentan los costos totales calculados por sección electoral, haciendo una suma de los costos más probables de las 27 secciones electorales inundables el resultado es un total de 192 millones 442 mil 476 pesos, en esta estimación va implícito el total de la altura de lámina de agua y para cada una de las secciones electoral.

Una vez calculados los costos, estos se graficaron a partir de la altura de la lámina de agua que va desde 10 centímetros hasta los 2 metros, lo cual permitió obtener tres curvas: a)

Costo máximo, b) Costo más probable y c) Costo mínimo dichas curvas se utilizaron para calcular el área en las viviendas más afectadas.

**Tabla de costos totales por Sección Electoral**

Secciones Electorales	Costos totales por Sección Electoral
Ixtlahuaca de Rayón (1500904302188)	2,029,768
Ixtlahuaca de Rayón (1500904302190)	13,789,932
San Francisco del Río (1500904302192)	1,802,962
San Cristóbal de los Baños (1500904302193)	2,703,574
San Cristóbal de los Baños (1500904302194)	3,801,409
Jalpa de los Baños (1500904302200)	17,057,805
San Pablo de los Remedios (1500904302201)	3,414,432
San Antonio de los Remedios (1500904302202)	466,591
San Francisco de Guzmán (1500904302205)	2,678,737
San Mateo Ixtlahuaca (1500904302206)	14,910,953
Guadalupe Cachi (1500904302207)	3,162,272
Santa Ana la Ladera (1500904302208)	2,282,958
Santo Domingo de Guzmán (1500904302209)	20,540,525
Santo Domingo de Guzmán (1500904302210)	15,233,609
San José Huerejé (1500904302211)	9,678,639
San Bartolo del Llano (1500904302212)	843,499

San Bartolo del Llano (1500904302213)	15,975,881
La Purísima (1500904302214)	66,808
Emiliano Zapata (1500904302215)	18,949,943
San Ignacio del Pedregal (1500904302219)	476,961
La Guadalupana (1500904302220)	859,637
Dolores Enyege (1500904302222)	747,968
San Jerónimo Ixtapantongo (1500904302227)	3,923,983
San Jerónimo la Cañada (1500904302230)	2,213,115
Guadalupe del Río (1500904302231)	1,786,346
San Ildefonso (1500904302232)	17,473,296
San Pedro la Cabecera (1500904302233)	15,570,873
Total, de costos	192,442,476

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional Electoral (INE) y la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

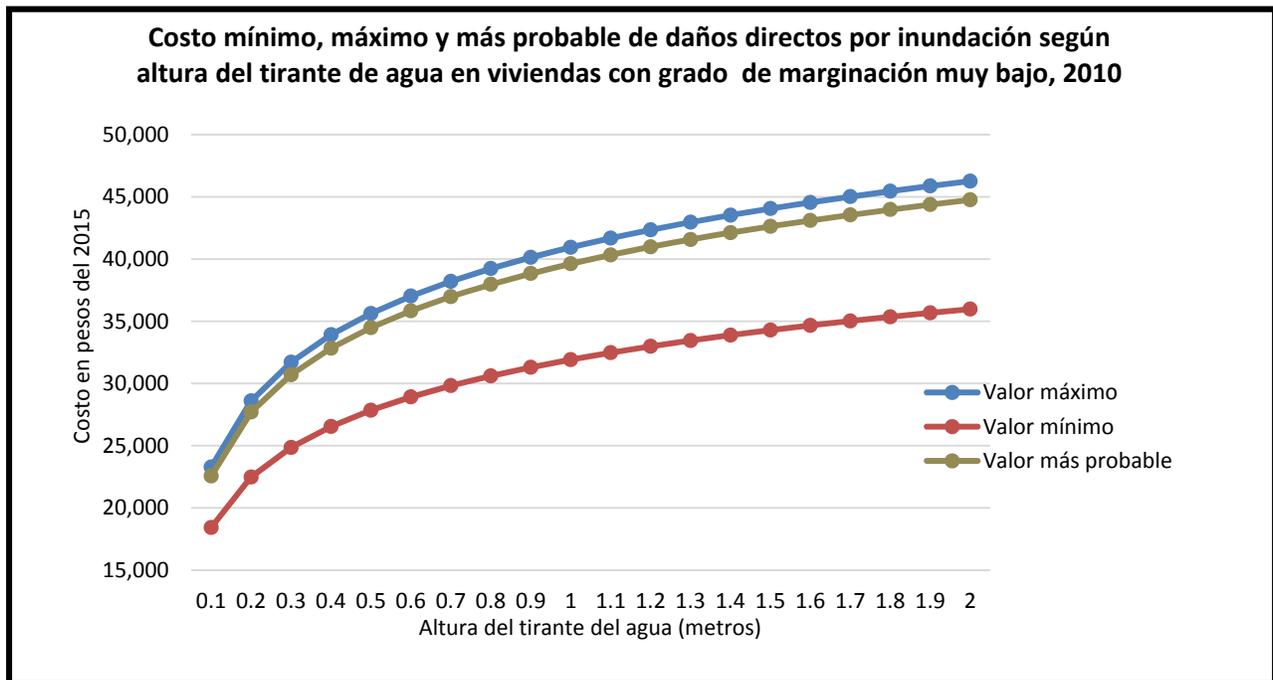
Cuadro15. Costos totales por sección electoral

### 5.5 Gráficas de las curvas de daños

Posteriormente se graficaron los costos con la altura de la lámina de agua, lo cual permitió obtener tres curvas, de costo máximo, más probable y mínimo los cuales se utilizaron para calcular el área en las viviendas masa afectadas.

En las siguientes graficas se muestran los costos que se obtuvieron a partir de las ecuaciones propuestas en la metodología de para la valoración económica de daños potenciales tangibles por inundación Baró y otros; (2012) así como también se describe el grado de marginación de cada vivienda y a la altura del tirante de agua.

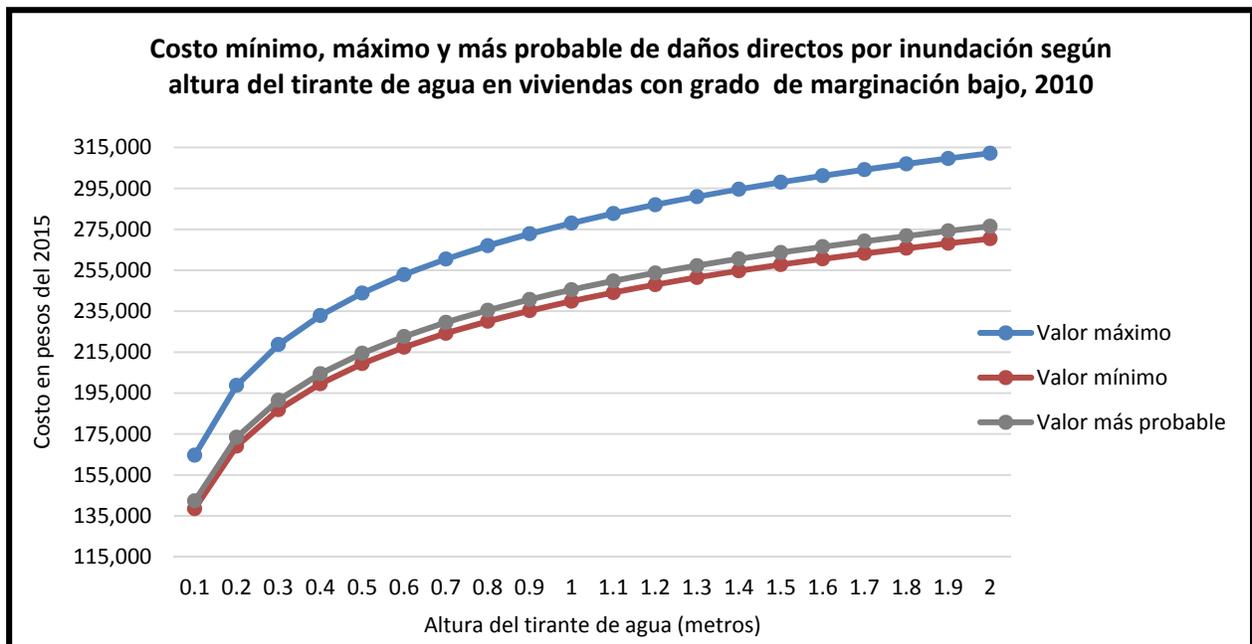
**Gráfica 8. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy bajo, 2010.**



Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012).

En la gráfica 8 se presentan los costos en pesos del 2015 desde valor máximo, mínimo y más probable donde se observa que a partir de la altura del tirante de agua de 0.80 m se produce un cambio en el comportamiento de los datos, conforme aumenta la altura del tirante de agua el costo es mayor, el costo máximo se estima de 23 mil 272 pesos a 46 mil 278 pesos, el valor más probable va de 22 mil quinientos 61 pesos a 44 mil 771 pesos y el valor mínimo va de 18 mil 411 pesos 35 mil 975 pesos esto de acuerdo al tirante de agua el cual va de 0.1cms a 2 mts de altura para la sección electoral 1500904302188 ubicada en Ixtlahuaca de Rayón.

**Gráfica 9. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010**



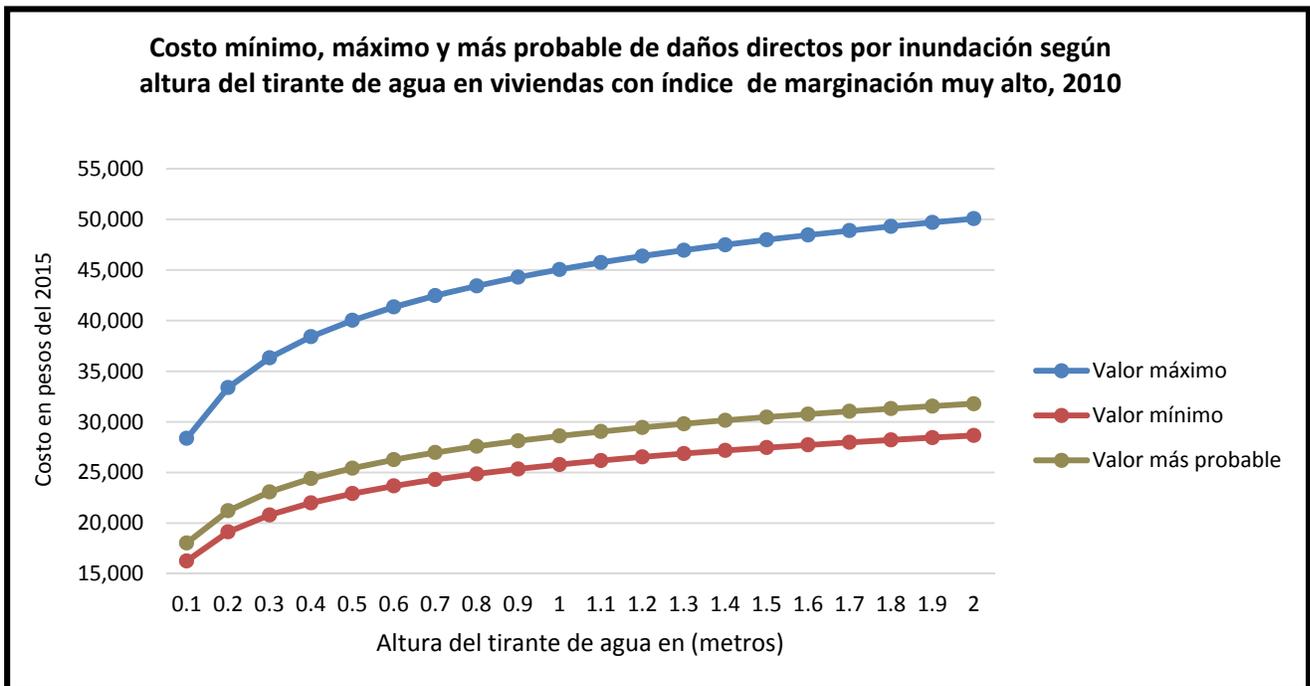
Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la gráfica 9 corresponde a la sección electoral 1500904302190 ubicada en San Joaquín el Junco donde se observa que el costo máximo de acuerdo al tirante de agua inicia con 0.1 cms con un valor de 164 mil 603 pesos para 2 mts la altura del tirante tiene un costo de

312 mil 612 pesos, mientras que el costo más probable va de 142 mil 335 pesos a 276 mil 524 pesos de 0.1cms a 2 mts.

Por otra parte, para el costo mínimo con la altura del tirante de agua antes mencionada es de 138 mil 538 pesos a 270 mil 410 pesos resultando que las viviendas afectadas tienen un índice de marginación bajo, donde el agua no alcanza niveles máximos para afectar bienes que se encuentren dentro de las viviendas.

**Gráfica 10. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con grado de marginación muy alto, 2010**

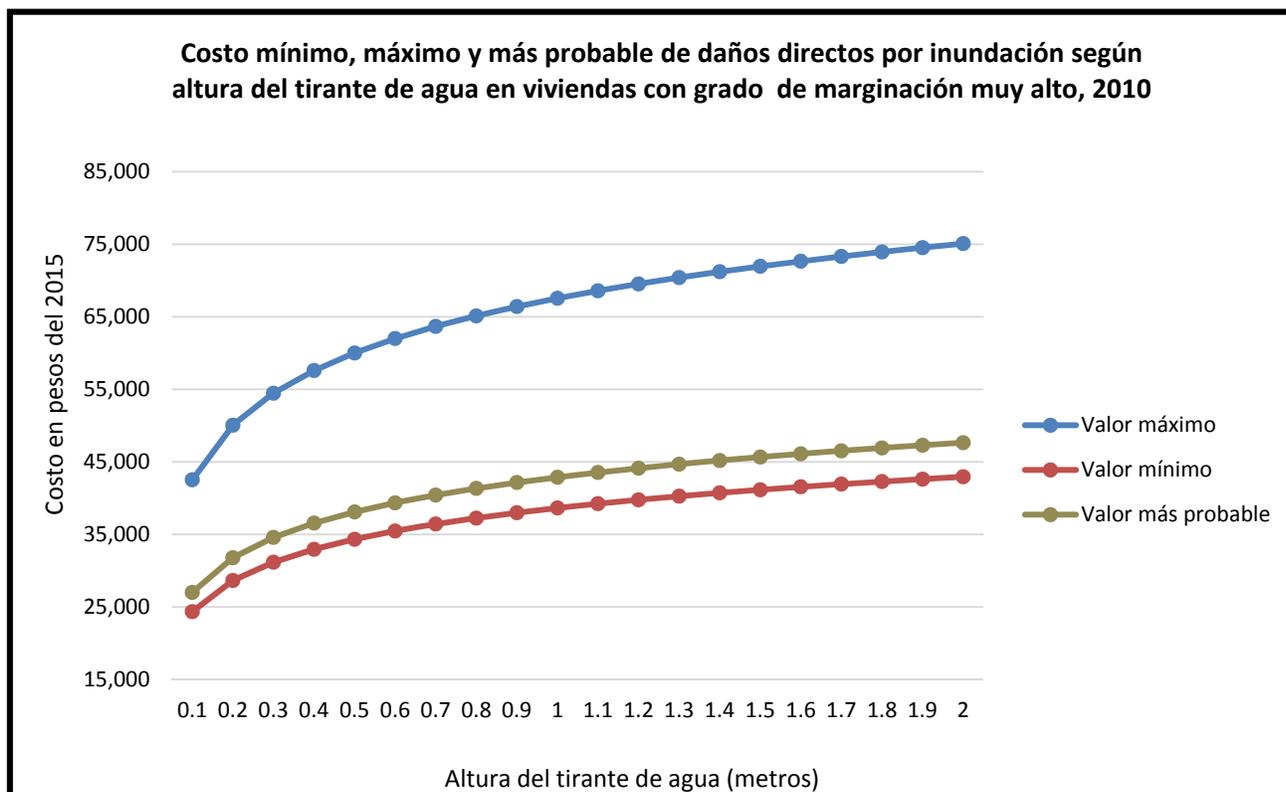


Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos para la sección electoral 1500904302193 ubicada en la comunidad de San Francisco del Río, el costo máximo va de 28 mil 363 pesos a 50 mil 75 pesos, el costo más probable tiene un valor que va de 18 mil 23 pesos a 31 mil 780 pesos, el costo mínimo es de 16 mil 251 pesos a 28 mil 742 pesos para una altura del tirante de 0.1cms a 2 mts, esta

zona cuenta con un índice de marginación muy alto, siendo altamente vulnerables ante inundaciones.

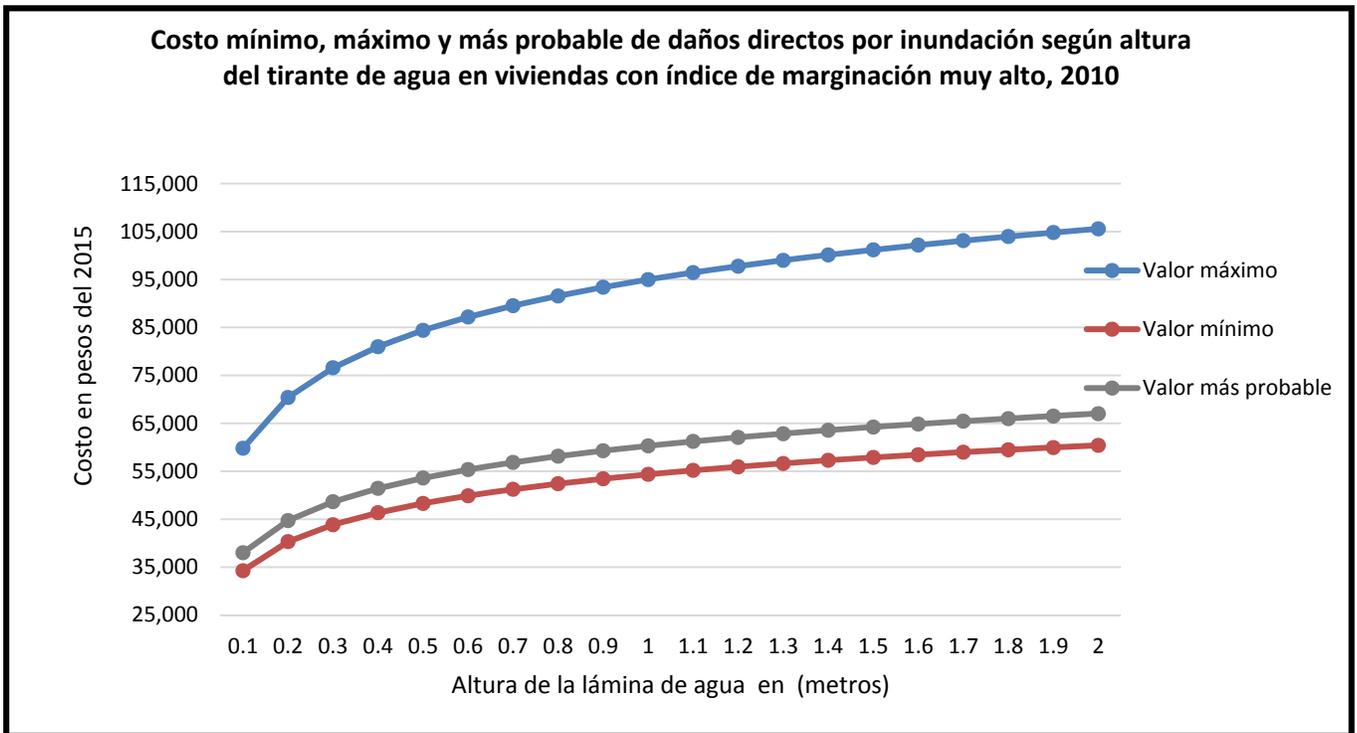
**Gráfica 11. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010.**



Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012).

Se muestran los costos de inundación de la sección electoral 1500904302193 ubicada en San Cristóbal de los Baños los cuales van de 0.1cms a 2 mts de acuerdo a la altura de la lámina de agua teniendo un costo en valor máximo de 42 mil 531 pesos a 75 mil 89 pesos, el costo más probable va de 27 mil 26 pesos a 47 mil 758 pesos y por último el costo mínimo tiene un valor de 24 mil 368 pesos a 42 mil 949 pesos esta comunidad tiene un índice marginación muy alto resultando que las viviendas afectadas presentaran problemas graves.

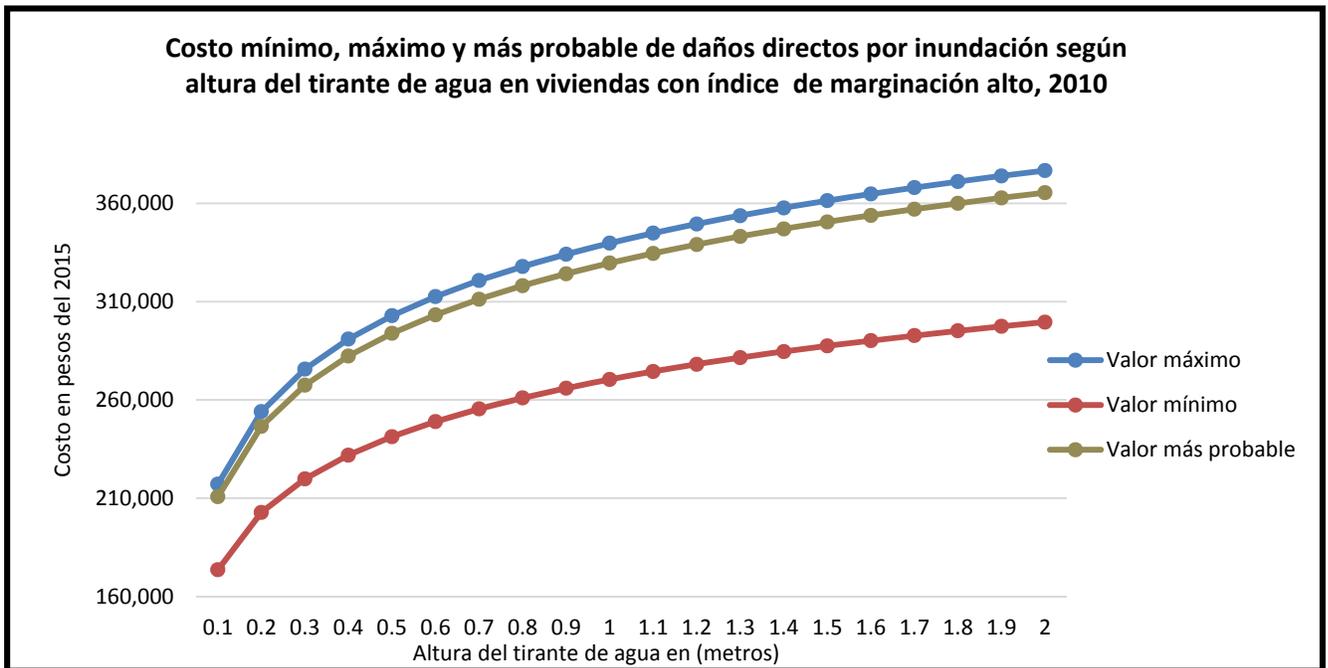
**Gráfica 12. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012).

La sección electoral 1500904302194 ubicada también en San Cristóbal de los Baños los costos de los primeros 0.1 cms para el valor máximo es de 59 mil 801 pesos el costo más probable tiene un valor de 38 mil 1 pesos y el costo mínimo registra un valor de 34 mil 273 pesos, mientras que la altura del tirante de agua a los 2 mts registra los siguientes costos para el valor máximo se tiene una cantidad de 105 mil 580 pesos, el valor más probable es de 67 mil 10 pesos y el costo mínimo tiene un valor de 60 mil 389 pesos se observa que el índice de marginación es alto por ello que esta zona se encuentra expuesta a tener graves inundaciones.

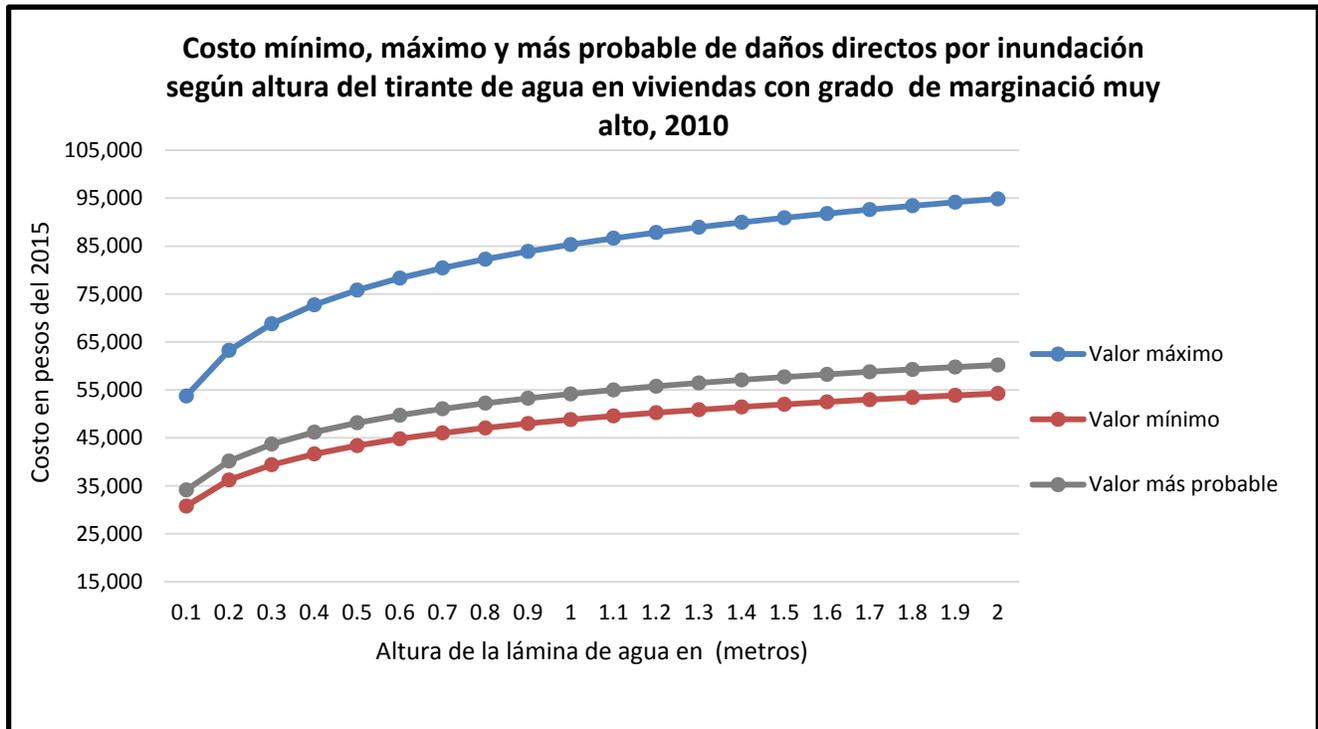
**Gráfica 13. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302200 ubicada en Jalpa de los Baños los costos por inundación van de 0.1 cms a 2 mts de altura del tirante de agua en los primeros 0.1 cms los costos para el valor máximo son de 217 mil 202 pesos, el costo más probable tiene un valor de 210 mil 743 pesos y el costo mínimo es de 173 mil 573 pesos. Para la altura del tirante de agua de 2 mts el costo máximo es 376 mil 725 pesos, el costo más probable tiene un valor de 365 mil 457 pesos y el mínimo es de 299 mil quinientos 96 pesos. Los costos para esta sección electoral presentan un índice de marginación alto es por ello que son vulnerables.

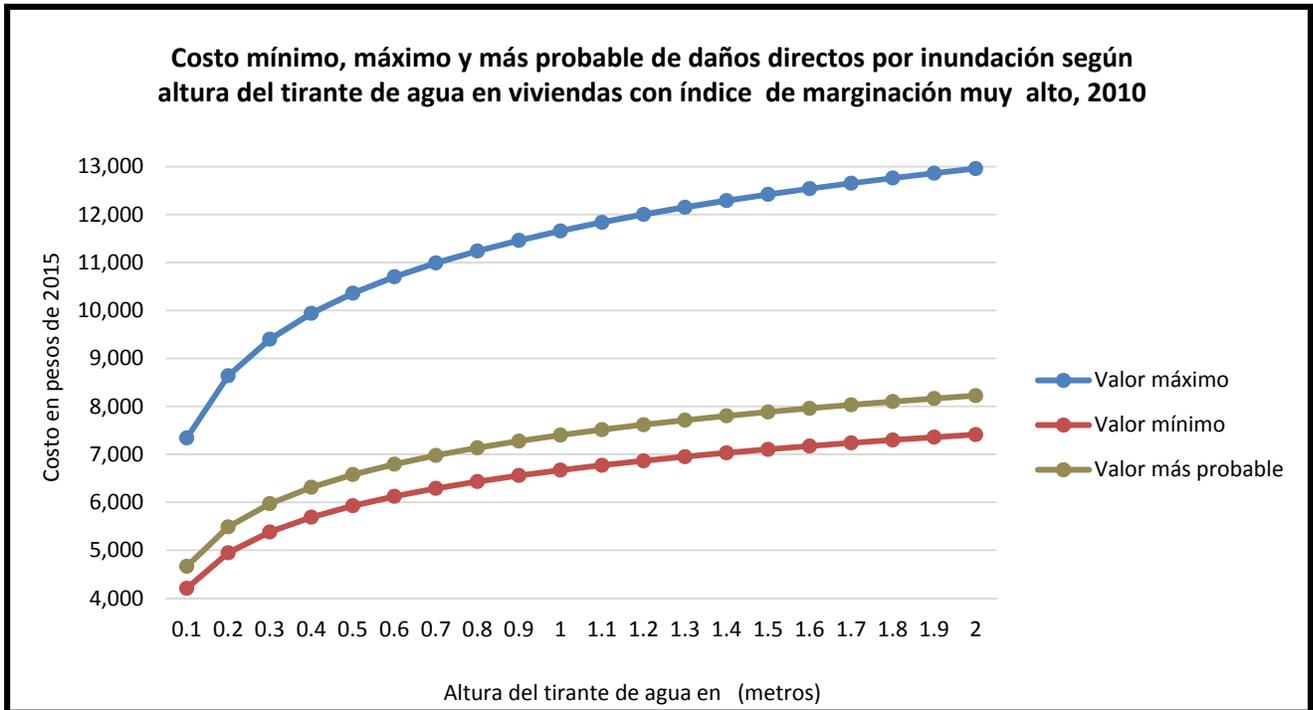
**Gráfica 14. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302201 ubicada en San José del Río los costos de inundación inician en 0.1cms a 2 mts de altura del tirante de agua, el costo máximo tiene un valor que va de 53 mil 713 pesos a los 94 mil 832 pesos, el costo más probable tiene un valor que va de 34 mil 132 pesos a 60 mil 189 pesos, por último el costo mínimo va de 30 mil 775 pesos a 54 mil 241 pesos se observa que los datos tienen un comportamiento diferente siendo una de las comunidades con un índice de marginación muy alto teniendo costos mayores a los 95 mil pesos.

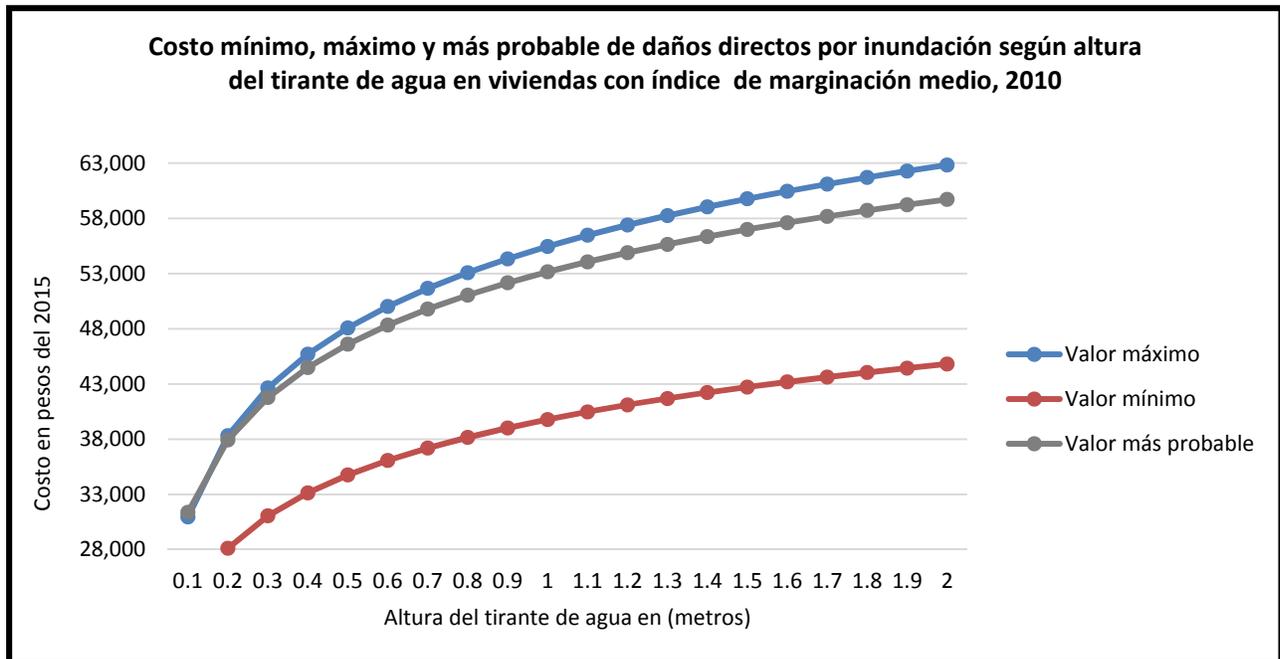
**Gráfica 15. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302202 ubicada en San Antonio de los Remedios los costos en pesos del 2015 se observan en el gráfico 8 de acuerdo al tirante de agua que va de los 0.1 cms a los 2 mts de altura, el valor máximo inicia en 7 mil 340 pesos y termina en 12 mil 959 pesos, el valor más probable va de 4 mil 664 pesos a 8 mil 225 pesos y el valor mínimo va de 4 mil 206 pesos a 7 mil 412 pesos resultando que es una zona con un índice muy alto de marginación.

**Gráfica 16. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación**

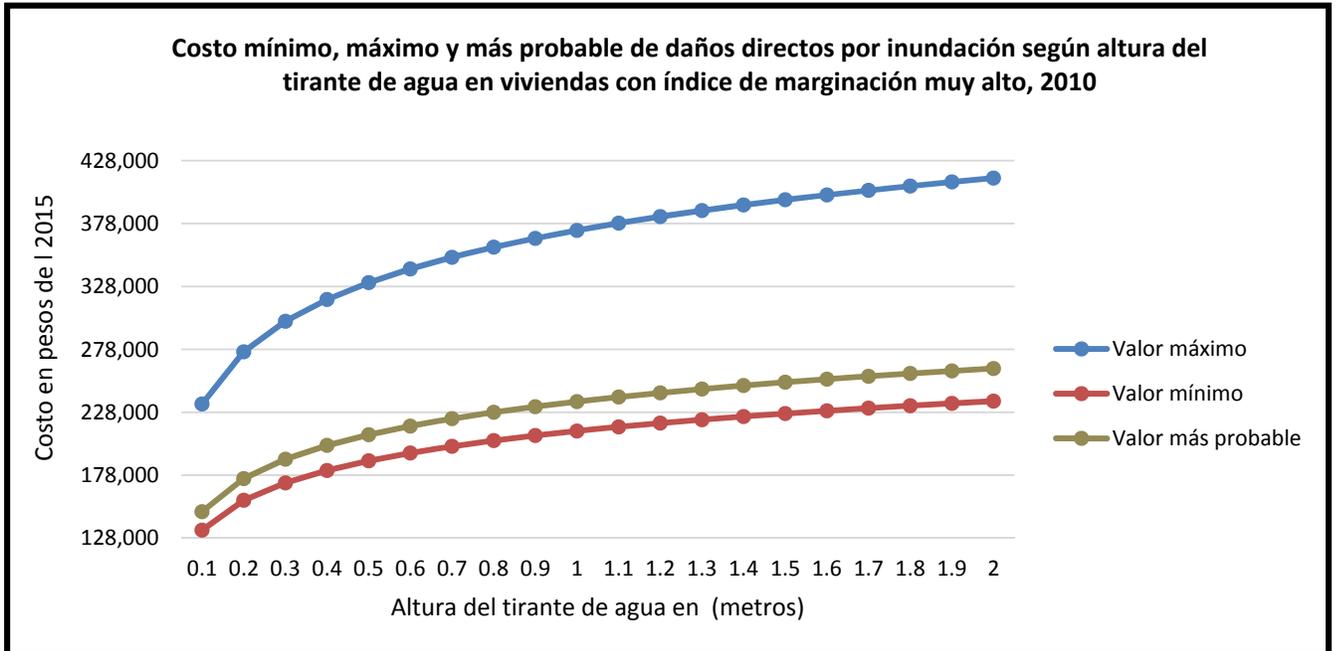


**medio, 2010.**

Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Esta sección electoral 1500904302205 localizada en San Francisco de Guzmán los costos por inundación de acuerdo a la altura del tirante de agua en viviendas con un índice de marginación medio son para el valor máximo de 30 mil 951 pesos a 0.1 cms de altura a 2 mts es de 62 mil 829 pesos, el valor más probable es de 31 mil 382 pesos a 0.1 cms metros y a los 2 mts son de 59 mil 713 pesos, y para el valor mínimo es de 28 mil 113 pesos a 44 mil 805 pesos esta sección presenta un índice de marginación medio.

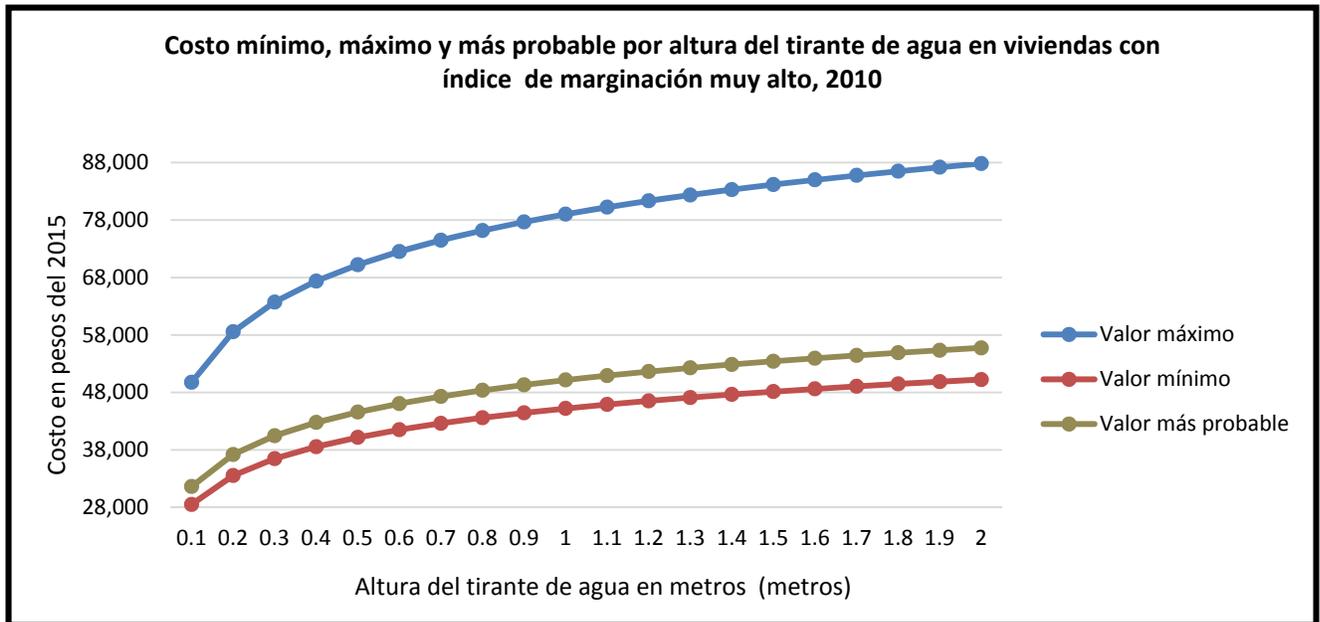
**Gráfica 17. Costo mínimo, máximo y más probable de daños directos por inundación según altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010.**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la gráfica 17 se observan los costos siguientes a partir de un valor máximo, más probable y mínimo en la sección electoral 1500904302206 ubicada en San Mateo Ixtlahuaca el costos máximo va 234 de mil 578 pesos a 414 mil 136 pesos, el costo más probable va de 149 mil 58 pesos a 272 mil 847 pesos, mientras que el mínimo va de 134 mil 397 pesos a 236 mil 873 pesos donde las viviendas afectadas tienen un índice de marginación muy alto con costos mayores a los 400 mil pesos y los bienes para estas viviendas resultan gravemente afectados.

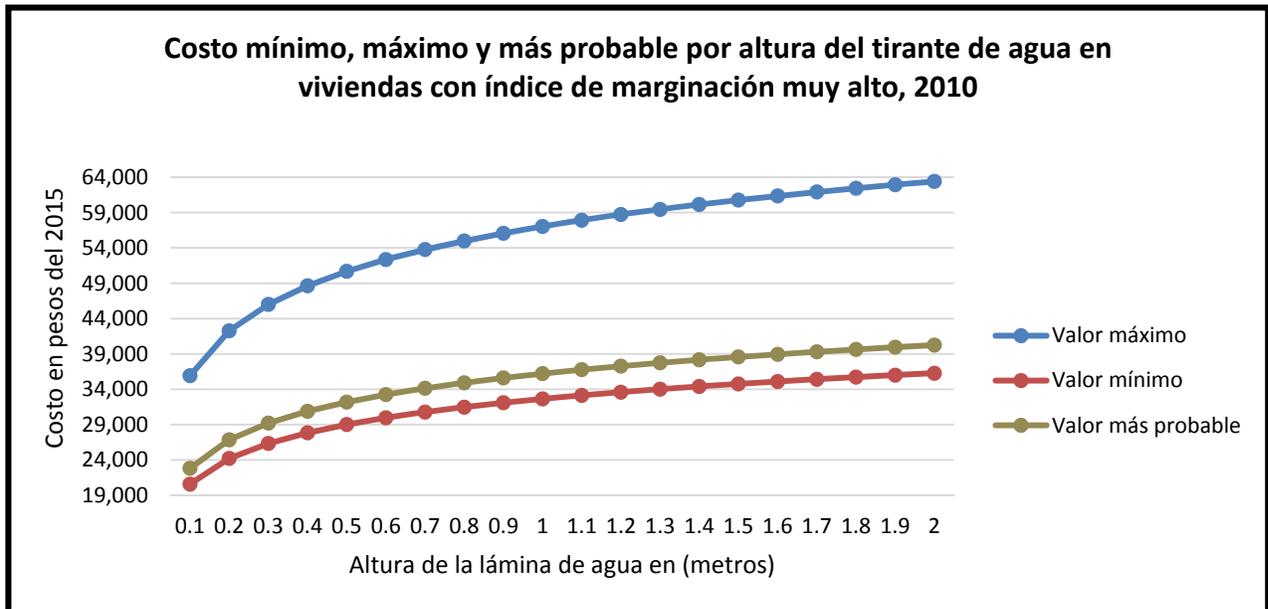
**Gráfica 18. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos de la sección electoral 1500904302207 ubicada en Guadalupe Cachi para el valor máximo van de 49 mil 746 a 87 mil 829 pesos por otro lado para el valor más probable los costos van de 31 mil 612 pesos a cincuenta y 5 mil 744 pesos mientras tanto para el valor mínimo van de 28 mil 503 pesos a 50 mil 235 pesos todos los valores antes mencionados van de 0.1 cms a 2 mts de la altura del tirante de agua, siendo que las viviendas resultan afectadas con un alto índice de marginación.

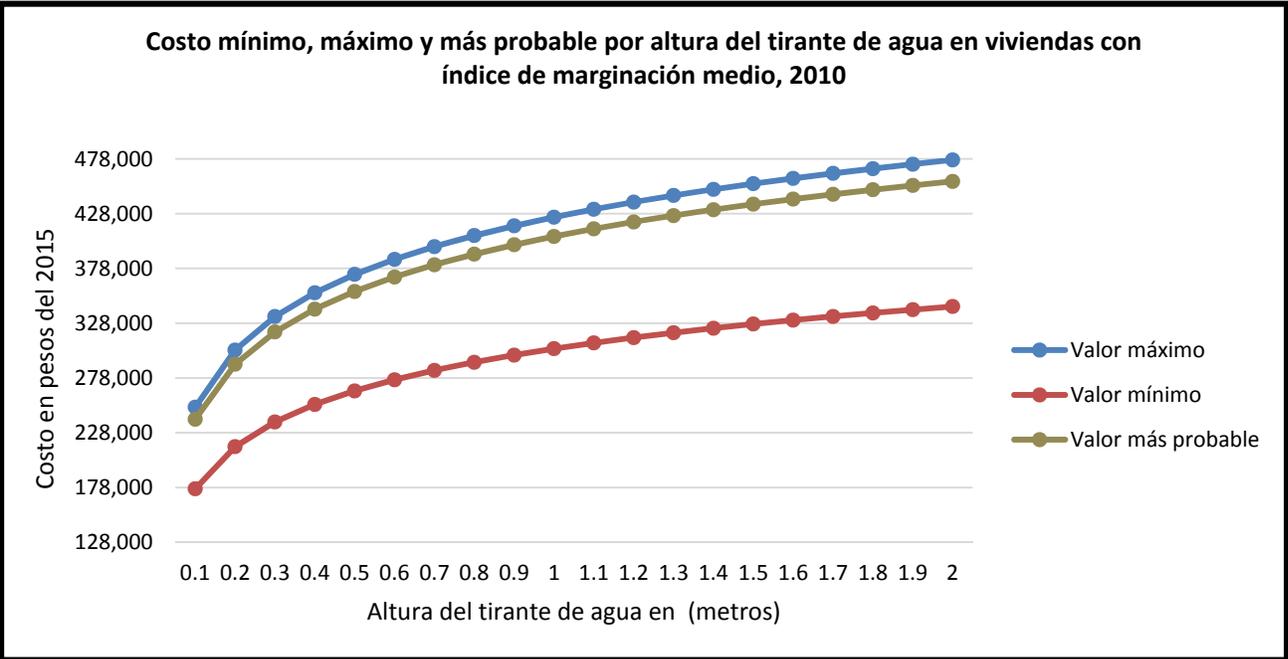
**Gráfica 19. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302208 ubicada en Santa Ana la Ladera tiene un alto índice de marginación de acuerdo a la altura del tirante de agua inicia de 0.1 cms a 2 mts de altura, donde el valor máximo va de 35 mil 914 pesos a 63 mil 407 pesos, el valor más probable va de 22 mil 822 pesos a 40 mil 244 pesos por último el valor mínimo va de 20 mil 577 pesos a 36 mil 267 pesos estos son los costos estimados para esta sección electoral.

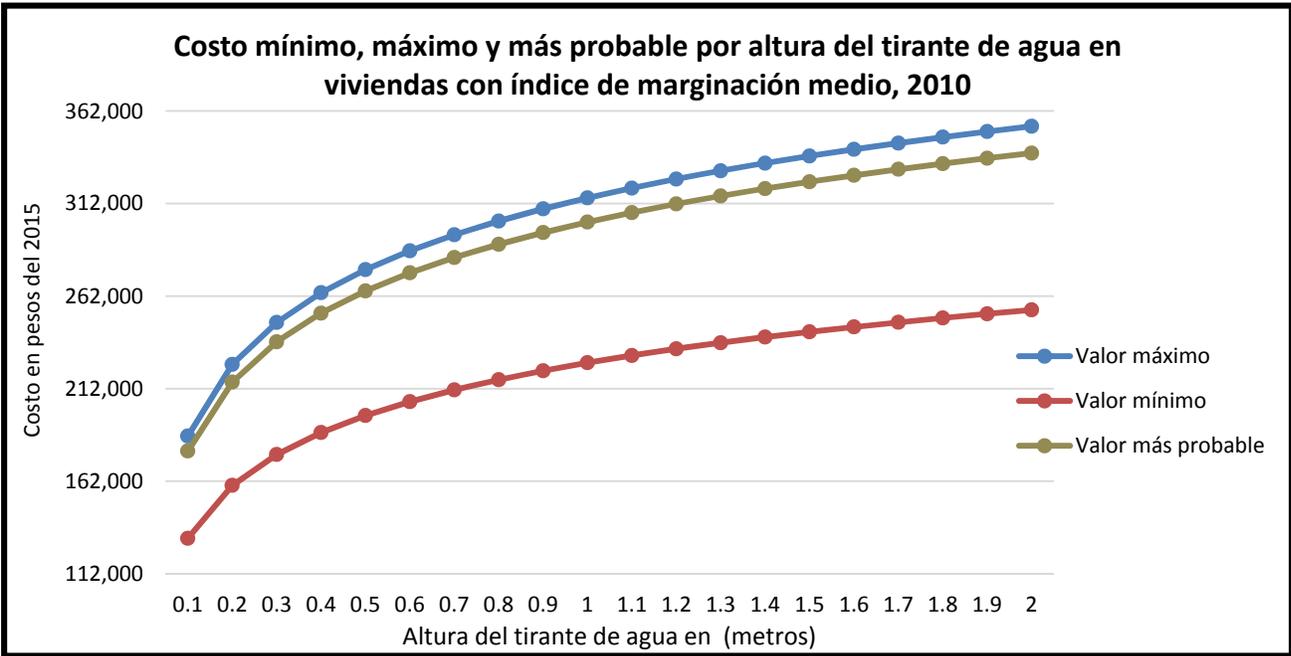
**Gráfica 20. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos de la sección electoral 1500904302209 ubicada en Santo Domingo de Guzmán, se estimaron de acuerdo a la altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts el valor máximo tiene un costo que va de 250 mil 286 pesos a 476 mil 991 pesos, el costo más probable va de 240 mil 386 pesos a 457 mil 400 pesos y por último el valor mínimo va de 176 mil 856 pesos a 343 mil 205 pesos, las viviendas para esta sección electoral tienden a tener un índice de marginación medio.

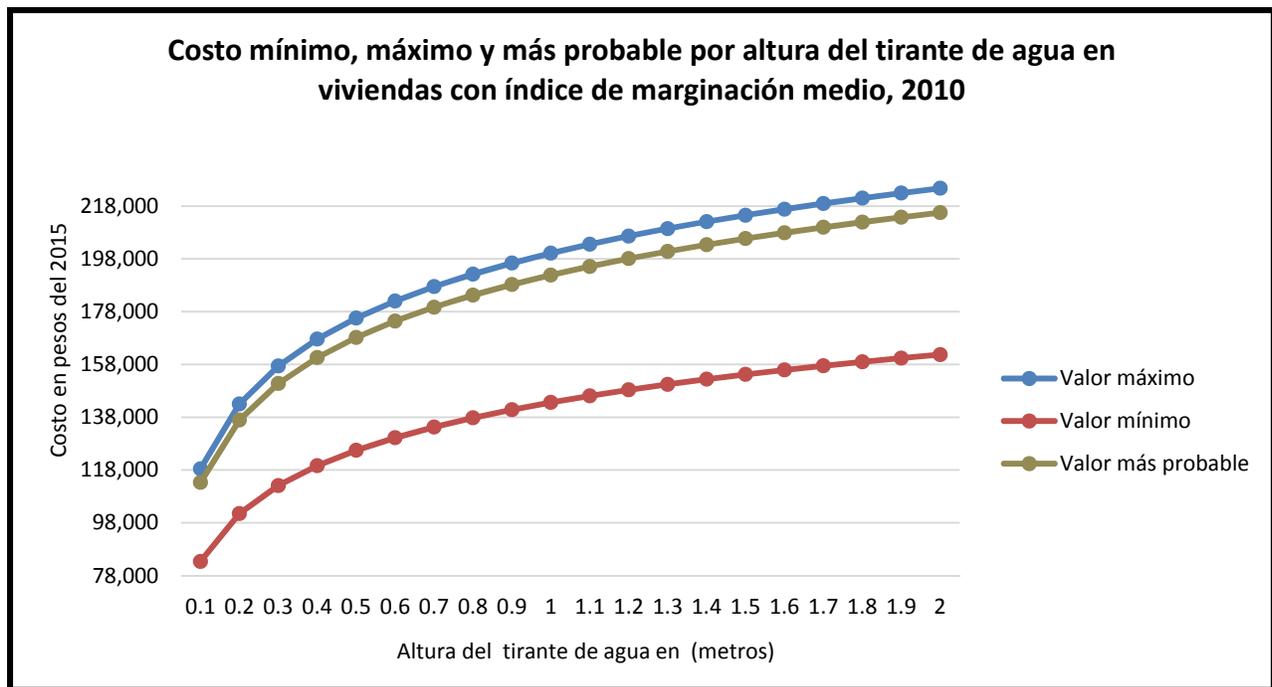
**Gráfica 21. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los cotos para esta sección electoral 1500904302210 ubicada en Santo Domingo de Guzmán se observan en el gráfico 14, el valor máximo tiene un costo de ciento ochenta y seis mil trescientos sesenta y tres pesos 0.1 cms a los 2 mts tiene un costo de 339 mil 224 pesos, para el valor más probable los costos van de 178 mil 279 pesos a 339 mil doscientos 24 pesos y por último el costo mínimo va de 131 mil 163 pesos a 254 mil 553 pesos.

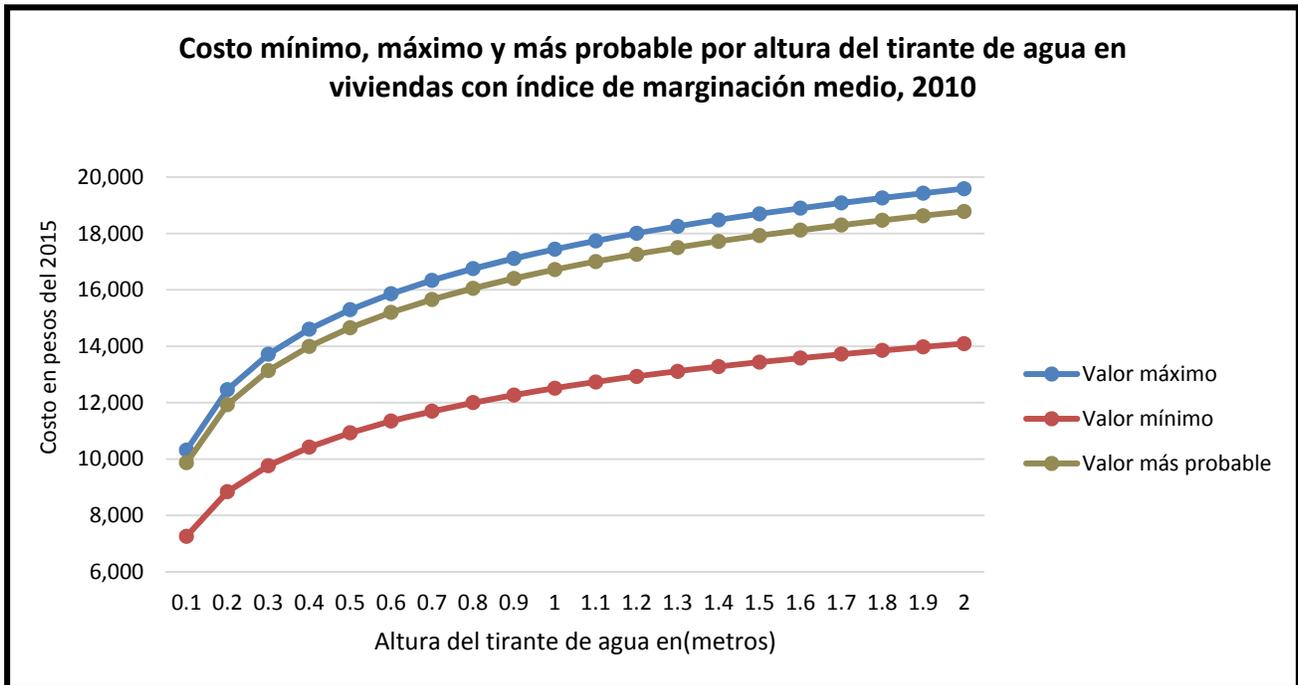
**Gráfica 22. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302211 ubicada en San José Huerejé los costos estimados en el valor máximo van de 118 mil 405 pesos a 224 mil 757 pesos, para el valor más probable el costo va de 113 mil 269 pesos a 215 mil 525 pesos y por último el valor mínimo va de 83 mil 334 pesos a 161 mil 717 pesos a una altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts. Cabe señalar que para esta sección electoral el índice de marginación es medio.

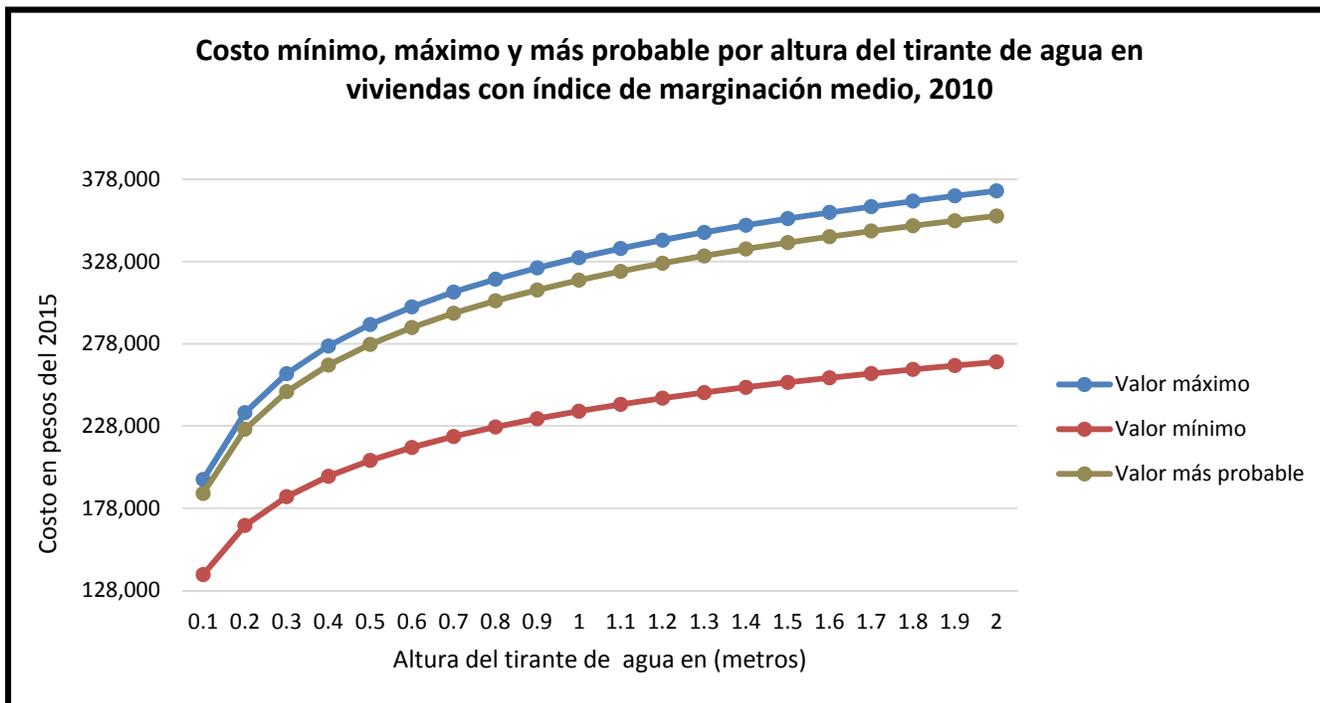
**Gráfica 23. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010.**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos de la sección electoral 1500904302212 ubicada en San Bartolo del Llano se estimaron los siguientes para el valor máximo van de 10 mil 319 pesos a 19 mil 588 pesos, el valor más probable va de 9 mil 871 pesos a dieciocho mil setecientos ochenta y tres pesos, el costo mínimo se establece en 7 mil 263 pesos a 14 mil 94 pesos, todos los costos antes mencionados van de acuerdo a la altura del tirante de agua que inicia en 0.1 cms a 2 mts de altura resultando, que esta zona cuenta con un índice de marginación medio siendo que las viviendas afectadas no rebasan costos mayores a los 20 mil pesos.

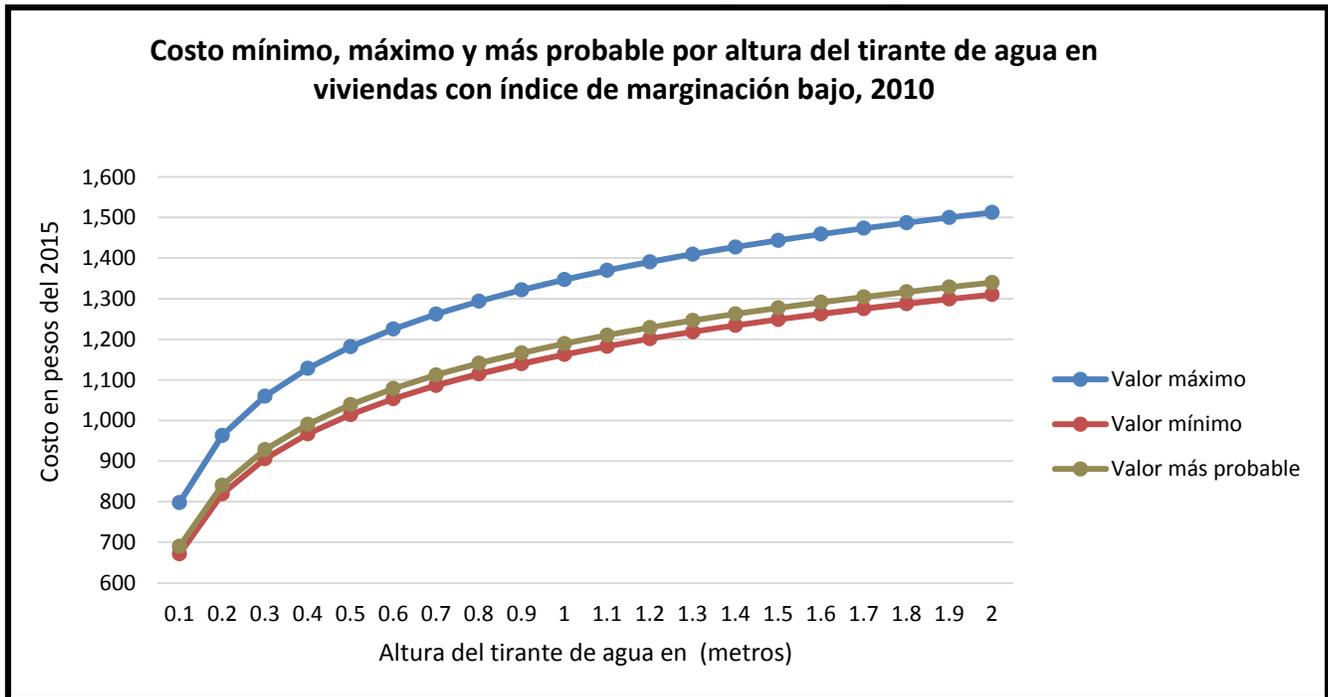
**Gráfica 24. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos estimados para la sección electoral 1500904302213 ubicada en las comunidades de San Bartolo de Llano y San Francisco del Llano se establecieron los siguientes costos como se muestra en el gráfico 10. El valor máximo va de 195 mil 444 pesos a 370 mil 991 pesos, el valor más probable va de 186 mil a 966 pesos y el valor mínimo va de 137 mil 554 pesos a 266 mil 935 pesos con una altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts resultando que las viviendas afectadas tienen un índice de marginación medio.

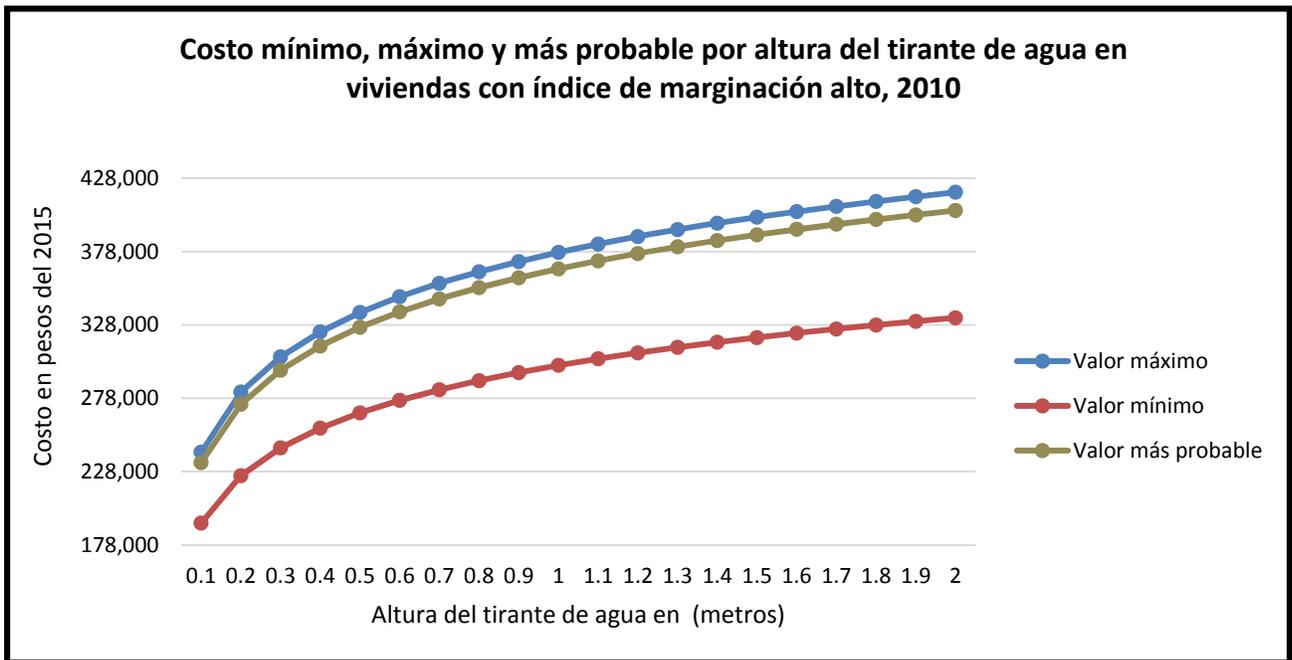
**Gráfica 25. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302214 ubicada en la Purísima la altura del tirante de agua se establece de 0.1 cms a 2 mts de altura tanto para el valor máximo, más probable y mínimo el costo máximo va de 797 pesos a 1512 pesos, el valor más probable se establece en 690 pesos a 1340 pesos y por último el valor mínimo va de 671 pesos a 1310 pesos, resultando que esta sección electoral es una de la menos afectadas ya que los costos no rebasan más de 2000 mil pesos es por ello que tiene un índice de marginación bajo sin tener afectaciones graves.

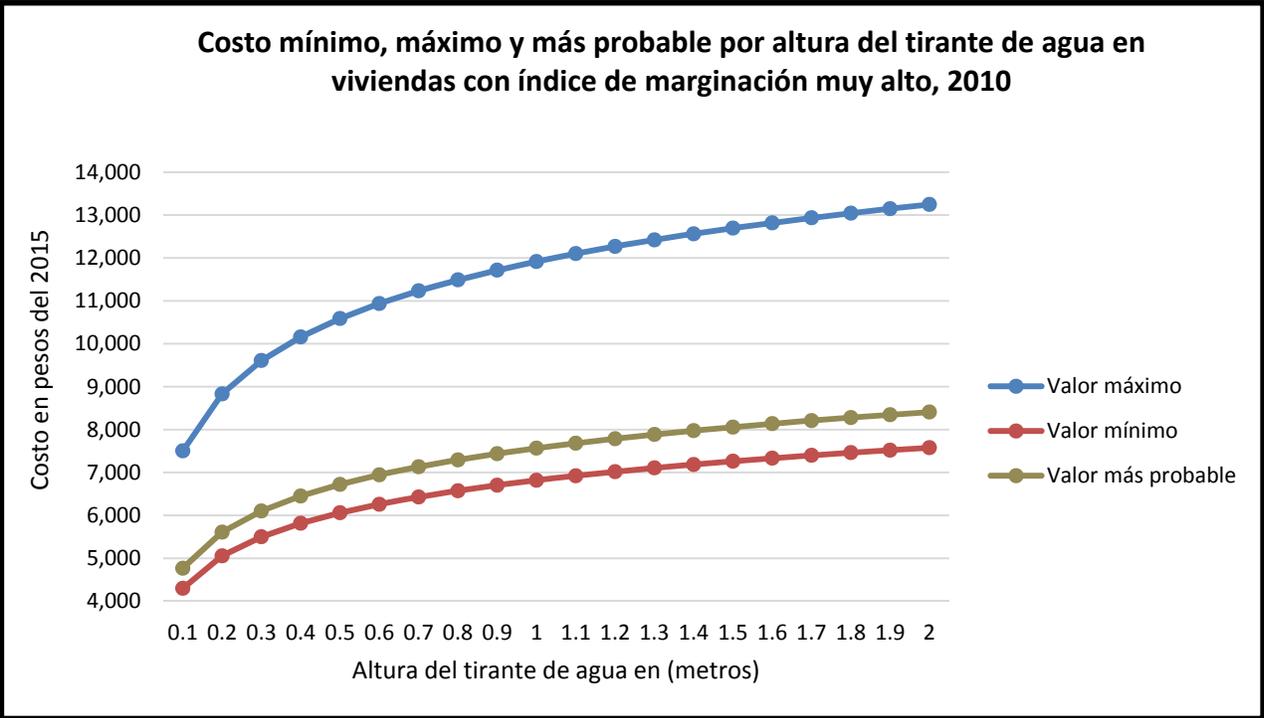
**Gráfica 26. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302215 ubicada en Emiliano Zapata los costos estimados son los siguientes como se observa en el gráfico 19 el costo máximo va de 241 mil ciento ochenta y 4 pesos a 418 mil 513 pesos, el valor más probable va de 234 mil 120 pesos a 405 mil 995 pesos y el valor mínimo se establece en 192 os mil 815 pesos a 332 mil 828 pesos a una altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts. Esta sección electoral presenta un índice de marginación alto siendo una de las zonas en las que no se tienen mayores afectaciones en las viviendas debido a su alto grado de marginación.

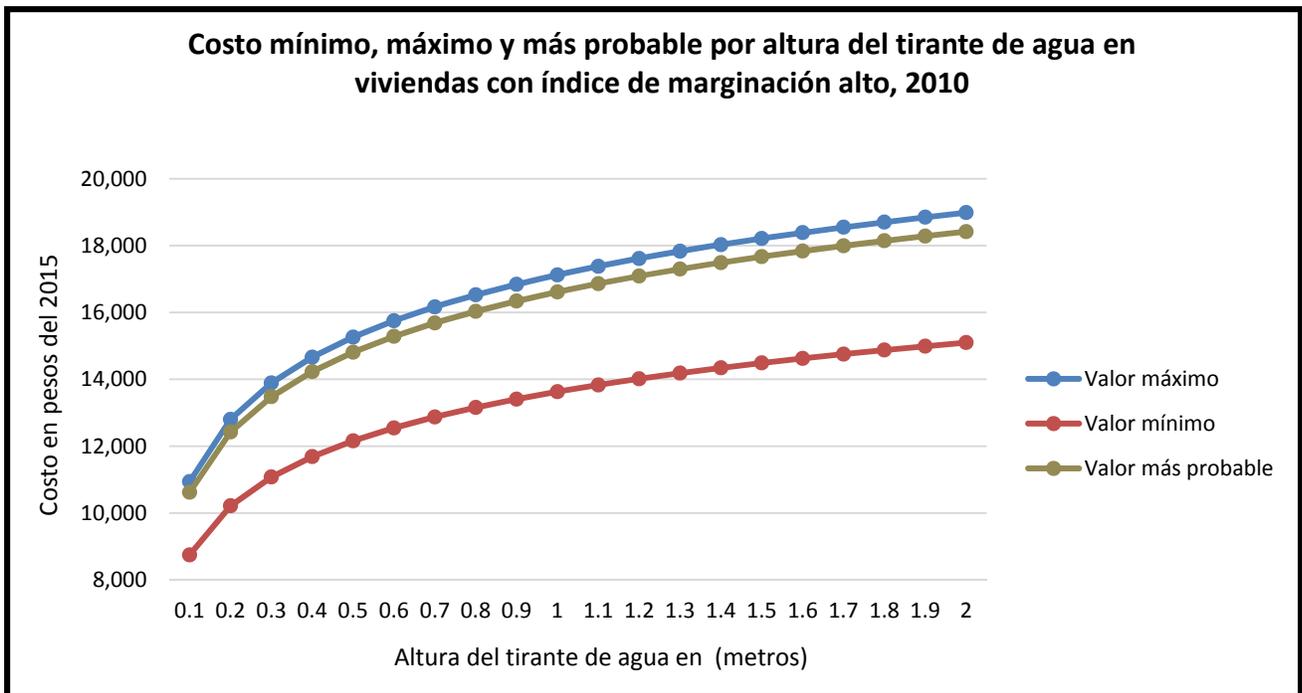
**Gráfica 27. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación muy alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302219 ubicada en San Ignacio el Pedregal los costos estimados para el valor máximo van de 7 mil 503 pesos a 13 mil 247 pesos, el valor más probable se calcula en 4 mil 768 pesos a 8 mil 408 pesos y el valor mínimo va de 4 mil 299 a 7 mil 577 pesos, todos los costos antes mencionados van de 0.1 cms a 2 mts de la altura del tirante de agua, esta zona presenta un índice de marginación muy alto donde observa que los costos rebasan los trece mil pesos debido a que las afectaciones en sus viviendas son mayores.

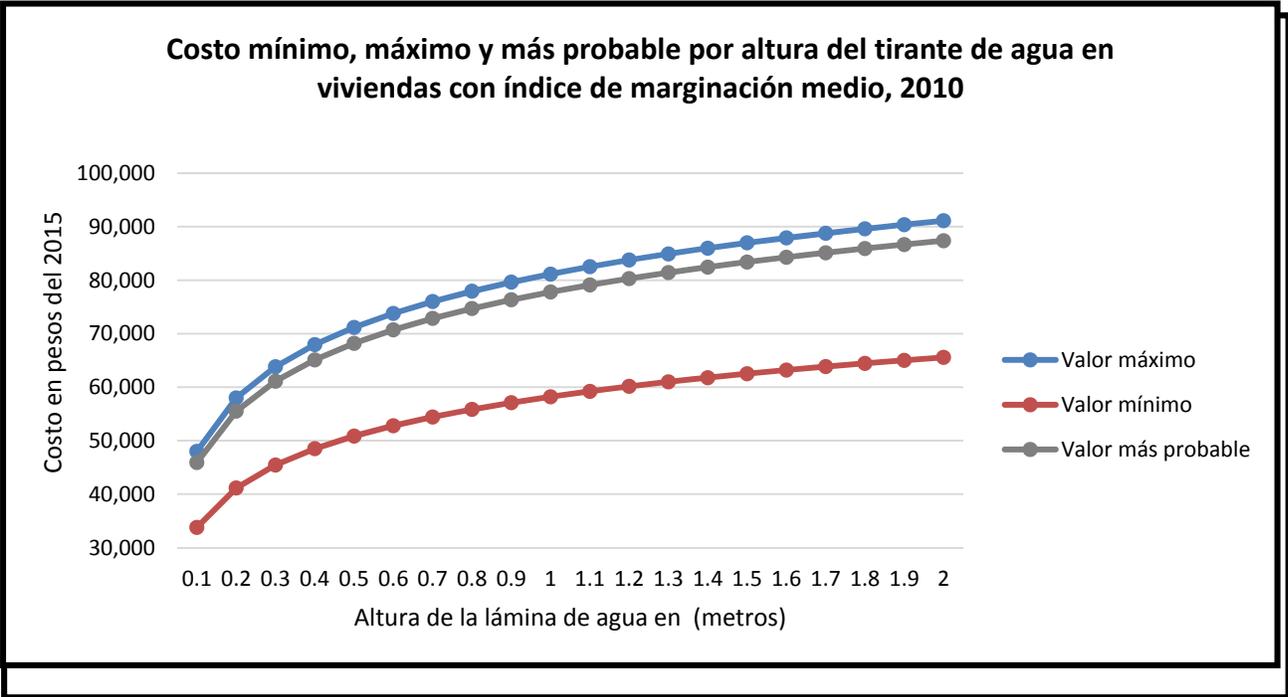
**Gráfica 28. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

Los costos para la sección electoral ubicada en la comunidad de la Guadalupe de acuerdo al tirante al de agua se establece de 0.1cms a 2 mts el valor máximo va de 10 mil 941 pesos a 18 mil 985 pesos, el valor más probable va de 10 mil 621 pesos a 18 mil 417 pesos y el valor mínimo se establece en 8 mil 747 pesos a 15 mil 98 pesos. Siendo que esta sección cuenta con un índice de marginación alto con el cual sus viviendas afectadas por inundación están sujetas a daños mayores.

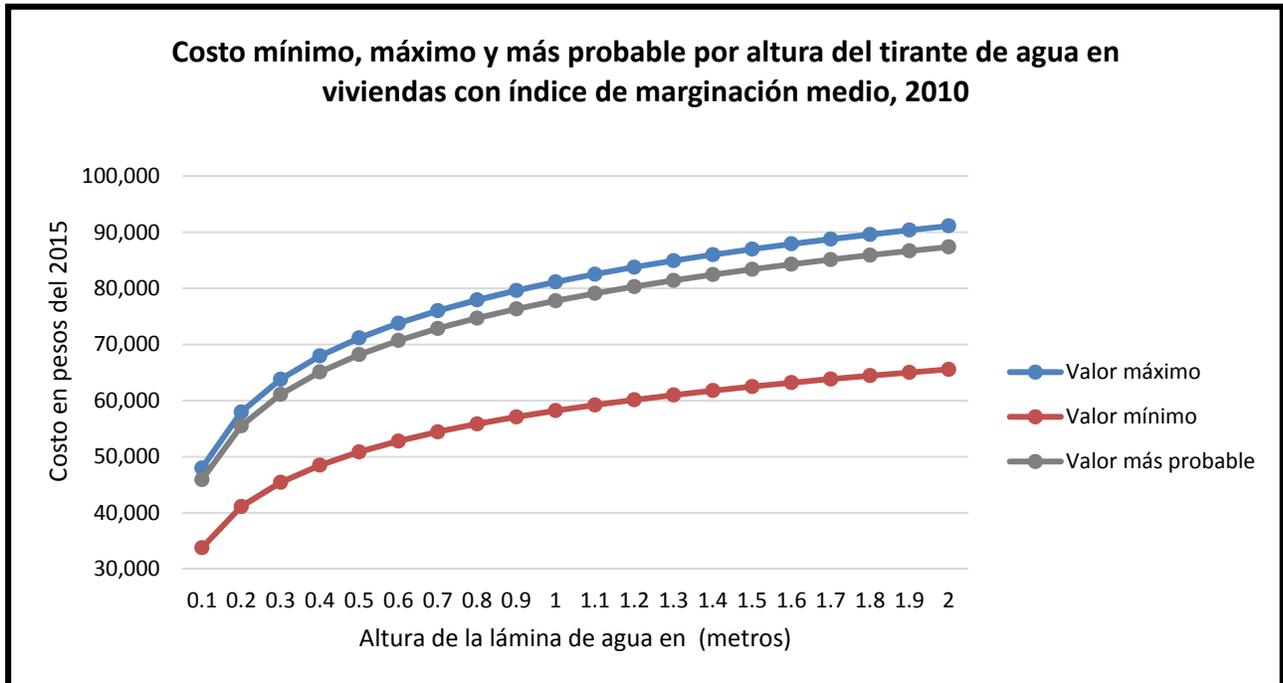
**Gráfica 29. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010.**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302222 ubicada en Dolores Enyege, el valor máximo va de 9 mil 520 pesos a 16 mil 519 pesos, el valor más probable establece un costo que va de 9 mil 241 pesos a 16 mil 25 pesos y valor mínimo va de 7 mil 611 pesos a 13 mil 137 pesos de acuerdo a la altura de al tirante de agua de 0.1 cms a 2 mts de altura esta zona tiene un alto índice de marginación resultando que las viviendas afectadas rebasan costos de más de 16 mil pesos.

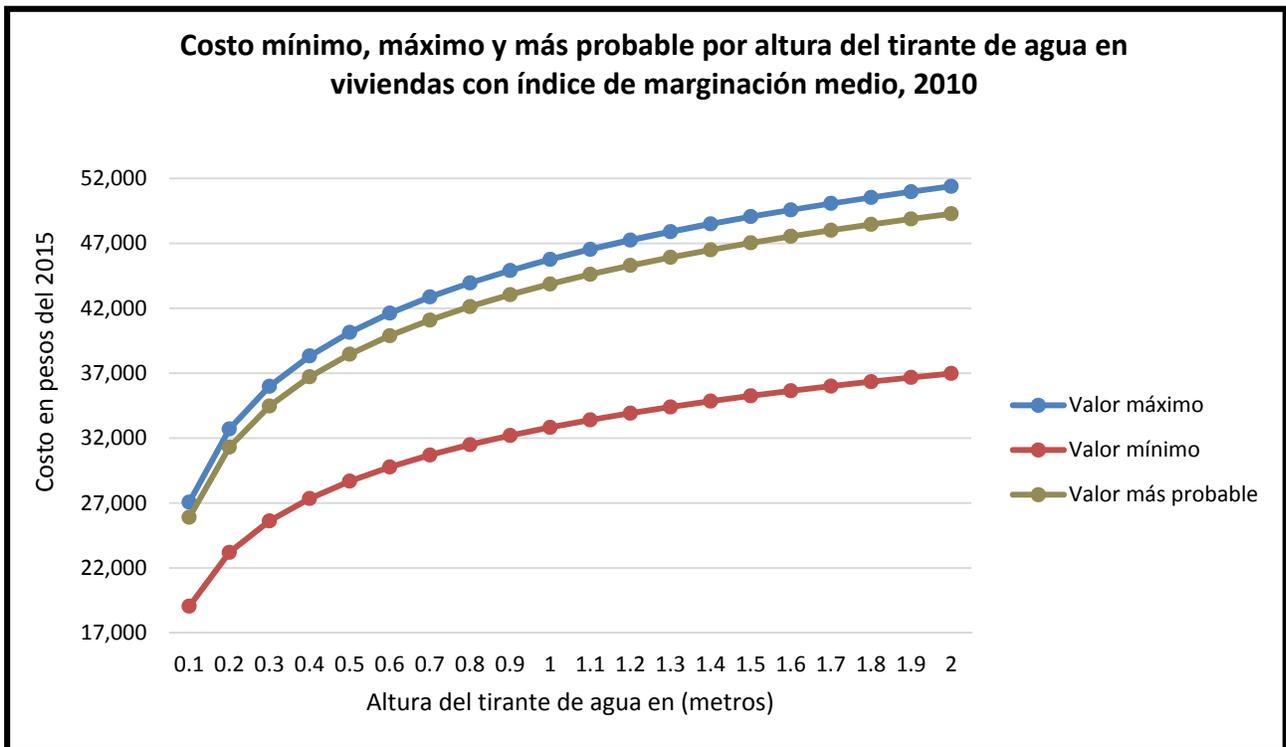
**Gráfica 30. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

La sección electoral 1500904302227 ubicada en San Jerónimo Ixtapantongo los costos estimados como se observa en el gráfico 23, a una altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts el valor máximo va de 48 mil 5 pesos a 91 mil 122 pesos, el valor más probable se establece en 45 mil 922 os pesos a 87 mil 380 pesos y el valor mínimo va de 33 mil 786 pesos a 65 mil 564 pesos esta sección electoral cuenta con un índice de marginación medio.

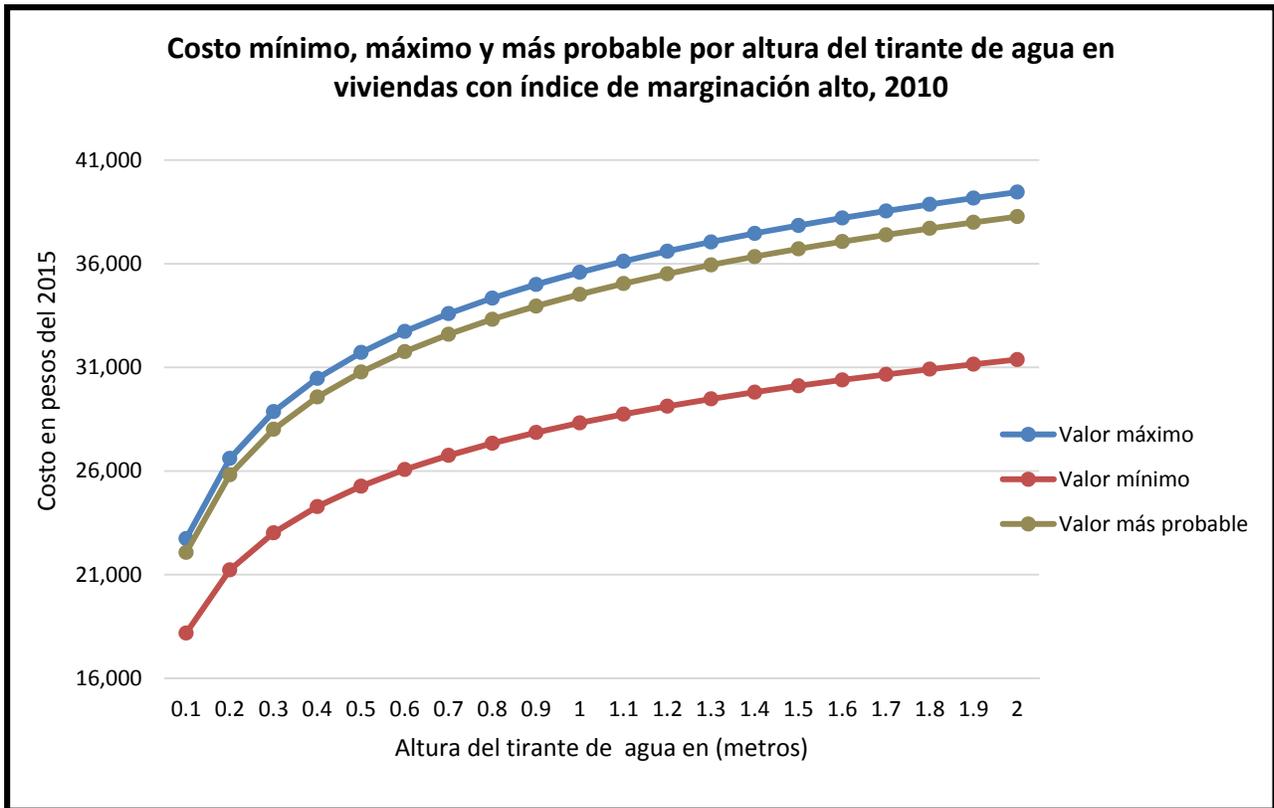
**Gráfica 31. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010.**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302230 ubicada en San Jerónimo la Cañada los costos que se estimaron son los siguientes el valor máximo va de 27 mil 75 pesos a 51 mil 393 pesos, el valor más probable va de 25 mil 900 pesos a 49 mil 282 pesos y el valor mínimo va de 19 mil 55 pesos a 36 mil 978 pesos, esta zona presenta un índice de marginación medio donde los costos no rebasan 52 mil pesos.

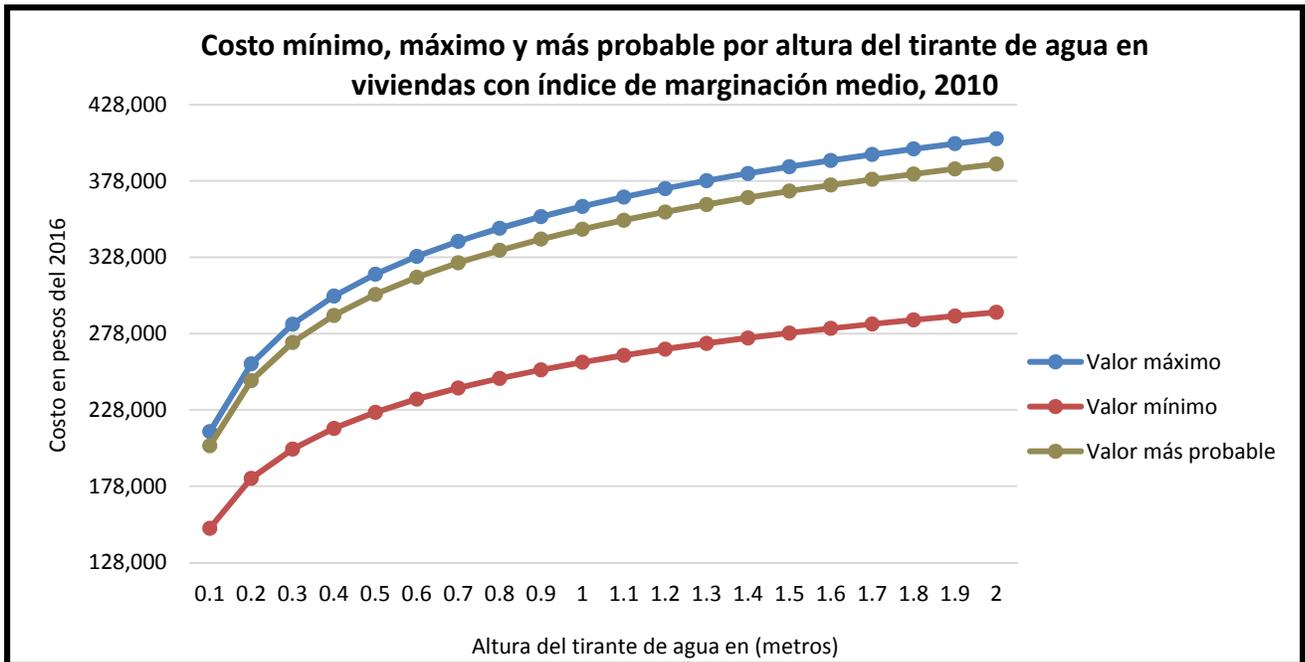
**Gráfica 32. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación alto, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302231 ubicada en Guadalupe del Río los costos se obtuvieron de acuerdo a la altura del tirante de agua que va de 0.1 cms a 2 mts el valor máximo se establece de 22 mil 736 pesos a 39 mil 452 pesos, valor más probable va de 22 mil 72 pesos a 38 mil 272 pesos y el valor mínimo se establece en 18 mil 176 pesos a 31 mil 375 pesos.

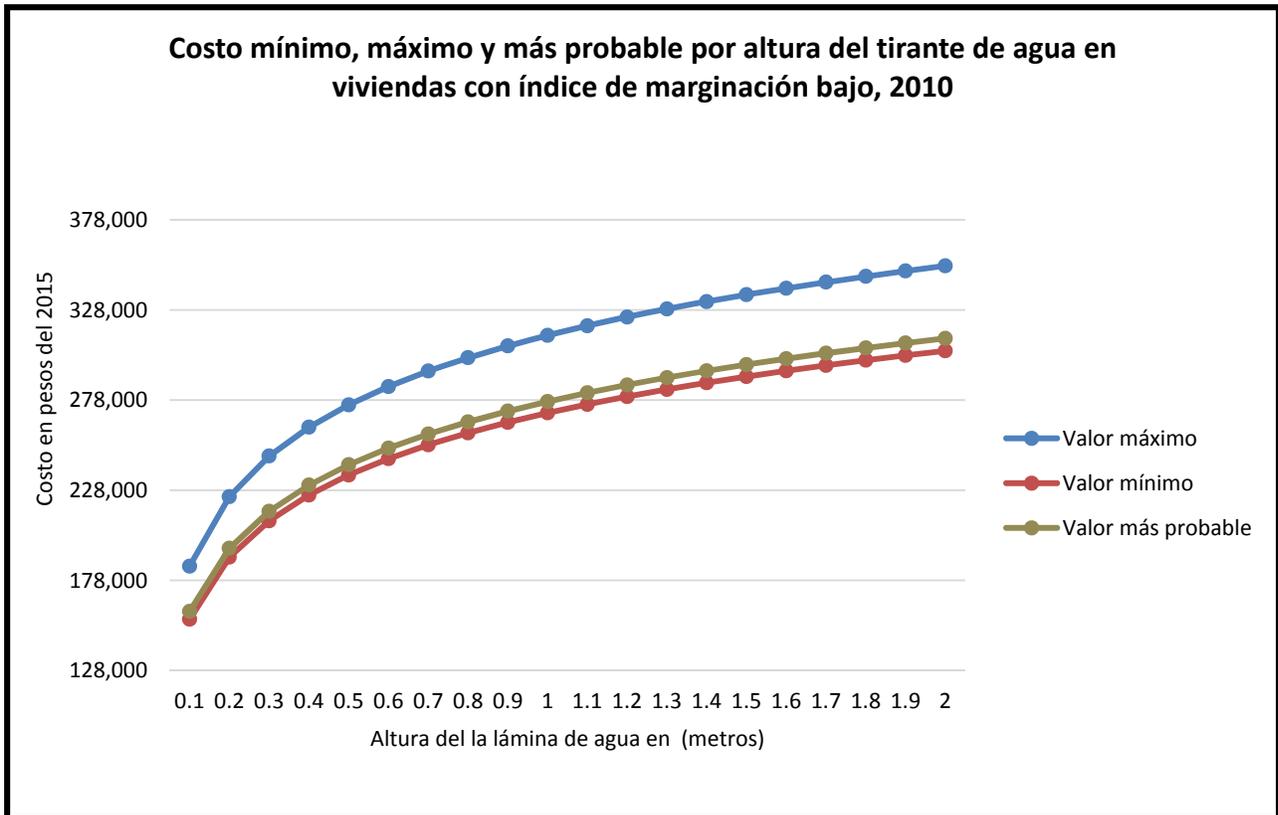
**Gráfica 33. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación medio, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

En la sección electoral 1500904302232 ubicada en San Ildefonso los costos que se estimaron para el valor máximo van de 213 mil 773 mil pesos a 405 mil 774 pesos, el valor más probable va de 204 mil 490 pesos a 389 mil 98 pesos, y por último el valor mínimo va de 150 mil 447 pesos a 291 mil 955 pesos todos los costos mencionados anteriormente van de 0.1cms a 2 mts de la altura del tirante de agua.

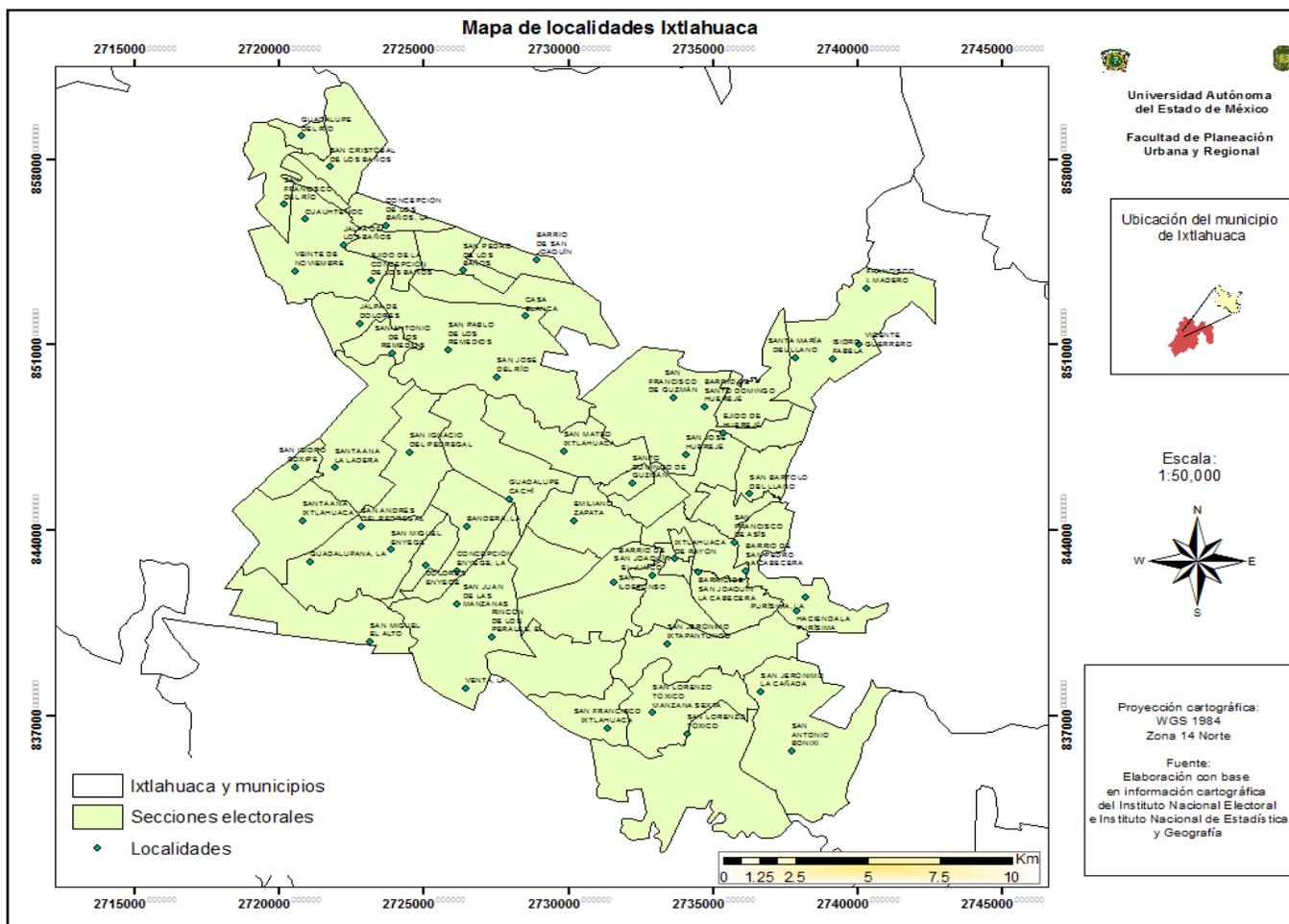
**Gráfica 34. Costo mínimo, máximo y más probable por altura del tirante de agua en viviendas con índice de marginación bajo, 2010**



Elaboración propia a partir de la Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación Baró y otros (2012)

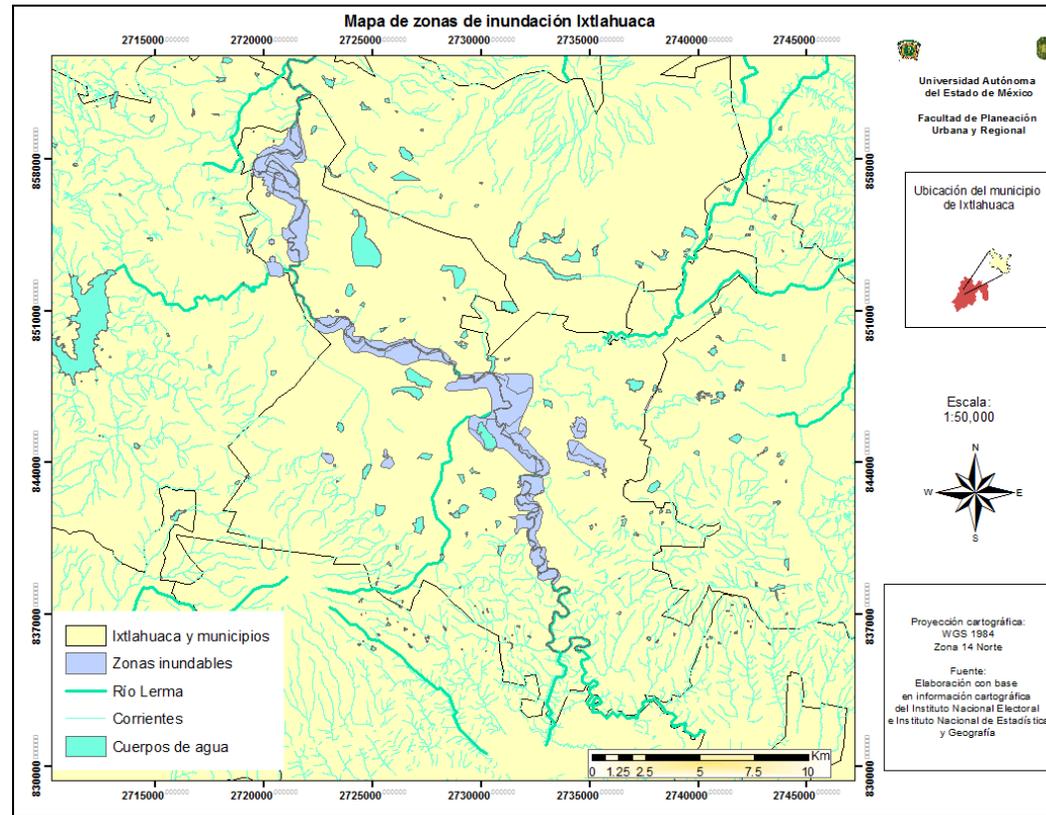
Los costos estimados para la sección electoral 1500904302233 ubicada en San Pedro la cabecera el valor máximo va de 185 mil ochocientos 61 pesos a 352 mil 477 pesos, el valor más probable va de 160 mil 740 pesos a 312 mil 236 pesos y el mínimo va de 156 mil 430 pesos a 305 mil 333 pesos.

Figura 12. Secciones electorales y localidades del municipio de Ixtlahuaca



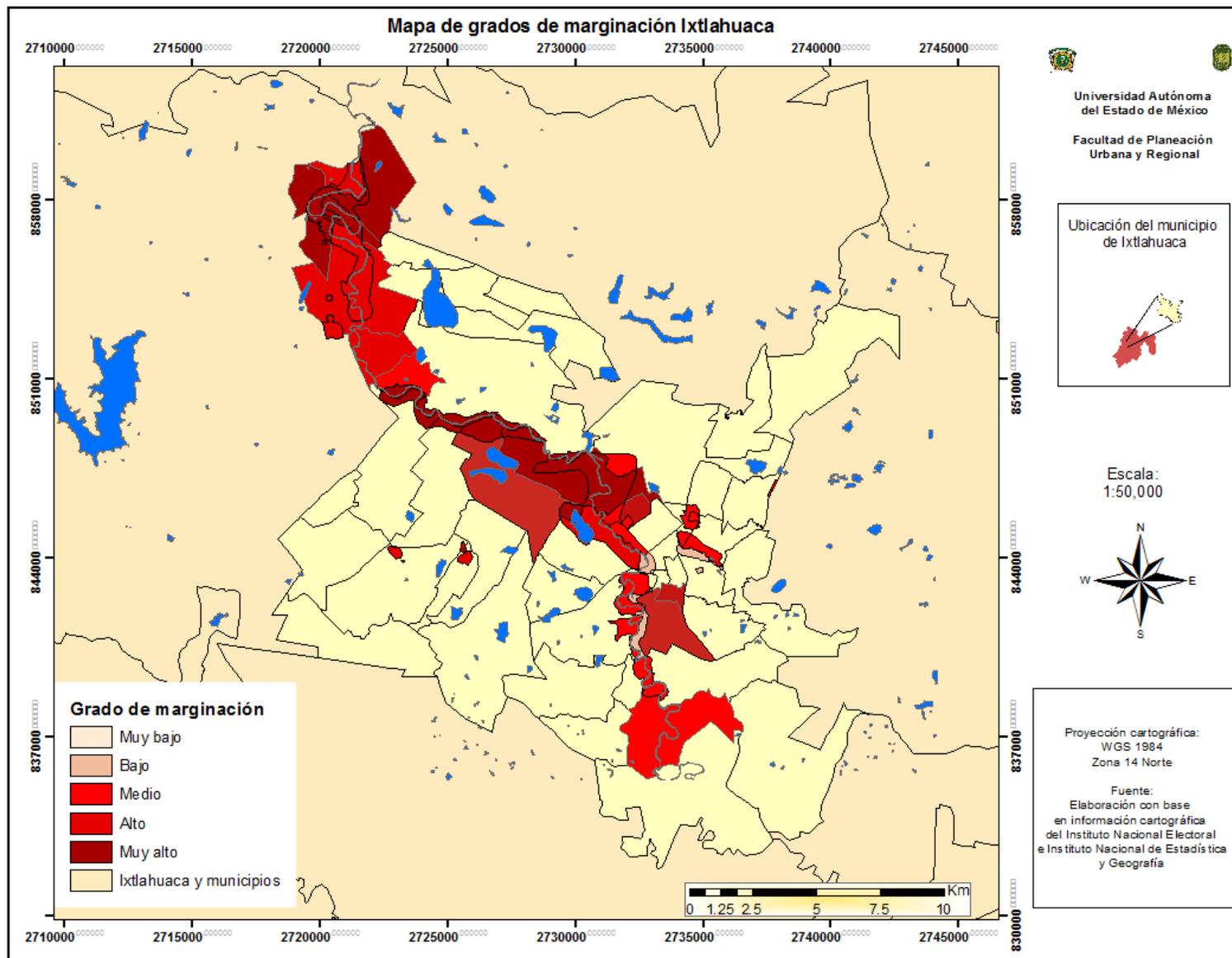
El municipio de Ixtlahuaca está conformado por 56 localidades y una cabecera municipal.

**Figura 13. Secciones inundables y localidades del municipio de Ixtlahuaca**



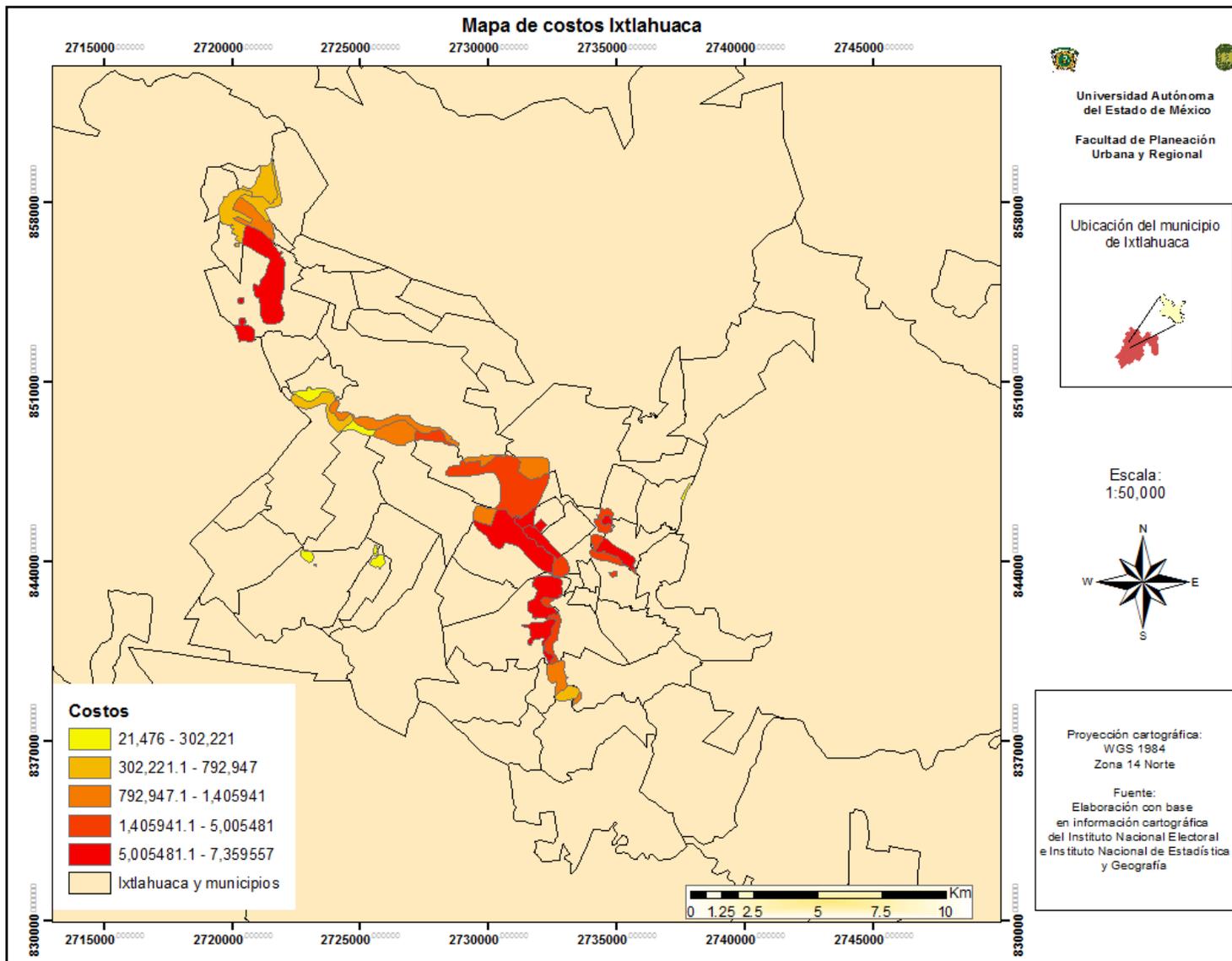
En este mapa se muestran las secciones inundables, las cuales suman un total de 27, las zonas afectadas son aquéllas que siguen el curso del río, tal como se puede apreciar en la figura 13, los daños por inundaciones llegan a ser severos principalmente por el número de habitantes afectados son los que viven en los márgenes de los ríos, hecho que se ve acentuado por el nivel socioeconómico de la población que en su mayoría es considerada de bajos ingresos.

**Figura 14. Secciones inundables y grado de marginación del municipio Ixtlahuaca**



En este mapa se muestra el grado de marginación dentro de las áreas inundables. En total existen 9 secciones con grado de marginación muy alto, 5 con grado de marginación alto, 9 con grado de marginación medio, 1 con grado de marginación muy bajo y finalmente 3 ubicadas en un grado de marginación bajo. Cada grado de marginación se representa con un color, siendo el rojo el que representa el grado de marginación más alto y el color rosa el que representa el grado de marginación más bajo.

**Figura 15. Secciones y costos por inundación del municipio de Ixtlahuaca.**



En este mapa se pueden apreciar la estimación de costos por cada sección electoral siendo las secciones marcadas en rojo las que representan los costos más altos, superando el millón de pesos, mientras que las que se encuentran en color amarillo son las secciones que no alcanzan los cien mil pesos, se debe tomar en cuenta que éstas cantidades son estimaciones, por lo que los costos reales pueden diferir de lo planteado en el presente trabajo. Sin embargo, esto puede servir como punto de partida para futuros trabajos, de la misma manera estas apreciaciones monetarias son referentes que deben ser tomados en cuenta por el gobierno municipal para ayudar en caso de contingencias por inundación.

## **Conclusiones/Recomendaciones**

### Conclusiones

El propósito fundamental de este trabajo de investigación fue determinar la estimación de costos por inundación en el municipio de Ixtlahuaca a través de un modelo de evaluación directa, con el uso de curvas que relacionan la variable con la altura de la lámina de agua. Este modelo puede ser aplicado en toda la República Mexicana, siempre y cuando se cuente con los indicadores necesarios para la aplicación de dicho modelo.

La implementación del diseño consistió en usar los límites políticos administrativos del municipio de Ixtlahuaca a través del marco geoestadístico de INEGI. El estudio se llevó a cabo a nivel sección electoral, ya que cuenta con mayor cantidad y precisión de información.

Posteriormente se determinaron las zonas de inundación con los polígonos de inundación del 2000 al 2011, y se realizó una selección de once variables para calcular la vulnerabilidad social.

Mediante el análisis estadístico y cartográfico se estimó la población total y las viviendas afectadas. Se usó el índice de marginación mediante el cual se obtuvieron los grados de marginación muy bajo, bajo, medio alto y muy alto, siendo el primero el nivel donde la población es menos vulnerable en inundaciones, al contrario del último donde se ubica la población más vulnerable dentro del municipio de Ixtlahuaca.

La estimación de daños se obtuvo a través de la altura de la lámina de agua que va de 0.1 cms a 2 mts de altura donde se aplicaron las curvas de daños y el cálculo de costos para cada grado de marginación a través de las ecuaciones propuestas en la metodología para la valoración económica de daños tangibles directos por inundación de Baro y otros (2012). Finalmente se deflactaron los resultados para el año 2015.

Asimismo se aborda sucintamente la legislación para reducir la vulnerabilidad en torno al fenómeno de inundación mediante las posibles medidas del gobierno para enfrentar este tipo de fenómenos.

Los resultados que se obtuvieron durante la estimación de costos en las diferentes secciones electores, se determinó la afectación en 5 localidades que resultaron con un grado alto de marginación, las cuales están en Jalpa de los Baños, Emiliano Zapata, La Guadalupeana, Dolores Enyege, Guadalupe del Río; en tanto que 8 comunidades registraron un grado de marginación muy alto, como San Francisco del Río, San Cristóbal de los Baños, San Pablo de los Remedios, San Antonio de los Remedios, San Mateo Ixtlahuaca, Guadalupe Cachi, Santa Ana la Ladera y San Ignacio el Pedregal. Esto indica que la población que habita en estos lugares es de bajos recursos, y por tanto sus viviendas y bienes tienen una afectación mayor ya que los daños resultan más costosos para estas localidades, en función de su nivel socioeconómico.

La población afectada se estimó un total de 14 mil 598 personas de las 27 localidades, con un total de 3 mil 175 viviendas. La superficie afectada es de 191.2 kilómetros. Una vez aplicadas las curvas de daños económicos se obtuvieron los siguientes costos: donde el costo máximo fue 73 millones 772 mil 191 pesos, mientras que el valor más probable fue de 63 millones 224 mil 803 pesos y finalmente el valor mínimo es de 53 millones 445 mil 482 pesos para las localidades afectadas.

El área de estudio indica que la población que habita en zonas inundables se encuentra asentada en los márgenes de los ríos, es de bajos recursos y son los más vulnerables. Sus viviendas y sus bienes son de mediana calidad y las afectaciones por una inundación son muy importantes desde el punto de vista social.

Por último, cabe señalar que este tipo de estudios son muy importantes ya que el modelo de cálculo que se utilizó para el análisis de los daños económicos ocasionados por inundación constituye una herramienta fundamental y útil para una planificación, y podría permitir la evaluación de la efectividad con la que se aplican los proyectos de mitigación y prevención de los efectos de las inundaciones.

## Recomendaciones

Es importante señalar que la aplicación de esta metodología contribuye a tener una idea más realista de los daños que en términos económicos provoca una inundación, para la asignación de recursos orientados a la prevención control y recuperación de áreas afectadas por inundación.

Establecer sistemas de previsión y de alerta para que la población se ponga a salvo, como una primera medida de carácter no estructural y económicamente rentable (en comparación con los costos de las medidas estructurales), eficaz y de rápida aplicación por el soporte técnico que lleva para su instalación y fácil adquisición en el mercado.

La implementación de políticas públicas es necesaria para el adecuado uso del suelo en zonas susceptibles a inundaciones, así como en su regulación y supervisión del mismo con lo cual ayudara a la mitigación de los efectos negativos de este proceso.

## ANEXOS

• Nivel	Ley	Artículo	Relación
Nivel Nacional	Ley General de Planeación	Artículo 2°	La planeación en cualquier parte del territorio nacional debe ser en función de beneficiar a los habitantes y previniendo posibles catástrofes cumpliendo con lo establecido por el Estado.
	Ley de Asentamientos Humanos	Artículo 1° Párrafo II	Se deben establecer en el municipio las normas básicas para el mejoramiento de los centros de población.
	Ley Gral. de Población	Artículo 3° Párrafo XIII	Corresponde al sector público coordinar y asentar las actividades a realizar en caso de desastres naturales.
	Ley Gral. de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Artículo 23° Párrafo X	En éste artículo se refuerza la importancia de la presencia de los gobiernos a tres niveles con el fin de prevenir desastres naturales obedeciendo el cuidado del entorno.
	Ley Gral. de Cambio Climático	Artículo 4° Párrafo I	El plan nacional de desarrollo contempla un plan nacional de protección civil el cual debe elaborarse identificando riesgos con el fin de prevenir y mitigar.
		Artículo 7°	Es responsabilidad del estado la elaboración y actualización del atlas nacional de riesgos acorde a lo establecido en la ésta ley y tratados internacionales.
		Artículo 10°	La Gestión Integral de Riesgos contempla una serie de pasos a seguir, los cuales se deben replicar a nivel municipal.
	Ley Gral. de Protección Civil	Artículo 4°	Las políticas en protección civil obedecen a las demás leyes enfocadas a la gestión de riesgos promoviendo a su vez la responsabilidad social.
		Artículo 5°	Se describe la manera de actuar de las autoridades de protección civil en caso de algún desastre priorizando la vida humana, hecho que se debe bajar a niveles municipales.
	Ley de Aguas Nacionales	Artículo 83°	Según sea el caso se construirán obras de control y avenidas y protección de zonas inundables con apoyo de la comisión y el

			consejo de cuenca con base a los estudios previamente realizados.
		Artículo 84°	De acuerdo al consejo técnico la comisión asignará un presupuesto para atender las zonas de emergencia hidráulica
	Reglamento de Aguas Nacionales	Artículo 128	Creación de un sistema de pronóstico y alerta en caso de inundaciones para aminorar daños por inundación.
Nivel Estatal	Ley de Planeación del Estado de México y Municipios	Artículo 9°	Los métodos geográficos empleados para la planeación son de suma importancia para disponer de información veraz y oportuna.
	Ley de Agua del Estado de México	Artículo 133 Párrafos I, II y III	Reglas de operación en avenidas inundables, programas municipales y acciones necesarias para ayudar a la población afectada.
	Ley de Protección Civil del Estado libre y soberano de México	Artículo 2°	Criterios y bases para el control y mitigación ante la amenaza de agentes perturbadores dentro de los tipos establecidos por CENAPRED
		Artículo 3°	En dado caso de que se presente algún desastre, éste se debe monitorear para aminorar los daños a la población y a la as estructuras.
		Artículo 34°	En la prevención y reducción de riesgos debe prevalecer la coordinación entre figuras de autoridad, dando seguimiento y evaluación en el proceso.
	Ley de Cambio Climático del Estado de México	Artículo 17°	Las funciones de la comisión de cambio climático consisten en coordinar políticas, procurando que se incluyan las características vulnerables de las zonas geográficas y deben definirse las actividades que se llevarán a cabo.
		Artículo 34°	Existe un fondo económico que, en dado caso de ser necesario se destinará como medida de control para contrarrestar los efectos del cambio climático en las zonas identificadas dentro del Estado de México.
		Artículo 39°	Una de las funciones de la comisión es la de prevenir es escenarios de desastre para la población utilizando proyecciones a largo plazo y

			haciendo una caracterización de la variabilidad climática.
	Ley Orgánica de la administración pública del Estado de México	Artículo 21°	La secretaría de gobierno se encargará de coordinar las actividades entre dependencias estatales y las acciones que protección civil lleve a cabo.
Nivel Municipal	Bando municipal del municipio de Ixtlahuaca	Artículo 145°	El gobierno municipal, específicamente el del municipio de Ixtlahuaca está obligado a crear un cuerpo de protección civil, el cual deberá estar conformado por profesionales en el ramo, con la finalidad de tener una adecuada capacidad de respuesta ante algún desastre eventual y atención a la población.
		Artículo 148°	Lo establecido en este bando municipal obedece a las bases federales y estatales, será de interés social y tiene por objeto regular las acciones que protección civil lleva a cabo.
	Plan operativo ante inundaciones del municipio de Ixtlahuaca		Manual que se elabora con el fin de prevenir y mitigar las consecuencias ante las inundaciones presentadas en el municipio, tiene las especificaciones adecuadas para quienes toman parte en las acciones llevadas a cabo ante tales contingencias, incluye las características naturales y económicas del municipio de Ixtlahuaca

## ANEXO FOTOGRAFÍCO



Fotografía 3. Desbordamiento del río Lerma. Inundación en zonas habitacionales en la comunidad de San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16



Fotografía 4. Pérdida de cultivos de maíz en San José del Río por desbordamiento del río Lerma. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16.



Fotografía 5. Desbordamiento del río Lerma San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16.



Fotografía 6. Desbordamiento del río Lerma San Antonio de los Remedios. Municipio de Ixtlahuaca 31/09/16.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adger, N. (2006). *Vulnerability, Global Environmental Change*, University of East Anglia, Norwich.
- Aguilar A. y Sánchez M (1993). “*Vulnerabilidad y riesgos en la ciudad de México*”. En revista: CIUDADES, Red Nacional de Investigación Urbana. No. 17. México.
- Argüello, M. (2004). “*Riesgo, Vivienda y Arquitectura*” Conferencia en el Congreso ARQUISUR, Universidad de San Juan, Argentina.
- Atlas Nacional de Riesgos*, (2014). Coordinación Nacional de Protección Civil México, CENAPRED.
- Atlas Nacional de Riesgos*, (CENAPRED, 2013) “Riesgos Hidrometeorológicos”  
Disponible en:  
[http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=162](http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=162) [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Baas, S. y otros (2009) “Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres” en *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, Roma, Italia.
- Bando Municipal del Municipio de Ixtlahuaca*. 2016. Disponible en:  
<http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/bdo/bdo044.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Baro Suarez, José Emilio et al. (2012). *Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación* 1era Edición. Toluca, Estado de México.
- Bravo, O. (2009) *Contabilidad de costos* en Word Press Disponible en:  
<https://zenempresarial.files.wordpress.com/2009/12/contabilidad-de-costos.pdf>  
[Accesado el 20 de Mayo de 2016]
- Busso, G. (2001), *Vulnerabilidad social: Nociones e implicaciones de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI* Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Redalyc.
- Cardona O. (1993). “Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo”, en Maskrey, Andrew (compilador 1993). *Los desastres no son naturales*. La Red: Red de Estudios Sociales, Colombia.

Cavazos, T. (2015) *Conviviendo con la Naturaleza*. “El problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México” Ed. ILCSA. Tijuana, B. C., México.

CENAPRED (2004). Centro Nacional de Prevención de desastres Inundaciones, Serie Fascículos, 1ra. Edición Octubre.

CENAPRED, (2012) Centro Nacional de Prevención de desastres. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx>.

CENAPRED, 2014 Centro Nacional de Prevención de desastres, *Atlas Nacional de Riesgos*.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, (CENAPRED) Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Transparencia/FAQ/Actas2012/doc06523320121108103716.pdf>.

Chadee, D. y otros 2014: “Flooding and Climate Change”, *Sectorial Impacts and Adaptation Strategies for the Caribbean Región*, Ed. Nova. New York.

Clark y otros, (2000). Vargas, (2001). Wilches-Chaux, Parés, J., (2001) citados en Gómez, (2001). Vulnerabilidad y Medio Ambiente, CEPAL, Santiago de Chile.

*Código Administrativo del Estado de México*. 2001. Disponible en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/cod/vig/codvig008.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2006. *Programa de información para la gestión de desastres*. Segunda fase. “Estudios Nacionales de Caso: Caso México” Cepal. Santiago de Chile, Chile.

Díaz, G. 2015, *Determinación de los daños económicos por inundación en zonas urbanas y agrícolas, en la localidad de San Andrés Cuexcontitlán, municipio de Toluca, Estado de México*, México, Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México

Filgueira, H. (2001). *Estructura de Oportunidades y Vulnerabilidad Social Aproximaciones Conceptuales Recientes*, Seminario Internacional, Santiago de Chile.

Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) Segunda Sección Secretaria de Hacienda y Crédito Público, consultado en:

[www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/fonden/reglas\\_generales\\_del\\_fonden\\_3\\_dic\\_10.pdf](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/fonden/reglas_generales_del_fonden_3_dic_10.pdf).

García, F. (2014). *Manejo de Inundaciones Fluviales con Arrastre de Sedimentos*, Convención Nacional de Protección Civil. CENAPRED

Gómez, J. (2001), *Vulnerabilidad y Medio ambiente*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Redalyc.

Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático, (IPCC, 2001). *Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*

Horngren, C. y otros (2007) *Contabilidad de Costos: un enfoque gerencial*, México. Pearson. Prentice Hall

*La Gestión Integral de Riesgos y el Fondo de Prevención de Desastres*, (2014). Coordinación Nacional de Protección Civil México, CENAPRED.

Lavell, A. (1993). “Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso” en: Maskrey, Andrew (comp.). *Los desastres no son naturales*. La Red e ITDG, Colombia

*Ley de Aguas Nacionales*. D.O.F. 2016. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_240316.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf) [Accesado el 06 de Julio de 2016]

*Ley de Cambio Climático del Estado de México*. 2013. Disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/mex137515.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]

*Ley de Planeación del Estado de México y Municipios*. 2001. Disponible en: <http://teoloyucan.gob.mx/contenidos/teoloyucan/pdfs/LeyZdeZPlaneacioynZdelZEstadoZdeZMeYxicoZyZMunicipios.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]

*Ley De Protección Civil Del Estado Libre y Soberano De México*. 2012. Disponible en <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/ley/abr/leyabr059.pdf>. [Accesado el 06 de Julio de 2016]

*Ley del Agua para el Estado de México y Municipios*. 2013. Disponible en: <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/vig/leyvig002.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]

- Ley General de Asentamientos Humanos D.O.F.* 2014. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/133.pdf>. [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley General de Cambio Climático D.O.F.* 2015. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6583/1/ley\\_general\\_de\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6583/1/ley_general_de_cambio_climatico.pdf) [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley General de Planeación. D.O.F.* 2015. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59\\_060515.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_060515.pdf) [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley General de Población D.O.F.* 2015. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/140.pdf>. [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley General de Protección Civil. D.O.F.* 2012. Disponible en: <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/6/1/images/lgpc.pdf>. [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente D.O.F* 2012  
Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf> [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México.* 2013. Disponible en: [http://juntatoluca.edomex.gob.mx/sites/juntatoluca.edomex.gob.mx/files/files/LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_LA\\_ADMINISTRACION\\_PUBLICA\\_DEL\\_ESTADO\\_DE\\_MEXICO.pdf](http://juntatoluca.edomex.gob.mx/sites/juntatoluca.edomex.gob.mx/files/files/LEY_ORGANICA_DE_LA_ADMINISTRACION_PUBLICA_DEL_ESTADO_DE_MEXICO.pdf) [Accesado el 06 de Julio de 2016]
- Macías, J. (1987), *Significado de la vulnerabilidad Social ante los desastres*.
- Maskrey, A. (1993). “Vulnerabilidad y mitigación de desastres” en: *Los desastres no son naturales*. La Red e ITDG, Colombia.
- Mazuelas, J. (2014) “Costes directos y costes indirectos” en *El derecho.com* Disponible en: [http://www.elderecho.com/tribuna/contable/costes\\_directos-costes\\_indirectos\\_11\\_685180004.html](http://www.elderecho.com/tribuna/contable/costes_directos-costes_indirectos_11_685180004.html) [Accesado el 10 de Junio de 2016]
- Merlynsky, G. (2001), *Vulnerabilidad Social y Riesgo Ambiental desafíos para la Articulación Inter-Institucional*, 6° Congreso Nacional de Ciencia Política.
- Morzaria, H. y otros (2013) “*indicators of vulnerability for fishing communities in the Northern Gulf of California, Mexico: Implications for climate change*, en *Science*

Direct. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X13002388> [Accesado el 02 de Julio de 2016]

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2009). Serie sobre el Medio Ambiente y la Gestión de los Recursos Naturales. “*Medio Ambiente. Cambio Climático Bioenergía Control y Evaluación. Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres*” Consultado en: <http://www.fao.org/3/a-i0304s.pdf>

Orozco, R. y otros 2011: *Gestión Integrada del Riesgo, Pautas metodológicas para la formulación y administración de proyectos en Gestión del Riesgo*, Medellín Colombia.

Pagney, P. (1994). *Les catastrophes climatiques*, Presses Universitaires de France, París, p. 127.

*Plan operativo ante inundaciones del municipio de Ixtlahuaca*. 2016. Dirección de protección Civil del Municipio de Ixtlahuaca

*Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*. D.O.F. 2012. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LAN\\_250814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf) [Accesado el 06 de Julio de 2016]

Rojas, R. (2014) Universidad Nacional de Colombia. *Contabilidad de costos*, Consultado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12101/1/ricardorojasmedina.2014.pdf>

Román, I. (2005) Facultad de Contaduría y Administración (UNAM). *Costos*, Disponible en: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/663/2/1358.pdf>

Saavedra, F., (2010) “Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas” en Cotler, H. (comp.), *Las cuencas hidrográficas de México*. México, SEMARNAT Disponible en: <http://cuencas.inecc.gob.mx/cuenca/diagnostico/27-vulnerabilidad-poblacion.pdf> [Accesado el 03 de Julio de 2016]

Sánchez, B. (2009) “*Problemática de conceptos de costos y clasificación de costos*” en Revista de la Facultad de Ciencias Contables, Vol. 16 N° 32, Lima – Perú. QUIPUKAMAYOC

Sánchez, K. (2012) *Costos I* en Red Tercer Milenio [En línea] México. Disponible en: [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico\\_administrativo/Costos\\_I.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Costos_I.pdf)

Sané, O.D., Gayé, A.T., Diakhaté, M. and Aziadekey, M. (2015) “*Social Vulnerability Assessment to Flood in Medina Gounass Dakar*” en Journal of Geographic Information System, [En línea] Número 7, agosto 2015, Disponible en: [http://file.scirp.org/pdf/JGIS\\_2015081716105602.pdf](http://file.scirp.org/pdf/JGIS_2015081716105602.pdf) [Accesado el 02 de Julio de 2016]

*Síntesis de Información Geográfica del Estado de México*, (2001). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (INEGI).

Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), Poder Ejecutivo Secretaria de Gobernación consultado en: <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/6/1/images/lgpc.pdf>.

Toscana, A., (2011) “*Protección civil, población, vulnerabilidad y riesgo en Santiago Miltepec, Toluca*” en Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal [En línea] Núm. 74 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56919176004> [Accesado el 03 de Julio de 2016]

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2011). “*Manual de Gestión de Riesgos de Desastres para Comunicadores Sociales*”. Una guía práctica para el comunicador social comprometido en informar y formar para salvar vidas. UNESCO. Perú

Vázquez Moran, Israel, 2013: *Modelo para la estimación de daños de costos directos por inundación en establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma, Estado de México 2009-2012*, Toluca, Tesis de licenciatura en Geografía, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

Vázquez, F. (2010) Facultad de Contaduría y Administración (UNAM). *Costos I*. Disponible en: <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/4/costos.pdf>

Vergara Tenorio, Edward y otros, 2011: “*La conceptualización de las inundaciones y percepción del riesgo ambiental*”, Coatzacoalcos Tuxpan: Universidad Veracruzana.

Víctor R. y otros, 2013: *Vulnerabilidad socio-económica por inundación en el Municipio de Ixtlahuaca*, Estado de México 2010, Tesis de licenciatura en Geografía, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

Wyngaard, Guillermo. (2012) Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Ministerio de Industria. *Costos*. Disponible en:  
<https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/Módulo%205%20-%20Costos.pdf>

You, W., Zhang, Y (2015). “Evaluation of social vulnerability to floods in Huaihe River basin: a methodology based on catastrophe theory” en Natural Hazards Earth System Sciences, [En línea] Número 3, Agosto 2015, Disponible en:  
<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/3/4937/2015/nhessd-3-4937-2015.pdf> [Accesado el 02 de Julio del 2016]