



# Universidad Autónoma del Estado de México

## Facultad de Geografía

### *Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco, Estado de México*

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Licenciado en Geoinformática**

**P R E S E N T A:**

**Felipe Alberto Gutiérrez Pérez**

**José Luis Plata Rebollar**

**Asesor de Tesis**

**Dr. José Emilio Baró Suarez**

**Revisores**

**MTRO. Efraín Peña Villada**

**MTRO. Leonardo Alfonso Ramos Corona**



**Toluca, Estado de México**



## **Dedicatoria: José Luis Plata Rebollar**

### **A Dios.**

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

### **A mis Padres.**

Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.

¡Los quiero mucho!

### **A mis Hermanos**

Por qué siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad

¡Gracias!

### **A mí novia Diana y a Cuchito.**

Por ser una persona muy especial en mi vida y por demostrarme que en todo momento cuento con ella. ¡Te quiero Mucho!



## **Agradecimientos**

A mis maestros que fueron la parte fundamental en mi desarrollo profesional, principalmente al Dr. José Emilio Baro Suarez, por brindarme su apoyo, consejos y regaños que fue lo que me ayudo a poder concluir la tesis.

## **Agradecimientos de Felipe Alberto Gutiérrez Pérez:**

Por la paz, salud, energía, alegría de que pude gozar en mi etapa de estudiante universitario, especialmente durante el desarrollo de este trabajo, agradezco al Señor.

Agradezco también los esfuerzos de atención y dedicación realizados por mi asesor de tesis, el Dr. José Emilio Baró Suárez durante el desarrollo y revisión de esta obra; fue muy valiosa su aportación, personalmente aprendí mucho de usted, me dio mucho gusto conocerle y trabajar bajo su asesoría. De la misma forma agradezco las aportaciones de mis asesores de tesis el Mtro. Leonardo Alfonso Ramos Corona, especialmente reconozco las observaciones y dedicación hechas por el Mtro. Efraín Peña Villada en la secuencia lógica de este documento.

A mi compañero José Luis Plata Rebollar, le agradezco su actitud de compromiso, entrega y creatividad para culminar esta investigación. Su esmero y dedicación fueron una excepcional motivación durante las diferentes etapas de este proyecto; Fue muy satisfactorio trabajar a tu lado Wicho, aprender cosas nuevas y ser tu amigo. Te deseo mucha suerte en tu etapa post estudiantil.

Agradezco enormemente la orientación recibida de mi compañero de carrera el LCG Antonio Gutiérrez Hernández, su apoyo fue fundamental para el desarrollo de la aplicación web realizada en la parte final de esta obra.

Agradezco a mis todos mis profesores de la universidad. Su tiempo, entusiasmo y dedicación fueron realmente importantes en mi preparación profesional, además de un gran valor para realizar este trabajo. Agradezco especialmente a Tonatíuh Suárez y Esperanza Palma; mis profesores favoritos.

Le agradezco inmensamente a mi familia (Pancho, Claudio, Giovanna) por su apoyo durante mis estudios de licenciatura, reconozco especialmente a mi hermano Cuahutémoc por alentarme a cursar esta licenciatura, por apoyarme sin medida en estos años, por su compañía, consejo y hermandad; Tu concepto de la existencia me ayudó mucho en esta etapa de mi vida querido Caifán.

A mi mamá Amalia con quien comparto mi etapa de persona madura, le agradezco los sacrificios, consejos y apoyo que de ella recibí en estos años. Este trabajo representa muchas cosas que aprendí de ti desde que fui niño y que en su momento las vi como regaños. Hoy me doy cuenta que cada cosa que viví contigo fue realmente importante para que yo y mis hermanos pudiéramos ser personas profundas, diversas, éticas, con grandes inquietudes en la vida. Me da mucho orgullo tu persona. A Flore por su amistad y apoyo en momentos difíciles.

Por supuesto le doy mil gracias a mi querida esposa Bety por su aliento y apoyo para superarme profesional y personalmente, por su amistad y cariño, por estar conmigo en las buenas y en las malas. Te agradezco estar a mi lado y darme una familia tan linda. Aprecio mucho el sacrificio que has hecho durante este tiempo que he dedicado a este trabajo. Sin duda me da mucho gusto compartir contigo este logro en mi vida. Que siga habiendo muchos más para compartir. Te quiero mucho.



### **Dedicatorias:**

Dedico este trabajo a mis amados hijos Felipe Damián y Leonel, los niños más hermosos del mundo, les llevo conmigo a cada instante, sus rostros están siempre en mi mente. Ambos han cambiado mi mundo por uno lleno de sonrisas, juegos y mucha alegría. Ojalá Dios me permita ser un gran ejemplo para ustedes, y llevarlos junto con su mamá por el mejor camino. Los amo mis queridos hijos. A la memoria de mi padre Felipe Gutiérrez Hernández: Me hubiera dado mucho gusto compartir este logro contigo, tú que fuiste mi gran Maestro y guía; el Eje. Sé que puedes verme desde algún lugar: quiero decirte que me siento muy orgulloso de haber sido tu hijo y vivir a tu lado, quiero honrarte con este trabajo. Intenté dar mi mayor esfuerzo y lo mejor de mí durante su desarrollo porque a cada momento estuviste en mi corazón, y así como tú y yo alguna vez hicimos cosas hermosas en nuestro taller y pude hacerte sentir contento con lo que mis manos hicieron, hoy te dedico esta obra que fue hecha de la misma forma. Me dio mucho gusto ser como tú, intentaré seguirlo siendo: Nos vemos pronto Hermoso, cuídate. A la memoria de mi gran amiga y abuelita Merced Vázquez: aprendí muchas cosas de ti agüe, te recuerdo con mucho cariño, la sonrisa que siempre me produce imaginarte, me dio fuerza de voluntad para culminar este logro.



## Contenido

Introducción .....	15
Planteamiento del Problema .....	17
Justificación .....	19
Objetivo General. ....	20
Objetivos específicos.....	20
Modelo Conceptual.....	21
Metodología. Atlas de Riesgos contra Inundaciones .....	25
Metodología. Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones .....	29
Metodología. Propuesta de Desarrollo para la Plataforma Web .....	32
Acrónimos .....	36
Capítulo 1. Marco de Referencia.....	39
Antecedentes .....	39
1.1 Antecedentes de Inundaciones en SMA .....	39
1.2 Antecedentes Mundiales de los Sistemas de Alerta Temprana Contra Inundaciones .....	48
1.3 Antecedentes Nacionales Sistemas de Alerta Temprana Contra Inundaciones en México	52
1.4 Antecedentes sobre los Atlas de Riesgo .....	57
Capítulo 2. Marco Jurídico.....	65
2.1 Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (Titulo quinto de los Estados de la Federación y del DF. <i>Denominación del Título reformada DOF 25-10-1993</i> ). ....	66
2.2 Ley general del Cambio Climático (Titulo Segundo Distribución de competencias “Capitulo Único de la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios, Texto Vigente (a partir del 10-10-2012)”.....	67
2.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, “Última reforma publicada DOF 16-01-2014”).....	67
2.4 Ley de Aguas Nacionales (Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992 “Texto Vigente Última reforma publicada DOF 07-06-2013” .....	68
2.5 Ley General de Protección Civil (Texto Vigente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012).....	69
2.6 Ley de protección civil del estado libre y soberano de México (Publicada en la Gaceta del Gobierno el 03 de septiembre de 2012) .....	70
2.7 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México .....	71

2.8 Bando Municipal de SMA (Emitido en Sesión Extraordinaria 04 de fecha 27 Enero 2014, el Ayuntamiento de SMA 2013-2015) CAPÍTULO XIII DE LA PROTECCIÓN CIVIL .....	72
Capítulo 3.- Caracterización de los Elementos del Medio Natural .....	74
3.1- Determinación de la Zona de Estudio .....	74
3.2 Fisiografía .....	82
3.3 Pendiente .....	82
3.4 Clima.....	84
3.5 Edafología.....	90
3.6 Uso de Suelo.....	92
3.7 Hidrología .....	95
Capítulo 4. Características de los elementos sociales, económicos y demográficos .....	100
4.1 Distribución porcentual de los municipios de la ZMVT.....	100
4.2 Población de SMA con respecto al Estado de México 1990 – 2010.....	101
4.3 Dinámica poblacional demográfica del municipio de SMA 1990 – 2010.....	101
4.4 Distribución de la población en SMA .....	102
4.5 Población por sexo en SMA 1990 – 2010.....	103
4.6 Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) 1990 - 2010 de SMA.....	104
4.7 Tasa Bruta de natalidad.....	105
4.8 Pirámides Poblacionales.....	106
4.9 Características Socioeconómicas .....	111
4.9.1 Participación de la PEA de SMA en el Estado de México .....	112
4.9.2 Población económicamente activa PEA de SMA.....	112
4.9.3 Actividad comercial .....	113
4.9.4 Actividades Económicas Primarias .....	114
4.9.5 Actividades Económicas Secundarias.....	114
4.9.6 Actividades Económicas Terciarias.....	115
4.9.7 Pobreza.....	115
4.9.8 Marginación .....	116
4.9.9 Hacinamiento .....	120
4.9.10 Población con discapacidad .....	120
4.9.11 Tipos de Discapacidad .....	121
4.9.12 Limitación para caminar .....	121

4.9.13 Limitación para ver.....	122
4.9.15 Limitación para hablar.....	122
4.9.16 Personas que necesitan del cuidado de alguien más para poder sobrellevar sus actividades cotidianas .....	123
4.9.17 Déficit de atención .....	123
4.10 Características Educativas .....	124
4.10.1 Educación .....	124
4.10.2 Porcentaje de población de 15 años y más analfabeta 2010 en SMA.....	124
4.10.3 Población de 15 años sin primaria completa 2010 en SMA.....	125
Capítulo 5.- Identificación de peligro, vulnerabilidad y riesgo por Inundaciones.....	128
5.1 Causas de Inundación en SMA .....	128
5.2 Áreas de inundación.....	128
5.3 Vulnerabilidad .....	130
5.3.1 Índice de marginación por AGEBS.....	131
5.3.2 Índice de Marginación a nivel manzana para el municipio de SMA .....	133
5.4 Caracterización de zonas habitacionales inundadas.....	136
5.5 Exposición.....	137
5-6 Fragilidad Social .....	141
5.7 Resiliencia.....	142
5.8 Peligro.....	146
5.9 Riesgo .....	152
5.9.1 Análisis de Daños Económicos .....	154
Capítulo 6.- Propuesta de Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones para el municipio de San Mateo Atenco.....	167
6.1 SATi Comunitario:.....	168
6.2 Propósito del SATIAtenco.....	169
6.3 Componentes del SATIAtenco.....	170
6.4 ETAPA TÉCNICA: CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS .....	171
Módulo 1: Observación y Monitoreo Meteorológico .....	171
6.5 Equipos de medición .....	189
6.5.1 Red de Monitoreo Hidrológico para SMA (ReMHISMA) .....	191
6.5.2 Número de estaciones de monitoreo en la ReMHISMA .....	192

6.5.2 Medición de la lluvia en la ReMHISMA .....	197
6.5.3 Medición de niveles de ríos y canales en la ReMHISMA.....	200
Módulo 2: Pronóstico de crecidas.....	204
6.6 Pronóstico de crecidas .....	204
6.6.2 Datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en el SATiAtenco	205
6.6.3 Rango de datos datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en la SATiAtenco .....	206
6.7 Umbrales de lluvia.....	207
Módulo 3: ETAPA SOCIAL Consideraciones organizativas .....	211
6.8 Organización de un comité Local para la prevención, mitigación y atención de desastres. .....	211
6.9 Capacitación .....	213
Módulo 4: Respuesta Ante la Emergencia .....	220
6.10.- Objetivos del PERiAtenco.....	220
Estructura, Organización y Funciones del PERiAtenco.....	221
Identificación de las fases de la emergencia.....	225
Medidas de Actuación en el municipio de San Mateo Atenco .....	227
Capítulo 7.- Propuesta de Plataforma Web para el SATiAtenco .....	231
1.- Página de Ingreso .....	231
2.- Página Principal .....	231
3.- Lectura Hidrológica .....	234
4.- Estado Actual del Riesgo por Inundación.....	235
4.1.- Alerta Verde .....	235
4.2.- Alerta Amarilla .....	236
4.3.- Alerta Roja.....	236
5.- PERi Atenco.....	237
6.- Atlas de Riesgo .....	239
7.- SIG SATi Atenco .....	240
Conclusiones .....	241
Recomendaciones .....	243
Anexos.....	244
Glosario de Términos .....	244

Pasos para la elaboración del Índice de Marginación por Manzanas .....	252
PASO I: INEGI: CENSO 2010. ....	252
PASO II: CONAPO: METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE MARGINACIÓN.....	253
Manual para la instalación de pluviómetros.....	265
Bibliografía .....	269

## Figuras

1.- Zona de Inundación 2008, SMA.....	42
2.- Reporte de zona Afectada por Inundaciones y Vulnerabilidad 2008 en SMA.....	42
3.- Zona de Inundación, Febrero de 2010, SMA.....	44
4.- Zona de Inundación, Agosto de 2010, SMA.....	45
5.-Zona de Inundación, 2011, SMA.....	46
6.- Zona de Inundación, 2012, SMA.....	36
7.- Típico limnómetro manual en el SLAI de Filipinas.....	49
8.- Uso del Sistema compuesto por Limnímetros.....	50
9.- Funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana en el Salvador.....	51
10.- Pronostico de Precipitaciones Media areal Valle de México.....	53
11.- Vista de Aviso de Norte en el Golfo de México, Publicado en Martes, 31 Mayo 2011 20:06.....	56
12.- Componentes del Riesgo.....	59
13.- Atlas Nacional de Riesgos en línea del CENAPRED.....	60
14.- Atlas de Riesgos del Estado de Nuevo León.....	62
15.- Atlas de Riesgos del Estado del Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, 2001 (Mapa de Inundación y Tormentas).....	63
16.- Coordinación comunitaria en la gestión de riesgo.....	167
17.- Niveles de alerta propuesta para el SATIAtenco.....	169
18.-Regiones Hidrológicas de CONAGUA.....	173
19.- Magnitud de orden en una red hidrográfica.....	178
20.- Pluviómetros de fabricación Casera.....	190
21.- Escala hidrométrica de fabricación casera.....	190
22.- Red de EMAs de CONAGUA.....	191

23.- Medición de lluvia en pluviómetros por voluntarios.....	197
24.- Instalación de escalas hidrométricas en puntos estratégicos de ríos y Canales.....	200
25.- Propuesta 1 de escala hidrométrica en el Canal San Isidro.....	201
26.- Propuesta 2 de escala hidrométrica en el Canal San Isidro.....	202
27.- Escala hidrométrica.....	203
28.- Inundación en San Mateo Atenco el día 15 de agosto de 2010.....	204
29.- Estaciones Climatológicas utilizadas para la obtención de datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en la SATiAtenco.....	205
30.- Las estaciones de la ReMhiSMA transmiten sus datos a una central de procesamiento donde se monitorea el patrón de la precipitación cuenca arriba, así como los niveles de ríos y canales. Al pasar un determinado umbral se activa una señal de aviso.....	208
31.- Monitoreo y Lectura de la comunidad a base de instrumentos simples.....	216
32.- Transmisión de Datos.....	217
33.- Procesamiento y Análisis de Información.....	217
34.- Pagina de ingreso al SATiAtenco.....	231
35.- Página Principal del SATiAtenco.....	232
36.- Página, ReMHiSMA “Red de Monitoreo Hidrológico de San Mateo Atenco”.....	233
37.- Pagina, Lectura Hidrológica de los Pluviómetros y Limnímetros.....	234
38.- Pagina, Alerta Verde.....	235
39.- Pagina, Alerta Amarilla.....	236
40.- Pagina, Alerta Roja.....	237
41.- Página, PERI Atenco.....	238
42.- Pagina, Galería de Mapas.....	239
43.- SIG SATi ATENCO.....	240
44.- Cálculo del índice de marginación por Manzana en SPSS.....	262
45.- Marco Geoestadístico y base de datos a nivel manzana de SMA.....	264
46.- Instalación del pluviómetro en el soporte.....	266

47.- Pluviómetro de tubo de PVC.....	268
--------------------------------------	-----

## Gráficas

1.- Oscilación de la temperatura durante el periodo, 1962 – 1992.....	84
2.- Precipitación Promedio mensual.....	85
3.- Población por sexo de 1990 a 2010 en SMA.....	103
4.- Pirámide de edad 1990 de SMA.....	106
5.- Pirámide de edad 1995 de SMA.....	107
6.- Pirámide de edad 2000 de SMA.....	108
7.- Pirámide de edad 2005 de SMA.....	109
8.- Pirámide de edad 2010 de SMA.....	110
9.- Porcentaje de Población con y sin discapacidad en SMA 2010.....	120
10.- Población con discapacidad en SMA, 2010.....	121
11.- Población con limitación para caminar SMA, 2010.....	121
12.- Población con limitación para ver SMA, 2010.....	122
13.- Población con limitación para escuchar SMA, 2010.....	122
14.- Población con limitación para hablar SMA, 2010.....	122
15.- Población que necesita del cuidado de otra persona.....	123
16.- Población con déficit de atención en SMA, 2010.....	123

## Diagramas

1.- Mapa Conceptual.....	23
2.- Estructura del Atlas de Riesgos.....	26
3.- Componentes del Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones.....	31
4.- Arquitectura de la Plataforma Web.....	34
5.- Marco Jurídico de los Atlas de Riesgo y los Sistemas de Alerta Temprana.....	66
6.- Determinación de las áreas inundables.....	128
7.- Caracterización de las zonas habitacionales inundadas en SMA.....	134
8.- Pasos para definir la curva de lluvia acumulada.....	209
9.- Organización del comité local de San Mateo Atenco.....	213
10.- Flujo de la información para el alertamiento.....	219

11.- Estructura del PERIAtenco.....	221
-------------------------------------	-----

## Tablas

1.- Reporte de Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2002-2008 de la Comisión de Agua Estado de México (CAEM) Cuenca del Rio Lerma, SMA.....	41
2.- Reporte de Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2009-2012 de la Comisión de Agua Estado de México (CAEM) Cuenca del Rio Lerma, SMA.....	43
3.- Distribución del municipio de acuerdo a la población.....	82
4.-Superficie por tipo de Suelo.....	92
5.- Distribucion porcentual de los municipios de la ZMVT.....	100
6.- Porcentaje de población de SMA con respecto al Estado de México 1990 – 2010.....	101
7.- Población de SMA 1990 – 2010.....	101
8.- Distribución de la población 2010.....	102
9.- Participación de la PEA de SMA en el Estado de México.....	112
10.- Distribución de la PEA 2010 por localidad, SMA.....	112
11.- Establecimiento comercial por sector 2013.....	113
12.- PEA por sector de ocupación en 2010.....	115
13.- Contexto de niveles de Pobreza 200 – 2010.....	116
14.- Grado de Marginación 2000 – 2010. Localidades de SMA.....	117
15.- Variables del índice de Marginación por localidad 2000.....	118
16.- Variables del índice de Marginación por localidad 2005.....	118
17.- Variables del índice de Marginación por localidad 2010.....	119
18.- Variables del índice de Marginación por localidad SMA 2010.....	119
19.- Grado promedio de escolaridad 2010 de SMA.....	124
20.- Población de 15 años y más analfabeta 2010 de SMA.....	125
21.- Población de 15 años sin primaria completa 2010 de SMA.....	125
22.- Porcentaje de población de 18 años y más con educación post básica.....	126
23.- Total de AGEBS e Índice de Marginación, 2010.....	131
24.- Número y porcentaje de AGEBS distribuidos en el municipio por Grado de Marginación.....	131
25.- Número total de manzanas, por Índice de Marginación.....	136
26.- Número de manzanas e índice de marginación por barrio, localizadas en áreas inundables del municipio de SMA.....	136
27.- Grado de Exposición por número de habitantes cada 100 m2 .....	137



28.-Grado de Exposición en Actividades Comerciales.....	138
29.- Grado de Población Económicamente No Activa.....	141
30.- Grado de Ingreso per Cápita.....	142
31.- Precipitación para un periodo de retorno de 2, 10, 50, 100 y 20 años con duración de la lluvia de 24 hrs.....	147
32.- Número de viviendas afectadas de acuerdo al nivel de Riesgo.....	152
33.- Costos durante el periodo de lluvias 2008-2012.....	155
34.- Ecuaciones empleadas para el cálculo de los costos mínimo, máximo y más probable.....	159
35.- Población y Viviendas Afectadas durante el periodo 2008- 2012.....	160
36.- Daños totales económicos durante los años2009-2010.....	160
37.- AGEBS Urbanas e índice de marginación localizadas en las zonas inundables del municipio de San Mateo Atenco.....	161
38.- Agebs Urbanas e índice de marginación localizadas en las zonas inundables del municipio de San Mateo Atenco.....	161
39.- Costos máximos IM ALTO.....	162
40.- Costos mínimos IM ALTO.....	162
41.- Costos más Probables.....	163
42.- Costos máximos IM MEDIO.....	163
43.- Costos mínimos IM MEDIO.....	164
44.- Costos más probables IM MEDIO... ..	164
45.- Costos máximos IM MUY BAJO.....	164
46.- Costos mínimos IM MUY BAJO.....	165
47.- Costos más probables IM MUY BAJO.....	165
48.- Nivel de corriente de los principales canales y ríos relativos al área de inundación en San Mateo Atenco.....	179
49.- Valores máximos de sumatoria de longitud aguas arriba en la subcuenta Almoloya-Otozolotepec y su correspondiente Administración municipal.....	181
50.- Segmentos de interés sobre la RHSAO para el cálculo del tiempo de concentración.....	185

51.- Tiempo de Concentración de crecidas.....	187
52.- Calculo del coeficiente de escorrentía (Ce) para la subcuenca Almoloya-Otzolotepec mediante la fórmula de Nadal.....	188
53.- Estaciones Meteorológicas de San Mateo Atenco.....	192
54.- Cobertura mínima en km2 por estación de monitoreo recomendado por la OMM según el tipo de zona....	192
55.- Número de estaciones de monitoreo hidrológico en la ReMHISMA.....	193
56.- Localización de medidores patrones de lluvia y nivel de ríos del ReMHISMA.....	194
57.- Definición del rango de datos hidrológicos básicos para el diseño de Umbrales en el SATiAtenco.....	206
58.- Localización de los pluviómetros y Limnímetros para el SATiAtenco.....	216
59.-Barrios para la Ubicación de Alarmas en el municipio de San Mateo Atenco.....	219
60.- Indicadores socioeconómicos y variables para el cálculo del índice de marginación a nivel localidad y Manzana 2010.....	252
61.- Indicadores del índice de marginación por manzana del municipio de SMA.....	256
62.- Estadísticos descriptivos de las variables estandarizadas para el IM por manzana.....	257
63.- Variables estandarizadas por manzana.....	259
64.- Matriz de correlaciones.....	259
65.- Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes.....	260
66.- Expresiones de las Variables estandarizadas para el cálculo del índice de marginación por manzana.....	261
67.- Valores del índice de marginación por manzana.....	262
68. Rangos de la clasificación para la asignación del grado de marginación por manzana.....	263
69.- Grado de marginación por manzana.....	263
70.- Base de datos cartografía por manzana con grado de marginación.....	264

## **Mapas.**

1.-Ubicación de San Mateo Atenco.....	76
2.-Región No 7 Del Estado de México.....	77
3.-Colonias de San Mateo Atenco.....	78

4.-Vialidades de San Mateo Atenco.....	79
5.-Localidades de San Mateo Atenco.....	80
6.-Equipamiento Urbano de San Mateo Atenco.....	81
7.-Pendiente de San Mateo Atenco.....	83
8.-Clima.....	86
9.-Temperatura Media Anual.....	87
10.-Precipitación Media Anual.....	88
11.-Estaciones Meteorológicas.....	89
12.-Edafología.....	91
13.-Uso de Suelo.....	94
14.-Cuenca Lerma- Chapala.....	96
15.-Subcuencas.....	97
16.-Hidrología.....	98
17.-Area de Inundación.....	129
18.-Indice de Marginacion por AGEB.....	132
19.-Indice de Marginación por Manzana.....	135
20.-Densidad de Población.....	139
21.-Actividad Comercial.....	140
22.-Población Economicamente No Activa.....	143
23.-Ingreso Diario , Aproximado Per Capita.....	144
24.-Distancia a Puntos de Posible Albergue.....	145
25.-Peligro por Inundación.....	148
26.-Riesgo Por Inundación.....	153
27.-Cuenca Lerma-Chapala-Santiago.....	172
28.-Cuenca Lerma-Chapala.....	174
29.-Características de la Cuenca Lerma –Chapala.....	175
30.-Subcuenca Almoloya-Otzolotepec.....	177
31.-Niveles de corriente Subcuenca Almoloya-Otzolotepec.....	180
32.-Sumatoria de longitudes aguas arriba Subcuenca Almoloya-Otzolotepec.....	182
33.-Segmentos de Interes en la Red 34.-Hidrologica.....	186
34.-Propuesta de Localizacion de la red de Monitoreo Hidrologico para San Mateo Atenco.....	195

## Introducción

El hombre en sociedad no sólo enfrenta los riesgos naturales, y los tradicionalmente conocidos, que se desprenden de la misma dinámica social, como la delincuencia, inseguridad, inestabilidad económica, entre otros, sino también a los derivados del crecimiento urbano acelerado, es decir, al riesgo construido socialmente por los individuos que deciden asentarse en lugares no aptos para ser urbanizados, por presentar condiciones naturales poco favorables, tal es el caso de los lugares potencialmente inundables (Vázquez y Méndez, 2011).

Las transformaciones del entorno geográfico que ha sufrido el municipio de San Mateo Atenco a través de su historia desde el enfoque del desarrollo urbano, así como la carencia de políticas de planeación territorial han propiciado que de manera recurrente la población en este municipio y sus bienes sufran daños y afectaciones considerables derivados de la exposición ante fenómenos meteorológicos.

En la actualidad, el incremento en la vulnerabilidad de un territorio, ante la presencia de fenómenos naturales cada vez más intensos como frecuentes, conlleva a la necesidad de formular estrategias para introducir medidas apropiadas de prevención y mitigación que respondan a las prioridades de la comunidad, en base a un análisis de la vulnerabilidad como evaluación del riesgo (SEDATU ,2013). El caso de San Mateo Atenco no queda fuera de este orden de exposición ante eventos meteorológicos desastrosos que se han manifestado de manera histórica causando daño a sus habitantes y sus bienes, de tal forma, se hace necesario recurrir a herramientas de análisis que ayuden a identificar los riesgos a los que está expuesta la población y que ayuden a sí mismo a reducir la vulnerabilidad.

Dentro de la problemática municipal, está la que tiene que ver con los procesos y formas de urbanización (aunque precarias) que se han desarrollado sobre el territorio en el que existen peligros que, aunados a la vulnerabilidad, generan procesos de riesgo por el efecto de distintos eventos naturales, por lo que, resulta

prioritario ubicar espacial y temporalmente el peligro, además de localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social de los sistemas expuestos, para finalmente representar diversos escenarios de riesgo mediante la evaluación cuantitativa de las pérdidas derivadas del impacto de diversos fenómenos perturbadores( SEDATU ,2013).

Derivado del incremento en recurrencia y magnitud de los fenómenos naturales, ha sido de vital importancia que los gobiernos municipales cuenten con instrumentos de planeación en materia de prevención que les permita tener una inmediata reacción ante las eventuales contingencias que un fenómeno natural suele ocasionar (SEDESOL, 2013).

Considerando lo anterior, el desarrollo del presente Atlas de riesgo, se fundamenta en el sentido de servir como una herramienta preventiva y de apoyo para las autoridades en la toma de decisiones ante la construcción de riesgo social en áreas potenciales de peligro en el Municipio de San Mateo Atenco; Así mismo este documento pretender servir como un medio de información para la población sobre las características físicas de su territorio, información geográfica de las áreas potencialmente inundables, así como la identificación de los riesgos antropogénicos mayormente importantes o que ponen en peligro a la población en este municipio.

## Planteamiento del Problema

San Mateo Atenco es un Municipio en el Estado de México, forma parte del área metropolitana de la ciudad de Toluca. Colinda con los municipios de Toluca y Lerma al norte, Metepec al sur y Ocoyoacac al oeste. El municipio contaba 72,579 habitantes en el año 2010 (Censo de población y vivienda INEGI). El municipio se ubica en la cuenca Lerma – Toluca y a la subcuenca Almoloya Oztolotepec, a una altura de 2570 msnm. (Ortiz et al., 2004)

De manera histórica el municipio de San Mateo Atenco ha sido objeto de diversas inundaciones que han afectado a la dinámica vida de sus habitantes y sus bienes. Durante periodo de 2002 a 2012 en el municipio de SMA ha sufrido año tras año eventos de inundación recurrentes, además de haber registrado una población máxima de **23, 397** personas afectadas por eventos de inundación urbana, inundación rural, encharcamiento en vialidad y encharcamientos (CAEM, 2012). Algunos años las inundaciones han sido particularmente notables, entre ellas las de 1903 y 1928 cuando se destruyeron la mayor parte de las casas ribereñas (Toscana, Campos & Monrroy, 2010). La conformación del territorio municipal es sensiblemente plana no cuenta con cadenas montañosas, sierras, cerros, volcanes o mesetas; su relieve es prácticamente homogéneo, presenta una pendiente máxima de 2 % en toda su extensión, ubicándose en el rango de 0 - 5 % de tal forma que el territorio es apto para la urbanización en un 70 %, exceptuando a las zonas colindantes con el Río Lerma que presentan problemas de inundación en épocas de lluvia (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco).

Las inundaciones en el municipio de SMA son un fenómeno que de manera recurrente han afectado la dinámica de vida de sus habitantes. De acuerdo con un informe realizado por investigadores la UNAM, este municipio ha sido objeto de inundaciones desde principios de siglo XIX (Toscana, Campos & Monrroy, 2010) lo que ha causado desde entonces considerables daños en la población y sus bienes, tales como daños a la vivienda y pérdida del patrimonio de las familias localizadas en este municipio.

Aún en la actualidad (2013) la población de SMA sigue siendo vulnerable al peligro por inundación, debido a su configuración geográfica de planicie de inundación que la hace completamente vulnerable a la acumulación fluvial de los municipios de su periferia con mayor altitud sobre el nivel del mar. Por su puesto en esta problemática se debe considerar un factor importante, la considerable cercanía que este municipio guarda con uno de los ríos más importantes en la región, el río Lerma cuya conexión con canales a cielo abierto propicia mayor probabilidad de inundación en épocas de lluvia.

Según Datos de la Comisión de Agua del Estado de México CAEM, en el municipio de SMA, la población afectada por inundaciones reincidentes durante el periodo 2002 - 2012, fue de 23, 397 personas (CAEM, 2012) además de la gravedad social y económica que representa una inundación, existe otra variable importante para el bienestar de la sociedad, y esta no es sino la administración eficiente de la información de sucesos peligrosos a los que la población se encuentra expuesta, la cual en la actualidad no existe de manera tangible en la administración de gobierno local, esto por su puesto provoca que tanto el análisis de las problemáticas ocasionadas por riesgos naturales, no sea oportuna y por ende que la solución ante y para la sociedad sea poco clara o inexistente. De tal forma, se hace oportuno preguntar si desde el ámbito del quehacer geoinformático, herramientas tales como los sistemas de información geográfica, los sistemas de alerta temprana, en conjunto con esfuerzos institucionales y de la población podrían ser útiles en la prevención oportuna de una inundación en el caso de SMA.

¿Podría la población de este municipio tener beneficios en el salvamento de su integridad personal y patrimonial a través de herramientas tecnológicas y documentales capaces de administrar la información de los riesgos naturales a los que se encuentra vulnerable?

## Justificación

En 2006, año particularmente lluvioso, las inundaciones alcanzaron un nivel de entre 40 y 60 cm de altura en las porciones oriente y sur del municipio de SMA. Entre las consecuencias se cuentan daños a casi todas las viviendas cercanas a cuerpos de agua, pérdidas económicas para la población y el municipio, y en general impacto en las actividades cotidianas de la población, que se vio imposibilitada de transitar por las calles e incluso de salir de sus casas (CAEM, 2006).

Según el Centro Nacional de Prevención y Desastres (CENAPRED, 2004) “Existe una causa que puede generar una inundación, aun mas grave a la cual va referida a las inundaciones por fallas de infraestructura hidráulica: si la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras”.

Por tal motivo se ha considerado la propuesta de un sistema de alerta temprana y un atlas de riesgos para el municipio de SMA. Es un mecanismo sumamente necesario para reducir los impactos causados por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos recurrentes, que de manera recurrente han causado histórica daños en la propiedad y bienes de la población de este municipio.

En este tenor, puede afirmarse que la existencia de mecanismos a escala local para la identificación de los peligros – riesgos a los que la población se encuentra expuesta, puede proporcionar información confiable dirigida a la prevención de desastres causados por riesgo de inundación.

De tal forma, se hace oportuna y sumamente considerable la construcción de un sistema de ayuda en la toma de decisiones y medidas a nivel local para mitigar los efectos destructivos causados por eventos de inundación. Creemos firmemente que a través de la construcción de un mecanismo capaz de ofrecer información de carácter oportuno, la población vulnerable puede ser alertada en tiempo y forma, y así prevenir o en lo posible reducir las pérdidas económicas y humanas causadas por el riesgo que representan los eventos hidrometeorológicos desastrosos en SMA.



## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Realizar una propuesta de un atlas de riesgo de SMA a partir de que no existe este instrumento preventivo de gestión del riesgo y conjuntamente con éste proponer un sistema de alerta temprana por inundación por ser este fenómeno el más recurrente en la zona de estudio.

### **Objetivos específicos.**

- Buscar información bibliográfica en las diferentes dependencias del municipio u otras fuentes sobre antecedentes de fenómenos naturales y los riesgos que han generado y generan.
- Analizar de la información con vista a poder contar con cartografía de inventario-base.
- Identificar y analizar los peligros y riesgos naturales del territorio, paralelamente con los análisis de percepción y adaptación social ante el riesgo.
- Realizar análisis de daños para plantear los costos – beneficio de las medidas estructurales y no estructurales
- Implementar un sistema de alerta temprana contra inundaciones basado en las bases de datos de las estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas situadas en la parte alta de la cuenca.
- Desarrollar una plataforma web para el Sistema de Alerta Temprana.

## Modelo Conceptual

La metodología para el desarrollo del presente trabajo, está descrita de manera general en el **Diagrama 1** (Mapa conceptual). En este diagrama se observa la lógica de trabajo con que se desarrollaran las 6 partes fundamentales de la investigación, las cuales son las siguientes:

1. Contexto Histórico 2. Contexto Jurídico 3. Análisis de Riesgo por Inundación 4. Costos 5. Sistema de Alerta Temprana 6. Propuesta de Desarrollo para la Plataforma Web

1. El contexto histórico hace principalmente referencia a los eventos por inundación que se han presentado a partir de mediados del siglo XIX y hasta la actualidad (2010), su finalidad está dirigida al análisis e identificación los principales factores de inundación en SMA.

2. La segunda parte muestra el marco legal (federal, estatal y municipal) que sustenta el ámbito de los atlas de riesgo así como algunos otros conceptos que se asocian a éstos; tales como: las instancias de gobierno encargadas de la gestión y actualización de los atlas de riesgo, los sistemas de alerta temprana, las restricciones que por ley sustentan el usos de suelo en áreas propensas a inundaciones, etc. El propósito de este apartado es proporcionar una idea clara del soporte legal que existe desde diferentes perspectivas legales para el desarrollo de las propuestas generadas durante las etapas consecuentes del presente trabajo.

3. El Análisis de riesgo por inundación comprende la caracterización espacial de los elementos físicos y sociales que existen en el área de estudio, el objetivo de este apartado es la identificación los componentes del riesgo (Peligro, exposición y vulnerabilidad) que los habitantes de SMA tienen ante los fenómenos perturbadores de inundación.

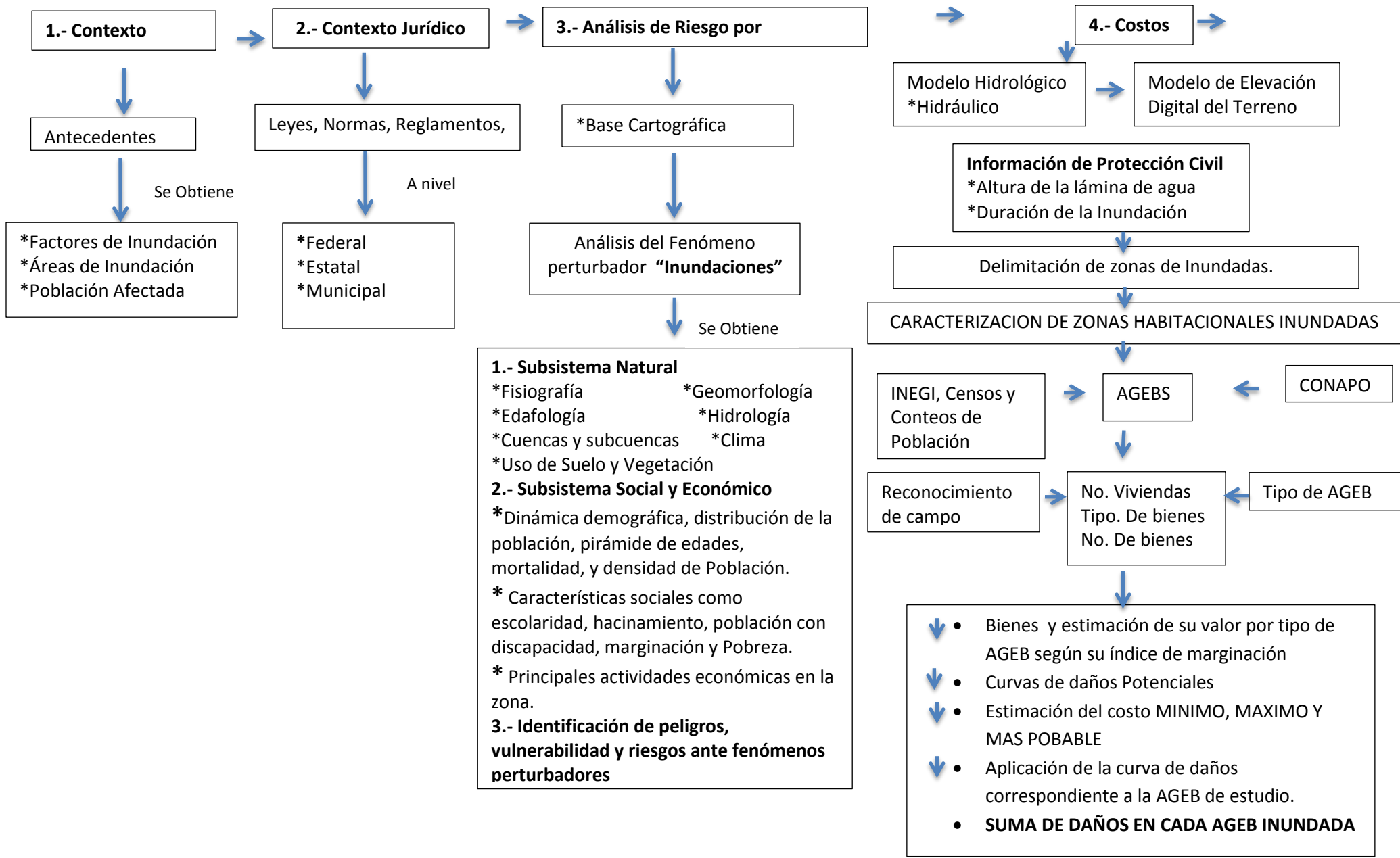
- El análisis de costos comprende la “Metodología para la Valoración Económica de Daños Potenciales Tangibles Directos por Inundación” propuesta por Baró y colaboradores (2013). El propósito de esta parte fundamental del trabajo está

ligado a la estimación económica de los costos que pueden generar los daños causados por fenómenos perturbadores de inundación en el municipio. A la vez, pretende justificar el monto de la inversión económica para las medidas estructurales y no estructurales de prevención ante el riesgo de inundación; de las cuales forman parte las etapas restantes del trabajo.

- El Sistema de alerta Temprana forma parte de la propuesta de medidas estructurales y no estructurales ante el riesgo de inundación. Este sistema parte básicamente de dos componentes; uno técnico y uno social, que en conjunto pretenden servir como una herramienta vital para comunidad de SMA ante la prevención de desastres por inundación.
- La parte final del trabajo es una Propuesta de Desarrollo Web, su fin es que tanto las autoridades competentes y la comunidad, puedan disponer en forma dinámica de los productos informativos y de análisis generados en este trabajo, de manera paralela su objetivo se destina a romper el esquema plano y clásico de los atlas de riesgo como un conjunto de documentos con acceso y conocimiento restringido tanto para los encargados del análisis del riesgo, como para la población.

Diagrama 1: Mapa Conceptual del Tema

# Propuesta de Atlas de Riesgos por Inundación



**5.- Sistema de Alerta Tempana**

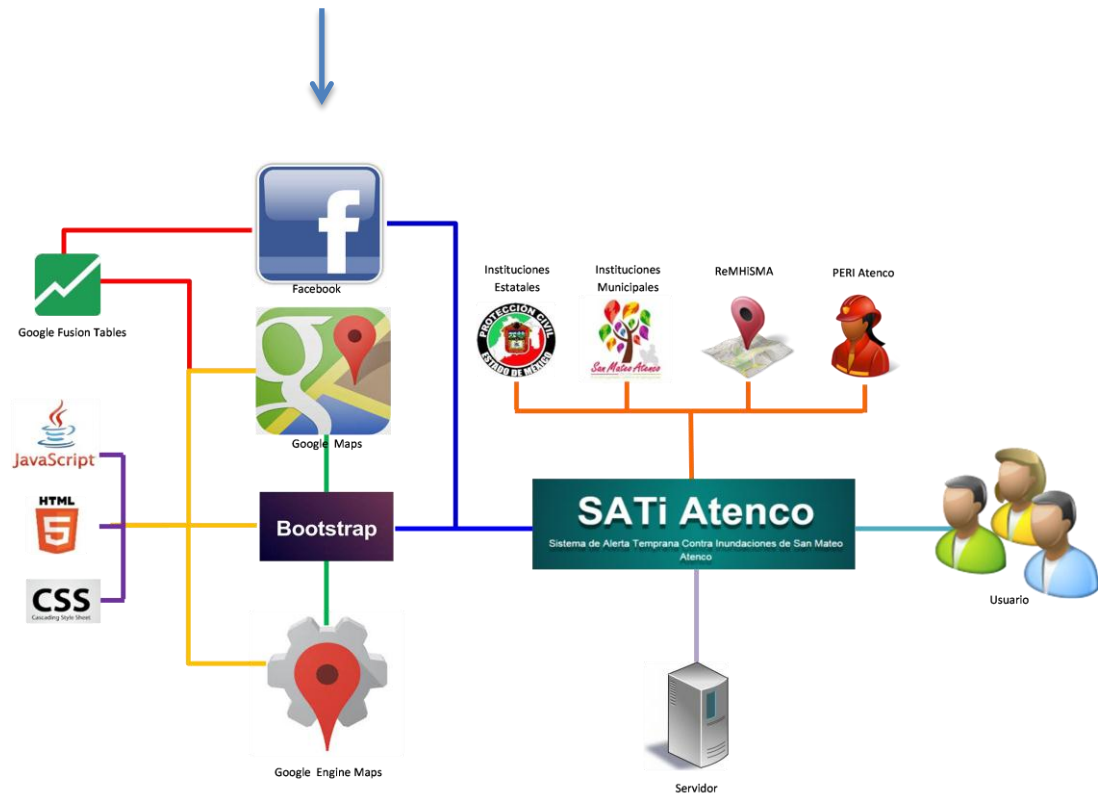
**Componente 1: Etapa Técnica**

1.- Observación y Monitoreo Hidrológico

2.- Pronostico de Crecidas

**Componente 2: Etapa Técnica**

**6.- Propuesta de Desarrollo para la Plataforma Web**



## Metodología. Atlas de Riesgos contra Inundaciones

Los Atlas de Riesgos son estudios que sirven para detectar y ponderar la posibilidad de ocurrencia de fenómenos naturales que pueden comprometer la integridad de la población civil, sus bienes y su entorno en un territorio determinado, ya sea este, rural o urbano.

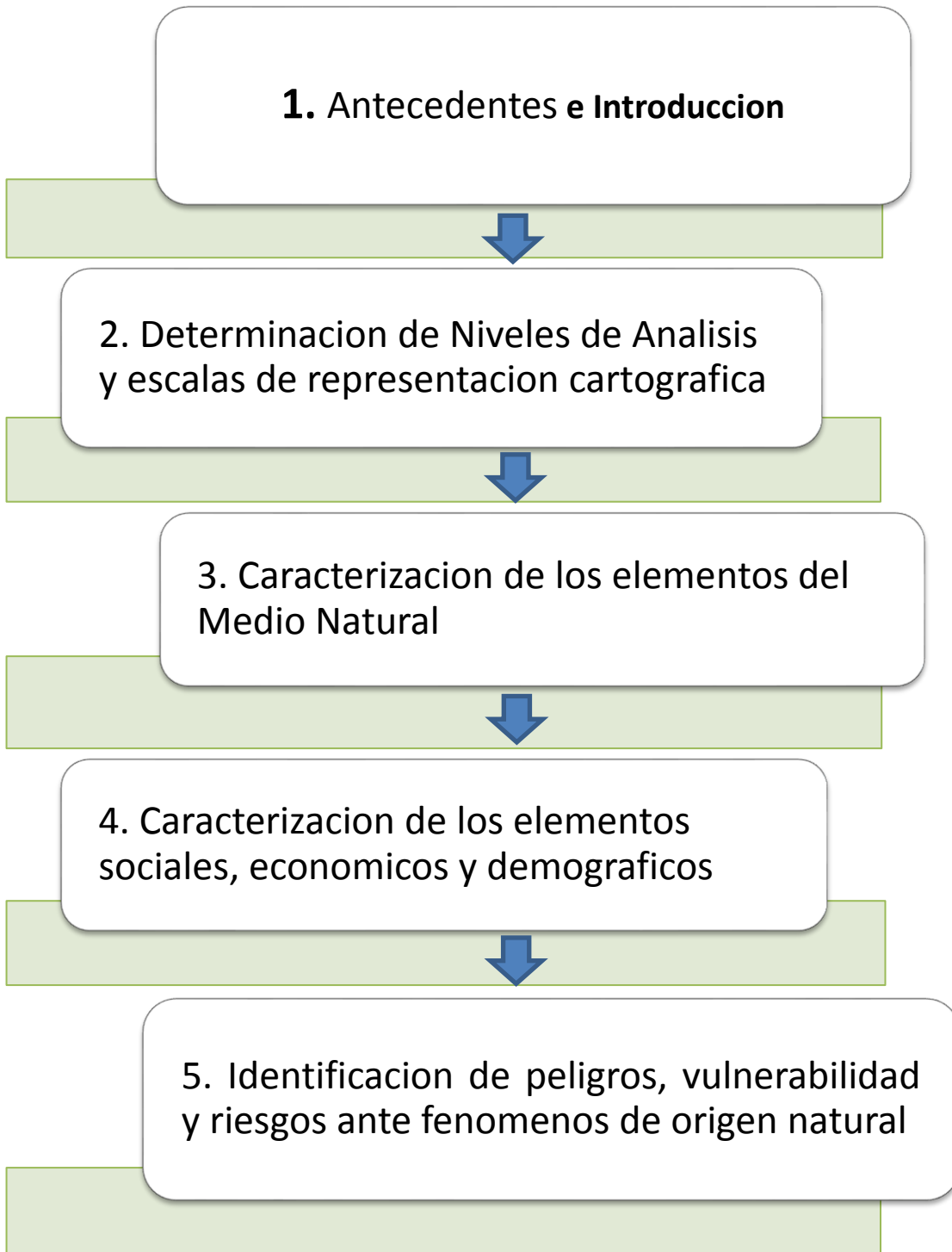
Los Atlas de Riesgos fundamentalmente sirven para 3 objetivos:

- 1) Permiten un conocimiento responsable y ordenado del territorio municipal.
- 2) Son un instrumento indispensable para las políticas de seguridad pública y de protección civil.
- 3) Se consideran herramientas imprescindibles para lograr un ordenamiento sustentable del territorio y una planeación urbana y rural efectiva (MUNICIPIUM, 2013).

El Atlas de riesgos es una herramienta que nos permite tener conocimiento e identificado los diferentes riesgos, el grado de exposición y la vulnerabilidad con la que nos afectan a través de estudios específicos. Con la finalidad de proponer y realizar acciones que mitiguen sus efectos hacia la población, la infraestructura y el entorno (CENAPRED, 2006).

Para la elaboración y desarrollo del Atlas de Riesgos (diagrama 2) el presente trabajo se apega a los lineamientos del CENAPRED, así mismo, para realizar la identificación de las Zonas de Riesgo ante fenómenos perturbadores de origen natural, se hará uso de la metodología propuesta en las *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013* publicada por la Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU). **Diagrama 2**

**Diagrama 2: Estructura de Atlas de Riesgos.**



**Fuente:** SEDATU, 2013

1.- El atlas contará con antecedentes en el que se explique de forma breve y clara la o las problemáticas relacionadas con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha. SEDATU (2013).

2.- Se definirán los niveles de análisis con los que se identificarán cada uno de los fenómenos perturbadores presentados en el territorio. Así como las escalas de representación, en las que se mapeará la información. SEDATU (2013)

3.- Se realizara una caracterización de los elementos del medio natural en donde se analizarán los elementos que conforman al medio físico de la zona de estudio a partir de las características naturales de la zona atendiendo a los siguientes temas: SEDATU (2013).

- Fisiografía: Elementos formadores del medio físico, provincias fisiográficas, regiones geomorfológicas y climáticas.
- Geomorfología: Principales formas del relieve.
- Geología: Fallas y fracturas.
- Edafología: Tipos de suelo, descripción.
- Hidrografía: Recursos hídricos superficiales y subterráneos
- Cuencas y Subcuenca: mapa integral y completo de áreas de captación hídrica del municipio.
- Clima: Elementos del clima: temperatura, humedad, presión, viento, etc; fenómenos climatológicos regionales y locales que inciden en la zona.
- Uso de suelo y vegetación.
- Áreas naturales protegidas (en caso de existir).

4.- Se debe integrar de forma breve una caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio con indicadores básicos que revelen las condiciones generales del estado que guarda el municipio describiendo lo siguiente: SEDATU (2013).



- Dinámica demográfica: Distribución de la población, pirámide de edades, mortalidad, y densidad de población.
- Características sociales: Escolaridad, hacinamiento, población con discapacidad, marginación y pobreza.
- Principales actividades económicas en la zona.

5.- Se incluirá la información substancial que da forma y esencia al Atlas, por lo anterior se desarrollará con la mayor rigurosidad el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural “Inundaciones” identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad expuestas a amenazas (Zonas de Riesgo); una vez ubicadas las zonas de riesgo o peligro, se propondrán obras, acciones que coadyuven a disminuir el riesgo. SEDATU (2013).

A partir de análisis históricos, mapas preexistentes (Atlas o zonificaciones de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad previas), información bibliográfica, estudios de campo y, en especial del seguimiento riguroso, se identificarán los riesgos, peligros y vulnerabilidad en la zona de estudio.

Con base a la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se hará la zonificación de los mismos por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital (vectorial), archivos de visualización, mapas impresos, en los que se determinarán las Zonas de Riesgo.

Una vez obtenida dicha cartografía se realizará un análisis completo de riesgos, señalando qué zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación y señalando puntualmente qué obras o acciones se proponen para mitigar el riesgo.

## **Metodología. Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones**

Hoy en día se reconocen dos tipos de sistemas de alerta temprana ante inundaciones. Los operados por los servicios hidrometeorológicos nacionales, conocidos como SATIs Centralizados y los operados por las comunidades, conocidos como SATIs Comunitarios.

El SATI Centralizado es un sistema que utiliza tecnología que requiere de conocimiento técnico experto en lo que se refiere a la observación y monitoreo del fenómeno y en la elaboración del pronóstico de crecida. La observación y monitoreo se basa en redes telemétricas de estaciones de lluvia y nivel de los ríos, que permiten pronósticos de crecida precisos y con anticipación. Se apoya en redes de observación global, como el radar, que permiten desarrollar modelos y pronósticos de tiempo, y utiliza una base científica que requiere la participación de profesionales con conocimiento y entrenamiento avanzado para desarrollar modelos hidrometeorológicos, en los cuales se basan los pronósticos de crecidas. Estos pronósticos permiten la difusión de avisos con antelación a las alertas, aumentando así el tiempo de preparación.

El SATI Comunitario, por otro lado, es un sistema sencillo que se caracteriza por el uso de equipos de bajo costo y de fácil manejo, operados por miembros de las comunidades, tanto en las componentes de observación y monitoreo del fenómeno como en la comunicación de la alerta. Están basados en la participación activa de voluntarios de las comunidades que viven en la cuenca donde se ha establecido el SATI. Los voluntarios cumplen funciones de trabajo en la respuesta, pero también participan en tareas de prevención, con obras de mitigación de bajo costo y que no requieren de conocimiento técnico experto. El papel del voluntario en el control y monitoreo hidrometeorológico es de vital importancia en estos sistemas.

En este caso nos enfocaremos a la descripción metodológica de un SATI centralizado en un Sistema de Información Geográfica. ISDR, 2010

La implementación de un Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones comprende una serie de etapas que pueden agruparse en dos: 1: **una etapa**

**técnica, referida a la instrumentación, medición hidrometeorológica y pronóstico;** y 2: **una etapa social,** referida a la organización comunitaria requerida para garantizar la operación apropiada de los sistemas de alerta ante inundaciones. Este nuevo enfoque integrador recomienda la estructuración de un SATI en dos componentes y cuatro módulos.

Componente 1: Consideraciones hidrológicas

1.1 Modulo I: Observación y monitoreo hidrometeorológico

1.2 Modulo II: Pronóstico de crecidas.

Componente 2: Consideraciones organizativas

2.1 Modulo III: Identificación y Comunicación de la alerta

2.2 Modulo IV: Comunicación de la alerta.

El Componente 2 aborda aspectos relacionados con la selección de los equipos para la observación y monitoreo de la lluvia y el nivel del río, criterios para su ubicación e instalación, forma de tomar las lecturas y de almacenar los datos observados. Igualmente, aborda aspectos relacionados a las características morfológicas de la cuenca, estimación del tiempo de concentración, estimación de lluvia máxima para un determinado periodo de retorno e identificación de umbrales de alerta.

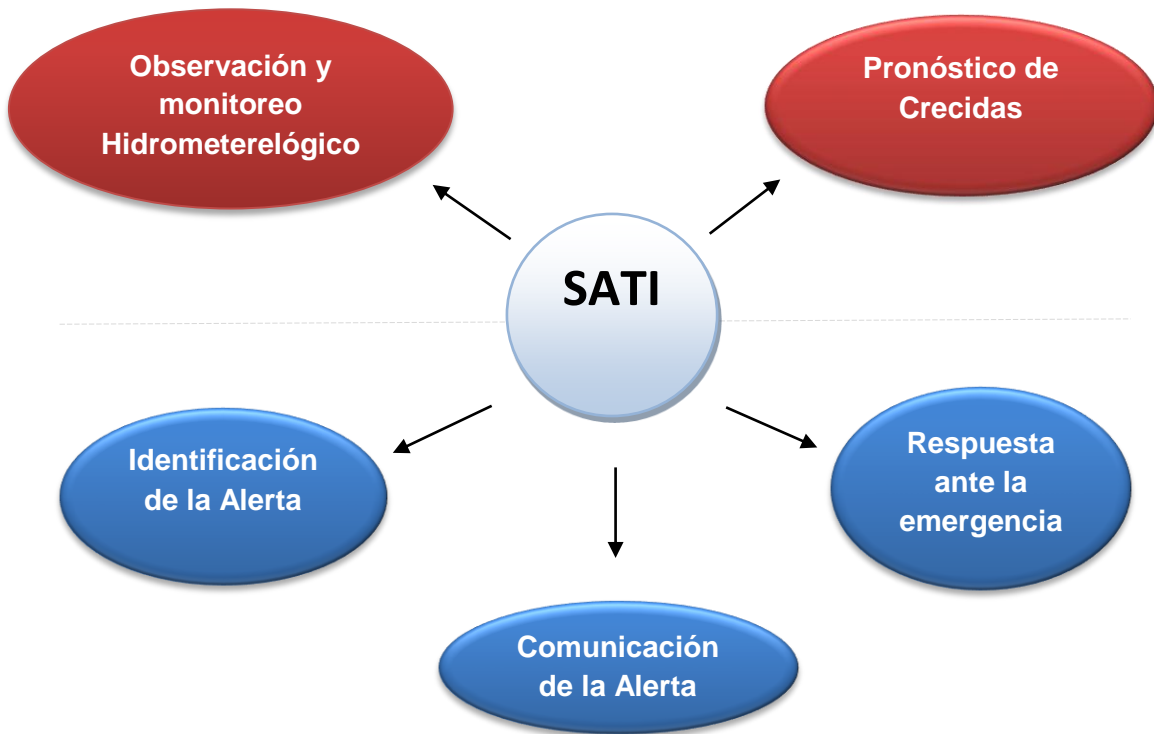
El Componente 2 aborda aspectos relacionados con la organización comunitaria, capacitación, definición de medidas a tomar ante una eventual emergencia, identificación de las alertas y sistema y forma de comunicación de las alertas. Para fines prácticos, en el Módulo III se fusionan los aspectos relacionados con la identificación y la comunicación de la alerta. **Diagrama 3**

**Diagrama 3: Componentes del Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones**

**COMPONENTE 1:**

**ETAPA TÉCNICA**

Consideraciones hidrológicas



**COMPONENTE 2:**

**ETAPA SOCIAL**

Consideraciones organizativas

**Fuente:** Modificado de OEA, 2010

## **Metodología. Propuesta de Desarrollo para la Plataforma Web**

### **Importancia actual de la tecnología en la vida de las personas**

Sin duda la expansión tecnología del siglo XXI se ha vuelto una parte fundamental en la vida cotidiana de las personas, día a día miles de nuevos usuarios se integran a redes de comunicación a través de medios electrónicos como Facebook, la internet permite buscar en Google miles y miles de datos cada segundo proporcionado incontable cantidad de información en millones de puntos alrededor del globo. En los hogares tanto como en las calles los teléfonos celulares permiten establecer comunicación rápida con otras personas, los sistemas de información geográfica también han cambiado el paradigma de solución en el análisis de problemáticas territoriales en un sinfín de campos que en épocas pasadas hubiera sido imposible de solucionar.



De tal forma que prácticamente hoy no se puede hablar de desarrollo sin tomar en cuenta el uso de herramientas tecnológicas para compartir, generar, difundir, intercambiar datos e información y cuando se trata de proteger la integridad de personas y sus bienes con información oportuna, la tecnología se vuelve sumamente importante.

### **Propósito de la plataforma**



La propuesta del uso de una plataforma web en un SAT, pretende dar dinamismo a los datos obtenidos en cada uno de los componentes del SAT, de manera que en conjunto con herramientas geo tecnológicas puedan proporcionar información de gran utilidad y precisión sobre el riesgo de inundación a las personas en SMA, sin embargo, también tiene el objetivo de funcionar como un instrumento de enlace entre la comunidad, las autoridades, instituciones públicas interesadas en la seguridad de las personas,

grupos de voluntarios y especialistas en el ámbito de los riesgos, el geo informático, hidrológico, de protección civil y la política territorial.

### **Esquema de construcción**

Con el fin de que exista el mínimo de recursos necesarios para el desarrollo, implementación, financiamiento y funcionamiento mantenimiento, etc. El esquema de construcción tecnológica para nuestra propuesta de un SAT, parte del uso de herramientas libres: servidores de mapas, repositorios de datos, gestores de bases de datos, código de programación, redes sociales.

Tales herramientas y su aplicación son las siguientes:

**API de Google Maps:** “El API de JavaScript de Google Maps permite insertar Google Maps en tus páginas web. La versión 3 de esta API está especialmente diseñada para proporcionar una mayor velocidad y que se pueda aplicar más fácilmente tanto a móviles como a las aplicaciones de navegador de escritorio tradicionales” (API Google Maps V3, 2014).



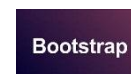
**Google Fusion Tables:** es un servicio web de Google para la gestión de datos. Los datos se almacenan en varias tablas que los usuarios de Internet pueden ver y descargar.



**Google Engine Maps:** un sitio web, paralelo a Google Maps desde el que se pueden crear nuestros propios mapas, con puntos de interés, lugares y rutas.



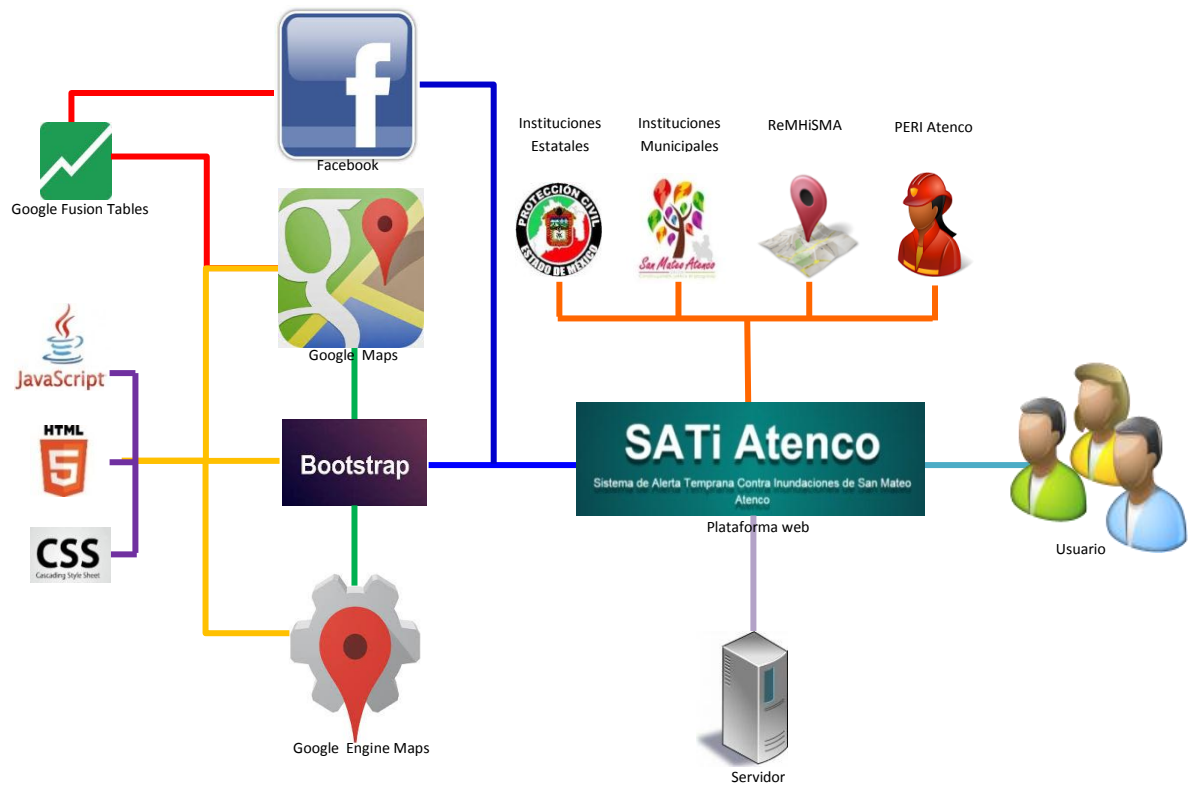
**Bootstrap:** es una plataforma de desarrollo de proyectos web que combina los lenguajes HTML, CSS y JavaScript.



**Facebook:** La red social más popular usada por millones de usuarios en el mundo de manera gratuita.



**Diagrama 4: Arquitectura de la Plataforma Web**



**Fuente:** Elaboración Propia

# CAPITULO

## III

### Caracterización de los elementos del Medio Natural



## Acrónimos

**AGEB.** Áreas Geoestadísticas Básicas

**CAEM:** Comisión del Agua del Estado de México

**CENAPRED:** Centro Nacional de Prevención de Desastres

**CONAGUA:** Comisión Nacional del Agua

**CONAPO:** Comisión Nacional de Población

**COSMA:** Comité de Operaciones de San Mateo Atenco

**EMAS:** Estaciones Meteorológicas Automáticas

**IM:** Índice de Marginación

**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía

**mm:** Milímetros

**OEA:** Organización de los Estados Americanos

**PERI Atenco:** Plan de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones en San Mateo Atenco

**ReMHiSMA:** Red de Monitoreo Hidrológico de San Mateo Atenco

**RHSAO:** Red Hidrográfica Subcuenca Almoloya Oztolotepec

**SIATL:** Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas

**SAO:** Subcuenca Almoloya Oztolotepec

**SAT:** Sistema de Alerta Temprana

**SATAME:** Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos

**SATI:** Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones

**SATIAtenco:** Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones del Municipio de San Mateo Atenco

**SEDATU:** Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

**SMA:** San Mateo Atenco

**SMN:** Servicio Meteorológico Nacional

**SNET:** Servicio Nacional de Estudios Territoriales

**SPR:** Sistema de Pronóstico de Ríos

**Tr:** Tiempo de Retorno

**UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

**ZMVT:** Zona Metropolitana del Valle de Toluca

# CAPÍTULO

## I

### Marco de Referencia

## Capítulo 1. Marco de Referencia

### Antecedentes

#### 1.1 Antecedentes de Inundaciones en SMA

Antiguamente (desde el año 250 d.C. aproximadamente), la vida en lo que hoy es el municipio de SMA giraba en torno al río Lerma, a sus ciénagas, a sus islas y a sus innumerables canales, en un estilo que Albores (1995) denomina como el “estilo de vida lacustre”. El río constituía un medio benéfico para los pobladores del valle porque les permitía desarrollar actividades lacustres: caza, pesca y recolección de especies, así como la práctica de agricultura y ganadería en forma paralela. Era usado también como medio de transporte para comercializar los productos que de él se extraían (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

Las transformaciones al entorno, que inician drásticamente en 1942 con las obras de extracción del manto acuífero en la zona oriental del valle de Toluca, para abastecer de agua al Distrito Federal, implican la destrucción del sistema surtidor del subsuelo y con ello la desecación de las ciénagas del valle de Toluca (Seguirá, 1998:18) (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

El desarrollo en 1940 del corredor industrial Toluca-Lerma, ubicado en la autopista Distrito Federal-Toluca, y que pasa por SMA, así como el crecimiento de la zona metropolitana de Toluca, son acontecimientos que también incidieron en la transformación del municipio, no sólo en su estilo de vida lacustre sino también en su estructura económica. La desecación de los cuerpos de agua motivó el desarrollo de la industria del zapato, que si bien tiene sus orígenes desde la época colonial, no fue hasta la década de los setenta cuando se convirtió en la principal actividad económica del municipio, desplazando a las actividades primarias. Las zonas desecadas que originalmente fueron destinadas a la agricultura, comenzaron a ser utilizadas para la construcción de viviendas, talleres industriales y comercios; las zanjas que funcionaban para transportar el agua del río a las zonas de cultivo, se convirtieron en receptoras de aguas negras debido a la falta de drenaje (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

Algunos años las inundaciones han sido particularmente notables, entre ellas las de 1903 y 1928 cuando se destruyeron la mayor parte de las casas ribereñas... Casi todos los años registran más de una inundación, por ejemplo, entre 1998 y 2005 hubo 28 inundaciones, que equivalen a un promedio mayor de cinco inundaciones al año (CAEM, 2006) (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

En 2006, año particularmente lluvioso en esta zona del país, las inundaciones alcanzaron un nivel de entre 40 y 60 cm de altura en las porciones oriente y sur del municipio (Toscana, Campos y Monroy, 2010). La emergencia rebasó la capacidad de respuesta municipal y estatal, por lo que se implementó, a finales de la temporada de lluvias, el Plan DN-IIIE para obtener recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

En 2007, el nivel fue menor. Entre las consecuencias se cuentan daños a casi todas las viviendas cercanas a cuerpos de agua, pérdidas económicas para la población y el municipio, y en general impacto en las actividades cotidianas de la población, que se vio imposibilitada de transitar por las calles e incluso de salir de sus casas (Toscana, Campos y Monroy, 2010).

Tomando en consideración el registro de documentos en materia de antecedentes de inundaciones sucedidas en el municipio de SMA, publicados por la Comisión Del Agua del Estado de México (CAEM) **Tabla 1**. En el periodo que comprende del año 2002 a 2007, los fenómenos meteorológicos de inundación urbana y encharcamiento representaron la afectación de 8,275 (**Tabla 1**) personas localizadas en los barrios de La Concepción, Santa Elena, San Isidro, San Isidro, San Pedro, Santa María y Cabecera Municipal. De igual forma, los datos que se refirieren a los fenómenos de inundación urbana, inundación rural y encharcamiento en vialidad, representaron un total de 7,985 habitantes que fueron víctimas de inundación en los Barrios San Juan, San Nicolás, Santiago, San Mateo, Guadalupe y la Concepción (CAEM, 2012).

**TABLA 1. Reporte de Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2002-2008 de la Comisión de Agua Estado de México (CAEM) Cuenca del Rio Lerma, SMA**

No.	Clave	Colonia / Barrio	Evento	Población Afectada (Año- Hab. / Sitio)															
				2002	S2	2003	S3	2004	S4	2005	S5	2006	S6	2007	S7	2008	S8		
1	SMA - 01	Cabecera Municipal (Barrios La Concepción, Santa Elena, San Isidro, San Pedro y Santa María)	Inundación urbana y encharcamiento	205	1	0	1	300	1	250 y 60	1 y 2	7,460	1			0	1		
2	SMA - 02	Cabecera Municipal (Barrios San Juan, San Nicolás, Santiago, San Mateo, Guadalupe y La Concepción)	Inudación urbana, inundación rural y encharcamiento en vialidad			500	2	25	2				7,460	1					
<b>2</b>		<b>Total</b>		<b>205</b>	<b>1</b>	<b>500</b>	<b>2</b>	<b>325</b>	<b>2</b>	<b>310</b>	<b>2</b>	<b>7,460</b>	<b>1</b>	<b>7,460</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

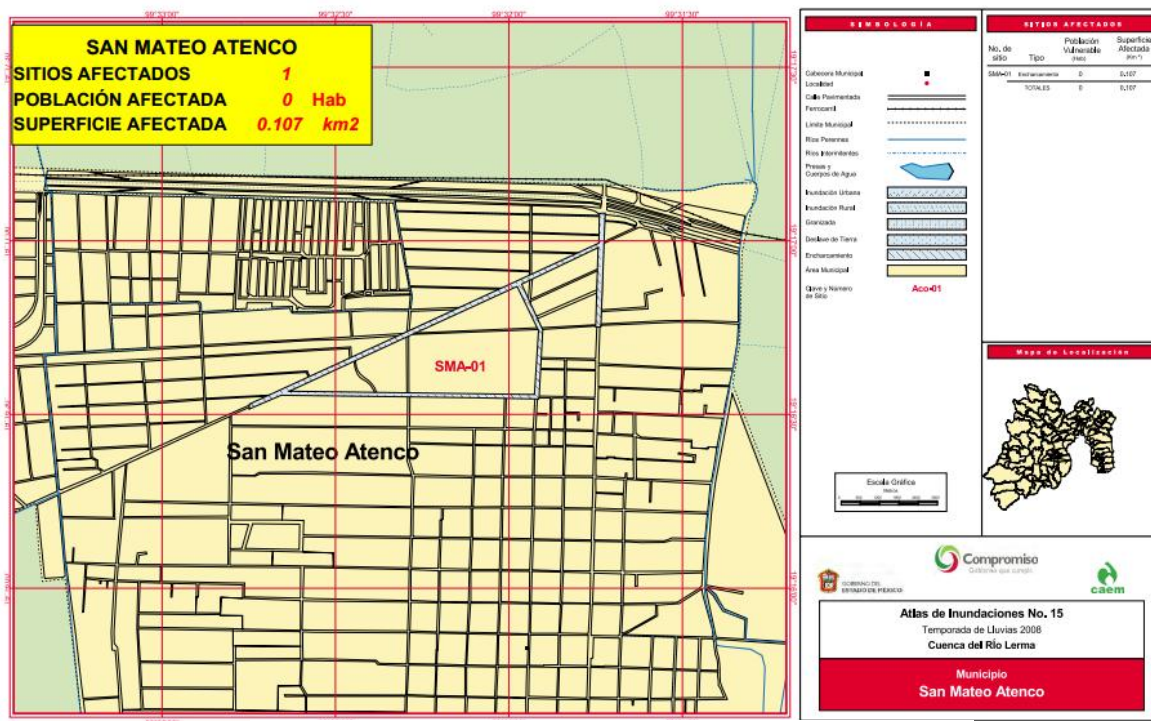
Fuente: CAEM. 2012

En suma, de acuerdo con esta información que se observa en la **Tabla 1** correspondiente a la Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2002-2012 Cuenca del Rio Lerma, en el periodo de **2002 a 2008**, un total de 16, 260 habitantes de diferentes barrios en este municipio, fueron afectados por los efectos destructivos de diversos tipos de inundación.

Debe mencionarse que según la tabla de arriba, en 2008, no hubo personas afectadas por ningún tipo de inundación en el municipio de SMA. Sin embargo, para ser más precisos y tomando en cuenta la **Figura 1**. Zona de Inundación 2008 SMA, que se ha obtenido a partir del *Atlas de Inundaciones número 15* de la temporada de lluvias 2008 publicado por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM):

La superficie de inundación reportada en diferentes fechas (no especificadas) en este año, fue de 107, 131 m<sup>2</sup>. Teniendo como consecuencia que la zona de la cabecera municipal de SMA se viera afectada por eventos de encharcamiento en distintas vialidades; específicamente en las avenidas principales Lerma, Juárez e Independencia, a su vez no se reportó; según esta fuente, ningún daño a casas, Industria, edificios públicos, locales comerciales, entre otros. La altura del tirante en las vialidades se reportó en 30 cm

**Figura 1: Zona de Inundación 2008, SMA**



Fuente: CAEM, 2008

Estos y otros datos de interés pueden observarse en la **Figura 2** que forma parte del *Atlas de Inundaciones número 15*, Temporada de Lluvias 2008, Cuenca del Río Lerma, SMA de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM).

**Figura 2. Reporte de zona Afectada por inundaciones y Vulnerabilidad 2008 en SMA**

<b>Cuenca:</b> Río Lerma	<b>Gerencia regional de la CAEM:</b> Toluca	<b>Temporada de lluvias:</b> 2008												
<b>Municipio:</b> San Mateo Atenco.	<b>Clave del sitio:</b> SMA-01													
<b>I.-Identificación de la zona afectada</b>														
<b>Localidad:</b> Cabecera Municipal.														
<b>Colonia(s) y/o barrio(s):</b> Av. Lerma, Av. Juárez y Av. Independencia.														
<b>Delimitación del área (calles) :</b>														
<b>Al norte:</b>	Av. Lerma.													
<b>Al sur:</b>	Pensador Mexicano.													
<b>Al oriente:</b>	Av. Juárez.													
<b>Al poniente:</b>	Av. Lerma - Poniente													
<b>Zona:</b> Urbana														
<b>II. Vulnerabilidad</b>														
<b>Superficie (m²):</b>	107,131													
<b>Población (hab.):</b>	0													
<b>Inmuebles afectados :</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Casa habitación:</b></td> <td>0</td> <td><b>Local comercial:</b></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Industria:</b></td> <td>0</td> <td><b>Otros:</b></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Edificio Público:</b></td> <td>0</td> <td><b>Total:</b></td> <td>0</td> </tr> </table>	<b>Casa habitación:</b>	0	<b>Local comercial:</b>	0	<b>Industria:</b>	0	<b>Otros:</b>	0	<b>Edificio Público:</b>	0	<b>Total:</b>	0	
<b>Casa habitación:</b>	0	<b>Local comercial:</b>	0											
<b>Industria:</b>	0	<b>Otros:</b>	0											
<b>Edificio Público:</b>	0	<b>Total:</b>	0											
<b>Fecha(s) de evento(s):</b>	Varias													
<b>Tirante(s) (m.)</b>	Vial: 0.30 Interior: 0.00													
<b>Evento:</b>	Encharcamiento en vialidad													

Fuente: CAEM

Sin embargo, a partir de 2009 y hasta 2012; como se puede ver en la **Tabla 2**. En la temporada de lluvias de 2009, sucedió nuevamente la afectación de 125

habitantes en los barrios de La Concepción, Santa Elena, San Isidro, San Isidro, San Pedro, Santa María y Cabecera Municipal y para 2010, 6000 habitantes fueron afectados por fenómenos de inundación urbana y encharcamiento en estos mismos sitios, mientras que en el año 2012, únicamente fueron víctimas de las inundaciones 12 habitantes.

En suma, la población afectada por los diferentes tipos de inundación sucedidos en SMA en el periodo de 2009 a 2012 según la figura 4 resulta ser de 7,137 habitantes.

**Tabla 2. Reporte de Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2009-2012 de la Comisión de Agua Estado de México (CAEM) Cuenca del Rio Lerma, SMA**

No.	Clave	Colonia / Barrio	Evento	Población Afectada (Año- Hab. / Sitio)									
				2009	S9	2010 (*)	S10 (*)	2010	S10	2011	S11	2012	S12
1	SMA - 01	Cabecera Municipal (Barrios La Concepción, Santa Elena, San Isidro, San Pedro y Santa María)	Inundación urbana y encharcamiento	125	1	1,000	1	6,000	1			12	1
2	SMA - 02	Cabecera Municipal (Barrios San Juan, San Nicolás, Santiago, San Mateo, Guadalupe y La Concepción)	Inundación urbana, inundación rural y encharcamiento en vialidad							0	2		
2	Total			125	1	1,000	1	6,000	1	0	1	12	1

**Fuente:** CAEM, 2012

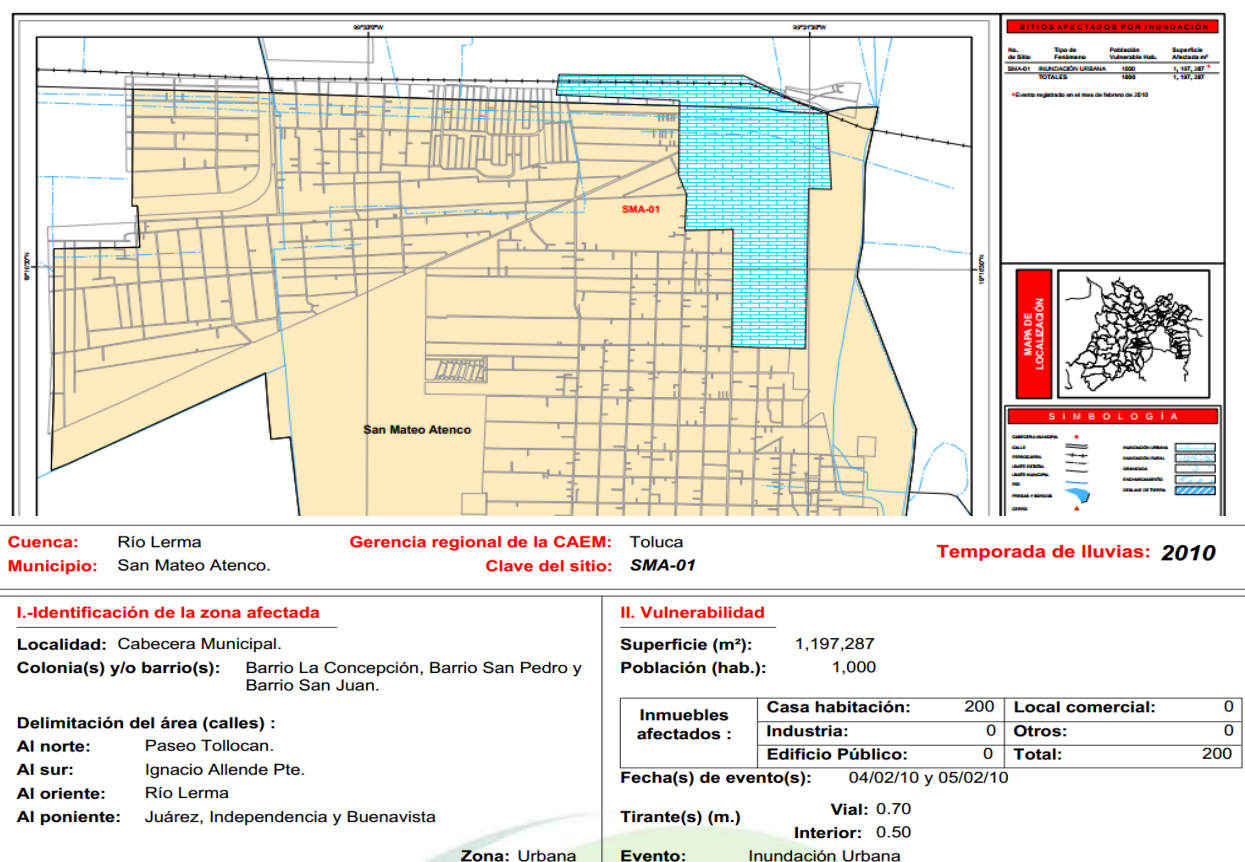
Para conocer con mejor detalle algunos de los eventos por inundación sucedidos durante este periodo de tiempo en SMA, a continuación se presentan los datos disponibles de las temporadas de lluvia 2010, 2011 y 2012 provenientes de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM).

Según la información publicada en el *Atlas de Inundaciones, Temporada de Lluvias 2009, Cuenca del Rio Lerma, SMA* (CAEM, 2010). Durante los primeros días (3, 4 y 5) del mes de febrero de 2010, en los Barrios La Concepción, San Pedro y San Juan; pertenecientes a la Cabecera municipal de SMA, se presentó el fenómeno de inundación urbana a causa de la presencia de precipitaciones pluviales extraordinarias que registraron 143.7 milímetros en un lapso de 2 días, lo



cual provocó el desbordamiento de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego, afectando una superficie de 1.197.827 m<sup>2</sup>, a su vez causó daños a una población de 1000 personas y un total de 200 casas habitables. La altura del tirante de inundación registrada en vialidades fue de 70 cm, mientras que al interior de las casas fue de 50 cm. Los niveles de la inundación se lograron abatir hasta el día 8 de febrero de 2010. La zona inundada puede verse en el mapa mostrado en la **Figura 3**.

**Figura 3. Zona de Inundación, Febrero de 2010, SMA.**

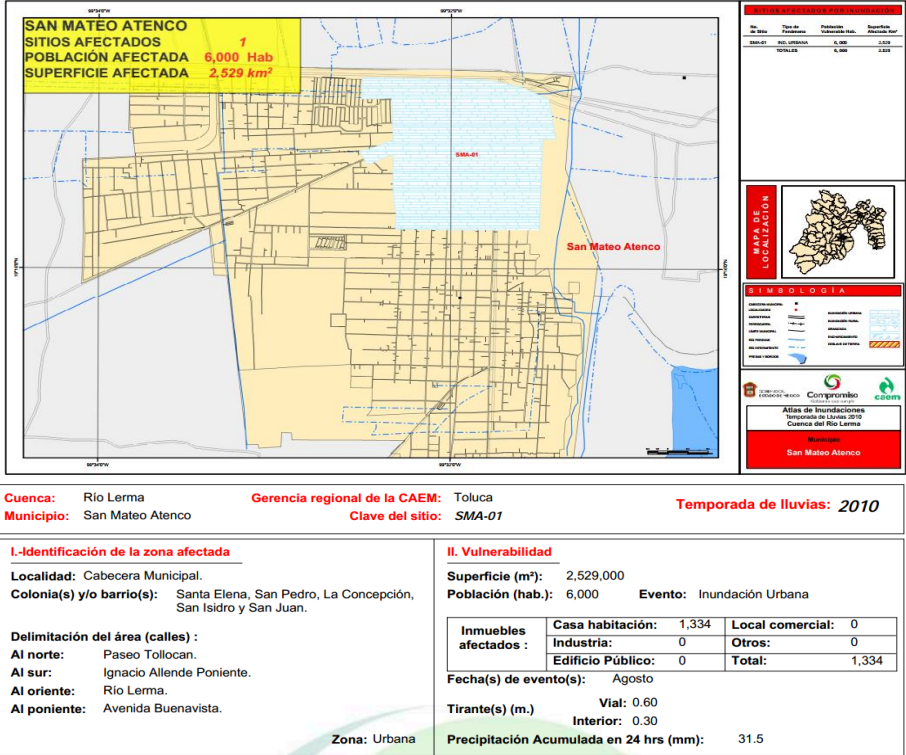


**Fuente:** CAEM, 2009

Todavía en 2010, durante el mes de agosto los barrios de Santa Elena, San Pedro, La Concepción, San Isidro y San Juan de SMA, se presentó un evento de precipitación pluvial continua de media a alta intensidad (31.5 mm acumulados en 24 horas) con un registro de altura de tirante de 60 cm en vialidades y 30 al interior

de casas habitación, que a su vez originaron el desbordamiento de los de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego, que causo encharcamientos en las avenidas Lerma, Juárez, Independencia y La zona Centro de la Cabecera Municipal, afectando una área de 2, 529 000 m2, así como el cierre de vialidades, de igual forma hubo daños en 1, 334 casas habitación. Las zonas de inundación pueden observarse en la siguiente **Figura 4** que es parte del Atlas de Inundaciones, Temporada de Lluvias 2010, Cuenca del Rio Lerma, SMA, de la CAEM.

**Figura 4. Zona de Inundación, Agosto de 2010, SMA**



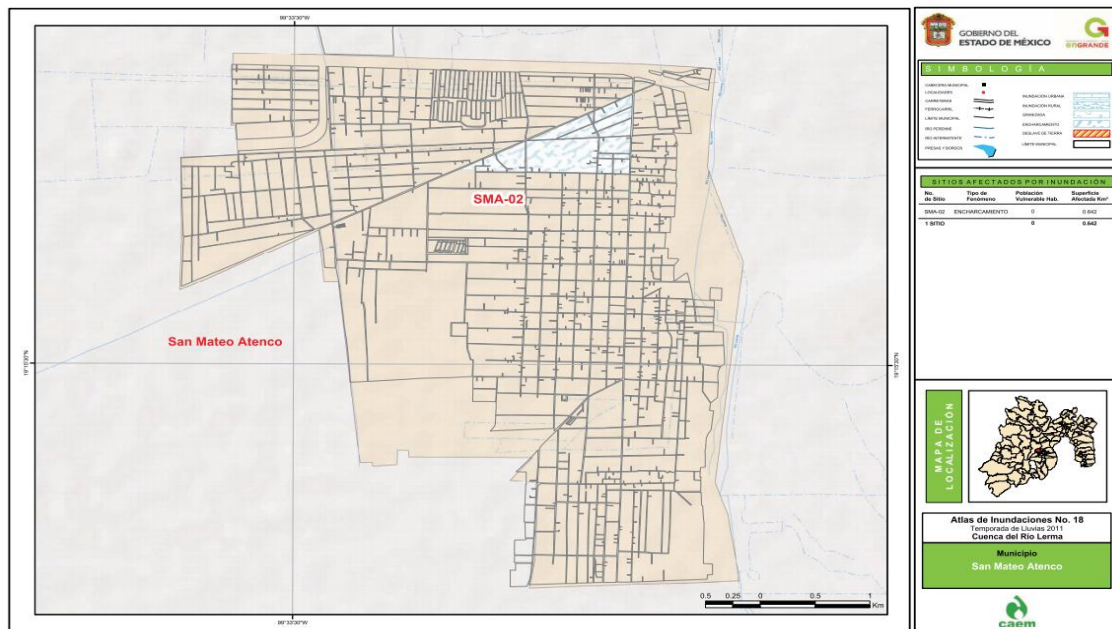
**Fuente:** CAEM, 2010

En la fecha de 2 de septiembre de 2011 según la CAEM (CAEM, 2011), en el Barrio de la Cabecera Municipal de SMA, denominado La Concepción, ocurrió nuevamente un encharcamiento en diferentes vialidades (Pensador Mexicano, Benito Juárez y Avenida Lerma) que ocasionó afectaciones en el tráfico vehicular en un área de 642 000 m2, los reportes sobre afectaciones a casas habitación,

industria, Edificios públicos, locales comerciales entre otros, según la fuente citada, fueron inexistentes.

La zona de inundación de este evento puede apreciarse en la **Figura 5** que forma parte del Atlas de inundaciones número 18, Temporada de Lluvias 2011, Cuenca del Río Lerma de la CAEM.

**Figura 5. Zona de Inundación, 2011, SMA**



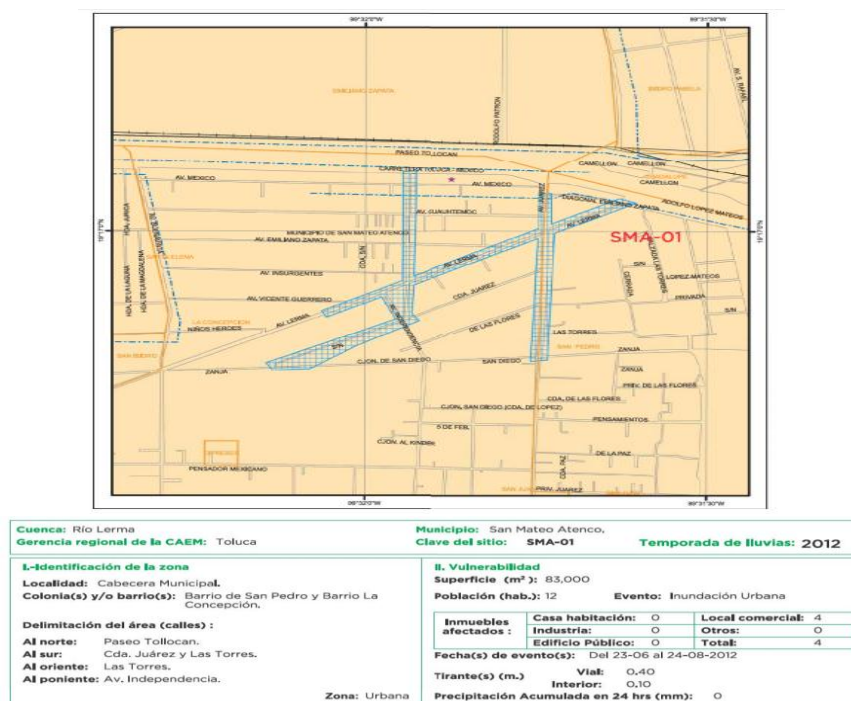
<b>Cuenca:</b> Río Lerma	<b>Municipio:</b> San Mateo Atenco	<b>Temporada de lluvias:</b> 2011												
<b>Gerencia regional de la CAEM:</b> Toluca	<b>Clave del sitio:</b> SMA-02													
<b>I.-Identificación de la zona</b>														
<b>Localidad:</b> Cabecera Municipal.														
<b>Colonia(s) y/o barrio(s):</b> Cabecera Municipal. (La Concepción)														
<b>Delimitación del área (calles) :</b>														
<b>Al norte:</b>	Lerma (A Metepec).													
<b>Al sur:</b>	Pensador Mexicano.													
<b>II. Vulnerabilidad</b>														
<b>Superficie (m<sup>2</sup>):</b>	642,000													
<b>Población (hab.):</b>	0	<b>Evento:</b> Encharcamiento en vialidad												
<b>Inmuebles afectados :</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Casa habitación:</b></td> <td>0</td> <td><b>Local comercial:</b></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Industria:</b></td> <td>0</td> <td><b>Otros:</b></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><b>Edificio Público:</b></td> <td>0</td> <td><b>Total:</b></td> <td>0</td> </tr> </table>	<b>Casa habitación:</b>	0	<b>Local comercial:</b>	0	<b>Industria:</b>	0	<b>Otros:</b>	0	<b>Edificio Público:</b>	0	<b>Total:</b>	0	
<b>Casa habitación:</b>	0	<b>Local comercial:</b>	0											
<b>Industria:</b>	0	<b>Otros:</b>	0											
<b>Edificio Público:</b>	0	<b>Total:</b>	0											
<b>Fecha(s) de evento(s):</b> 02 de Septiembre de 2011.														

**Fuente:** CAEM, 2011

Considerando la información proporcionada en el Atlas de Inundaciones número 19 de la CAEM, aún en el año 2012 las lluvias continuaron generando daños en los barrios de San Pedro y la Concepción de la Cabecera municipal de SMA, de tal forma que en la fecha 24 de agosto de 2012 sucedió una inundación urbana en un área de 83, 000 m<sup>2</sup>, delimitada al norte por la avenida Paseo Tollocan, al sur por la avenida Juárez, al oriente por avenida las Torres y al poniente por

independencia, derivada de precipitación pluvial extraordinaria e infraestructura hidráulica insuficiente. Esta inundación tuvo como consecuencia daños a 4 locales comerciales, así como a 12 habitantes, los daños reportados para casas habitación, Industria, Edificios públicos entre otros, fueron inexistentes. El mapa de la zona de inundación de 2012 en SMA verse en la figura 8, que se ha extraído del Atlas de Inundaciones No.19, Temporada de Lluvias 2012, Cuenca del Río Lerma, Municipio de SMA de la CAEM. **Figura 6**

**Figura 6. Zona de Inundación, 2012, SMA.**



**Fuente: CAEM, 2012**

Por lo cual las inundaciones en SMA no sólo han sucedido en el periodo actual, después de que los asentamientos urbanos de comenzaron a hacer evidentes con el auge comercial e industrial de la zona, sino de manera histórica a causa de su cercanía con el Río Lerma.

Considerando las cifras derivadas de la documentación encontrada en los Atlas de Inundaciones de la CAEM, se tiene que en el periodo de 2002 a 2012 hubo un total de 23,397 habitantes de este municipio que sufrieron daños a causa de diversos fenómenos hidrometeorológicos, es decir, a partir de 2002 y hasta 2012, en promedio y de manera recurrente, en el municipio de SMA cada año han existido casi 2,400 habitantes afectados por inundaciones; en su mayoría causados por precipitaciones extraordinarias que sucedieron en una sola fecha, es decir en menos de un día y que han incluso llegado a los 70 cm de altura.

Tanto personas como viviendas, locales comerciales e infraestructura vial han sido causa de daños materiales derivados de las inundaciones sucedidas en SMA.

## **1.2 Antecedentes Mundiales de los Sistemas de Alerta Temprana Contra Inundaciones**

### ***1.2.1 Sistema manual de alerta local de crecidas repentinas de Dinalupihan y Hermosa, Filipinas, 2012.***

Un esquema de alertas de inundaciones/crecidas repentinas fue establecido en los municipios de Dinalupihan y Hermosa en la Provincia de Bataan para ayudar a mitigar los efectos desastrosos de las inundaciones, mayormente debidas a tifones. El sistema es una medida de mitigación de desastres por inundaciones no estructurada (no hay represas ni diques involucrados) que incluye la vigilancia hidrológica (observación de niveles de ríos), recolección de información, alertas de inundaciones basadas en el nivel de ríos y la tasa de elevación y las fases de preparación y respuesta a desastres según aplican a una localidad o a un área de sub-cuenca dentro de ambos pueblos. El sistema está compuesto por un conjunto de limnómetros **Figura 7**. Instalados estratégicamente dentro del área meta. Los instrumentos son usados como marcadores de referencia para que la comunidad vigile durante épocas de tiempo inclemente. Los niveles de evaluación en el área transversal del río donde se encuentran los limnómetros son usados como niveles para que la comunidad responda y tome las acciones apropiadas cuando exista una posibilidad de inundación/crecida repentina.



**Figura 7: Típico limnómetro manual en el SLAI de Filipinas**



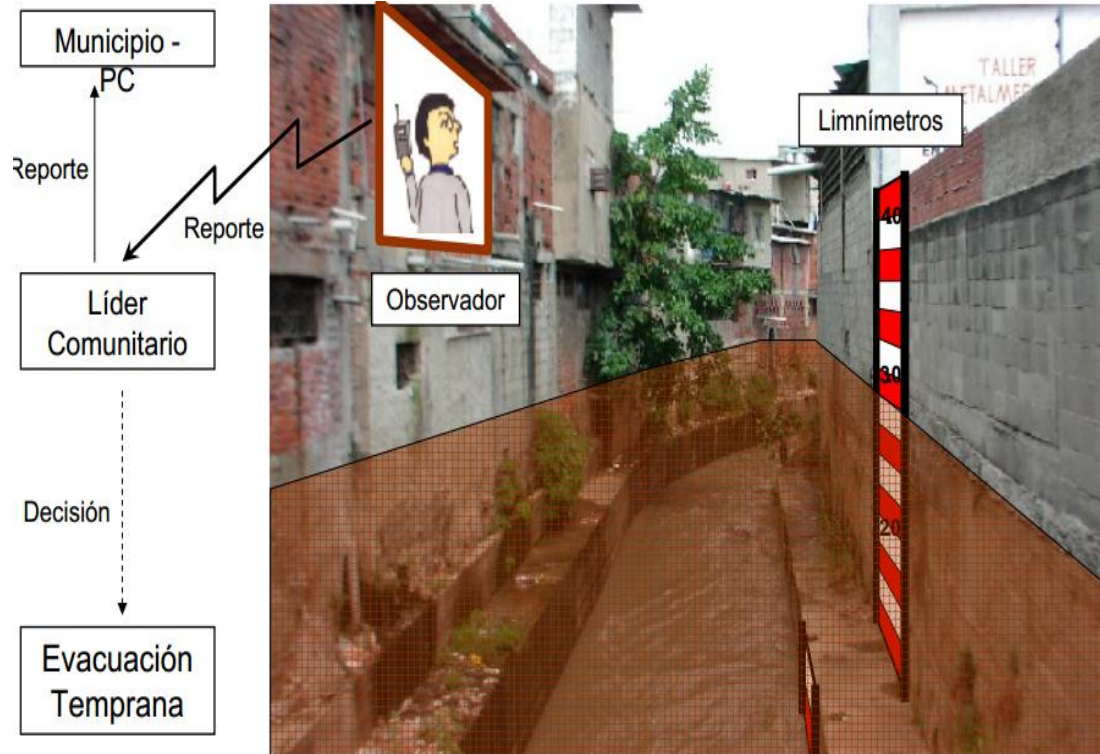
**Fuente:** NOAA, 2012

Los niveles fueron arbitrarios al inicio pero ahora son ajustados con base en las evaluaciones realizadas después de cada evento de inundación para considerar los posibles cambios debido a los efectos de la sedimentación y el enlodamiento (agradaciones) o degradaciones del lecho de los ríos. Personal de la comunidad (Barangay) u observadores voluntarios leen los limnómetros a lo largo de un evento de precipitación. Equipos de radiocomunicación dedicados o teléfonos celulares son utilizados para intercambiar datos e información durante este tiempo. El pronóstico de una próxima perturbación meteorológica puede ser provisto por la Administración Filipina de Servicios Atmosféricos, Geofísicos y Astronómicos (Phillipine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration, PAGASA) como insumo inicial, pero la comunidad aun así realiza la vigilancia del sistema.

El personal de la comunidad o los voluntarios emiten una alerta de inundación localizada (por medio de una campana o alarma) cuando la sección del río bajo vigilancia haya alcanzado el nivel de río designado. Aunque es una instalación

bastante sencilla, el sistema es una forma de enfrentar los efectos de las inundaciones en el área usando un medio de mitigación no estructurado que involucra la participación de la comunidad (NOAA, 2012). **Figura 8**

**Figura 8: Uso del Sistema compuesto por Limnímetros.**



**Fuente:** NOAA, 2012

Los pasos para el uso del sistema de alerta temprana compuesta por limnómetros que está representado en la figura 7, son los siguientes:

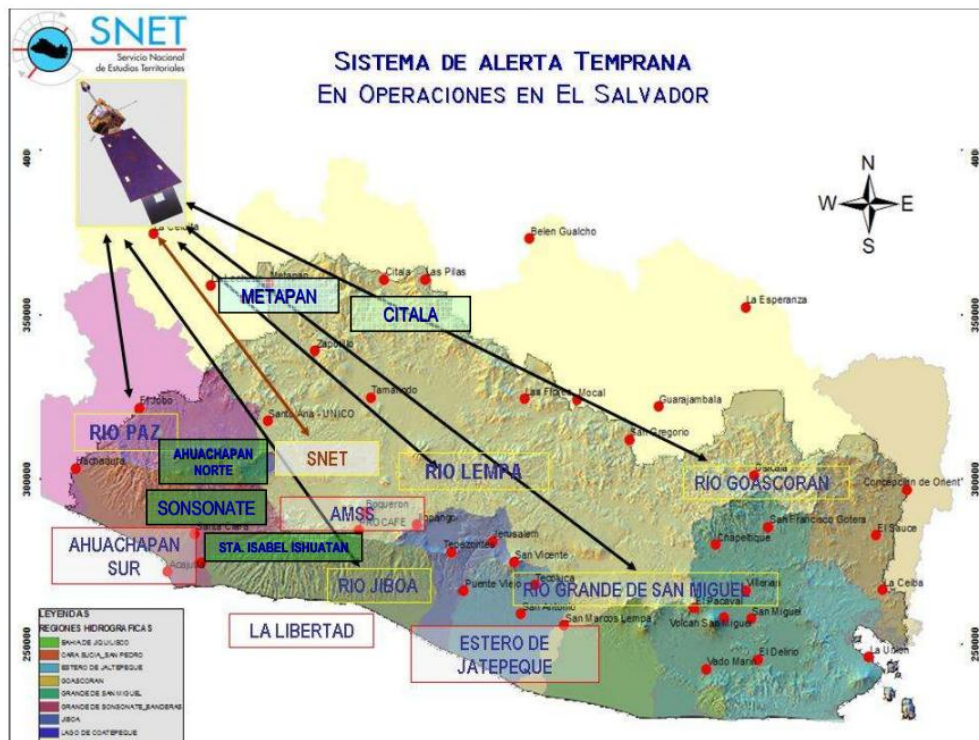
- 1.- Observación diaria del Nivel del Agua.
- 2.- Registro del Nivel de Agua Máximo y Tiempo de Ocurrencia en el caso de precipitaciones.
- 3.- Observación de la condición Local y del Fenómeno en Desarrollo.
- 4.- Reporte en caso de que el nivel de Agua Exceda el nivel de alarma.

### 1.2.2 Sistema de Alerta temprana por Inundaciones, El Salvador, 2009

En los países en vías de desarrollo de América Latina, el crecimiento demográfico conlleva a la población de escasos recursos a migrar y a buscar sitios para desarrollar asentamientos en zonas de alta amenaza tales como las riberas de los ríos y quebradas, los barrancos y las faldas de volcanes.

Es por ello la necesidad de implementar un sistema de alerta temprana por Inundaciones. Un ejemplo de estos países en vías de desarrollo es el Salvador ya que los daños materiales y personales acumulados en 59 años de inundaciones, ascienden aproximadamente a 360 muertos, 6000 viviendas dañadas, 43000 damnificados. **Figura 9**

**Figura 9: Funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana en el Salvador**



Fuente: SNET, 2009.



### **1.3 Antecedentes Nacionales Sistemas de Alerta Temprana Contra Inundaciones en México**

El objetivo de un sistema de pronóstico hidrológico es el de obtener en tiempo real, datos de precipitación y/o flujo en ríos a través de un sistema de colección y transmisión de datos, procesarlos por medio de modelos lluvia-escorrentamiento y de tránsito de avenidas, y pronosticar caudales y niveles de agua para períodos que van desde algunas horas hasta varios días, dependiendo del tamaño y del tiempo de respuesta de la cuenca. El pronóstico de caudales es usado para alertar a la población en áreas amenazadas por las probables inundaciones, además de alertar al personal encargado de la operación de estructuras de control de avenidas, como es la operación de vertedores controlados por compuertas en presas (Pérez y Rubio, 2012).

#### **Sistema de Pronóstico en Ríos (SPR)**

En 1996 la Comisión Nacional del Agua creó el Programa de Modernización del Manejo del Agua, dentro de éste, se estableció el convenio con el National Weather Service (NOAA-NWS), de transferencia del “Sistema de Pronóstico en Ríos”, utilizado en EUA, a cuencas mexicanas, que requería la entrada automática de datos hidrológicos y climatológicos.

#### **Qué es el SPR**

El sistema de Pronóstico de Ríos (SPR) es un sistema en el que las condiciones hidrometeorológicas son registradas y transmitidas permanentemente, en tiempo real y vía satélite a un centro de pronóstico (SPR, 2014).

El SPR es la integración de modelos conceptuales, datos de tiempo real y características de cuencas y ríos, que permite la generación de pronósticos, tanto en condiciones de emergencia como en situaciones de planificación del futuro, aprovechamiento de los recursos hídricos, en un sistema en el que las condiciones hidrológicas y meteorológicas son registradas y transmitidas a un centro de pronóstico (estación de trabajo), permanentemente, en tiempo real, su objetivo principal es obtener pronósticos a corto, mediano y largo plazo, tanto de caudales

y niveles en sitios definidos, que permitan prever las situaciones que se puedan presentar, al comparar los resultados con las capacidades o niveles máximos admisibles, que puedan causar problemas, y así tomar las decisiones pertinentes de manera oportuna.

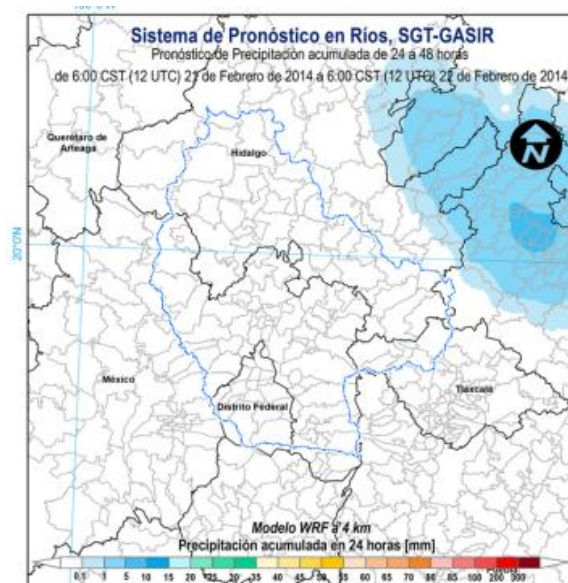
Actualmente el SPR está en operación en las principales cuencas del Norte de México, incluyendo las del río Bravo, Sonora, Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa, Culiacán, San Lorenzo, San Pedro, Acaponeta, Nazas, Aguanaval, San Fernando, Soto La Marina y Pánuco, lo que representa el 36% de la extensión total del territorio Nacional (Pérez y Rubio, 2012).

### Objetivo del SPR

El objetivo del SPR es obtener pronósticos a corto, mediano y largo plazo, de gastos y niveles en sitios definidos, de las cuencas que cuentan con el SPR, que permiten prever las situaciones que se puedan presentar, al comparar los resultados con las capacidades o niveles máximos, que logren causar problemas, y así tomar las decisiones pertinentes; todo ello, en función de las características fisiográficas y de humedad de las cuencas, lluvia real y pronosticada, sobre la superficie de captación para prevenir situaciones de emergencia (SPR, 2014).

### Figura 10

**Figura 10. Pronóstico de Precipitación Media areal Valle de México**



Fuente: CONAGUA

## **Estado actual de SPR**

Desde su sitio de internet, el Sistema de Pronóstico en Ríos, hace posible consultar mapas básicos de las cuencas del río Bravo, Sonora, Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa, Culiacán, San Lorenzo, San Pedro, Acaponeta, Nazas, Aguanaval, San Fernando, Soto La Marina y Pánuco. En este portal, también es posible visualizar escenarios de precipitación y gasto individual de cada una de las estaciones que componen cada cuenca. Sin embargo, no es posible diferenciar el mecanismo con que se pretende cumplir el objetivo trazado dentro del marco de este sistema para trazar pronósticos a corto mediano y largo plazo.

### ***1.3.1 Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos (SATEME)***

Tamaulipas tiene un frente costero de más de 420 kilómetros, caracterizado por una planicie costera cuya altitud promedio no supera los 30 metros sobre el nivel medio del mar y una plataforma continental con pendiente muy suave y extensa. El Frente Costero Tamaulipeco es vulnerable y altamente influenciado por los eventos ciclónicos (huracanes), vientos del norte y marejadas lejanas que se dan en el Golfo de México (Jiménez y Sánchez, 2007).

Según Jiménez y Sánchez (2007), del año 1851 a 2007 la Zona Metropolitana Costera de los municipios de Tampico, Madero y Altamira en Tamaulipas (ZMCTMA), se registraron 31 eventos ciclónicos que tocaron las costas cercanas de la ZMCTMA en un radio de 100 km. Así mismo, desde 1875, más de 56 huracanes han afectado la costa Tamaulipeca, a una distancia menor a 100 km de la zona metropolitana de Tampico-Madero-Altamira y norte de Veracruz, siendo también vulnerable la costa sur de Tamaulipas por los efectos de inundaciones por avenidas de los ríos Pánuco y Tamesí.

## **Qué es el SATEME**

El S. A. T. E. M. E. (Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos) para las Costas del Litoral Tamaulipeco, es un conjunto de herramientas de simulación y predicción hidrometeorológica que determinan las condiciones de riesgo por marejadas de tormenta y avenidas extremas de la

cuenca baja del Río Pánuco en la costa sur del estado de Tamaulipas. Determina para condiciones específicas de un Evento Ciclónico TROPICAL; las llanuras de inundación en la Zona Metropolitana Costera de los municipios de Tampico, Madero y Altamira, en Tamaulipas y parcialmente en Pueblo Viejo y Pánuco, Veracruz (SATEME, 2014).

### **Objetivos del SATEME**

- Determinar las llanuras de inundación en la Zona Conurbada de Tampico, Madero y Altamira, en la Costa Sur de Tamaulipas ante un evento meteorológico (Ciclón Tropical y/o Avenida Extraordinaria en la cuenca baja del Río Pánuco).
- Coadyuvar con los planes de atención a contingencias que las autoridades Estatales, municipales y federales, tienen implementadas para la Zona Conurbada dando mayor certidumbre sobre áreas afectadas por inundación, con la habilitación de albergues y refugios temporales y establecimiento de rutas de evacuación.
- Conjuntar información histórica y de tiempo real que permita prevenir, minimizar daños a personas y propiedades por los efectos de Eventos Meteorológicos Extremos comunes en la región.

### **Estado actual del SATEME**

El sitio de internet <http://www.sateme.org/> es el recurso en línea en el que se puede consultar la información pertinente para lograr los objetivos planteados del SATEME. Aquí es posible disponer de datos a través de 6 menús principales de información que son los siguientes: **Figura 11**

**SATAME:** Proporciona información básica sobre el sistema, directorio y responsables del mismo.

**Sistema de alerta:** Ofrece datos sobre el sistema de alertamiento, Zonas de Riesgo, Puntos de reunión y disposición de albergues en caso de emergencia.

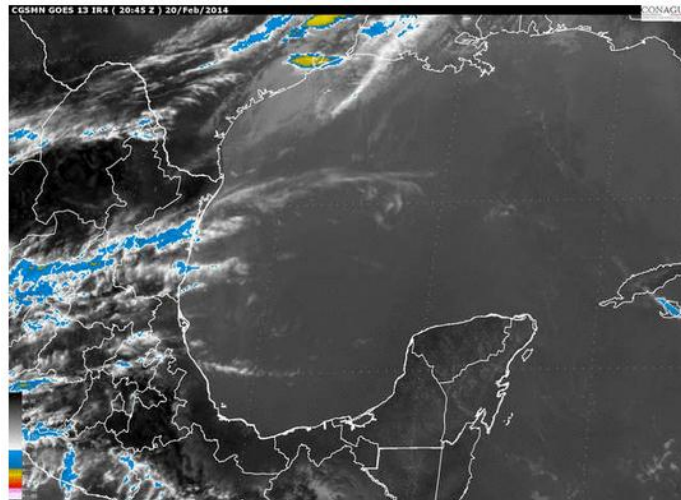
**Reportes:** En esta sección del sistema se visualizan noticias, blogs y una opción para redes sociales.

**Información:** El menú brinda datos informativos sobre fenómenos climatológicos, instrucciones básicas de prevención en caso de desastre, así como datos históricos.

**Aplicaciones:** En esta sección se puede visualizar mapas a través de diferentes aplicaciones.

**Enlaces:** ofrece enlace a otros sitios web de interés.

**Figura 11. Vista de Aviso de Norte en el Golfo de México, Publicado en Martes, 31 Mayo 2011 20:06**



**Fuente:** Gobierno del Estado de Tamaulipas

En resumen puede decirse que la página oficial del SATAME ofrece recomendaciones básicas de protección civil, así como conceptos básicos y definiciones de algunos fenómenos meteorológicos. Sin embargo muchas de las secciones importantes del sistema no cuentan con información o simplemente se

encuentran desactualizadas, ejemplo de ello es la identificación de zonas de riesgo susceptibles a inundación, cuya última publicación ha sido realizada con fecha de 12 de junio de 2011, de igual forma aspectos de vital importancia para el funcionamiento de un sistema de alerta temprana tales como la sección de Sistema de Alertamiento, no ofrece ningún mecanismo de alerta hacia el usuario, de manera tal que pueda existir la posibilidad de anticipar acciones anticipadas de autoprotección contra eventos catastróficos, además de que las herramientas de análisis y de proyección de escenarios son nulas puesto que no hay datos históricos existentes, ni estadísticas disponibles.

#### **1.4 Antecedentes sobre los Atlas de Riesgo**

El vocablo Atlas deriva del latín “Atlas” y del griego Atlas que era el nombre del gigante, quien se suponía que sostenía con sus hombros la bóveda celeste. Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, un atlas es una colección de mapas geográficos, históricos o de elementos que pertenezcan a un tema en específico conjuntados en un volumen. Partiendo de la definición anterior un atlas de riesgo será fundamentalmente un conjunto de mapas y metodologías para la ubicación espacial y temporal del peligro, donde además se pueda localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social, así como conocer el riesgo existente en un lugar de interés para la población que lo habita (CENAPRED, 2004).

##### **1.4.1 Atlas de riesgo a nivel nacional**

La prevención de desastres ha tomado una gran relevancia, debido principalmente a la diversidad de fenómenos que pueden causar desastres en nuestro territorio. Así, se reconoce la importancia de establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos, y no sólo focalizar recursos para la atención de las emergencias y la reconstrucción (CENAPRED, 2004).

La prevención, una parte sustantiva de la gestión integral del riesgo, cobra cada día una mayor relevancia estratégica en el esfuerzo para disminuir el creciente

impacto social y económico que provocan las emergencias y los desastres, incidiendo en algunas regiones y países muy desfavorablemente en la sustentabilidad de su desarrollo y de sus procesos productivos. Es por ello fundamental reconocer que, para disminuir los desastres, es indispensable evaluar y luego disminuir la condición de riesgo que los provoca. (Quass, 2010).

Según el CENAPRED, “La estrategia de la prevención establece tres pasos fundamentales”:

1. Conocer los peligros y amenazas para saber dónde, cuándo y cómo nos afectan.
2. Identificar y establecer en el ámbito nacional, estatal, municipal y comunitario, las características y los niveles actuales de riesgo ante esos fenómenos.
3. Diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura, mejorando normas y procurando su aplicación, y finalmente, preparando e informando a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia (CENAPRED, 2004).

Modernas tecnologías, combinadas con nuevas visiones y esquemas de coordinación y comunicación, permiten ahora monitorear y detectar muchos de los fenómenos perturbadores y prevenir anticipadamente sus efectos, facilitando la toma de decisiones y la implementación de medidas para disminuir sus efectos, particularmente en evitar la pérdida de vidas humanas (CENAPRED, 2004).

Los atlas de riesgos (junto con los SIG) pueden ser considerados como una de las nuevas herramientas tecnológicas en las que de manera conceptual/gráfica puede describirse la interacción de datos sobre:

- La posibilidad de ocurrencia de un fenómeno perturbador (peligro).
- La propensión al daño que las personas o los bienes tienen ante el peligro en función de sus características socioeconómicas (vulnerabilidad).
- El grado de exposición de los sistemas expuestos.

Es decir, los atlas de riesgo; en combinación con herramientas tecnológicas como los SIG, pueden ser de gran utilidad para analizar y a su vez describir la relación que guardan los componentes del riesgo **Figura 12**.

**Figura 12. Componentes del Riesgo**



**Fuente.** Elaboración propia con base en CENAPRED, 2014.

La definición de MUNICIPIUM (2014) sobre los atlas de riesgo es la siguiente: “Los Atlas de Riesgos son estudios que sirven para detectar y ponderar la posibilidad de ocurrencia de fenómenos naturales que pueden comprometer la integridad de la población civil, sus bienes y su entorno en un territorio determinado, ya sea este, rural o urbano”.

Hoy en día los sistemas computacionales, los sistemas de información geográfica (SIG) y los esquemas de datos en red a través de internet, permiten que los atlas de riesgos puedan tener un carácter sumamente dinámico en cuanto a la manipulación de bancos de datos y su distribución.

Los Atlas de Riesgos principalmente sirven para tres objetivos:

1. Permiten un conocimiento responsable y ordenado del territorio municipal.
2. Son un instrumento indispensable para las políticas de seguridad pública y de protección civil.
3. Herramienta imprescindible para lograr un ordenamiento sustentable del territorio y una planeación urbana y rural efectiva (Municipium, 2014).



Con el fin de tener una idea de su utilidad a escala nacional, a continuación se citan algunos ejemplos del uso de los Atlas de Riesgo a nivel nacional.

#### 1.4.2 Atlas Nacional de Riesgo (ANR) del CENAPRED

[En México] Como brazo técnico del Sistema Nacional de Protección Civil, al Centro Nacional de Prevención de Desastres se le ha encomendado el desarrollo del ANR. Éste se concibe como una herramienta estratégica que permite la integración de información sobre peligros y riesgos a nivel estatal y municipal en una plataforma informática homogénea, dinámica y transparente (CENAPRED, 2004). La definición actual del Atlas Nacional de Riesgo del CENAPRED **Figura 13** es esta: Un sistema integral de información, compuesto por bases de datos distribuidas que permiten realizar análisis de peligro, de la vulnerabilidad y del riesgo ante desastres a escala nacional, regional, estatal y municipal, con el objeto de contar con información de calidad (CENAPRED, 2014).

**Figura 13. Atlas Nacional de Riesgos en línea del CENAPRED.**



**Fuente:** <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>

El ANR está dirigido a autoridades y dependencias de los niveles de gobierno; autoridades de protección civil; diversas instituciones relacionadas con la planeación territorial, urbana, desarrollo social, ambiental; instituciones académicas y de investigación, así como población en general. Con la implementación del ANR se prevé fortalecer al Sistema Nacional de Protección

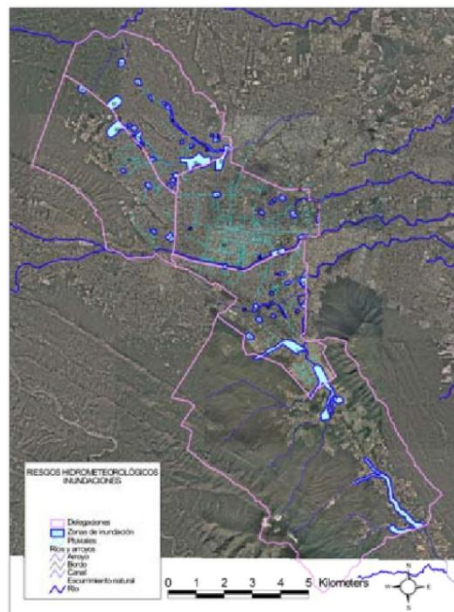
Civil a través de un esquema homogéneo de valoración del riesgo como una política preventiva y de desarrollo, en suma, contar con una herramienta útil, entre otras acciones para:

- Establecer políticas y estrategias de prevención;
- Mejorar la toma de decisiones en relación con planes de desarrollo urbano;
- Evaluar pérdidas humanas y materiales, tanto para eventos simulados como inmediatamente después de ocurrido un fenómeno natural o antropogénico.
- Atender las necesidades de una emergencia derivadas de la ocurrencia de un fenómeno natural o antropogénico, es decir, estimar los recursos que deberían ser destinados a la zona afectada;
- Contribuir a la cultura de la autoprotección a través de la orientación y concientización de la población sobre riesgo;
- Mejorar la calidad en la contratación de seguros de la infraestructura pública, tal como escuelas, hospitales, vías de comunicación, etc., ante la acción de fenómenos naturales o antropogénicos (CENAPRED, 2004).

### 1.4.3 ATLAS DE RIESGO DEL ESTADO DE NUEVO LEON, H Ayuntamiento de Nuevo León, 2012 - 2015

El atlas de Riesgos del Estado de Nuevo León se comenzó a elaborar en el año 2005, cuando se hizo evidente la necesidad de contar con un instrumento que permitiera y facilitara la toma de decisiones en materia de desarrollo urbano. A partir del año siguiente, se establece la realización de la planeación urbana de manera sustentable y con una política de prevención. Se empezaron los primeros trabajos para el manejo de las zonas detectadas con riesgos geológicos e hidrometeorológicos, y se determinó efectuar estudios por etapas para la elaboración del Atlas de Riesgos, siendo la primera etapa la que incluye el área metropolitana de Monterrey y los municipios de la región periférica. El atlas se diseñó para contener los estudios de los riesgos y peligros naturales, tales como geológicos e hidrometeorológicos, además se extendió el alcance al estudio de los peligros antropogénicos y a las propuestas de medidas de mitigación de todo tipo. La segunda etapa del atlas de Riesgos, considera la incorporación del resto de los municipios del Estado, con el estudio adicional del problema de los incendios forestales. **Figura 14**

. **Figura 14: Atlas de Riesgos del Estado de Nuevo León**

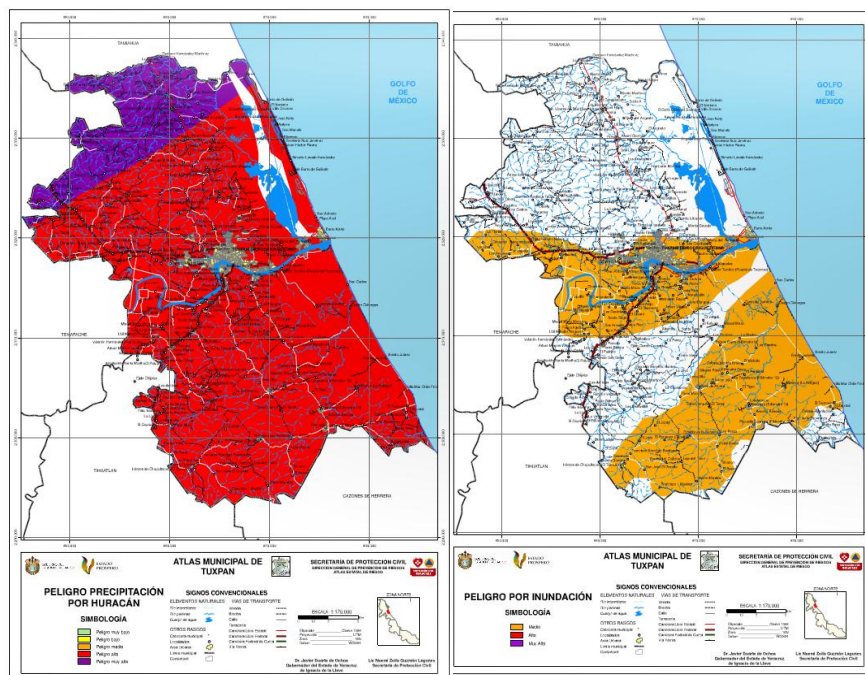


**Fuente:** H. Ayuntamiento de Nuevo León 2012

#### 1.4.4 Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, México, Atlas de Riesgo del Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, 2011

La necesidad del municipio de Tlaxcoapan para contar con una herramienta de Ordenamiento Territorial capaz de identificar los peligros de origen geológico, hidrometeorológico y químico, la identificación de los agentes perturbadores de estos tipos permiten la generación de un modelo de análisis territorial para la creación de una zonificación de riesgo y vulnerabilidad municipal ante los peligros mencionados. Las contingencias de origen geológico e hidrometeorológico son los fenómenos perturbadores de origen natural que ocasionan los mayores daños a los habitantes del municipio. Sin embargo, la cercanía del municipio a la Refinería de Tula de Allende, sitúa a Tlaxcoapan en una zona de gran concentración de infraestructura para la transformación, conducción y almacenamiento de hidrocarburos. **Figura 15**

**Figura 15: Atlas de Riesgos del Estado del Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, 2001 (Mapa de Inundación y Tormentas)**



Fuente: H. Ayuntamiento de Pachuca, Hidalgo

# CAPÍTULO

## II

### Marco Jurídico

## Capítulo 2. Marco Jurídico

En este capítulo se aborda el marco legal mexicano que sustenta temáticas relacionadas con la prevención del riesgo por inundación. El Diagrama 5 muestra de manera jerárquica los diversos niveles jurídicos; federales, estatales y municipales, que soportan el ámbito de la generación y actualización de atlas de riesgo y todos sus fines concretos, así como los asuntos que por ley sustentan la creación de los sistemas de alerta temprana contra inundaciones.

Es importante señalar que la elaboración de atlas de riesgo tiene un sustento jurídico en las leyes federales y estatales de protección civil, en la mayoría de ellas queda definida la atribución y competencia de las diferentes instancias que deben desarrollarlos y mantenerlos actualizados. Sin embargo no en todos los municipios del país existe una normatividad correspondiente.

De acuerdo con un diagnóstico realizado por el autor [de la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos 2004 del CENAPRED; E, Guevara, R.Quass y G. Fernández], casi el 80 % de los estados del país cuenta con un atlas de riesgo, sin embargo a nivel municipal sólo el 2 % cuenta con un diagnóstico sobre peligro (CENAPRED, 2004).

**Diagrama 5: Marco Jurídico de los Atlas de Riesgo y los Sistemas de Alerta Temprana**



**Fuente:** Elaboración Propia

**2.1 Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (Titulo quinto de los Estados de la Federación y del DF. Denominación del Título reformada DOF 25-10-1993).**

**Artículo 115:** Menciona que los Municipios tienen la facultad de formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal,

entre otros., dicho artículo dispone la facultad de las autoridades locales para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal.

## **2.2 Ley general del Cambio Climático (Titulo Segundo Distribución de competencias “Capitulo Único de la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios, Texto Vigente (a partir del 10-10-2012)”)**

**Artículo 7.** Son atribuciones de la federación. En la Fracción IV, XIII  
**IV.** Elaborar, actualizar y publicar el atlas nacional de riesgo, y emitir los criterios para la elaboración de los atlas de riesgo estatales;  
**XIII.** Elaborar, publicar y actualizar el atlas estatal de riesgo, en coordinación con sus municipios o delegaciones, conforme a los criterios emitidos por la federación;

**Artículo 30.** Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a la disposición siguiente.

**I.** Elaborar y publicar los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos;

## **2.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, “Última reforma publicada DOF 16-01-2014”)**

**Artículo 8.** Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, el siguiente designio, en la Fracción VIII.



**VIII.-** La formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo.

## **2.4 Ley de Aguas Nacionales (Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992 “Texto Vigente Última reforma publicada DOF 07-06-2013”**

### **Capítulo V (Control de Avenidas y Protección contra Inundaciones)**

**ARTÍCULO 83.** "La Comisión Nacional del Agua", 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.

"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 reformado DOF 29-04-2004*

**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.

*Artículo reformado DOF 29-04-2004*

## **2.5 Ley General de Protección Civil (Texto Vigente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012)**

### **Capítulo III Del Sistema Nacional de Protección Civil**

**Artículo 19.** La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la secretaría por conducto de la Coordinación Nacional, la cual tiene como prioridad. En la Fracción XXII

**XXII.** Supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones.

El Atlas se integra con la información a nivel nacional, estatal, del Distrito Federal, municipal y delegacional. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres. Por la naturaleza dinámica del riesgo, deberá mantenerse como un instrumento de actualización permanente.

“Los atlas de riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo.”

### **Capítulo XVII “De la Detección de Zonas de Riesgo”**

**Artículo 83.** El Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas y el Gobierno del Distrito Federal, promoverá la creación de las bases que permitan la identificación y registro en los Atlas Nacional, Estatales y Municipales de Riesgos de las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificación de asentamientos.

**Artículo 84.** Se consideran como delito grave la construcción, edificación, realización de obras de infraestructura y los asentamientos humanos que se lleven

a cabo en una zona determinada sin elaborar un análisis de riesgos y, en su caso, definir las medidas para su reducción, tomando en consideración la normatividad aplicable y los Atlas municipales, estatales y el Nacional y no cuenten con la autorización de la autoridad correspondiente.

**Artículo 86.** En el Atlas Nacional de Riesgos y en los respectivos Atlas Estatales y Municipales de Riesgos, deberán establecerse los diferentes niveles de peligro y riesgo, para todos los fenómenos que influyan en las distintas zonas. Dichos instrumentos deberán ser tomados en consideración por las autoridades competentes, para la autorización o no de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos.

## **2.6 Ley de protección civil del estado libre y soberano de México (Publicada en la Gaceta del Gobierno el 03 de septiembre de 2012)**

### **TÍTULO SEGUNDO**

#### **DE LA ORGANIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN CIVIL EN EL ESTADO**

##### **CAPÍTULO PRIMERO Del Sistema Estatal de Protección Civil.**

**Artículo 11.-** Son Atribuciones del Sistema Estatal de Protección Civil las siguientes actividades. Fracción XI, XIX

**XI.** Desarrollar, actualizar y difundir por lo menos cada seis meses, los atlas municipales de riesgos

**XI.** Desarrollar, actualizar y difundir por lo menos cada seis meses, los atlas municipales de riesgos

**XIX.** Desarrollar, actualizar y difundir por lo menos cada seis meses el Atlas de Riesgos del Estado de México

**Artículo 30.-** Corresponde a los Presidentes Municipales en materia de Protección Civil la siguiente atribución. Fracción IV

**IV.** Elaborar, publicar y difundir el Atlas Municipal de Riesgos semestralmente

### **Sección 1**

#### **Del Atlas Estatal de Riesgos**

**Artículo 49.-** El Atlas Estatal de Riesgos deberá contener:

- I. Los datos estadísticos de los riesgos naturales, sociales y tecnológicos;
- II. La información relativa al estado que guarda la infraestructura afectable por fenómenos naturales y antropogénicos;
- III. La estimación espacial de la intensidad de los fenómenos, naturales y antropogénicos; y
- IV. Los demás datos e información que permitan evaluar la vulnerabilidad física y el peligro.

**Artículo 50.-** La información contenida en el Atlas Estatal de Riesgos será la base de la formulación, ejecución y evaluación de los programas de protección civil, así como para las diferentes acciones de prevención y mitigación; la cual deberá actualizarse semestralmente.

## **2.7 Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México**

**Decreto No. 11.-** Publicado en la Gaceta del Gobierno el 7 de febrero de 1997. Código de Procedimientos Administrativos del Estado de México, Artículo Cuarto Transitorio por el que se derogan los artículos 133, 135, 141, 144 y 145. Artículo Quinto Transitorio por el que se reforma el artículo 143 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México.

### **TITULO CUARTO**

#### **De la Zonificación del Territorio, de la Regulación de la Propiedad y del Suelo para Desarrollo Urbano**

#### **CAPITULO PRIMERO**

#### **De la Zonificación del Territorio**

**Artículo 41.** Para las áreas señaladas en la fracción II del artículo 38 de esta Ley, se establecen las definiciones siguientes:

III. Áreas no urbanizables: Son las que se excluyen del desarrollo urbano por ser tierras de alto o mediano rendimiento agrícola, pecuario o forestal; bosques demás recursos naturales en explotación o susceptibles de serlo; zonas arqueológicas y demás bienes del patrimonio históricos, artístico y cultural; los terrenos inundables; los que tengan riesgos previsibles de desastre pendientes pronunciadas; los que acusen fallas o fracturas en su estratificación geológica; los que contengan galerías y túneles provenientes de laboreos mineros agotados o abandonados y

todas aquellas áreas que como no urbanizables sean definidas en los planes, en atención a políticas y estrategias de desarrollo urbano.

## **2.8 Bando Municipal de SMA (Emitido en Sesión Extraordinaria 04 de fecha 27 Enero 2014, el Ayuntamiento de SMA 2013-2015) CAPÍTULO XIII DE LA PROTECCIÓN CIVIL**

**ARTÍCULO 198.-** El Ayuntamiento constituirá su Consejo de Protección Civil, mismo que estará encabezado por la Presidenta Municipal, el cual tendrá las funciones de órgano de consulta, coordinación y participación de los sectores público, social y privado, para prevención y ejecución de acuerdos, acciones y actividades necesarias encaminadas a la atención inmediata y eficaz de los asuntos relacionados con situaciones de emergencia, desastre, calamidades públicas o siniestros, que pongan en riesgo la integridad física de la población del Municipio, así como su patrimonio.

**ARTÍCULO 205.-** Para prevenir, controlar y atender los riesgos y contingencias ambientales en el Municipio, la Dirección de Protección Civil elaborará el Atlas de Riesgo en coordinación con el Consejo Municipal de Protección Civil.

# CAPÍTULO

## III

### Caracterización de los Elementos del Medio Natural

## Capítulo 3.- Caracterización de los Elementos del Medio Natural

### 3.1- Determinación de la Zona de Estudio

En la presente propuesta de atlas de riesgos, convergen características geológicas, edafológicas, fisiográficas e hidráulicas que, son parte de un continuo geográfico necesario de atender desde un nivel de estudio, que abarque más allá del límite administrativo-político del ayuntamiento. Esto con el propósito de saber que otros factores exteriores pueden influir en la zona de estudio que estará delimitada a partir de la zona con mayor influencia de inundación.

SMA se encuentra ubicado en el centro del Estado de México entre las siguientes coordenadas geográficas; latitud norte 19° 14' 14" y 19° 17' 08", latitud sur 99° 31' 10" y 99° 34' 05" **Mapa 1**. Tiene una extensión de **18.87** kilómetros cuadrados, lo que representa 0.14% del territorio estatal. Colinda con tres municipios: Toluca al norte, Lerma al norte y oriente, mientras que Metepec lo delimita tanto al sur como al poniente; la altitud promedio del territorio municipal es de 2,570 metros sobre el nivel del mar; pertenece a la **Región VII Lerma** del Estado de México junto con Santa Cruz Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Oztolotepec, Temoaya, Tianguistenco, Xalatlaco y Xonacatlán. **Mapa 2**

Es un municipio de **72,579** personas (**INEGI, 2010**), su división política consta de 12 barrios, 7 colonias, 2 fraccionamientos y 1 unidad habitacional, que se agrupan en cuatro localidades: la cabecera municipal, San Pedro, Santa María la Asunción y San Francisco. Es importante resaltar que la cabecera municipal, cuentan con una población de aproximadamente 67,890 habitantes pertenecientes a la Colonia Reforma, Colonia Emiliano Zapata, Colonia Francisco I. Madero, Colonia Isidro Fabela, Colonia Álvaro Obregón, Colonia Buenavista, Barrio San Isidro, Barrio Santa María, Barrio La Concepción, Barrio San Pedro, Colonia Alfredo del Mazo, Barrio San Juan, Barrio La Magdalena, Barrio San Miguel, Barrio San Nicolás, Barrio Santiago, Barrio San Francisco, Barrio San Lucas y Barrio de Guadalupe,

Fraccionamiento Santa Elena, Fraccionamiento Villas de Atenco y Unidad Habitacional Carlos Hank González lo que representa una concentración del 93.54% del total de la población, de ahí que al municipio se le considere como urbano y de bajo grado de marginación, no obstante en algunas de estas comunidades también existe pobreza ver **Mapa 3**. (H, ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2013)

Por su localización, SMA se encuentra a 15.5 km de Toluca que es una ciudad que tiene la infraestructura adecuada de vías carreteras y es de fácil acceso; por lo que el municipio se ve beneficiado y le permite a los turistas llegar de manera sencilla al poblado.

Tiene una longitud carretera de 12.62 km que se encuentra pavimentada y registrada en zona rural perteneciente al Estado de México, por consiguiente se le denomina carretera estatal. Dentro del territorio se tienen vialidades principales que hacen la comunicación más fácil con los municipios aledaños como Lerma, Toluca, y Metepec. **Mapa 4** (H, ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2013)

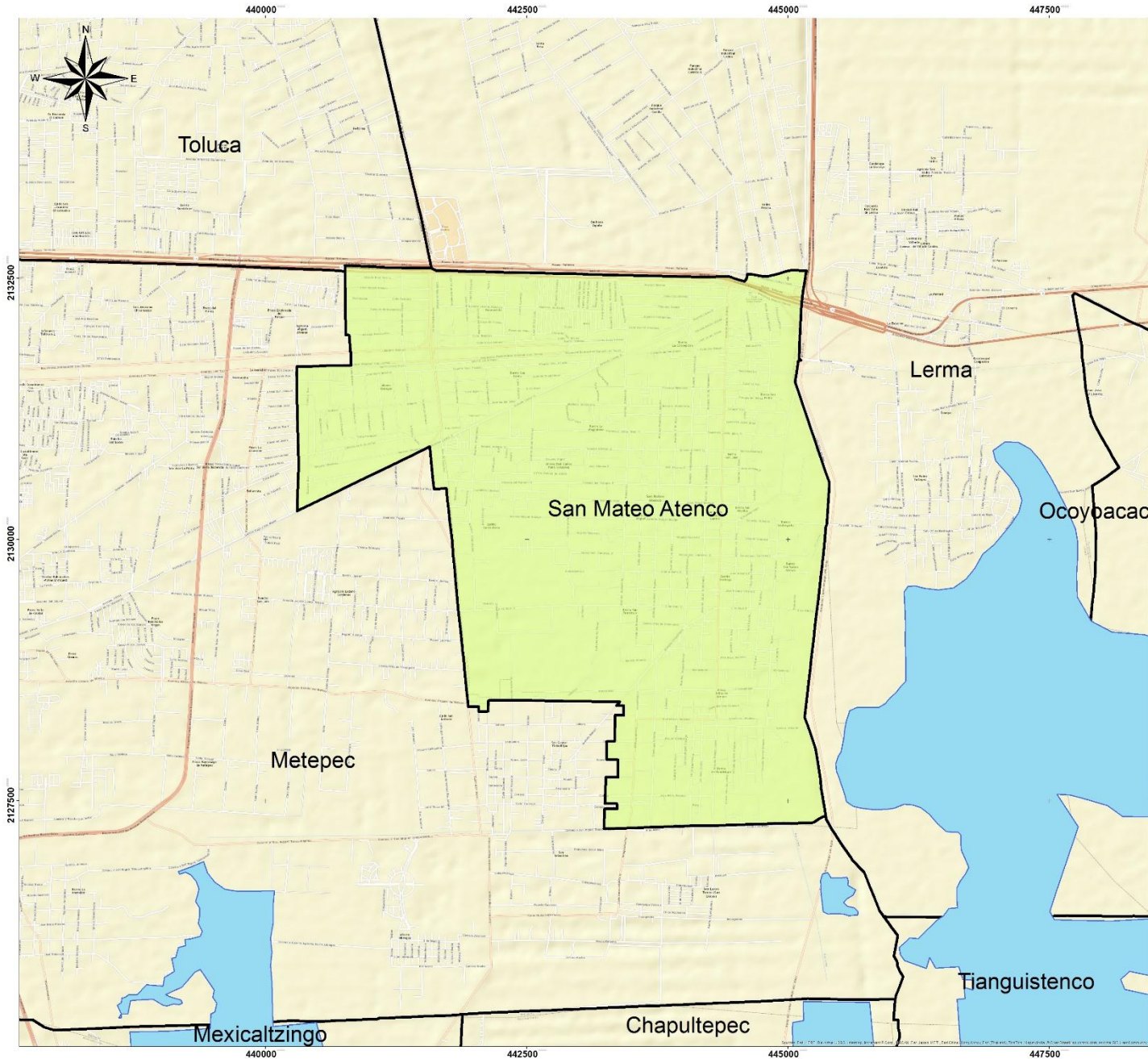
La municipalidad está dividida en cuatro localidades y es en la cabecera municipal donde se congrega el 93.54% de los habitantes, mientras que en el territorio restante se asienta el 6.46% de la población. **Tabla 3, Mapa 5**

**Tabla 3: Distribución del municipio de acuerdo a la población**

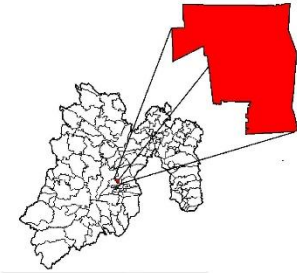
CLAVE LOCALIDAD	NOMBRE	POBLACIÓN	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN MUNICIPAL
150760001	San Mateo Atenco	67,890	93.54
150760012	Santa María la Asunción	4,200	5.79
150760026	Barrio de San Francisco (San Agustín)	189	0.26
150760027	Barrio de San Pedro	300	0.41
	Total	72,579	100.00

**Fuente:** H, ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2013








### LOCALIZACIÓN



### SIMBOLOGÍA

-  Municipios Colindantes
-  San Mateo Atenco
-  Cuerpos de Agua

**TEMA:** UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO ATENCO, ESTADO DE MÉXICO

Universidad Autónoma del Estado de México



Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**1**

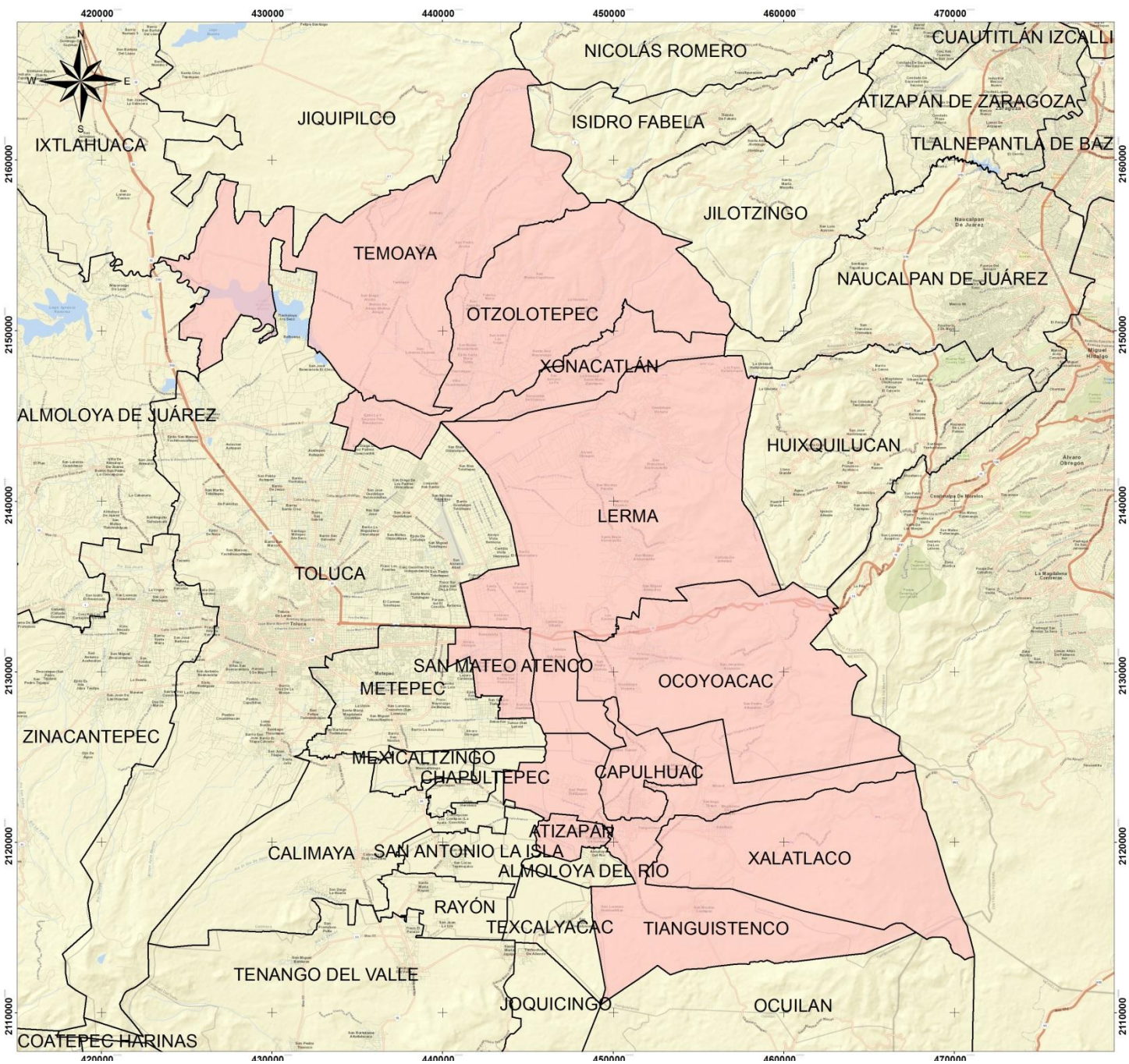
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

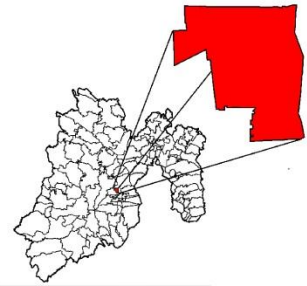
ESCALA: **1:12,500**  
REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
FUENTE: Inventario Municipal de San Mateo Atenco (2011), Catastro Municipal de San Mateo Atenco (2011), Dirección General de Protección Civil del Estado de México (2011), Anuario de Estadística Municipal (2011).









**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

-  Limite Municipal
-  Region No. 7

TEMA:  
REGION No. 7 DEL ESTADO DE MEXICO

Universidad Autonoma del Estado de Mexico  
 Facultad de Geografia  
 Licenciatura en Geoinformatica

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

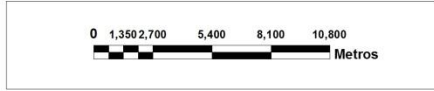
PELAYO VILLARREAL RODRIGO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

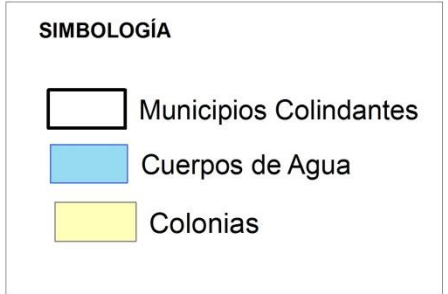
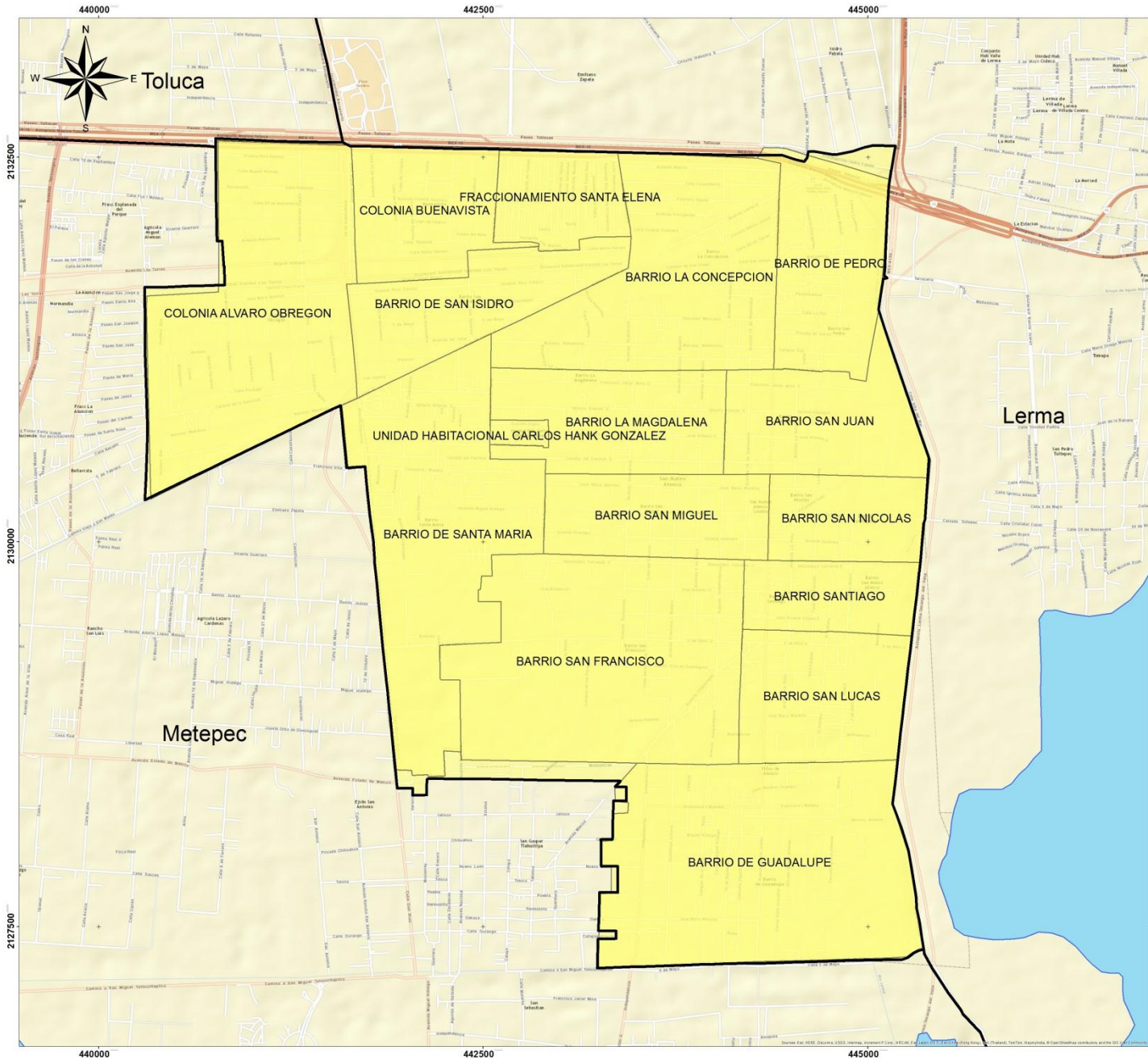
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. 2  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverso de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO



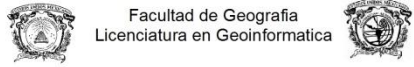




**TEMA:** COLONIAS DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO ATENCO, ESTADO DE MÉXICO

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

**MAPA No. 3**

**PROYECTO:** Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

**PROYECCION:** Transverse de Mercator WGS84 Zona 14

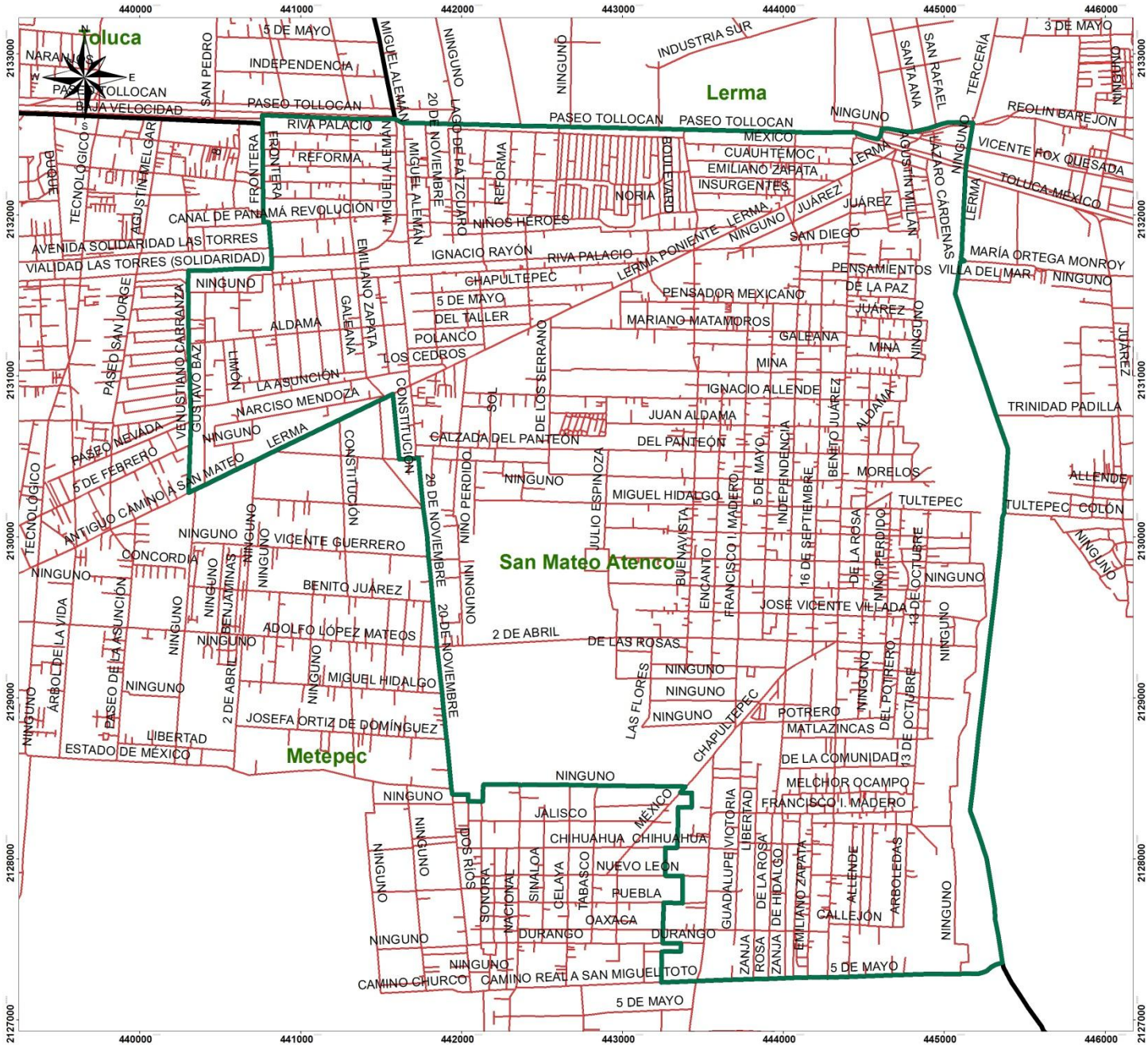
**ESCALA:** 1:8,487

**REVISÓ:** Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

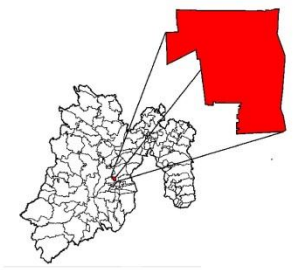
FUENTE: INEGI 2010, Marco Geoespacial Municipal; INEGI 2011, Cartografía Básica San Mateo Atenco; CENSA 2005 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Toluca; COGEMO, Hidrografía Básica del Estado de México 1997; GeoID, Áreas de peligro por inundación 2010







**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

-  Municipios Colindantes
-  San Mateo Atenco
-  Vialidades

TEMA: **VIALIDADES, SAN MATEO ATENCO, ESATADO DE MÉXICO**

**Universidad Autónoma del Estado de México**



Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**4**

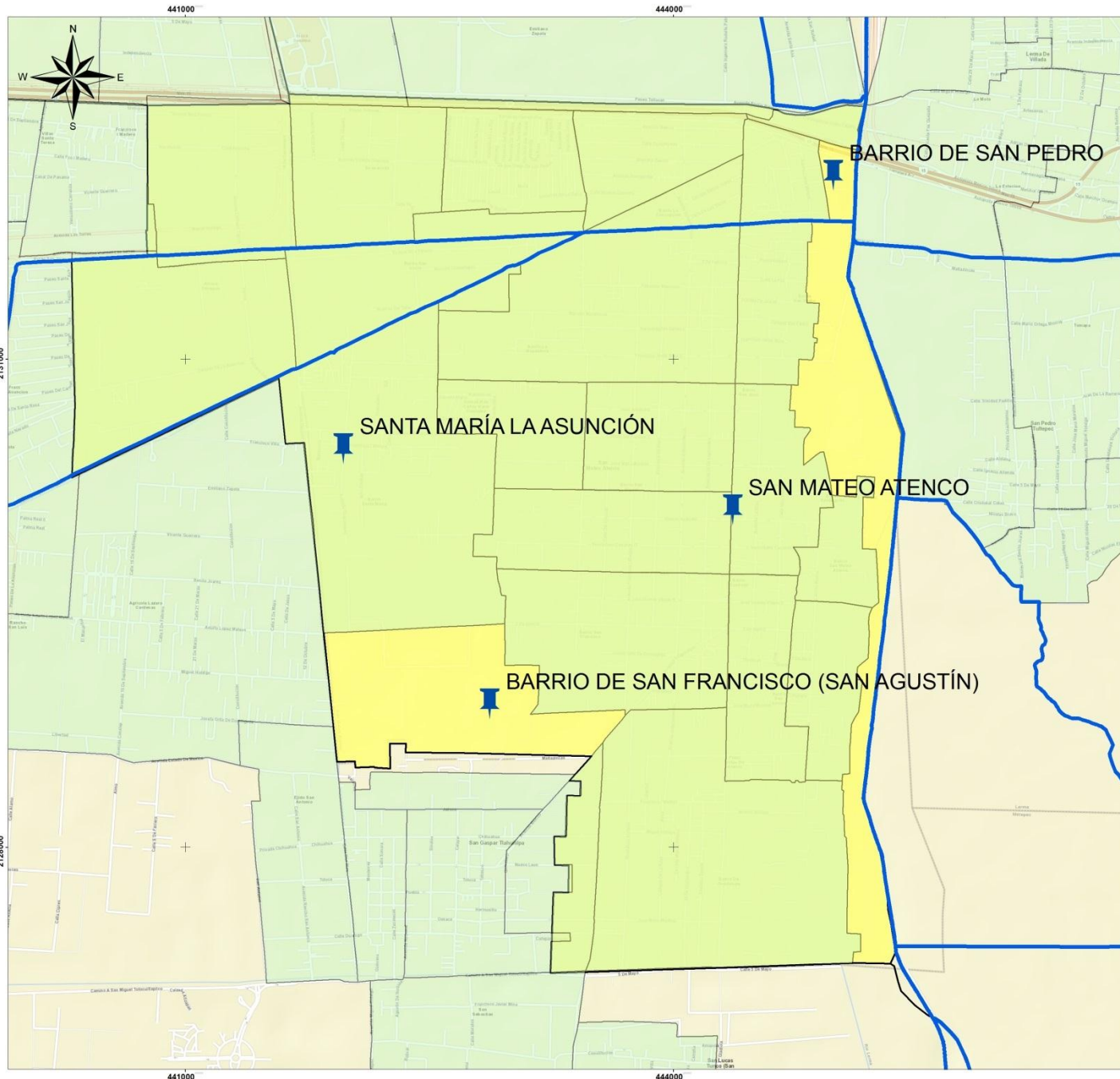
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA: **1:8,000**  
REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
FUENTE: INEGI 2010, Mapa Geoespacial Municipal  
INEGI 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco  
CARTM 2008 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Talcahuano  
CONAMIG: Información de Estadística de México 1998  
GeoID, Área de peligro por inundación 2010







**TEMA:**  
LOCALIDADES DE SAN MATEO ATENCO

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

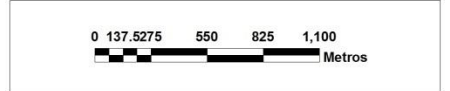
GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

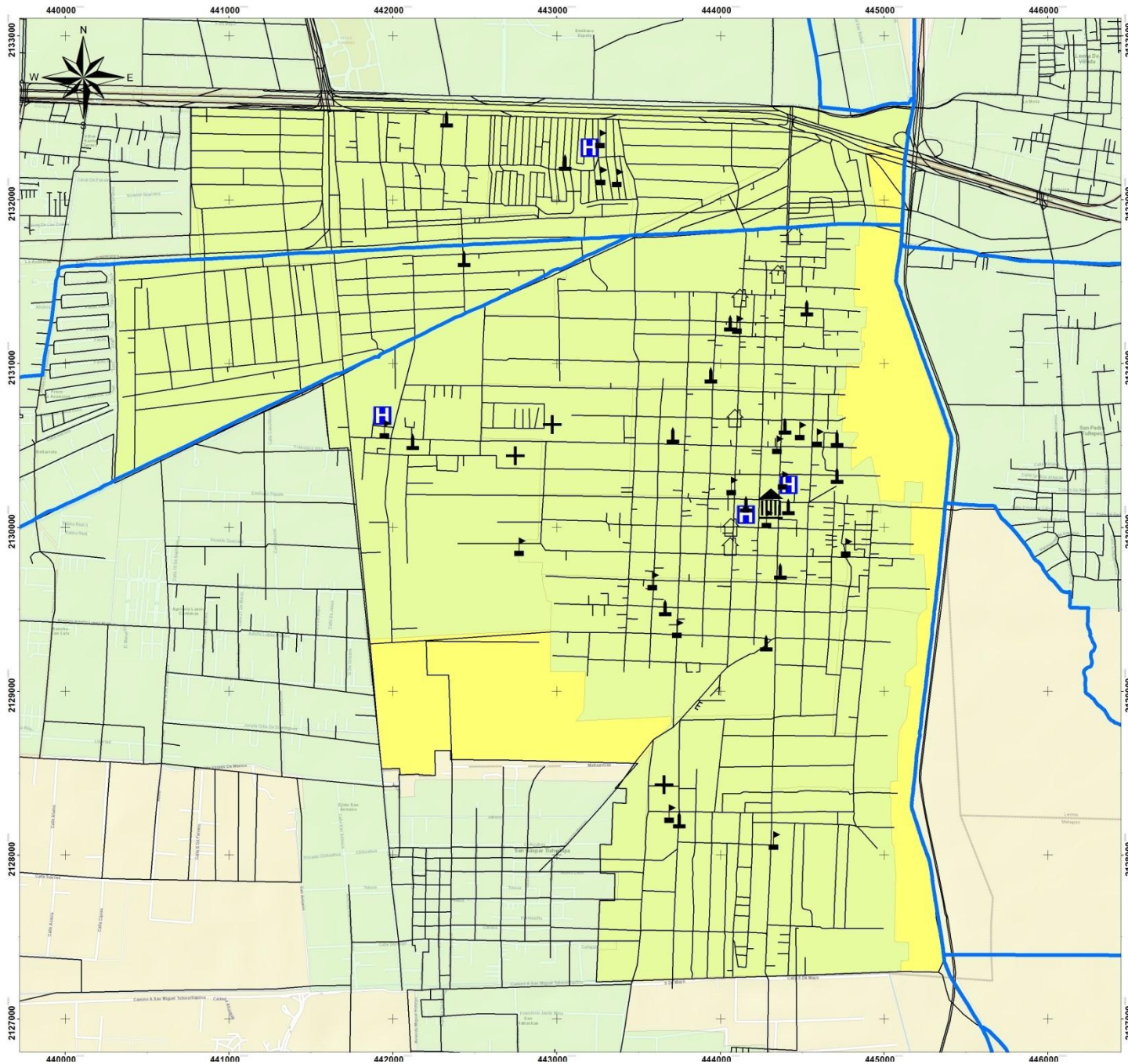
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

ASESOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

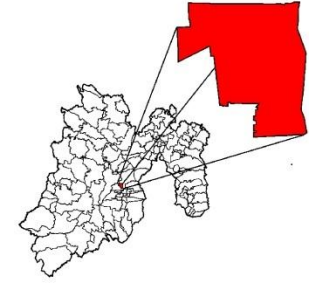
**MAPA No.**  
5  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO





### LOCALIZACIÓN



### SIMBOLOGÍA

- ⬇ Templos
- ⊕ Cementerios
- 🏠 Mercados
- 🏫 Escuelas
- 🏛 Palacio Municipal
- 🏥 Hospitales
- 🌿 Agebs
- 🟡 SanMateoAtenco

#### TEMA:

Equipamiento Urbano de San Mateo Atenco

Universidad Autonoma del Estado de Mexico



Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

Línea de Acentuación: DESARROLLO DE GEOTECNOLOGIAS

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

Línea de Acentuación: SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.

6

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:

Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA:

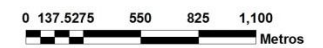
1:50,000

REVISO:

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

FUENTE:

INEGI 2010, CONABIO



### 3.2 Fisiografía

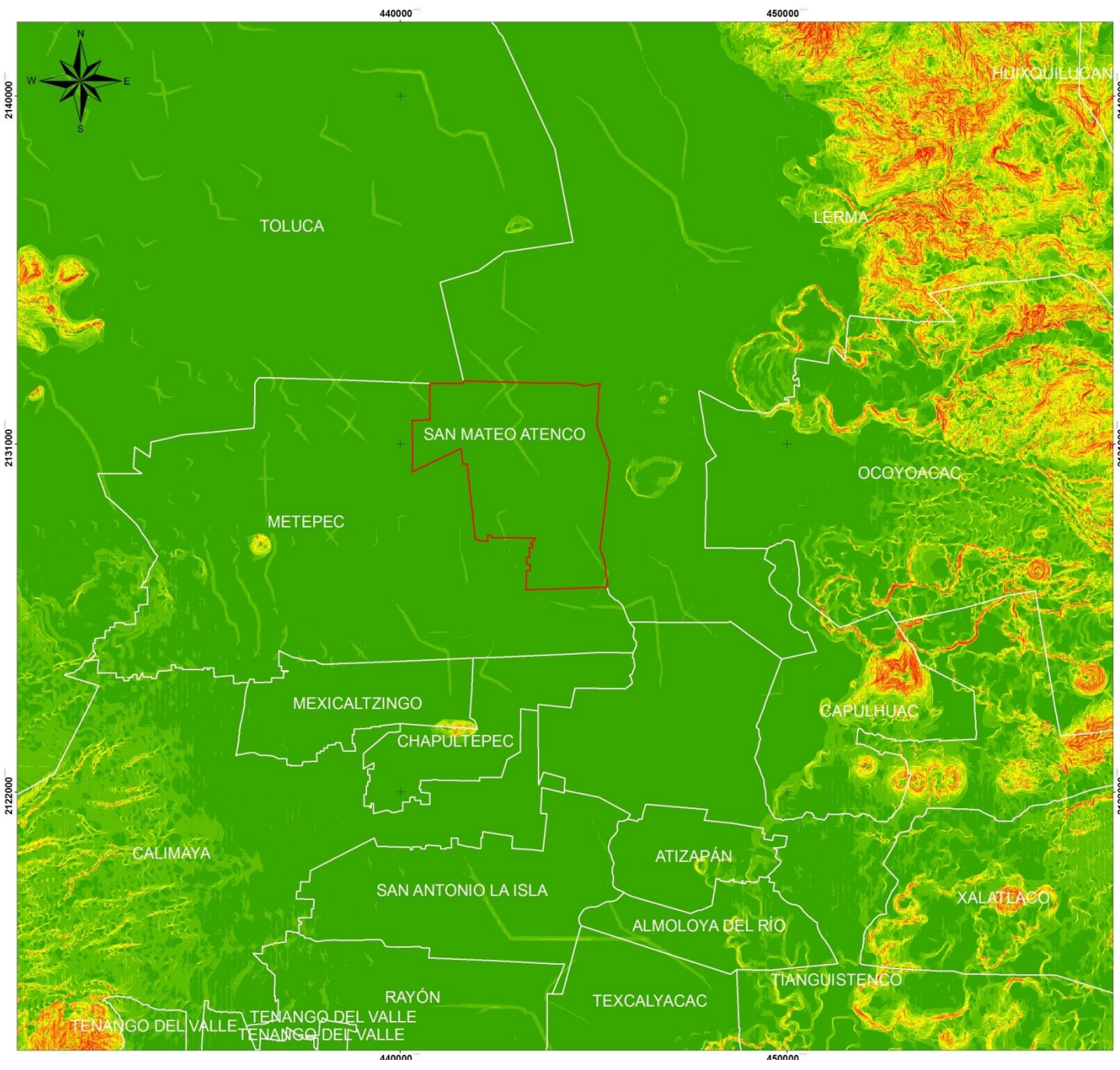
Fisiográficamente el municipio forma parte del valle de Toluca, limitado al oriente por la Sierra del Ajusco, al noroeste por el cerro de San Miguel, la sierra de las Cruces y Monte Alto; al sur por las elevaciones de Xalatlaco y Tenango; al suroeste por el Nevado de Toluca y al occidente por los lomeríos de Calimaya. Los sistemas montañosos que limitan el valle dan lugar a una precipitación media anual considerada alta en la región (734.10 mm para el municipio de SMA, concentrados entre junio y septiembre), que favorece la formación de manantiales, arroyos y ríos afluentes del Lerma. **Ortiz et al., 2004**

### 3.3 Pendiente

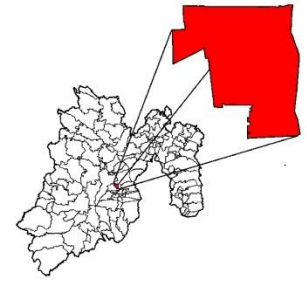
La conformación territorio municipal es sensiblemente plana no cuenta con cadenas montañosas, sierras, cerros, volcanes o mesetas; su relieve es prácticamente homogéneo, presenta pendientes máximas del 2% por lo que es apto para el desarrollo urbano.

El municipio forma parte de la cordillera Neovolcánica, geológicamente el municipio se caracteriza por presentar en toda su superficie suelos de tipo aluvial, formados por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes que han sido transportadas por corrientes superficiales de aguas desde las partes más altas de la Sierra Nahuatlaca-Matlazinca y la Sierra Nevada. (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009, Atlas de Riesgos de SMA, Primera Etapa, 2008). **Mapa 7**





**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

- San Mateo Atenco
- Limite Municipal

**Pendiente**

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></span> 0 - 2.07076793</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00b050; margin-right: 5px;"></span> 2.070767931 - 5.176919825</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00e090; margin-right: 5px;"></span> 5.176919826 - 8.455635714</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; margin-right: 5px;"></span> 8.455635715 - 11.56178761</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-right: 5px;"></span> 11.56178762 - 14.6679395</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffa500; margin-right: 5px;"></span> 14.66793951 - 18.46434738</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff8c00; margin-right: 5px;"></span> 18.46434739 - 22.95101122</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff4500; margin-right: 5px;"></span> 22.95101123 - 29.16331501</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; margin-right: 5px;"></span> 29.16331502 - 44.00381851</li> </ul>
---	--

TEMA: Pendiente de San Mateo Atenco

**Universidad Autonoma del Estado de Mexico**

Facultad de Geografia  
Licenciatura en Geoinformatica

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

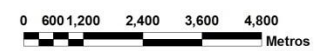
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**7**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA: 1:50,000  
REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
FUENTE: INEGI 2010, CONABIO



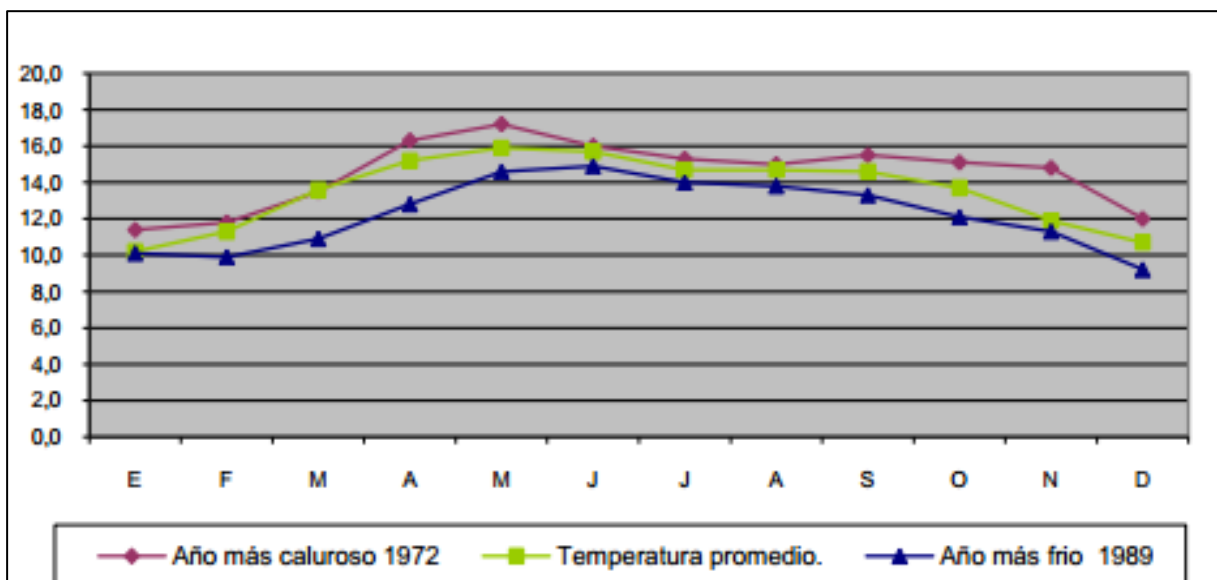


### 3.4 Clima

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado; conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar o región, determinadas por los valores medios de los elementos del clima que son: temperatura, humedad, presión, vientos, ambos modificados por los factores del clima como son la latitud, la altitud, el relieve, las corrientes marinas, etc. (CENAPED)

El clima que caracteriza al municipio es el tipo c (W2) (W) b (i) g, que corresponde a un clima templado semicalido, subhúmedo, verano largo y lluvia invernal. La temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano. Sus temperaturas oscilan de una mínima de hasta menos 5° C y una máxima de 34°C, las precipitaciones van de los 700 a los 825 milímetros, registrando una evaporación de 1600 mm, las heladas se presentan principalmente en el periodo de invierno, durante diciembre y enero, registrando las temperaturas más bajas; los vientos predominantes van de sur a norte favoreciendo al municipio al ser poco afectado por la contaminación de humos generados por las industrias de los distintos parques ubicados al norte. **Gráfica 1, Mapa 8 y 9**

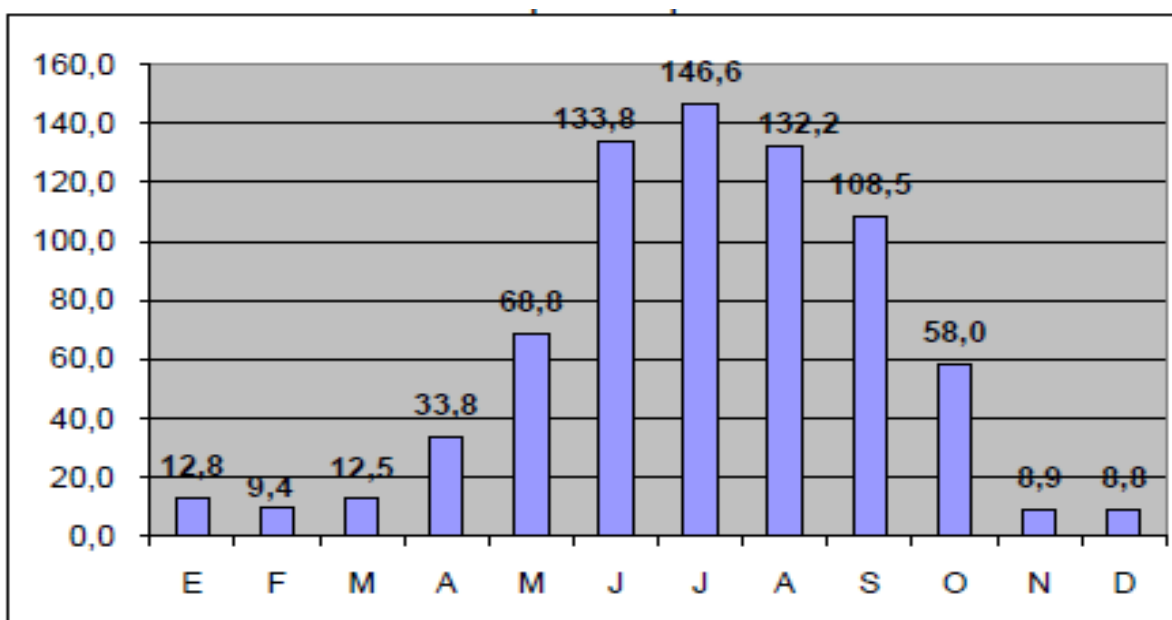
**Gráfica 1: Oscilación de la Temperatura durante el periodo, 1962 - 1992**



Fuete H, ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2013

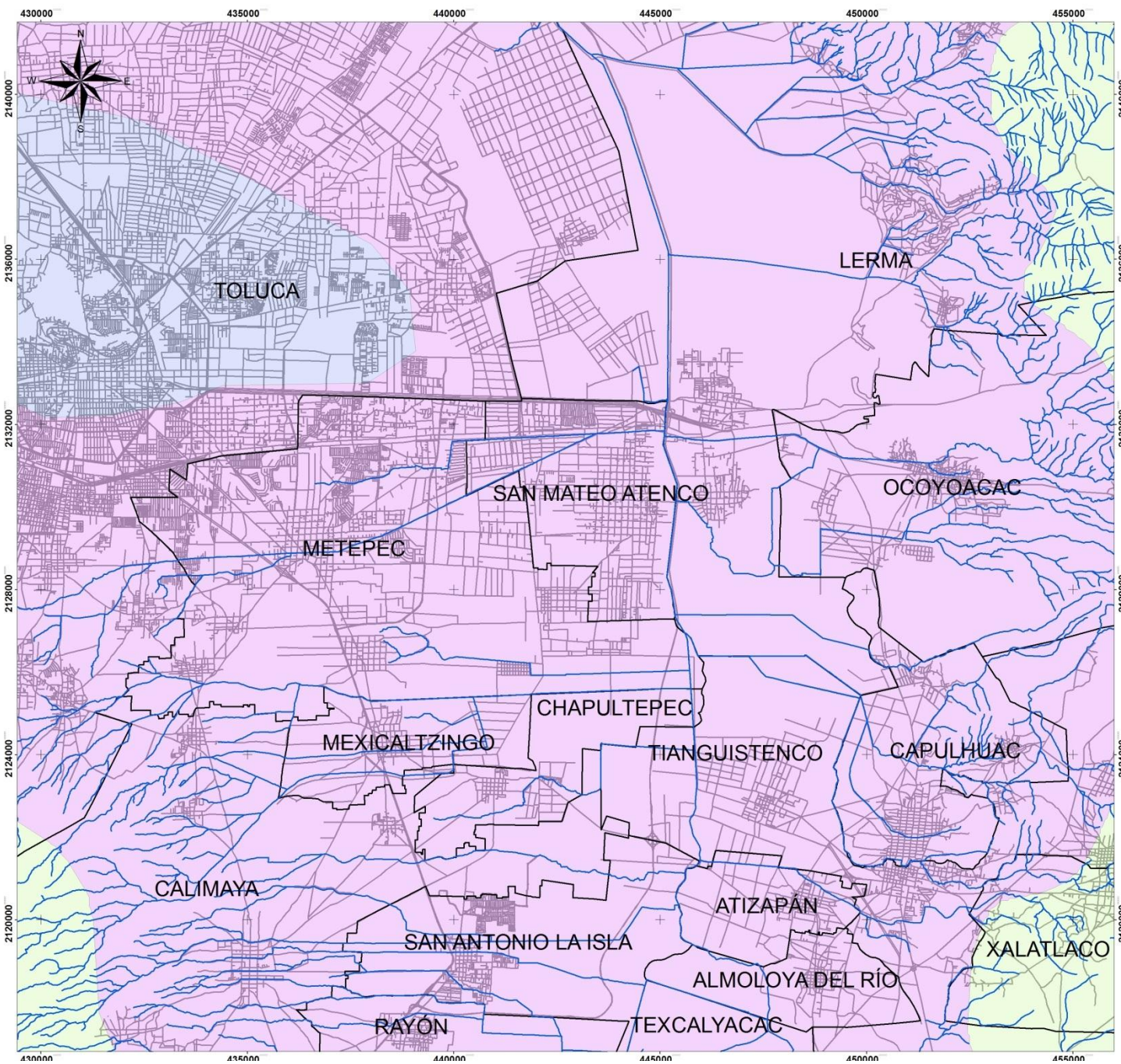
En cuanto a la precipitación promedio, esta se establece en 734.10 mm, siendo el periodo comprendido entre Junio y Agosto el que presenta mayor precipitación, alcanzando un máximo de 146.6 mm, en el mes de Julio, en contraparte los meses de Noviembre y Diciembre son los que representan menor precipitación con 8.9 y 8.8 mm respectivamente. (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009 – 2012, Atlas de Riesgos de SMA, Primera Etapa, 2008). **Grafica 2, Mapa 10**

**Gráfica 2: Precipitación Promedio Mensual**



**Fuete:** Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco 2009

Cabe destacar que el municipio no cuenta con estación meteorológica propia, pero si cuenta con estaciones meteorológicas alrededor del municipio. **Mapa 11**



### SIMBOLOGÍA

	Red Vial
	Limite Municipal
	Templado, Subhumedo
	Templeado
	Semifrio, Subhumedo

TEMA: **Clima, San Mateo Atenco**

**Universidad Autonoma del Estado de Mexico**  
 Facultad de Geografia  
 Licenciatura en Geoinformatica

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

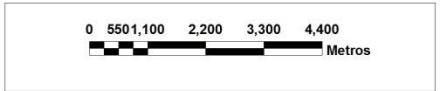
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

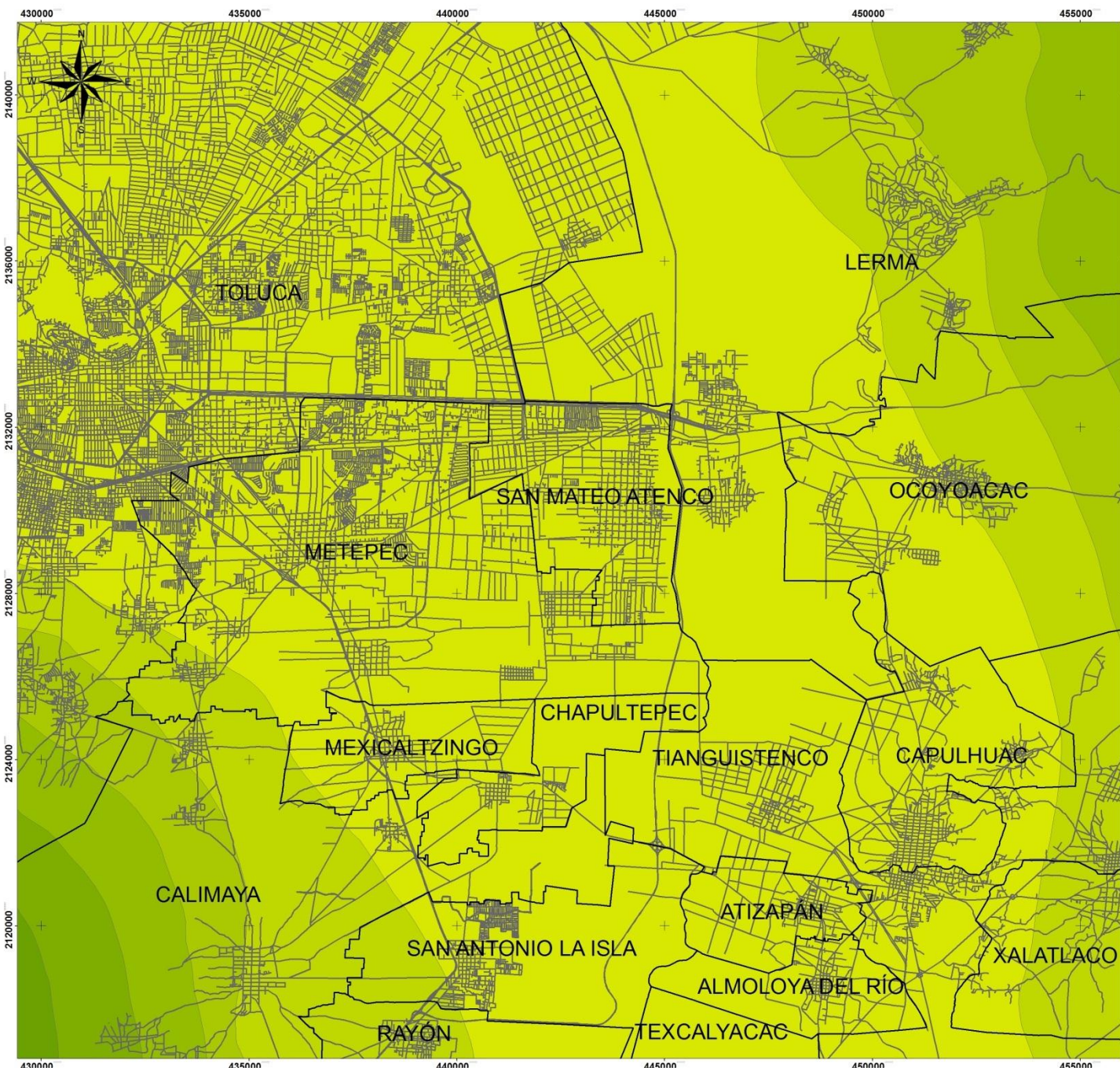
MAPA No. **8**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

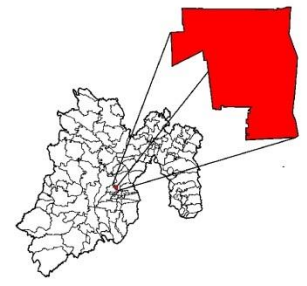
PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14	ESCALA: 1:50,000
FUENTE: INEGI 2010, CONABIO	REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez







**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

- Red Vial
- Limite Municipal

**Temperatura Media Anual**



TEMA: Temperatura Media Anual de San Mateo Atenco

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

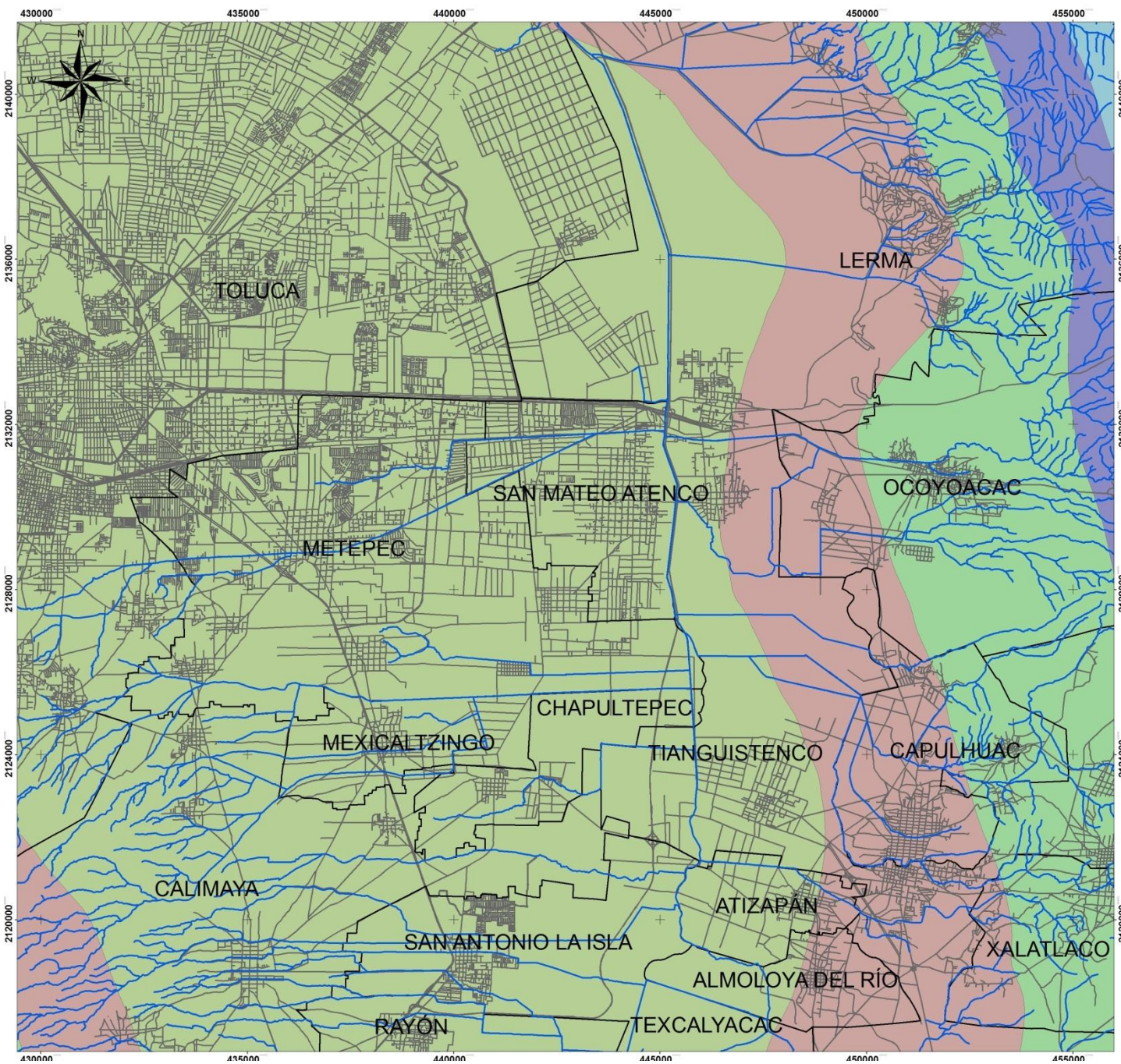
ASESOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **9**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

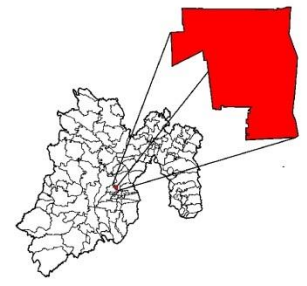
PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO







**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

- Red Vial
  - Limite Municipal
- Precipitación Media Anual (mm)**
- |     |      |
|-----|------|
| 450 | 1050 |
| 550 | 1150 |
| 650 | 1250 |
| 750 | 1350 |
| 850 | 1450 |
| 950 |      |

TEMA: Precipitación Media Anual de San Mateo Atenco

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

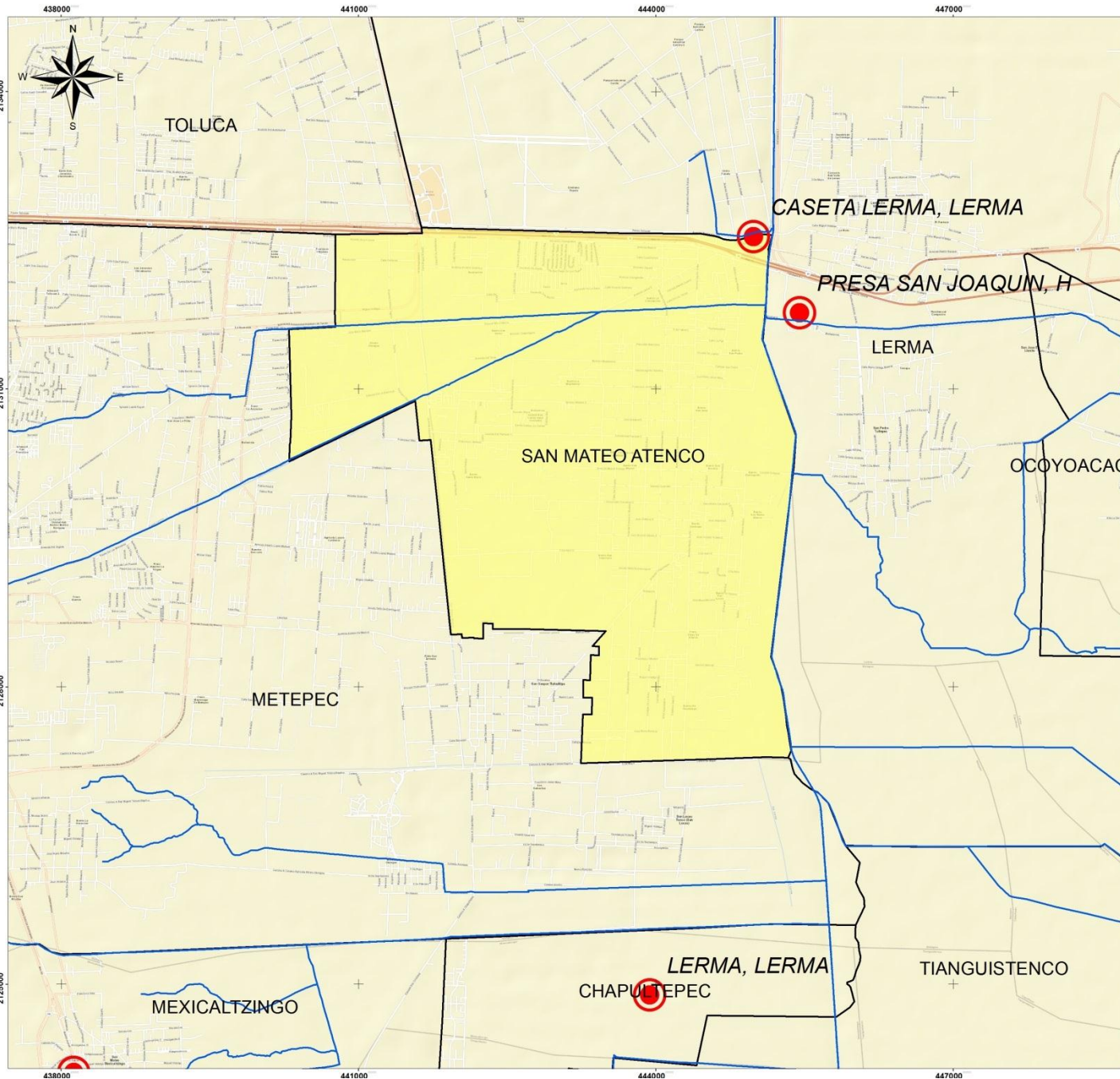
ASESOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **10**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCIÓN: Transversa de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO







**TEMA:**  
UBICACION DE SAN MATEO ATENCO

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática

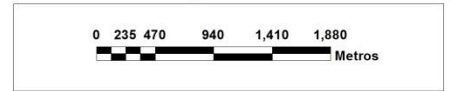
GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

**ASESOR DE PROYECTO DE TESIS**  
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

**MAPA No. 11**  
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

**PROYECCION:** Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
**ESCALA:** 1:50,000  
**REVISO:** Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
**FUENTE:** INEGI 2010, CONABIO



### 3.5 Edafología

El suelo del territorio municipal se caracteriza por ser de tipo aluvial es producto del depósito de materiales sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportadas por corrientes superficiales de aguas, desde las partes más altas de la Sierra Nahuatlaca-Matlazinca y la Sierra Nevada.

En el territorio municipal de SMA se distinguen dos tipos de suelo:

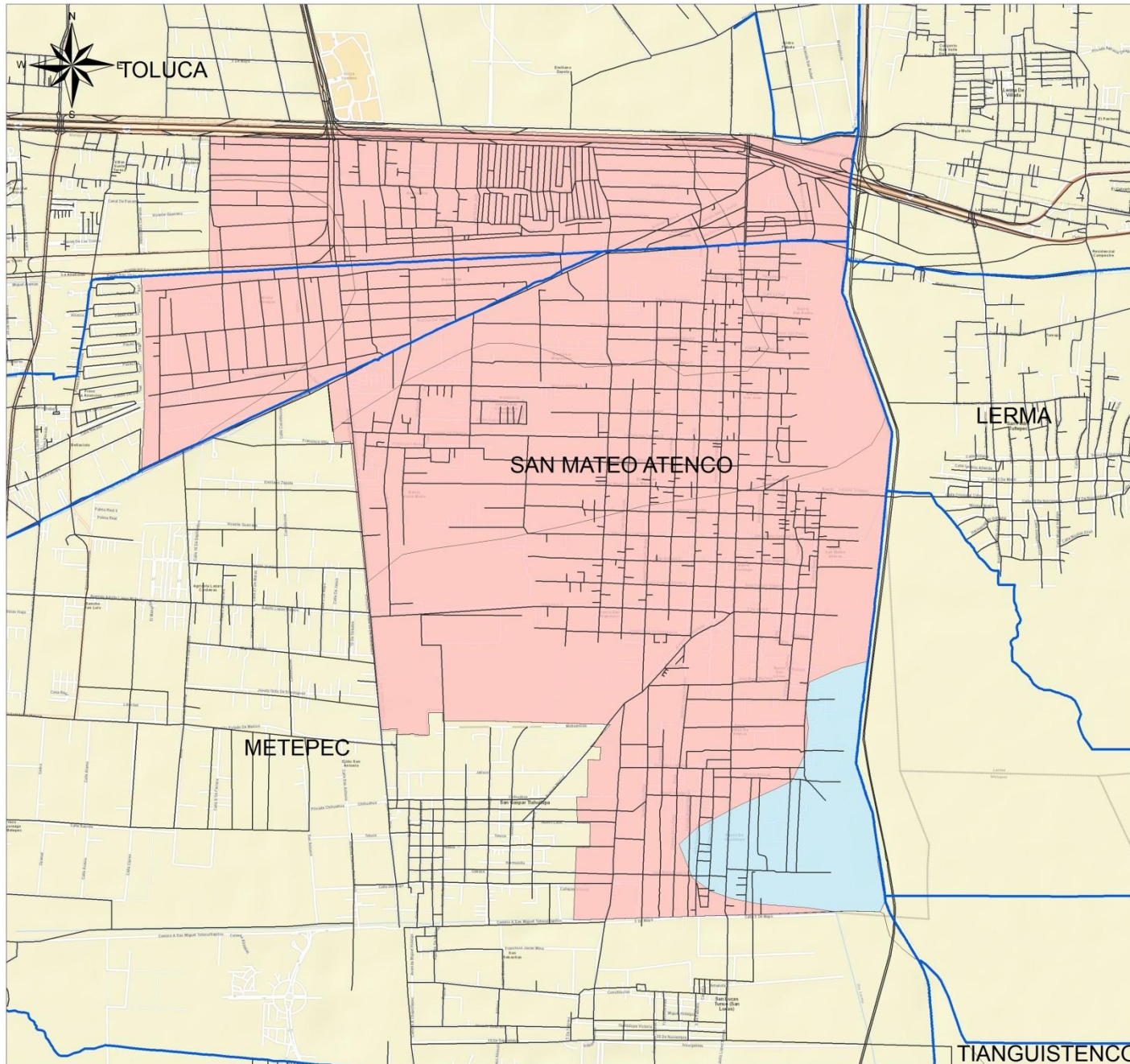
**Feozemháplico.**- Cubre aproximadamente el 87% del municipio (incluyendo zona en litigio), salvo la porción sureste que corresponde a la zona sujeta a inundación. Este suelo posee clase textural media y fase física dúrica profunda (duripan entre 50 y 100 cm. de profundidad), se caracteriza por tener una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y en nutrientes.

Por sus atributos físico-químicos este tipo de suelo es apto para las actividades agrícolas, principalmente para el cultivo del maíz; sin embargo se ha utilizado con fines urbanos, disminuyendo de manera considerable la superficie destinada a la agricultura.

**Histosoléutrico.**- (sin fase y clase textural media), se distribuye en el 13% de la superficie municipal (incluyendo zona en litigio), en la porción sureste en donde se localizan las zonas sujetas a inundación. La formación de estos suelos es básicamente de origen lacustre, y presentan uno o varios horizontes extremadamente ricos en materia orgánica.

Son característicos de las zonas donde se acumula el agua y gran cantidad de desechos de plantas (hojarasca, fibra, madera y humus) que tardan mucho en descomponerse (zonas pantanosas o lechos de antiguos lagos), en este tipo de suelos se pueden obtener excelentes rendimientos con cultivo de hortalizas. (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009)





**SIMBOLOGÍA**

- Red Vial
- Limite Municipal

**Edafología**

- FEOZEM HAPLICO
- HISTOSOL EUTRICO

TEMA: Edafología

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

PLANO No. **12**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECTO: FACULTAD DE GEOGRAFIA  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FECHA:





### 3.6 Uso de Suelo

El municipio de SMA, cuenta con una superficie de 1,876.00\* hectáreas, los cuales se distribuyen de la siguiente forma:

**Tabla 4: Superficie por tipo de uso de Suelo**

USO	SUPERFICIE (HAS.)	%
Área urbana	1,389.66	74.07
Agrícola	486.34	25.93
Total	1,876.00	100.00

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009

**Área Urbana:** El área urbana a su vez se constituye por los usos del suelo siguientes:

**A.- Uso habitacional.**

**B.- Lotes baldíos.**

**C.- Usos mixtos.**

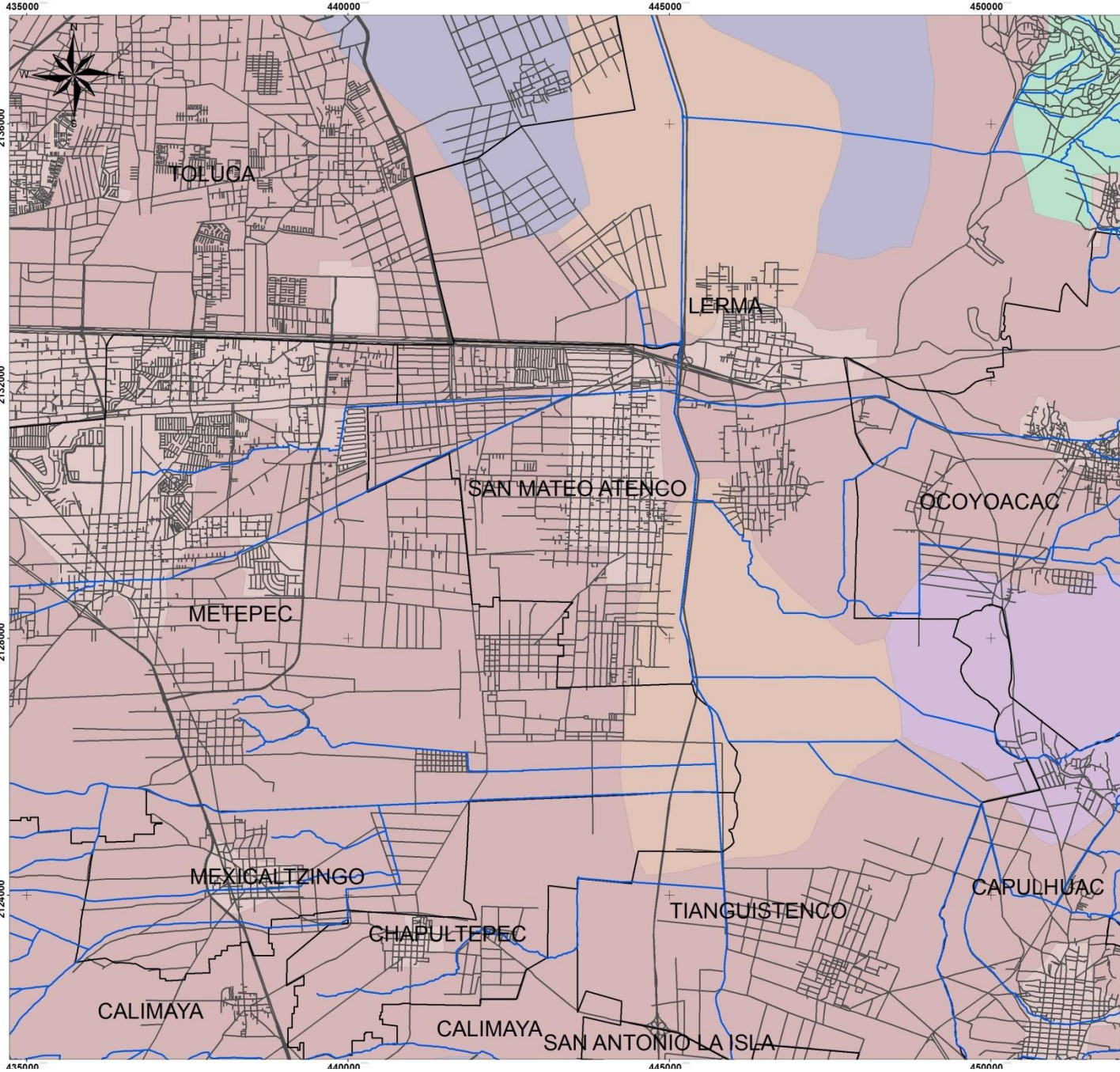
**D.- Equipamiento**

**II.- Uso de suelo agrícola:** Representan el 25.93 % del total, y se divide en seis zonas, localizadas una a lo largo de las líneas de alta tensión, otra al sur de la Colonia Álvaro Obregón, dos en el Barrio de La Concepción, una más al sureste y la última al oriente del municipio.

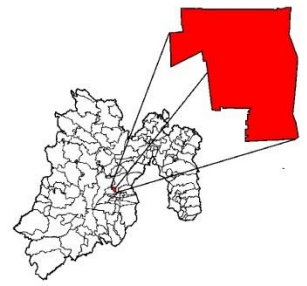
Con base en lo anterior se destaca un crecimiento desordenado y disperso, caracterizado por importantes incompatibilidades de usos del suelo y un mal aprovechamiento de las zonas urbanas, esto genera una baja densidad de ocupación que a su vez provoca una acelerada incorporación de suelos potencialmente agrícolas para uso habitacional.

Por otra parte, se han invadido zonas no aptas para los asentamientos humanos, como es el caso del área de Zona de Riesgo, zonas sujetas a inundación en la rivera del Lerma y zonas federales, generando un riesgo latente para la población ahí establecida.

De esta forma se hace evidente la necesidad de ejecutar un crecimiento más ordenado y compacto del área urbana promoviendo la ocupación de la gran cantidad de terrenos baldíos existentes al interior de ésta, de tal forma que se produzca un decremento en el área urbanizable y de esta forma dar mayor margen al desarrollo de zonas agrícolas; en cuanto a estas última es necesario replantear su uso ya que actualmente han sido invadidas por asentamientos humanos. (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009)



**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

- Red Vial
- Limite Estatal
- Uso de Suelos**
- Pastizal Inducido
- Agricultura del temporal
- Area Urbana
- Bosque de Pino
- Agricultura de Humedad

TEMA: Usos de Suelos, San Mateo Atenco

**Universidad Autonoma del Estado de Mexico**  
 Facultad de Geografia  
 Licenciatura en Geoinformatica

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

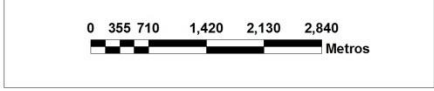
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

ASESOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **13**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO



### 3.7 Hidrología

El municipio forma parte de la **Región Hidrológica 12, Lerma - Santiago**, a la **cuenca Río Lerma** - Toluca y a su vez a la **subcuenca Almoloya -Otzolotepec**.

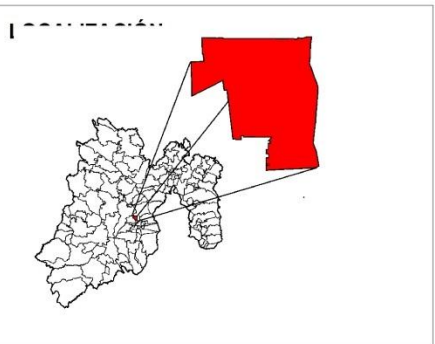
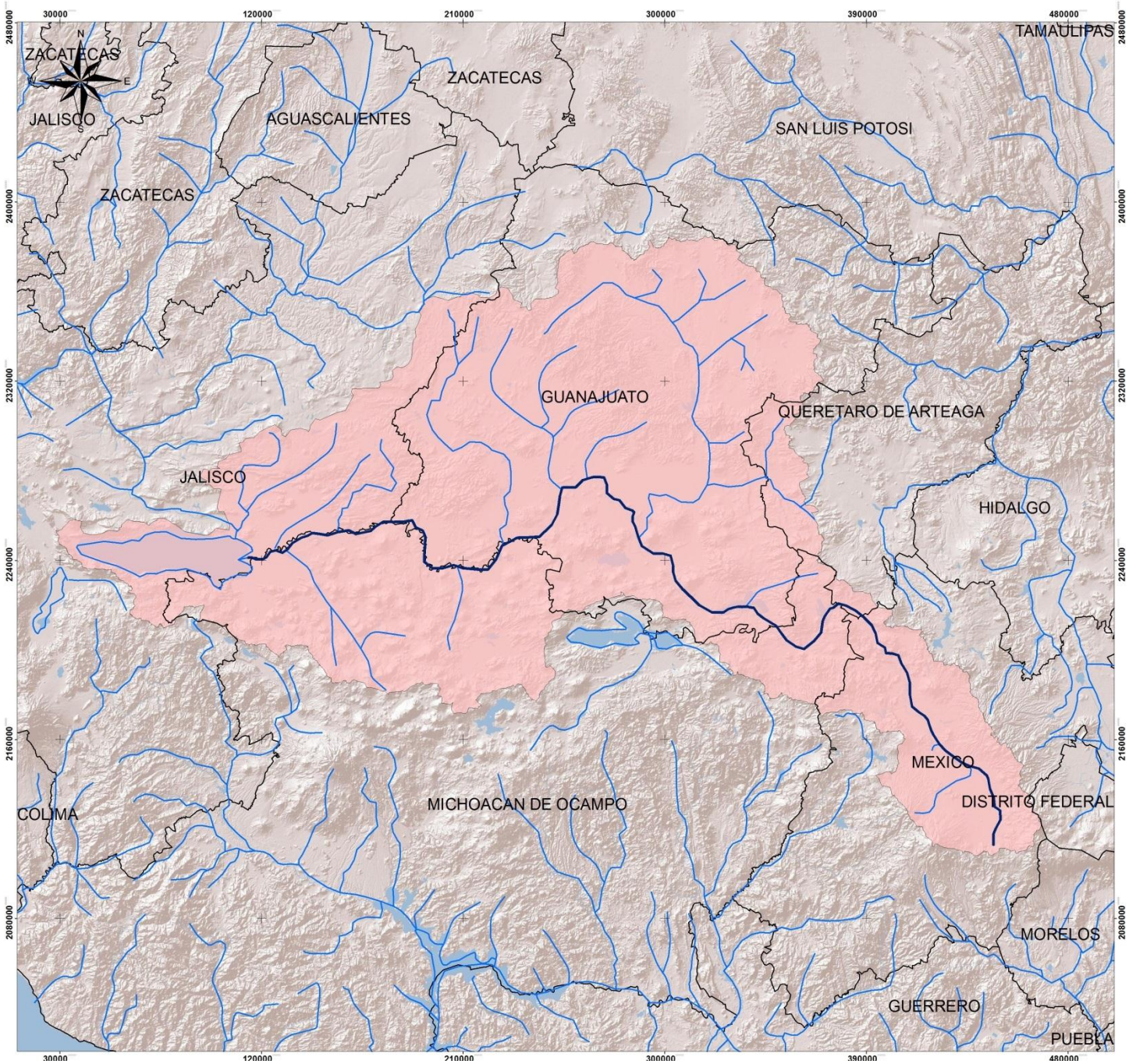
Dentro del territorio los escurrimientos se presentan en dirección oeste – este principalmente por medio de un conjunto de canales, anteriormente de riego, que en la actualidad son utilizados como drenajes de aguas negras, los cuales desembocan directamente en el Río Lerma al este del municipio.

En el municipio no existen presas ni bordos. El abastecimiento de agua para la población se realiza a partir del bombeo de 18 pozos profundos.

Dentro del municipio existen mantos freáticos derivados de las lagunas (Chignahuapan, Chiconahuapan y Chimaliapan) que alimentaban al Río Lerma décadas atrás, la profundidad de ellos varía de acuerdo a la zona. Desde la superficie del suelo hasta donde se encuentran los mantos freáticos existe una profundidad aproximada de 45 metros; sin embargo, el agua que se extrae de la mayoría de los pozos, se obtiene de una profundidad que va de los 75 a los 300 metros, cuya calidad no reúne las características mínimas para ser potable, ya que de acuerdo con las disposiciones sanitarias las aguas para consumo humano deben extraerse a partir de los 150 metros.

El río Lerma a su paso por el municipio forma parte de la división territorial entre los municipios de SMA y Lerma en la parte oriente: este río presenta una corriente que es conducida por un canal y cuyas aguas presentan un alto grado de contaminación por residuos sólidos y descargas de aguas residuales domésticas e industriales que son vertidas al río en su trayecto por los municipios de Almoloya del Río, Santiago Tianguistenco, Santa Cruz Atizapán, Capulhuac, Chapultepec, Mexicaltzingo, Metepec, Zinacantepec, Toluca, Lerma, Ocoyoacac, y el propio SMA. (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de SMA 2009 , Atlas de Riesgos de SMA, Primera Etapa, 2008)





**SIMBOLOGÍA**

-  Limite Estatal
-  Cuenca Lerma - Chapala
-  Rio Lerma
-  Hidrologia

TEMA: Cuenca Lerma - Chapala

**Universidad Autonoma del Estado de Mexico**  
 Facultad de Geografia  
 Licenciatura en Geoinformatica



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

ASESOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

PLANO No. **14**

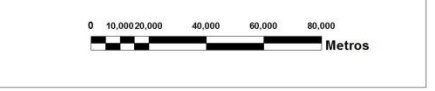
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverso de Mercator WGS84 Zona 14

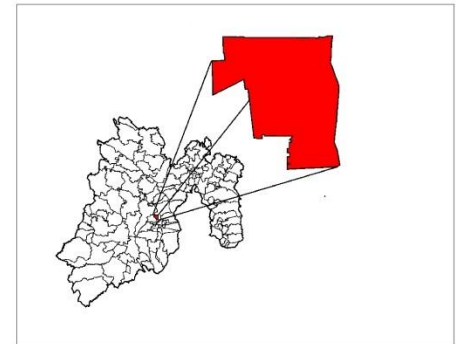
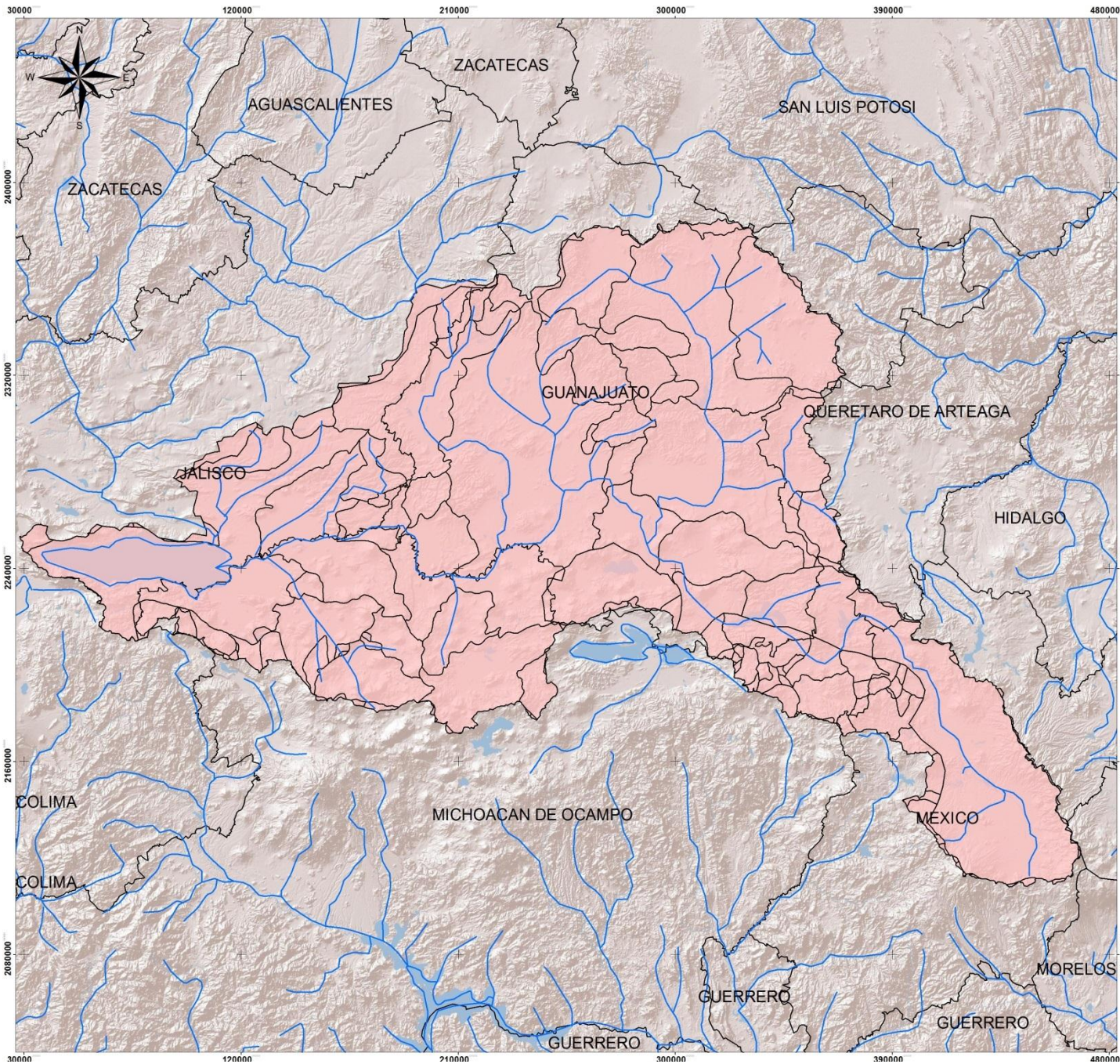
ESCALA: 1:50,000

REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez





FUENTE: INEGI 2010, CONABIO







**SIMBOLOGÍA**

-  Limite Estatal
-  Cuenca Lerma - Chapala
-  Subcuencas
-  Hidrología

TEMA: SUBCUENCA, CUENCA LERMA CHAPALA

Universidad Autónoma del Estado de Mexico  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

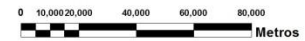
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

ASESOR DE PROYECTO DE TESIS

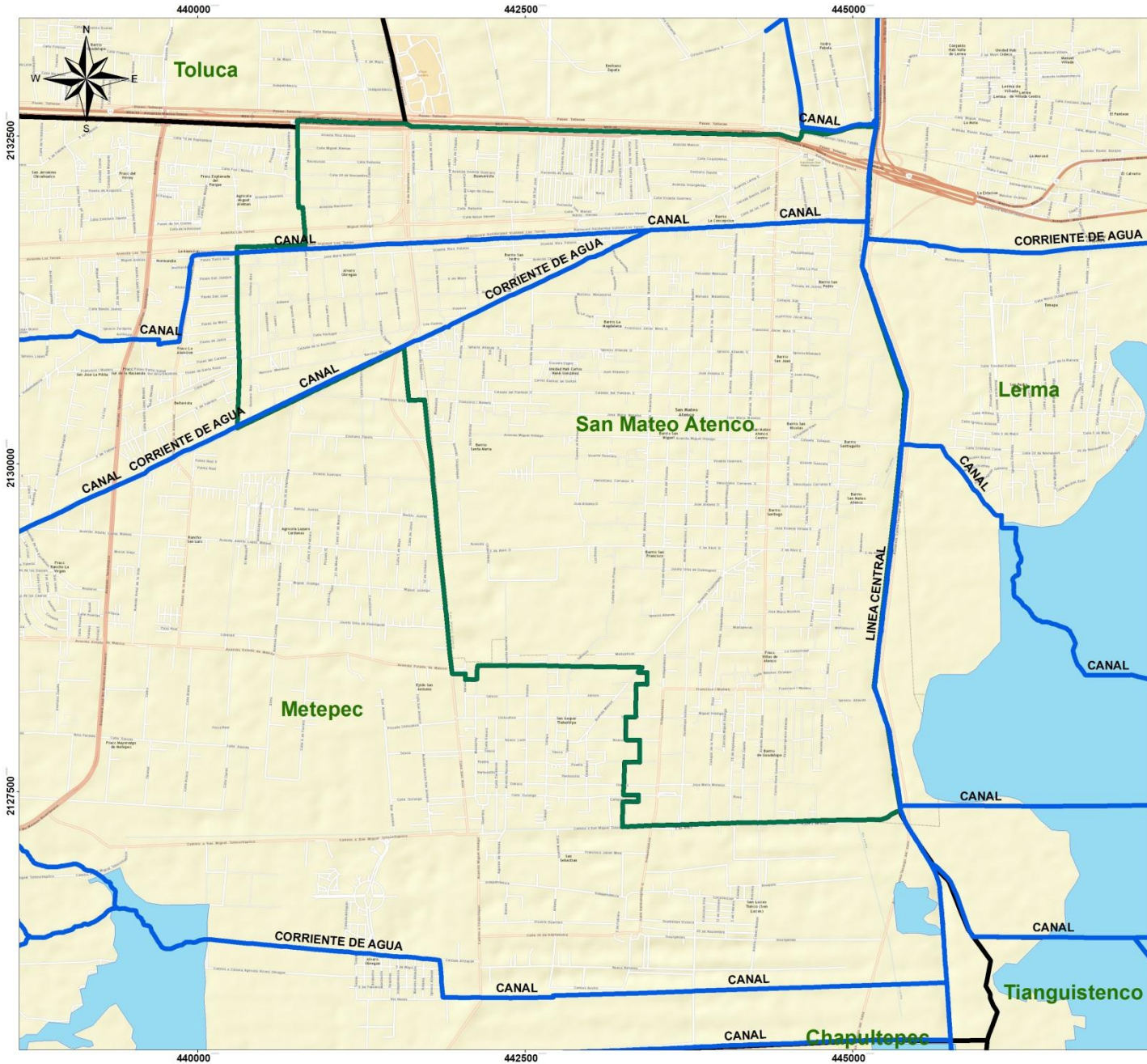
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

PLANO No. 15  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transversede Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO







**TEMA:** HIDROLOGÍA, SAN MATEO ATENCO, ESATADO DE MÉXICO

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **16**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: **1:10,000**  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Georreferenciado Municipal (MCGM) 2011, Cartografía Básica San Mateo Atenco (CABM) 2008 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Toluca (CGMPC). Información técnica de catastro de México 1989 (GeoID). Armas de peligro por inundación 2010.



# CAPÍTULO

## IV

Caracterización de los  
elementos sociales,  
económicos y  
demográficos



## Capítulo 4. Características de los elementos sociales, económicos y demográficos

### 4.1 Distribución porcentual de los municipios de la ZMVT

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) es la segunda conurbación en importancia del Estado de México después de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco. Asimismo, está considerada como uno de los poblados más importantes de la Región Centro del País. En esta metrópoli viven alrededor de 1.3 millones de habitantes; posee importantes parques industriales, y anualmente arriban a ella cientos de personas con el fin de desarrollar un proyecto de vida, SMA es uno de los municipios que lo conforma y como se aprecia en la **Tabla 5**, aporta aproximadamente un 4% de la distribución poblacional de la ZMVT.

**Tabla 5: Distribución porcentual de los municipios de la ZMVT**

Municipio	Población ZMVT %
Toluca	45.91
Metepc	12.19
Zinacantepec	8.4
Almoleya de Juárez	7.88
Lerma	6.34
Otzolotepec	4.32
<b>SMA</b>	<b>4.13</b>
Ocoyoacac	3.30
Xonacatlán	2.74
Calimaya	2,37
Rayón	0.71
San Antonio la Isla	0.69
Mexicaltzingo	0.61

**Fuente:** Elaboración Propia

## 4.2 Población de SMA con respecto al Estado de México 1990 – 2010

SMA es uno de los 125 municipios del Estado de México, a nivel estatal aporta en promedio un 0.46% de la población total del Estado de México (1990 - 2010).

**Tabla 6**

**Tabla 6: Porcentaje de población de SMA con respecto al Estado de México 1990 - 2010**

	1990	1995	2000	2005	2010
<b>Población Estado de México</b>	9,815,795	11,707,964	13,096,686	14,007,495	15,175,862
<b>Población SMA</b>	41,926	54,089	59,647	66,740	72,579
<b>%</b>	0.43	0.46	0.46	0.48	0.48
<b>Promedio % población</b>	<b>0.46</b>				

Fuente: INEGI.

## 4.3 Dinámica poblacional demográfica del municipio de SMA 1990 – 2010

La dinámica poblacional demográfica del municipio de SMA durante 1990 – 2010, pueden observarse en la **Tabla 7**.

**Tabla 7: Población de SMA 1990 - 2010**

<b>Año</b>	<b>Población total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>1990</b>	<b>41,926</b>	<b>20,580</b>	<b>21,346</b>
<b>1995</b>	<b>54,089</b>	<b>26,751</b>	<b>27,338</b>
<b>2000</b>	<b>59,647</b>	<b>29,325</b>	<b>30,322</b>
<b>2005</b>	<b>66,740</b>	<b>32,652</b>	<b>34,088</b>
<b>2010</b>	<b>72,579</b>	<b>35,597</b>	<b>36,982</b>

Fuente: INEGI

#### 4.4 Distribución de la población en SMA

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010 publicado por INEGI, la **Tabla 8** muestra la distribución de la población por grupos de edad en el Municipio de SMA en el año 2010.

**Tabla 8: Distribución de la población 2010.**

Grupos de edad	Hombres	Mujeres	Total
05-09 años	3,924	3,972	7,896
00-04 años	3,775	3,632	7,407
10-14 años	3,690	3,507	7,197
15-19 años	3,606	3,498	7,104
20-24 años	3,292	3,332	6,624
25-29 años	2,850	3,161	6,011
30-34 años	2,805	3,165	5,970
35-39 años	2,786	3,038	5,824
40-44 años	2,184	2,346	4,530
45-49 años	1,751	1,923	3,674
50-54 años	1,373	1,514	2,887
55-59 años	976	1,108	2,084
60-64 años	758	757	1,515
No especificado	555	559	1,114
65-69 años	490	521	1,011
70-74 años	327	398	725
75-79 años	232	252	484
80-84 años	116	155	271
85-89 años	67	93	160
90-94 años	25	30	55
95-99 años	11	16	27
100 años y más	4	5	9
<b>Total</b>	<b>35,597</b>	<b>36,982</b>	<b>72,579</b>

Fuente: INEGI, 2010

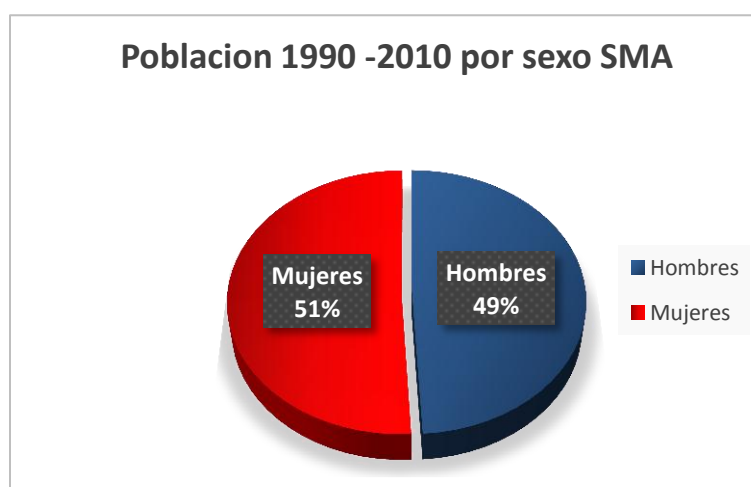
Como es evidente la **Tabla 8**, muestra de manera decreciente la distribución poblacional por grupos de edad de 2010 en SMA, se puede observar que los intervalos con mayor peso numérico son ocupados por las personas pertenecientes a los grupos con las edades menores, destacan los primeros cuatro grupos con más de 7 mil personas cada uno, a la vez se observa estos grupos son que son menores a los 20 años de edad.

Por otro lado le siguen en orden de distribución numérica los grupos entre los 20 y 49 años de edad que se encuentran entre los 3500 y aproximadamente 6500 habitantes. Sin dejar de ser menos importantes los grupos restantes, tienden a disminuir el número de personas en la distribución.

#### 4.5 Población por sexo en SMA 1990 - 2010

Como lo muestra la **Grafica 3**, la proporción de hombres y mujeres en el periodo de 1990 a 2010 en el municipio de SMA ha sido relativamente estable, aunque el porcentaje de mujeres es ligeramente mayor (51%) comparado con la proporción de hombres (49%).

**Grafica 3. Población por sexo de 1990 a 2010 en SMA**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6 Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) 1990 - 2010 de SMA.

La TCMA es la variación promedio por año del monto de la población durante un determinado periodo de tiempo. La forma de calcular la TCMA es la siguiente:

$$TCMA = \left( \left( \frac{Pf}{Pi} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) 100$$

Dónde:

**TCMA:** es la Tasa de Crecimiento Anual

**Pf:** es la población final en el periodo de estudio (2010).

**Pi:** es la población al inicio del periodo de estudio (1990).

**n:** periodo intercensal; periodo oficial entre eventos censales de INEGI que comprende el periodo del 12 de marzo de 1990 al 12 de junio de 2010 (INEGI, 2014).

Considerando que el periodo intercensal 1990 - 2010 (n) es igual a 20.25, entonces:

$$\text{TCMA 1990 – 2010 SMA} = \mathbf{2.74\%}$$

La tasa de crecimiento anual es de interés, pues permite dimensionar la intensidad de los cambios demográficos experimentados durante un año, es decir, cuantifica la variación anual del tamaño de la población. Esto permite hacer proyecciones sobre los esfuerzos de los sistemas para satisfacer las necesidades que demanda la población.

En este sentido si utilizamos de manera aproximada el crecimiento anual de la población actual (2010) de SMA utilizando la TCMA, la razón sería la siguiente:

$$\text{TCMA} = 72, 579 (0.0274) \quad \text{entonces} \quad \text{TCMA} = 1988 \text{ personas}$$

#### 4.7 Tasa Bruta de natalidad

La tasa bruta de Natalidad, tasa bruta de reproducción o tasa de natalidad se puede entender como el número de nacimientos de una población por cada mil habitantes en un año, estimada a mitad de año.

Representa el número de individuos de una población que nacen vivos por unidad de tiempo.

Su fórmula es:

$$b = \frac{B}{P} * 1000$$

Dónde:

**b**: Tasa bruta de nacimiento

**B**: Número total de nacimientos en un año

**P**: Población total

En el municipio de SMA, durante el año 2010 se manifestó una tasa bruta de natalidad igual a 25.8 personas, es decir de cada 1000 personas que viven en el municipio, hubo un total de 25.8 nacimientos ocurridos, es decir como se explica en la fórmula de abajo, en 2010 hubo un promedio de 1872 personas que nacieron por año.

Si **b**= 25.8 y **P**= 72,579 entonces

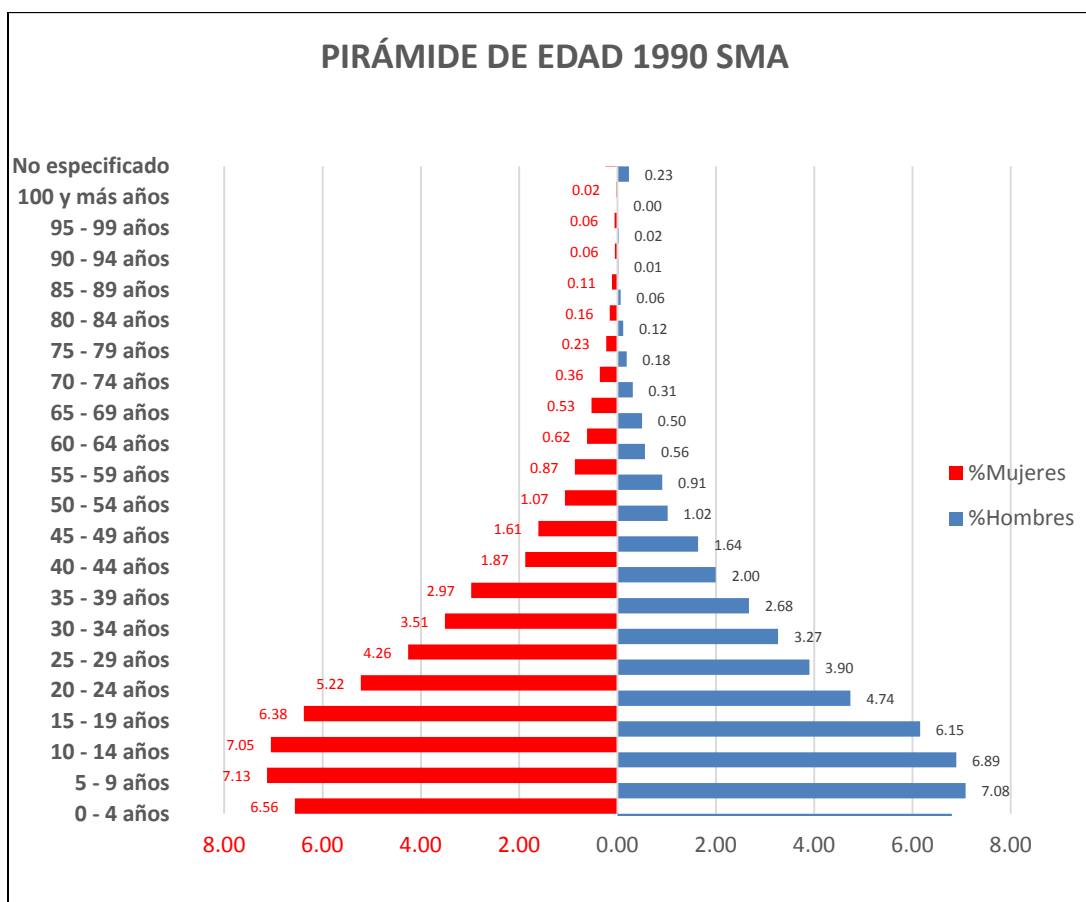
$$\mathbf{B = (25.8 (72,579))/1000 \quad y \quad B = 1872.53}$$

Es decir, el número total de nacimientos en 2010 en el municipio de SMA fue de 1872 personas, lo que es aproximado a la TCMA (Tasa de Crecimiento Media anual).

## 4.8 Pirámides Poblacionales

La **Grafica 4** corresponde a la dinámica demográfica que existió en 1990 en el Municipio de SMA, que según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) en ese entonces contaba con una población total de 41,926 personas distribuidas en porcentajes relativamente iguales de hombres y mujeres; 49% y 51% respectivamente.

**Grafica 4. Pirámide de edad 1990 de SMA.**

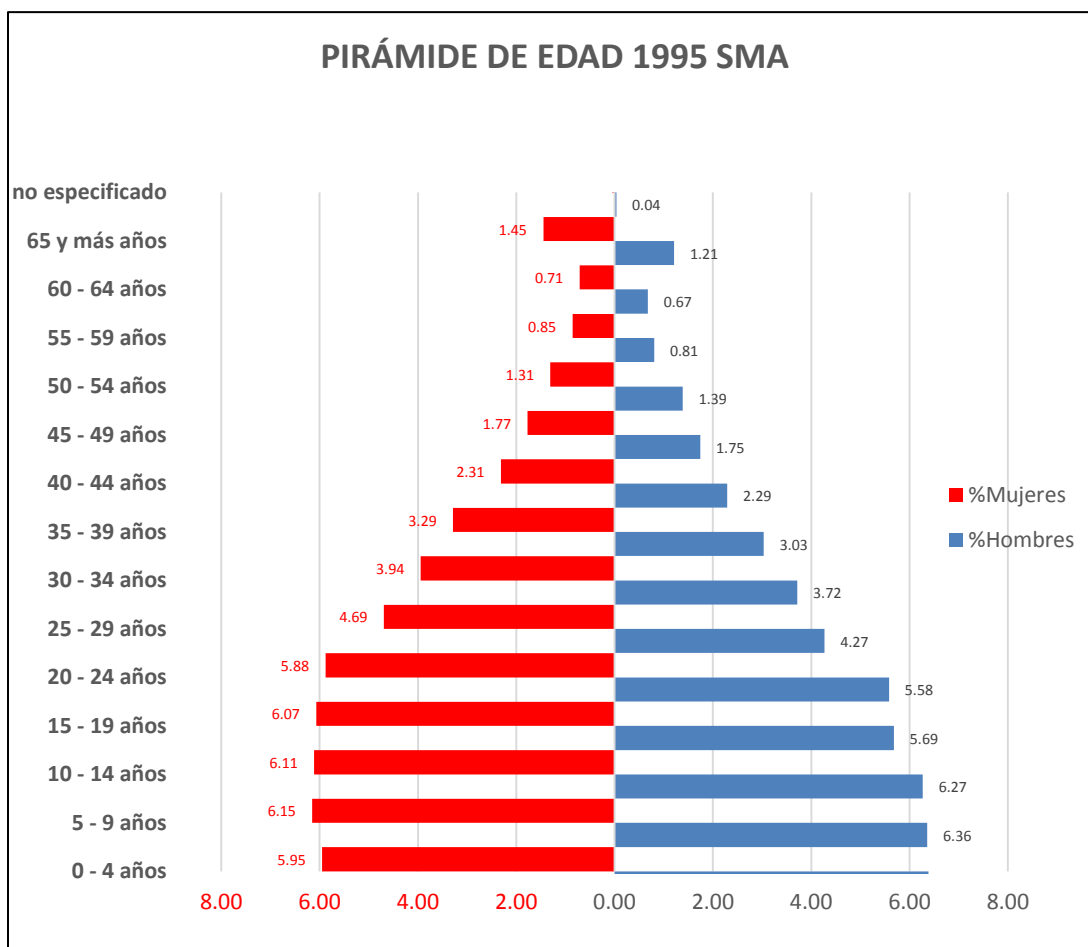


**Fuente:** Elaboración propia, INEGI 1990.

Desde el punto de vista demográfico, se puede apreciar que la población predominante es mucho menor a los 35 años de edad y destacan altos porcentajes de personas 20 a los 0 años, es decir, el grueso de la población para 1990 en el municipio de SMA lo formaba una población considerablemente joven,

ya que como se observa los porcentajes de población adulta son considerablemente menores a los de la base de la pirámide.

**Grafica 5. Pirámide de edad 1995 de SMA.**

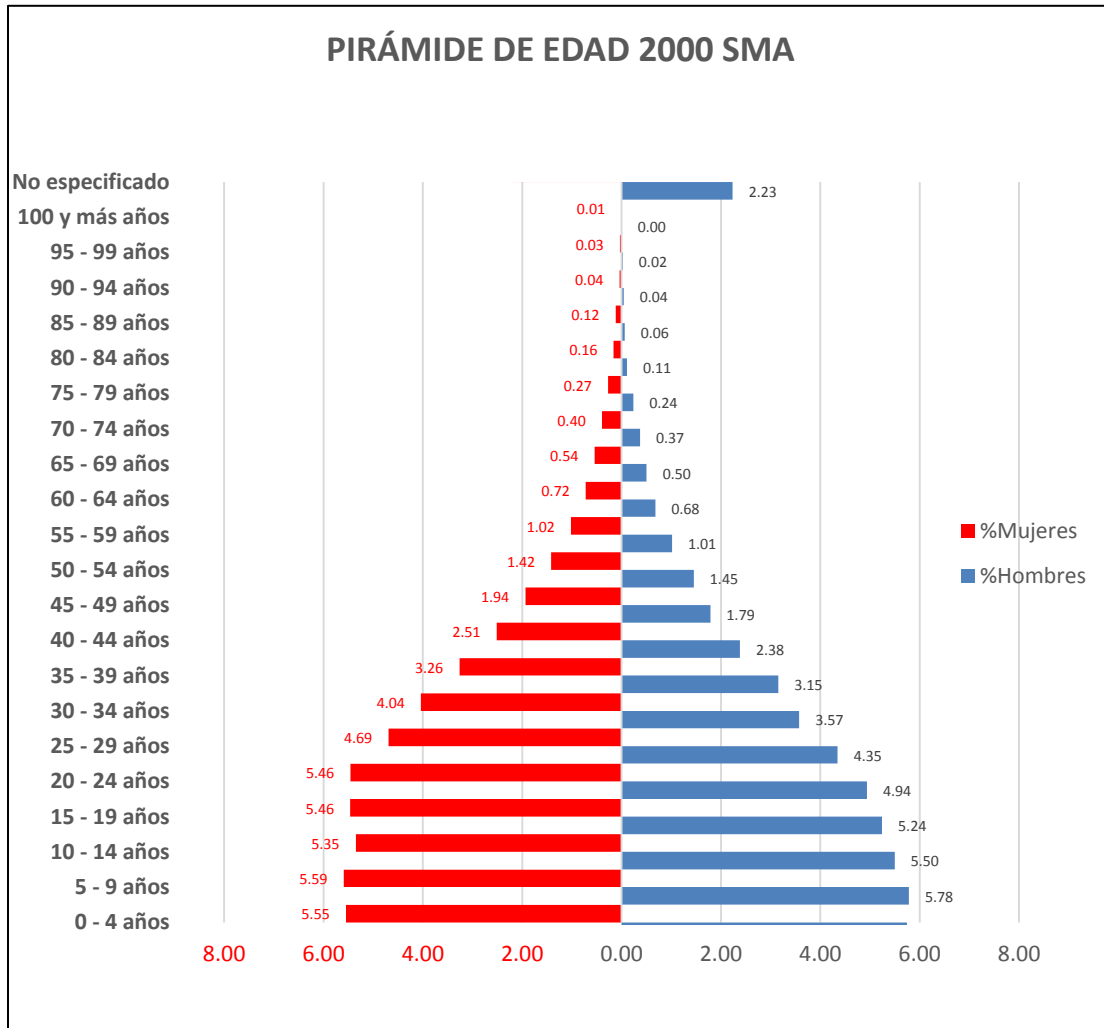


**Fuente:** : Elaboración propia, INEGI 1995.

Para 1995, **Grafica 5** son destacables los porcentajes de población menor a los 24 años, que forman el grueso de la población en SMA, así mismo existen incrementos importantes en los grupos de edad de los 25 a los 44 años, es decir la población de SMA se configura por personas de relativamente en edades jóvenes, aunque también es considerable para este entonces el incremento de personas que superan los 65 años.



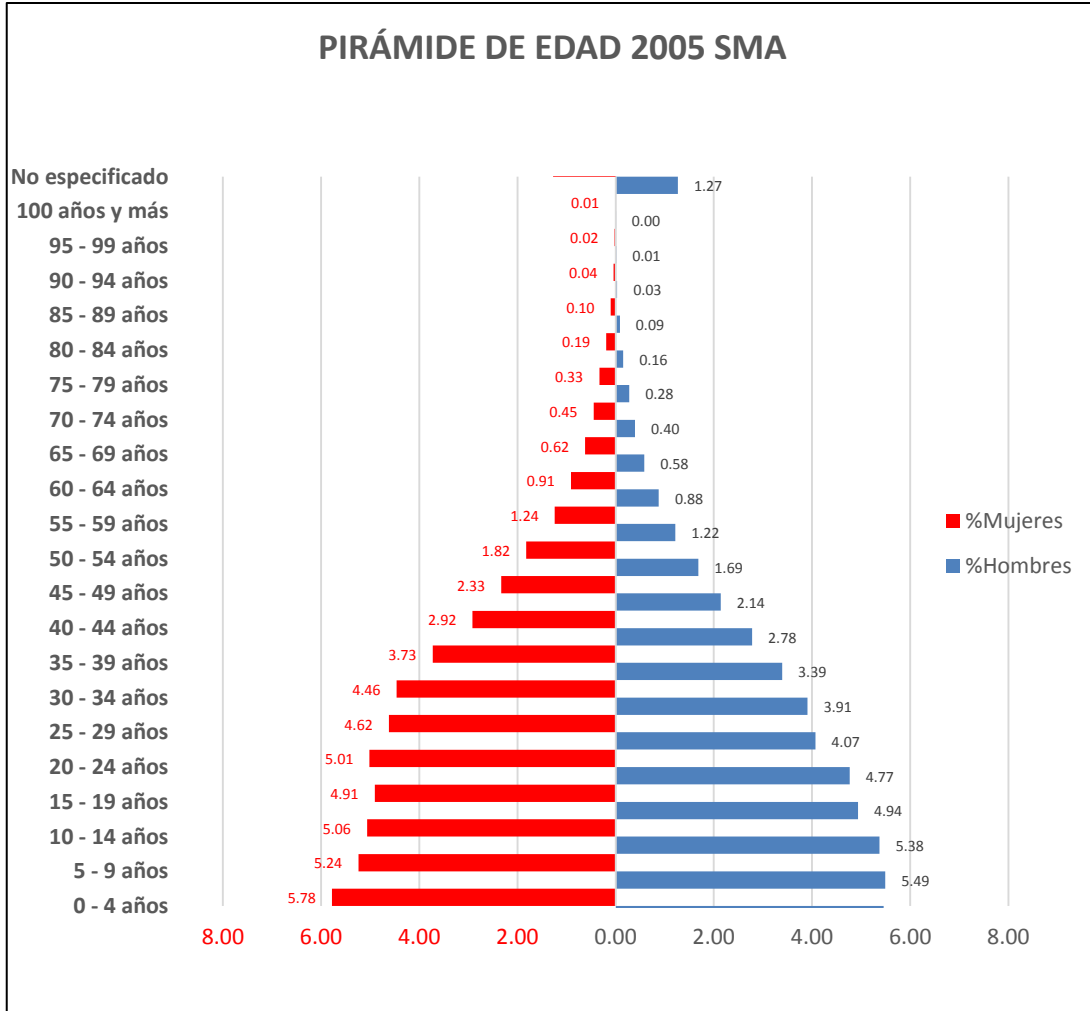
**Grafica 6. Pirámide de edad 2000 de SMA**



**Fuente:** Elaboración propia, INEGI 2000.

El comportamiento demográfico de SMA mostrado en la **Grafica 6** que corresponde al año 2000, fue muy similar al del lustro anterior (1995), aunque es destacable el incremento de edad en los grupos con mayor porcentaje de población (menores a 24 años), así mismo se reducen los porcentajes (inferiores a 6%) en grupos de personas jóvenes, es decir la población en el municipio conserva su dinámica de crecimiento pero continua configurándose como un municipio de personas en edad adulta joven, así mismo se sigue consolidando el aumento de personas de los con edades de 60 a los 80 años.

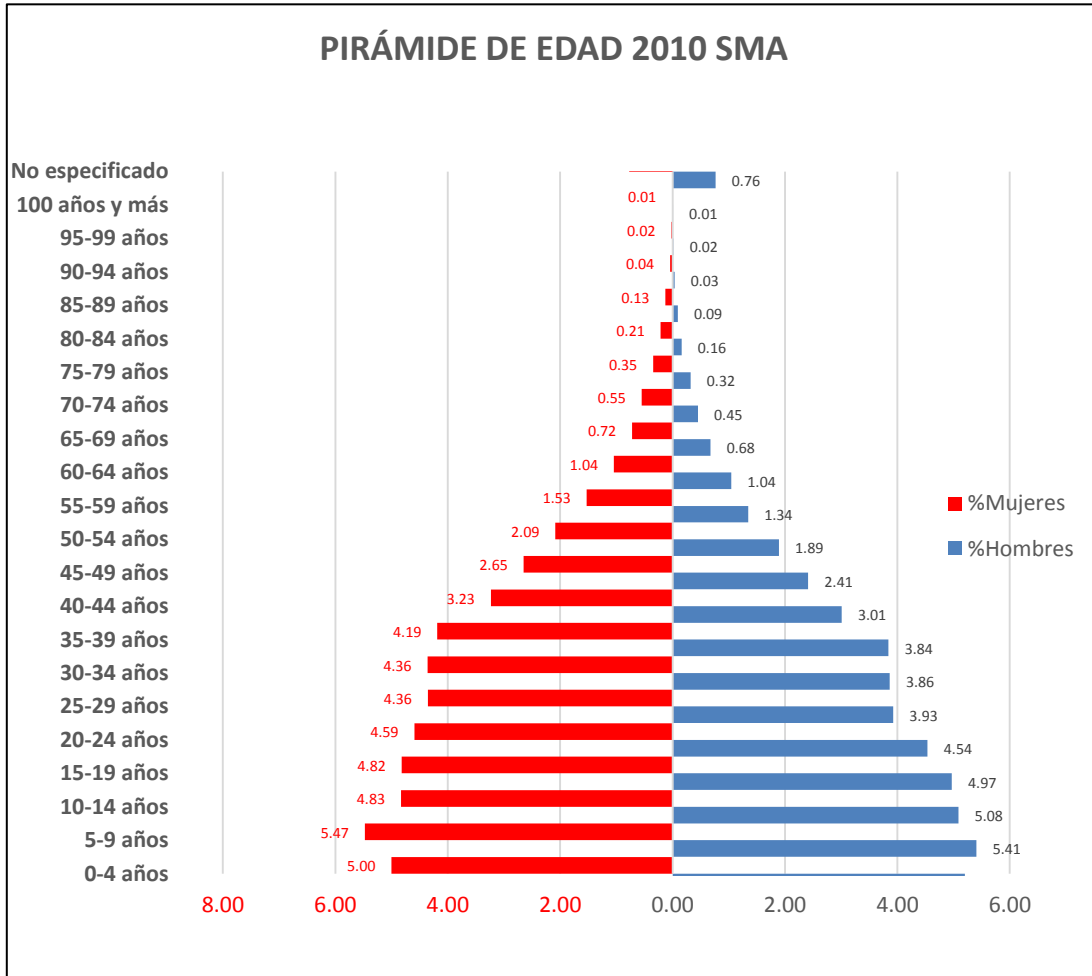
**Grafica 7. Pirámide de edad 2005 de SMA**



**Fuente:** Elaboración propia, INEGI 2005.

La dinámica demográfica en SMA para 2005 representada por la **Grafica 7**, comienza a tener una distinción considerable de dos grupos de edad, las personas menores a 39 años y todas aquellas que superan los 40 años, es decir, en el municipio hubo una proporción relativamente igual de personas con edades muy jóvenes; de 0 a 9 años, y de personas adultas jóvenes y adultas, es decir entre 40 y 10 años.

**Grafica 8. Pirámide de edad 2010 de SMA**



**Fuente:** Elaboración propia, INEGI 2010.

Para 2010; **Grafica 8**, ya es destacable que los grupos de edades entre los 45 años a los cero en proporciones cercanas al 4% tanto en hombre como en mujeres, formaron la población predominante en 2010, aunque la población muy joven de entre 0 a 9 años destaca por encima de la proporción de los demás grupos de edad, así mismo las personas mayores a los 40 años siguen incrementando su número, por lo que se puede decir que la población tiende a incrementar su esperanza de vida.

De esta forma considerando la dinámica poblacional más reciente de este breve análisis basado en el comportamiento temporal de la dinámica poblacional en SMA, se puede deducir que se espera tener atención hacia los grupos de personas en edades adultas que tienden a incrementarse en el municipio, así como una alta demanda de servicios y fuentes de empleo además de infraestructura capaz de proporcionar atención a una futura población de cada vez mayor edad.

#### **4.9 Características Socioeconómicas**

El municipio de SMA forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca y su localización resulta privilegiada para el desarrollo de la actividad económica que le caracteriza: la producción y comercialización de calzado. Su ubicación tiene muchas ventajas ya que se encuentra relativamente cerca de la capital del país y de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México y sitio en el que se concentran las principales unidades administrativas estatales.

Lo anterior le proporciona acceso directo a infraestructura y equipamiento regional de primer orden, como autopistas, aeropuertos, centros comerciales y expendios de materias primas e insumos secundarios para la elaboración del calzado, elementos de gran importancia para la principal actividad productiva del municipio y, de manera especial, para la comercialización del calzado [así mismo].

El municipio cuenta con una serie de ventajas de ubicación que representan activos importantes para el desarrollo de la actividad económica predominante en el municipio, entre las que destacan su cercanía con los principales mercados nacionales y regionales, centros de investigación, diseño y comercialización, así como el acceso a infraestructura, equipamiento y servicios. (Vargas y Mochi, 2008).

#### 4.9.1 Participación de la PEA de SMA en el Estado de México

La **Tabla 9** refleja la participación en forma porcentual de SMA dentro del Estado de México.

**Tabla 9: Participación de la PEA de SMA en el Estado de México.**

	<b>PEA 2010</b>	<b>%</b>
<b>Estado de México</b>	6,124,813	<b>100</b>
<b>SMA</b>	28,803	<b>0.47</b>

**Fuente:** INEGI, 2010

#### 4.9.2 Población económicamente activa PEA de SMA

Tomando En consideración datos provenientes de las características económicas del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI, en la **Tabla 10** se observa la distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) en las localidades del municipio de SMA.

**Tabla 10. Distribución de la PEA 2010 por localidad, SMA.**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>PEA</b>	<b>%</b>
<b>Total del Municipio</b>	28,803	
<b>SMA</b>	<b>26,911</b>	<b>93.43</b>
<b>Santa María la Asunción</b>	1,693	5.88
<b>Barrio de San Francisco (San Agustín)</b>	69	0.24
<b>Barrio de San Pedro</b>	130	0.45

**Fuente:** INEGI, 2010

En este sentido, la Población Económicamente Activa (PEA) está conformado por 28,803 personas, de las cuales el 74.79% son hombres y 34.96% mujeres. Dicha PEA representa el 54.31% de la población atenquense cuya concentración se encuentra en la cabera municipal. Esta es una condición económica relevante ya que SMA está ligeramente por encima de la media estatal que es de 53.3% y casi 15 puntos porcentuales por encima de la media nacional que es de



39.79%. Este escenario ha permitido que la economía atenguense experimente un crecimiento real promedio en los ingresos brutos de 1.9% durante el periodo 2003-2011. Similar al crecimiento de municipios tales como: Metepec, Lerma y Toluca.

Este incremento económico representó un total de 9,388.4 millones de pesos del PIB mexiquense lo que permitió ubicarse en la posición 21 a nivel estatal y en el segundo lugar de la Región VII del Estado de México solamente por debajo de Lerma (H. Ayuntamiento de SMA 2013).

#### 4.9.3 Actividad comercial

La Actividad comercial dentro de los principales establecimientos comerciales que existen en SMA se encuentran en primer lugar las panaderías, pollerías, tortillerías, pescaderías, expendios de huevo, misceláneas, abarrotes, lonjas mercantiles, frutas y legumbres, licorerías, papelerías, zapaterías, ropa en general, estéticas, etc. que en su conjunto representan el 96.05% del total de establecimientos con que cuenta el municipio. La **Tabla 11** muestra el total de establecimientos comerciales en 2013.

**Tabla 11. Establecimiento comercial por sector 2013.**

<b>Establecimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Mercados</b>	<b>1</b>	<b>0.03</b>
<b>Tianguis</b>	<b>9</b>	<b>0.22</b>
<b>Rastros</b>	<b>1</b>	<b>0.03</b>
<b>Restaurantes</b>	<b>15</b>	<b>0.37</b>
<b>Farmacias</b>	<b>115</b>	<b>2.82</b>
<b>Refaccionarias</b>	<b>20</b>	<b>0.48</b>
<b>Otros</b>	<b>3921<sup>4</sup></b>	<b>96.05</b>
<b>Total</b>	<b>4082</b>	<b>100</b>

**Fuente:** H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013

#### **4.9.4 Actividades Económicas Primarias**

Del total de la superficie municipal que comprende un total de 3,050 hectáreas, el 44.55% se ocupa para actividades agrícolas. Sin embargo en el año 2011, solamente se sembraron 445 hectáreas (86% maíz, 9.5% avena forrajera, 5.2% haba verde, 0.7% alfalfa verde y 1.12% pastos y pradera) siendo esta producción básicamente para el autoconsumo o comercializar dentro del municipio. Llama la atención que en la última década estas actividades del campo han dejado de ser atractivas para la mayoría de la población ya que solamente 360.2 personas (1.28%) se dedican a esta actividad. Por lo que se puede observar la participación de la población en actividades primarias es casi nula, esto se debe principalmente a la baja rentabilidad generada por los bajos precios de venta de los productos y los altos costos para la producción de los mismos, así como la creciente demanda en la importación de productos alimenticios, principalmente de los Estados Unidos de Norte América y Asia (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013 ).

#### **4.9.5 Actividades Económicas Secundarias**

En el municipio, las actividades que se desarrollan en el sector secundario, representan la segunda concentración de población ocupada ya que 11,323.6 personas (40.43%) se encuentran en este sector, seguido por el sector servicios y el comercio. Específicamente las referidas a la manufactura, elaboración de calzado y artículos de piel, productos alimenticios, bebidas y tabaco fueron las principales fuentes de ingresos municipales ya que aportó un total de 9,388.4 al PIB municipal en el año 2010 lo que representó el 1.1% de la economía, tendencia que se sigue dando aunque a menor ritmo debido a la fuerte crisis que sufre ésta actividad por la globalización del mercado, representando una competencia desleal y desigual con otros sectores a nivel mundial, las empresas con mayor capacidad tecnológica y económica se posicionan como las mejores economías, por otro lado las actividades de prestación de servicios y el comercio son las que presentan mayor oportunidad de desarrollo para la población económicamente activa. Referente a lo anterior, actualmente la elaboración del calzado y artículos de piel sigue siendo una de las principales actividades económicas, a través de talleres familiares en las que participan abuelos, padres,

hijos en las diferentes etapas de elaboración y comercialización de estos productos y algunas microempresas (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013 ).

#### 4.9.6 Actividades Económicas Terciarias

Actualmente el sector terciario compuesto por el comercio y los servicios es la actividad económica más importante del municipio ya que en ella se ocupan 15,895 personas, que representan el 56.76% de la población ocupada total. En relación a este escenario es importante señalar que el comercio se destaca como la actividad con mayores ingresos con un porcentaje de 74.51%, correspondiendo los restantes 25.49% a servicios privados no financieros y a comunicaciones y transportes (H. Ayuntamiento de SMA 2013 – 2015, 2013).

La **Tabla 12** muestra el resumen de la Población Económicamente Activa en el municipio de SMA.

**Tabla 12. PEA por sector de ocupación en 2010.**

Variable	No. de personas	Porcentaje
<b>Población total</b>	<b>72,579</b>	<b>100</b>
<b>PEA</b>	<b>28,803</b>	<b>39.68</b>
<b>Población ocupada</b>	<b>28,009</b>	<b>97.24</b>
<b>Agricultura, ganadería, caza y pesca</b>	<b>360</b>	<b>1.28</b>
<b>Industrial</b>	<b>11,323</b>	<b>40.43</b>
<b>Servicios</b>	<b>15,895</b>	<b>56.76</b>
<b>No especificado</b>	<b>430</b>	<b>1.53</b>

**Fuente:** H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013

#### 4.9.7 Pobreza

En términos generales, existen dos métodos para calcular la pobreza con referencia al ingreso: por un lado, la línea de pobreza, y, por otro, el que considera las necesidades básicas insatisfechas. De estos métodos se desprenden diferentes grados de pobreza, como la pobreza alimentaria, de capacidades,

patrimonial, por ingresos, entre otras, introduciendo la noción de multidimensionalidad de la pobreza (CONAPO, 2010).

Durante período 2000-2005 los índices de pobreza alimentaria disminuyeron gradualmente a nivel nacional y estatal, no obstante en el Estado de México y particularmente SMA se registró un incremento en este indicador. En este sentido, cabe mencionar que para 2010 los niveles de pobreza multidimensional a nivel estatal (43%) son menores a los presentados por el país (46.3%) y en el municipio (57.5%). Cabe señalar, que del total de la población, el 46.2% vive con algún grado de pobreza moderada y 11.3% son pobres extremos. Esto último, permite observar que los habitantes presentan carencias en satisfactores esenciales como son; alimentación, vestido, agua, drenaje, electricidad, entre otros (H. Ayuntamiento de SMA 2013 – 2015, 2013). **Tabla 13**

**Tabla 13. Contexto de Niveles de Pobreza 2000 - 2010**

Año	2000			2005			2010
	Alimentaria	De capacidades	Patrimonial	Alimentaria	De capacidades	Patrimonial	Multidimensional
<b>Nacional</b>	24.1	31.8	53.6	18.2	24.7	47.0	46.3
<b>Estatal</b>	17.6	24.8	47.7	14.3	22.4	49.9	43.0
<b>San Mateo Atenco</b>	16.4	24.6	50.6	15.6	25.3	54.5	57.5

**Fuente:** H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013

#### 4.9.8 Marginación

La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida (CONAPO, 2010).

Considerando los datos de los grados de marginación por localidad publicados en las bases de datos del Índice de Marginación de 2000, 2005 y 2010 por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) la **Tabla 14** muestra las localidades del Municipio de SMA, y su correspondiente grado de marginación dentro del periodo 2000 - 2010.

**Tabla 14. Grado de Marginación 2000 – 2010. Localidades de SMA.**

Localidad	GM 2000	GM 2005	GM 2010
<b>SMA</b>	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Santa María la Asunción</b>	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Barrio de San Francisco (San Agustín)</b>	Medio	Medio	Bajo
<b>Barrio de San Pedro</b>	Bajo	Alto	Medio

**Fuente:** CONAPO

Como se observa en la **Tabla 14**, las localidades de SMA y Santa María la Asunción han permanecido constantes en cuanto a su grado de marginación, es decir no han existido mejoras significativas en sus condiciones de marginación, pero tampoco han empeorado su condición en cuanto a calidad de vida. Por otro lado, es destacable que el Barrio de San Francisco si tuvo un cambio positivo del año 2005 a 2010 al cambiar su grado de marginación de Medio a Bajo, es decir, esta localidad mejoro sus condiciones de vida. Por último,

El Barrio de San Pedro de 2000 a 2005 ha manifestado cambios negativos en su grado de marginación, cambiando de bajo a alto, es decir en este periodo hubo un cambio hacia condiciones de mayor marginación en la población, sin embargo, también es destacable que de 2005 a 2010 existieron mejoras en la dinámica de esta localidad debido a que mejoró su grado de marginación de alto a medio, es decir hubo cambios positivos en las condiciones de vida de la población.



Las **Tablas 15, 16 y 17** mostradas a continuación contienen las variables consideradas para la construcción de los grados de marginación de 2000, 2005 y 2010.

**Tabla 15. Variables del índice de Marginación por localidad 2000.**

Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta.
Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.
Porcentaje de viviendas particulares sin servicio sanitario exclusivo.
Porcentaje de viviendas particulares sin energía eléctrica.
Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada en el ámbito de la vivienda.
Logaritmo natural del promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares.
Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra.
Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador.

Fuente: CONAPO, 2000.

**Tabla 16. Variables del índice de Marginación por localidad 2005.**

Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta.
Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.
Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje ni excusado.
Porcentaje de viviendas particulares sin energía eléctrica.
Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada en el ámbito de la vivienda.
Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.
Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra.
Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador.

Fuente: CONAPO, 2005.

**Tabla 17. Variables del índice de Marginación por localidad 2010.**

<b>ANAL10</b>	<b>Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta.</b>
<b>SPRIM10</b>	Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.
<b>SEXC10</b>	Porcentaje de viviendas particulares sin excusado.
<b>SEE10</b>	Porcentaje de viviendas particulares sin energía eléctrica.
<b>SAGUAE10</b>	Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada.
<b>PROM_OCC10</b>	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas.
<b>PISOTIE10</b>	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra.
<b>SREFRI10</b>	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador.

**Fuente:** CONAPO, 2010.

Con el fin de entender de mejor forma la dinámica de las variables del índice de marginación en 2010 en el municipio de SMA, la **Tabla 18** muestra los porcentajes de estas variables en cada una de las localidades de este municipio.

**Tabla 18. Variables del índice de Marginación por localidad SMA 2010.**

LOCALIDAD	ANAL 10	SPRIM 10	SEXC 10	SEE1 0	SAGUAE 10	PROM_OCC 10	PISOTIE 10	SREFRI 10
SMA	3.44	11.60	2.81	0.73	27.32	1.11	2.44	29.10
Santa María la Asunción	3.13	11.38	4.00	1.23	14.62	1.02	3.16	21.00
Barrio de San Francisco	3.33	10.62	0.00	0.00	26.32	1.08	10.26	35.90
Barrio de San Pedro	6.53	13.41	5.00	8.33	31.67	1.38	3.33	38.33
PROMEDIO	<b>4.11</b>	<b>11.75</b>	<b>2.95</b>	<b>2.58</b>	<b>24.98</b>	<b>1.15</b>	<b>4.80</b>	<b>31.08</b>

**Fuente:** CONAPO, 2010.

Utilizando el método de promedio simple, en la tabla de arriba destaca la variable de porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador como la más recurrente en las localidades de SMA, ya que en promedio, 31 % de la población atencense carece de este bien. En segundo orden se encuentran las viviendas particulares sin agua entubada con casi 25% en promedio.

#### 4.9.9 Hacinamiento

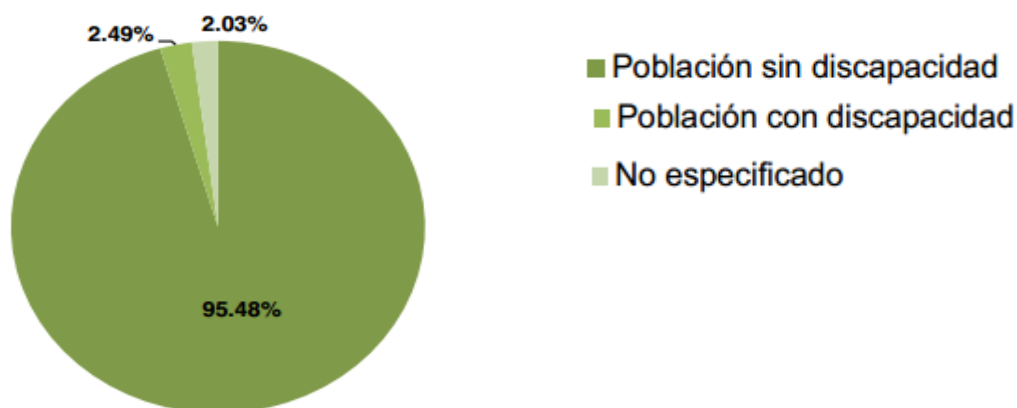
Tomando en cuenta el dato de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas del índice de marginación por localidad 2010 mostrado arriba en la tabla 13, en 2010 residieron en promedio **1.15** ocupantes por habitación en las viviendas particulares habitadas del municipio de SMA, es decir, la disponibilidad de espacio requerido en la vivienda para el desarrollo de las actividades esenciales de las personas en este municipio es relativamente aceptable.

#### 4.9.10 Población con discapacidad

Con base a datos del INAFED, en 2010 en SMA vivían 1,808 personas con alguna discapacidad, lo que representaba un 2.49% de la población municipal.

Situación que merece hacer notar por cuanto que el contar con alguna discapacidad está notablemente relacionado con la dificultad para integrarse en la esfera social y económica de la sociedad.

**Grafica 9. Porcentaje de Población con y sin discapacidad en SMA 2010.**

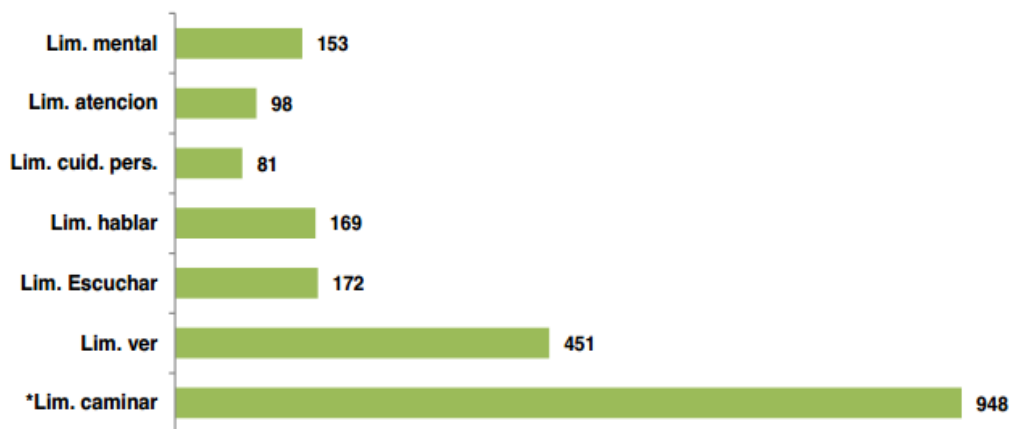


**Fuente:** Plan de Desarrollo Municipal de SMA 2013 -2015

#### 4.9.11 Tipos de Discapacidad

La limitación para caminar es la condición más frecuente de las personas que padecían alguna discapacidad en SMA hasta el año 2010, por cuanto 948 personas la padecían. En seguida se encontraban 451 personas con limitación visual, 172 con limitación para escuchar, 169 con limitación para hablar, 153 con limitación mental, 98 con déficit de atención, y finalmente 81 personas que necesitan del cuidado de alguien más para poder sobrellevar sus actividades cotidianas (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013).

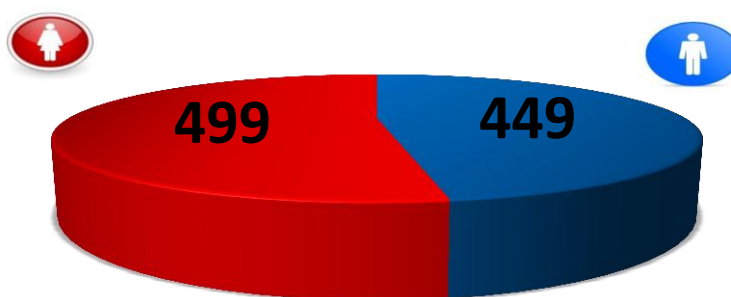
**Grafica 10. Población con discapacidad en SMA, 2010.**



**Fuente:** H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013

#### 4.9.12 Limitación para caminar

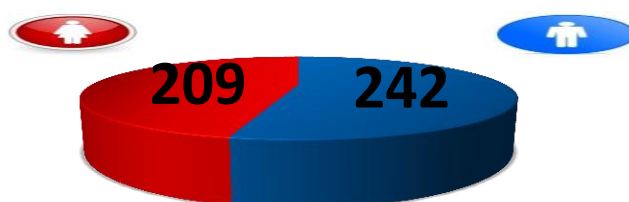
**Grafica 11. Población con limitación para caminar SMA, 2010.**



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.9.13 Limitación para ver

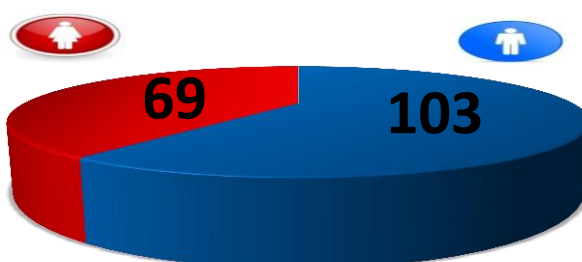
Grafica 12. Población con limitación para ver SMA, 2010.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.14 Limitación para escuchar

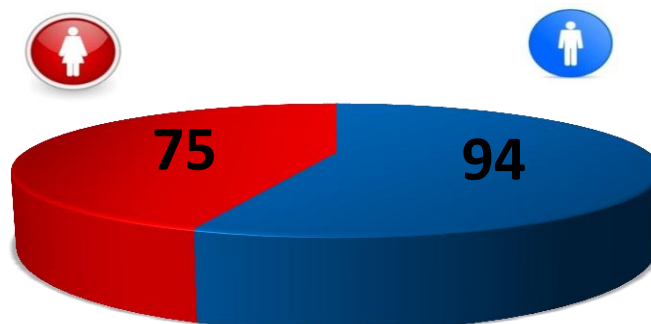
Grafica 13. Población con limitación para escuchar SMA, 2010.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.15 Limitación para hablar

Grafica 14. Población con limitación para hablar SMA, 2010.

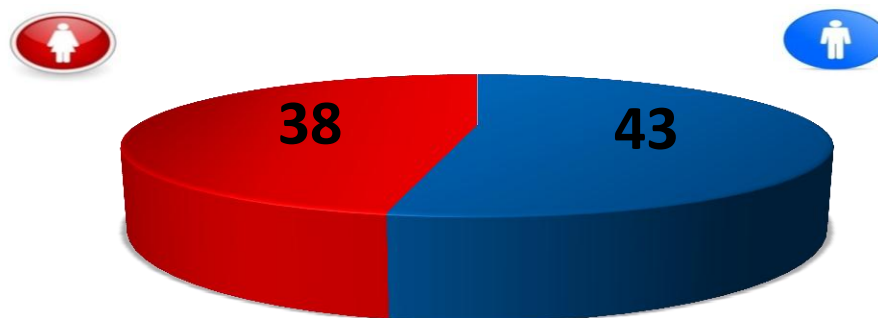


Fuente: Elaboración propia.



#### 4.9.16 Personas que necesitan del cuidado de alguien más para poder sobrellevar sus actividades cotidianas

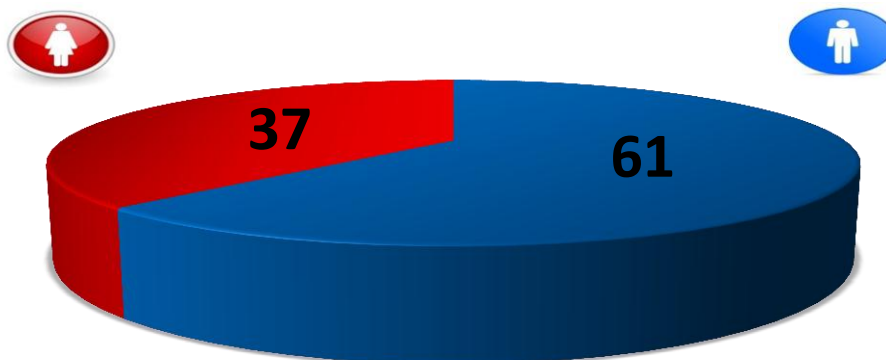
Grafica 15. Población que necesita del cuidado de otra persona



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.17 Déficit de atención

Grafica 16. Población con déficit de atención en SMA, 2010



Fuente: Elaboración propia.

## 4.10 Características Educativas

### 4.10.1 Educación

En el tema de educación se identifican avances considerables en SMA, el grado de escolaridad es de 9.3 años, mientras que la entidad registra 9.1 años y el país 8.6. Además, el municipio alcanzó una tasa de alfabetización (99.5%) superior a la nacional (98.4%) y estatal (99.3%) (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013).

#### 4.10.1 Grado promedio de escolaridad 2010 de SMA

La **Tabla 19** muestra el grado de escolaridad de SMA para el año 2010.

**Tabla 19. Grado promedio de escolaridad 2010 de SMA.**

Grado promedio de escolaridad 2010	Grado promedio de escolaridad 2010 masculino	Grado promedio de escolaridad 2010 Femenino
<b>9.1</b>	<b>9.33</b>	<b>8.88</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Como se ve en la **Tabla 19**, evidentemente la población masculina de SMA rebasa el promedio de escolaridad Femenino.

#### 4.10.2 Porcentaje de población de 15 años y más analfabeta 2010 en SMA

Teniendo en consideración, el indicador del índice de marginación (ANAL10) mostrado en **Tabla 18** (Variables del índice de Marginación por localidad SMA 2010). Este indicador se refiere a que el porcentaje de población de 15 años y más analfabeta en el municipio es de 4.11% en promedio, es decir, la población atenquense de 15 años y más que no cuenta con capacidades suficientes para leer o escribir un recado comprende (en 2010) más del 4% de la población en el rango de edad de 15 años y más. **Tabla 20**

**Tabla 20. Población de 15 años y más analfabeta 2010 de SMA.**

Población de 15 años y mas	% de Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más analfabeta
<b>48,965</b>	<b>4.11</b>	<b>2,012</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.10.3 Población de 15 años sin primaria completa 2010 en SMA**

El indicador sobre la población de 15 años sin primaria completa (SPRIM10) en **Tabla 21**, en promedio resulto ser de 11,75% del total de la población de 15 años y más en las localidades de SMA, es decir, la población mayor de 15 años que declaró no tener conocimientos básicos más allá de saber escribir y leer un recado en 2010, fue casi de 12% de la población de 15 años y más en SMA.

**Tabla 21. Población de 15 años sin primaria completa 2010 de SMA.**

Población de 15 años y mas	% de Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más analfabeta
<b>53, 035</b>	<b>11.75</b>	<b>6231.61</b>

**Fuente:** Elaboración propia

De tal modo como se muestra en la **Tabla 21**, si la población de 12 y más del municipio es igual a 53,035 personas. Alrededor de 6,232 personas en SMA no son capaces de escribir o leer un recado.

En otro sentido, tomando en cuenta al número total de personas de 18 años y más, así como aquellas del mismo rango de edad que pudieron concluir la educación pos básica, el porcentaje de población de 18 años y más con secundaria completa, preparatoria, o educación superior, resulta ser de 37% de la población de 18 años y más, es decir es de personas como lo muestra la **Tabla 22** de abajo.

**Tabla 22. Porcentaje de población de 18 años y más con educación post básica.**

<b>Población de 18 años y mas</b>	<b>% Población de 18 años y más con educación post básica</b>	<b>Población de 18 años y más con educación post básica</b>
<b>44659</b>	<b>37.23</b>	<b>16628</b>

**Fuente:** Elaboración propia

# CAPÍTULO

## V

### Identificación de peligro, vulnerabilidad y riesgo por Inundaciones



## Capítulo 5.- Identificación de peligro, vulnerabilidad y riesgo por Inundaciones

### 5.1 Causas de Inundación en SMA

De acuerdo con el análisis e información contenidos en el Capítulo 1, las causas principales de las inundaciones en SMA son:

1. Encharcamiento por lluvias intensas en el municipio cuya área es considerablemente plana.
2. Encharcamiento por deficiencias en el drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales (Río Lerma).

### 5.2 Áreas de inundación

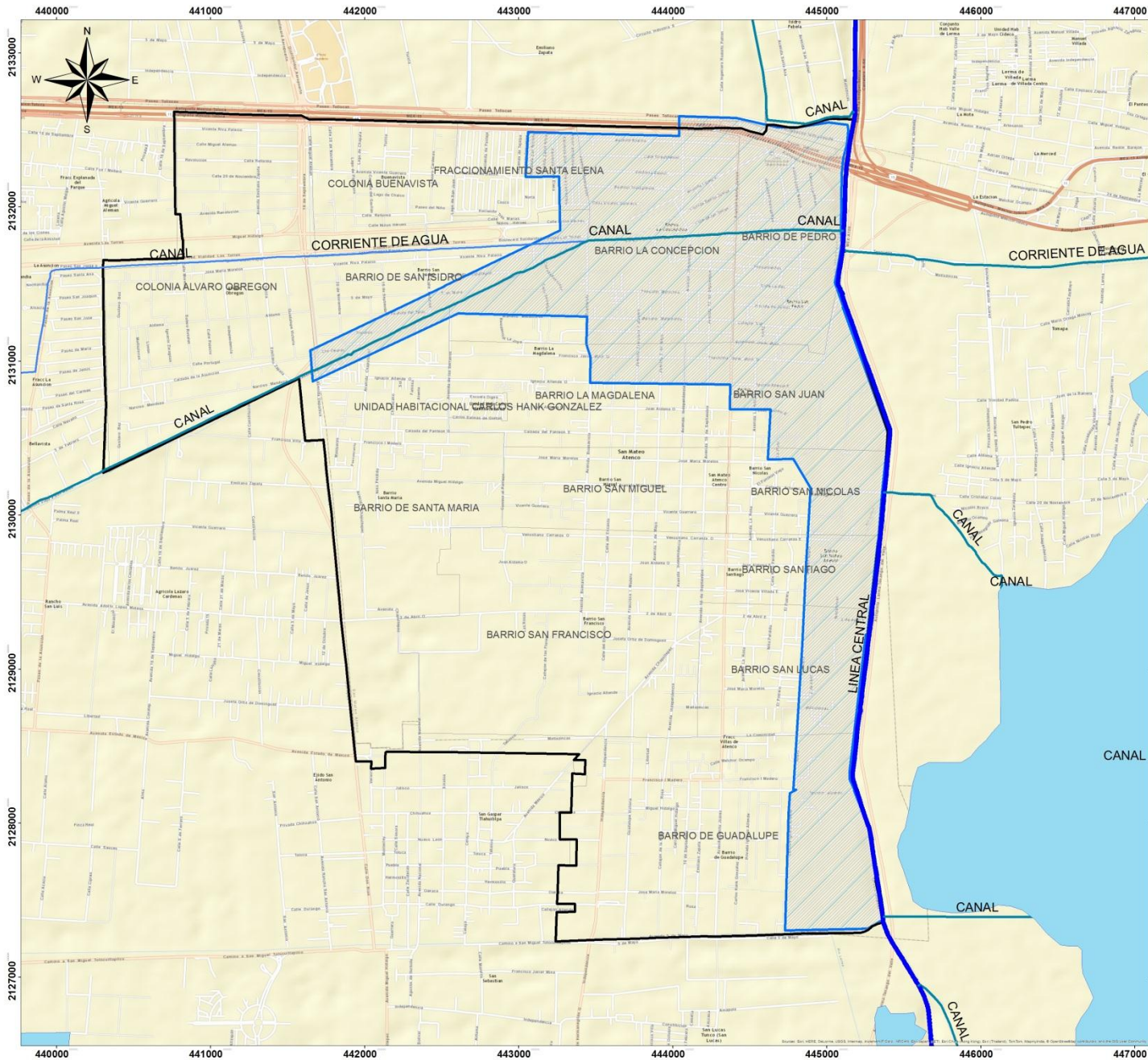
Las áreas inundables en SMA están determinadas a partir de información cartográfica de la Dirección General de Protección Civil del Estado de México (2014), agregada a esta información, se integran las áreas inundables definidas por la CAEM en el periodo de 2008 a 2012, de tal manera, el área total de inundación para el cálculo de daños estará definida de la siguiente forma:

**Diagrama 6. Determinación de las áreas inundables.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

Realizando la digitalización de la información cartográfica de las fuentes citadas en la figura de arriba, se obtuvo el área inundable mostrada en el **Mapa 17** mostrado a continuación.



**TEMA:** Área de inundación San Mateo Atenco

Universidad Autónoma del Estado de Mexico  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. 17  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverso de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:8,466  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Geoespacial Municipal de San Mateo Atenco, INEGI 2011, Cartografía Básica San Mateo Atenco, INEGI 2006, Feb 29 de Ago 2010, 2011, 2012, Área Inundable CONAMIC, historiografía del estado de México 1997



### 5.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como las condiciones, determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, políticos, técnicos, ideológicos, culturales, educativos, ecológicos e institucionales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad o grupo de personas al impacto de amenazas o peligros naturales. La vulnerabilidad se relaciona estrechamente con la capacidad de las personas o las comunidades.

Altos niveles de vulnerabilidad implican un agravante en el resultado de eventos peligrosos "DESASTRES", éstos son una compleja combinación tanto de las cualidades de las amenazas implícitas como de las características de la población. Así, desde esta perspectiva, "la vulnerabilidad es un término relativo y específico, que siempre implica una vulnerabilidad a una amenaza particular" (Blaikie et. al. 1996). El hecho de calificar a la vulnerabilidad como social genera que su estudio implique un alto grado de complejidad. Esta complejidad de acuerdo con (Blaikie et. al. 1996), es referida a las diversas relaciones sociales que contienen una dimensión histórica y espacial, caracterizadoras de cultura, prácticas económicas y políticas, las cuales tendrán diferentes vínculos y determinaciones dependiendo de la escala de observación: familia, clase o grupo social, comunidad, nación, etc.

Sin embargo, menciona que el referir a la pobreza como generadora de mayor vulnerabilidad, no hace más que simplificar el proceso social que crea la pobreza y la riqueza. Para él la vulnerabilidad se sujeta a la disponibilidad de recursos y de mecanismos ágiles y sin fricciones para su acceso.

Asimismo, menciona que la vulnerabilidad social no es sólo la exposición al peligro, sino también la capacidad de recuperación de cada grupo social y familiar. El lugar o territorio, tiene una determinación de valor; por lo que los lugares peligrosos, o sea los menos valorizados, son los más accesibles para los grupos sociales pobres, aunque existen excepciones, lo que no significa que los grupos con poder económico que habitan en lugares peligrosos sean igual de vulnerables que los grupos pobres. Así entonces, se plantea que si

bien la vulnerabilidad se construye socialmente a partir de diversas causas de fondo, que derivan en condiciones particulares inseguras, es conveniente una descripción de las condiciones de vulnerabilidad a un estudio más profundo de las relaciones sociales que estructuran el espacio en sus dimensiones temporales y espaciales, considerando siempre a la naturaleza como una parte relacionada con la sociedad.

### 5.3.1 Índice de marginación por AGEBS

Por tal motivo es necesario saber en qué condiciones sociales se encuentra el municipio de SMA. El municipio cuenta con 20 Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEBS) y de acuerdo a CONAPO estas se dividen en 3 niveles de Grado de marginación (ALTO, MEDIO, MUY BAJO). **Tabla 23 - 24**

**Tabla 23.Total de AGEBS e Índice de Marginación, 2010**

Clave	Marginación	Clave	Marginación
1507600010077	Alto	1507600010185	Alto
1507600010310	Alto	1507600010062	Alto
1507600010325	Alto	1507600010240	Alto
1507600010306	Alto	1507600010378	Alto
1507600010132	Alto	1507600010202	Alto
1507600010382	Alto	1507600010096	Alto
1507600010058	Alto	1507600010128	Alto
1507600010109	Alto	1507600010363	Medio
1507600010113	Alto	1507600120397	Medio
1507600010359	Alto	1507600010147	Muy bajo

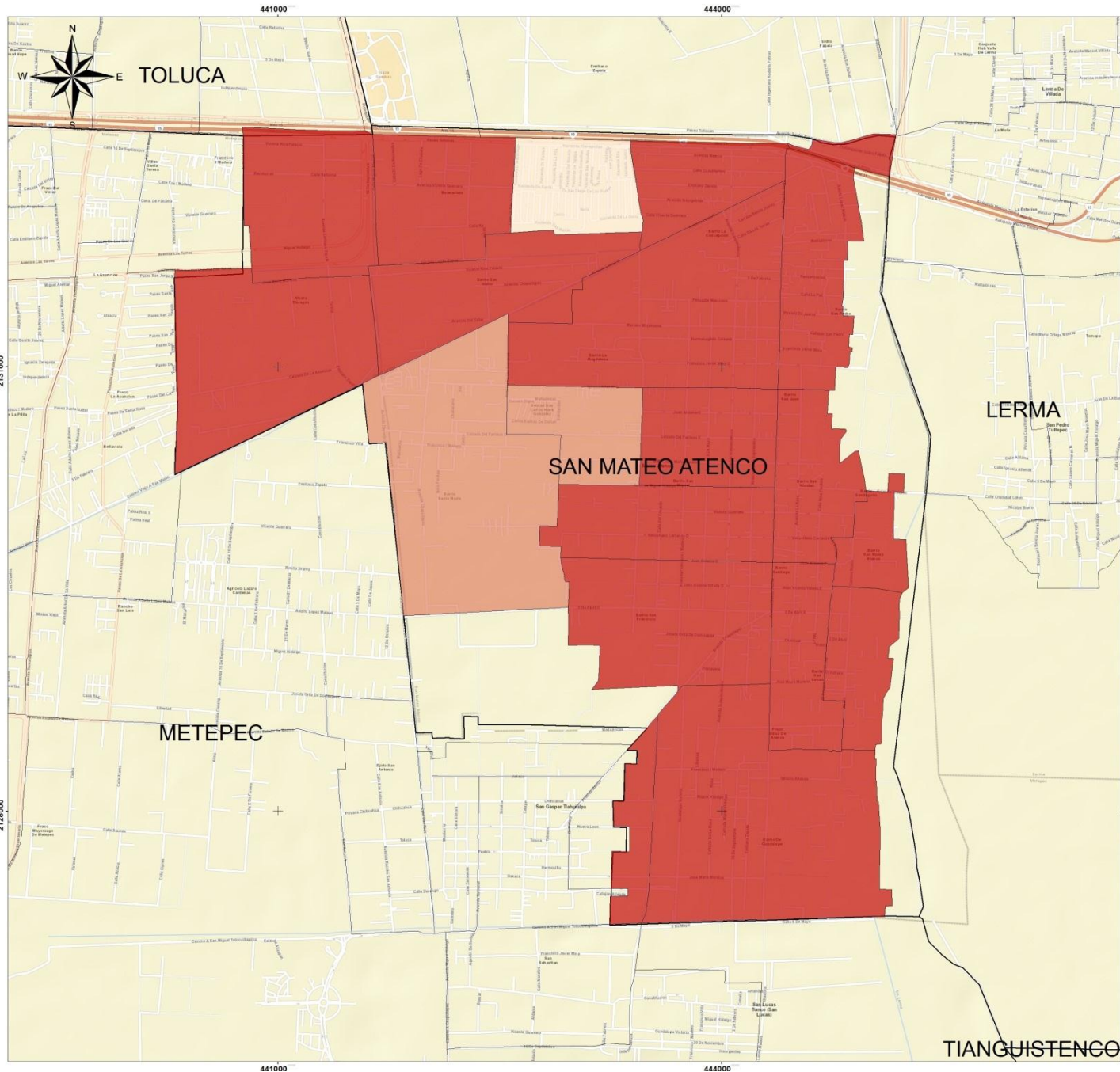
Fuente: CONAPO, 2010

**Tabla 24.Numero y porcentaje de AGEBS distribuidos en el municipio por Grado de Marginación**

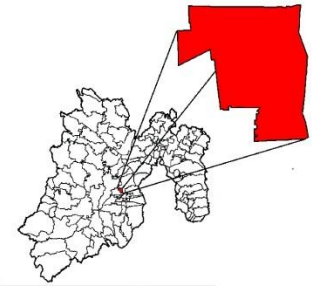
Grado de Marginación	No. AGEBS	%
Alto	17	85
Medio	2	10
Bajo	1	5
<b>Total del Municipio</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAPO, 2010





**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

-  Limite Municipal
- INDICE DE MARGINACION POR AGEBS**
-  Muy bajo
-  Medio
-  Alto

**TEMA:** INDICE DE MARGINACION DE SAN MATEO ATENCO

**Universidad Autonoma del Estado de Mexico**  

 Facultad de Geografia  
 Licenciatura en Geoinformatica
 

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

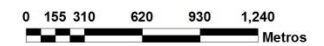
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

**PLANO No. 18**

PROYECTO: Propuesta de atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECTO: FACULTAD DE GEOGRAFIA

ESCALA: 1:50,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FECHA:



### 5.3.2 Índice de Marginación a nivel manzana para el municipio de SMA

La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida (CONAPO, 2010).

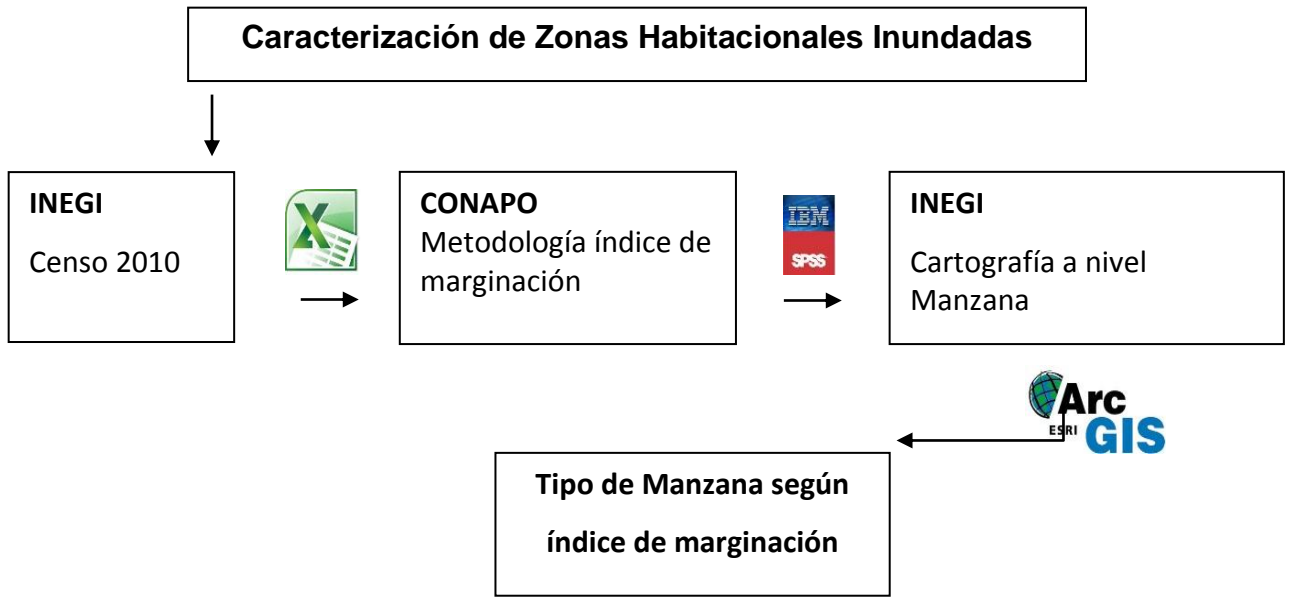
Teniendo en cuenta las variables socioeconómicas que integra el índice de marginación, se puede decir que éste es en buena medida una herramienta de análisis espacial capaz de reflejar la diferencia de posibilidades de respuesta de la población ante el riesgo de inundación.

Es por ello que con el fin de contar con un instrumento de ubicación e identificación de los distintos niveles de vulnerabilidad ante el riesgo de inundación en el municipio de SMA, el propósito de esta etapa de trabajo se orientará a obtener un Mapa del índice de marginación del municipio, el cual estará definido a una escala cartográfica suficientemente útil en una etapa posterior de este trabajo, la cual estará dedicada al cálculo de la “Valoración Económica de Daños Potenciales Tangibles Directos por Inundación”.

El Diagrama 6, explica la metodología y los recursos utilizados para la construcción del índice de marginación a nivel manzana, éste diagrama forma parte de la caracterización de las zonas habitacionales inundadas, una explicación a mayor detalle se muestra en seguida. **Ver Mapa19**

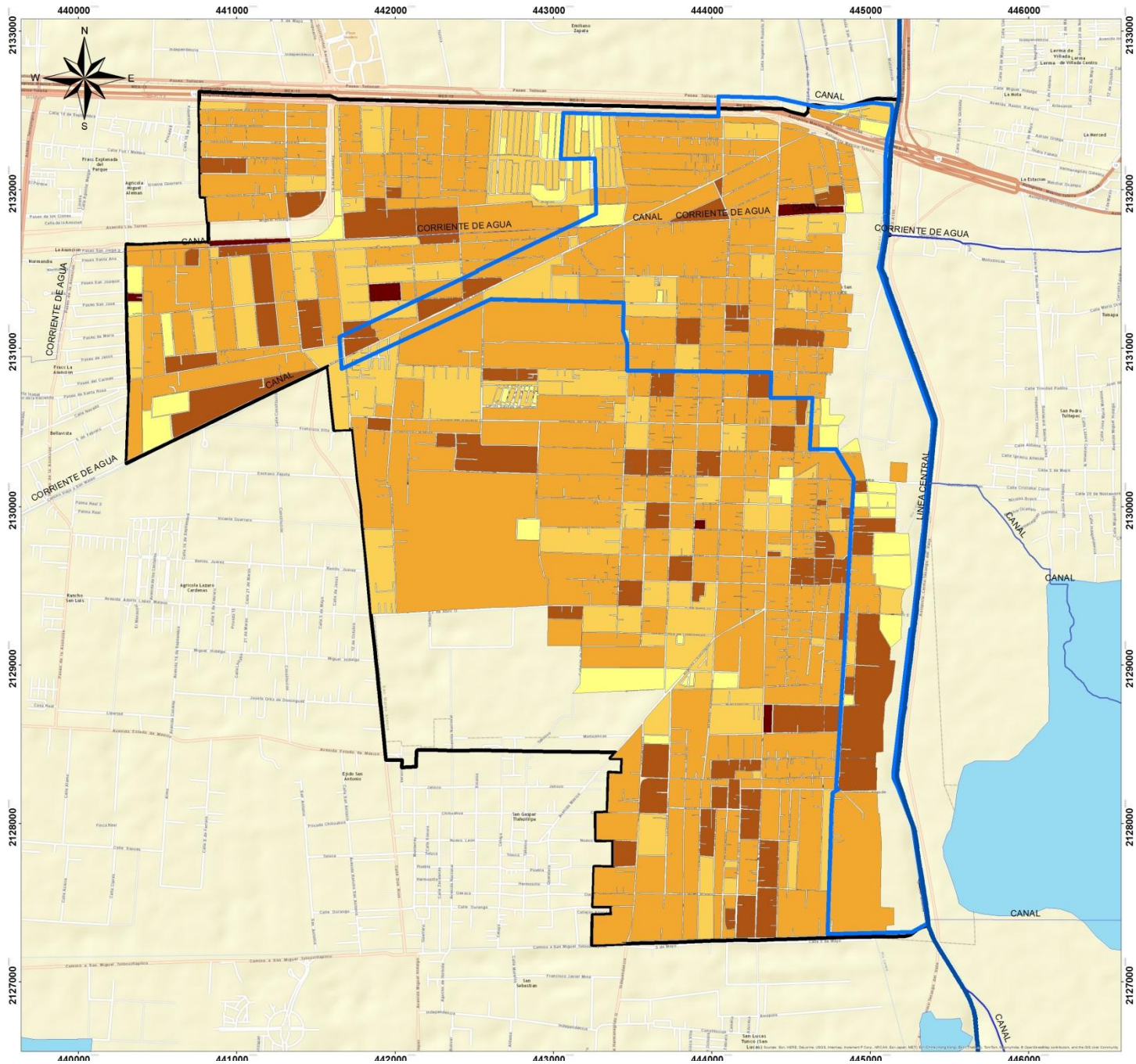


**Diagrama 7. Caracterización de las zonas habitacionales inundadas en SMA.**



**Fuente:** Modificado de Baró y otros, 2012.

**Nota:** Ver anexos (Pasos para la elaboración de Índice de Marginación por manzanas)



TEMA:  
**Índice de marginación por manzana  
 San Mateo Atenco**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**19**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
 Transverso de Mercator  
 WGS84 Zona 14

ESCALA: **1:8,000**  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, CONABIO



#### 5.4 Caracterización de zonas habitacionales inundadas

Retomando el mapa de Índice de marginación por manzana, se han identificado las manzanas ubicadas en la zona de inundación dentro del municipio de SMA (Mapa 19). El número total de manzanas que se localizaron dentro del área de inundación fue de 175, la Tabla 25 muestra el número de manzanas obtenidas de acuerdo a los índices de marginación.

**Tabla 25. Número total de manzanas, por Índice de Marginación**

Índice de marginación	Numero de manzanas
<b>Muy Alto</b>	1
<b>Alto</b>	25
<b>Medio</b>	95
<b>Bajo</b>	32
<b>Muy Bajo</b>	22
<b>Total</b>	<b>175</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 26: Número de manzanas e índice de marginación por barrio, localizadas en áreas inundables del municipio de SMA**

Índice de marginación	Col A. Obregón	San Pedro	San Lucas	Guadalupe	Santiago	Santa María	San Nicolás	San Juan	La Concepción	La Magdalena	Frac. Santa Elena	San Isidro	Total
Muy Alto	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alto	0	2	4	3	3	0	3	3	6	2	0	4	30
Medio	1	23	6	3	5	1	6	12	36	8	3	9	113
Bajo	2	6	2	1	1	2	0	2	7	1	8	4	36
Muy Bajo	0	4	2	0	2	0	6	3	2	1	4	1	25
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>205*</b>

Nota: El número real de manzanas es de 175, sin embargo, algunas manzanas están localizadas entre la línea de división política entre los barrios, y por ello su número en esta tabla se incrementa a 205.

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 5.5 Exposición

La exposición es la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos. Se define como el volumen normalizado de población, construcciones y bienes económicos y estratégicos expuestos a la acción de la inundación en el área que cubre el barrio en consideración. Para su determinación, en este caso, se tomara como criterio fundamental la **DENSIDAD DE POBLACION** y concentración de las **ACTIVIDADES COMÉRCIALES** se generaron áreas de 100 m<sup>2</sup> las cuales se tomó dentro y fuera de la zona de influencia (Zona de Inundación) del municipio.

Por tal motivo la mayor concentración de población representa un aspecto fundamental del riesgo, ya que permite identificar aquellos elementos que por su localización pueden sufrir algún nivel de daños o pérdidas como consecuencia de la acción de la amenaza. Conocer la distribución y cantidad de elementos expuestos a un nivel de amenaza específico permite priorizar y promover actividades básicas. Este conocimiento se puede considerar un indicador que les señala a las autoridades hacia dónde enfocar prioridades de análisis y medidas estructurales (físicas) y no estructurales (legislación, educación y difusión) de reducción de riesgos (mitigación). **Ver Tabla 27**

**Tabla 27: Grado de Exposición por número de habitantes cada 100 m<sup>2</sup>**

<b>Grado de Exposición</b>	<b>Número de habitantes por cada 100 m<sup>2</sup></b>
<b>Muy Bajo</b>	3 - 116
<b>Bajo</b>	117 - 179
<b>Medio</b>	180 - 269
<b>Alto</b>	270 - 432
<b>Muy Alto</b>	433 - 848

**Fuente:** Elaboración Propia

**Resultado. Ver Mapa 20**

Por otra parte la base productiva del municipio constituye el soporte fundamental del desarrollo, por lo que es una determinante clave en la calidad de vida de la población. Actualmente el sector terciario compuesto por el comercio y los servicios es la actividad económica más importante del municipio ya que en ella se ocupan 15,915.4 personas, que representan el 56.76% de la población ocupada total. En relación a este escenario es importante señalar que el comercio se destaca como la actividad con mayores ingresos con un porcentaje de 74.51%, correspondiendo los restantes 25.49% a servicios privados no financieros y a comunicaciones y transportes. **Ver Tabla 12**

Dadas las estadísticas anteriores, ya que se cuenta dentro del municipio con una zona comercial importante donde se localizan Plazas de venta de calzado elaborado por habitantes del municipio Por ello el análisis del entorno económico permitirá saber el grado de afectación que podría tener. **Ver Tabla 27**

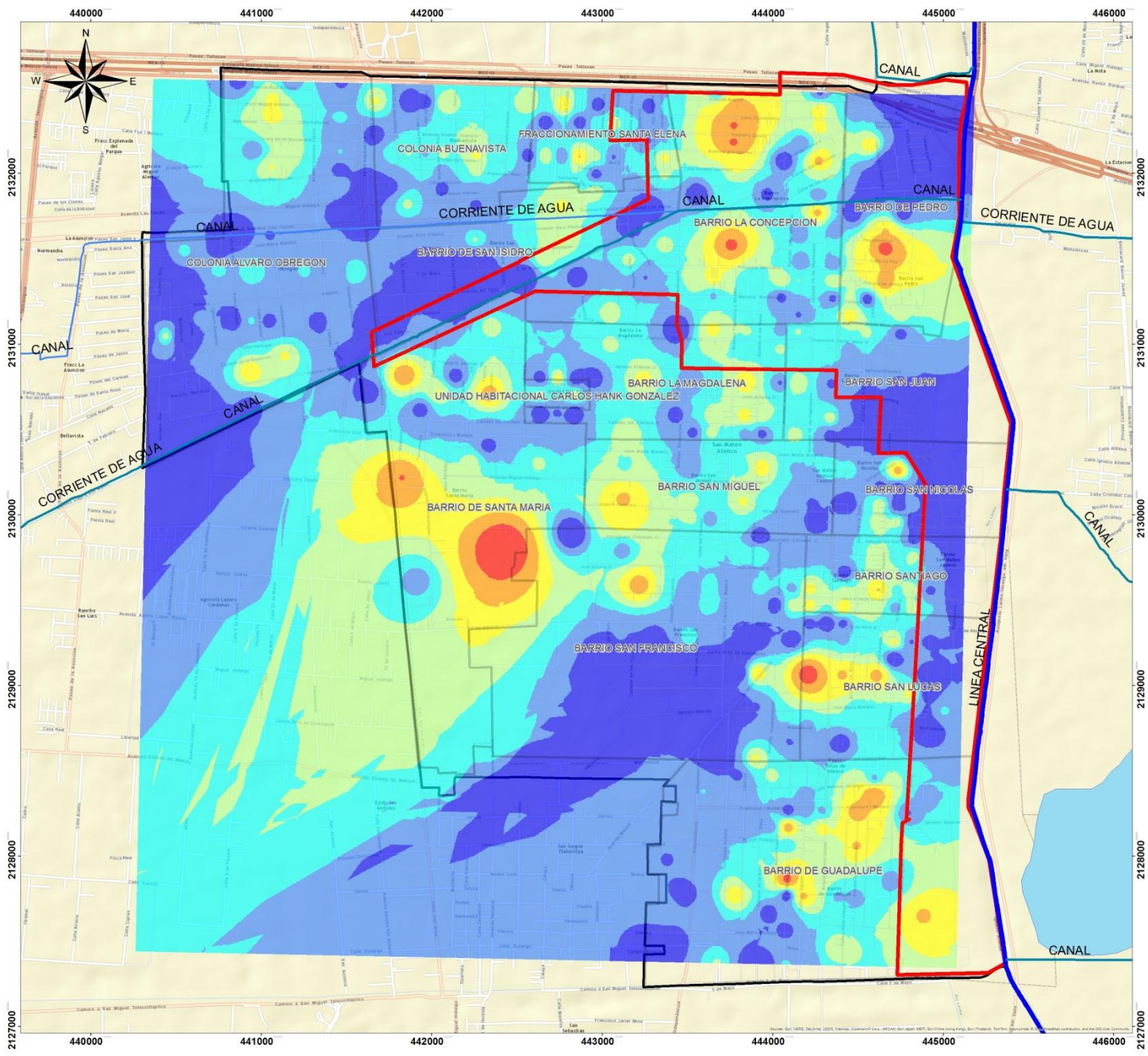
**Tabla 28: Grado de Exposición en Actividades Comerciales**

<b>Grado de Exposición</b>	<b>Numero de negocios por cada 100 m<sup>2</sup></b>
<b>Muy Bajo</b>	1 - 11
<b>Bajo</b>	12 - 44
<b>Medio</b>	45 - 107
<b>Alto</b>	108 – 206
<b>Muy Alto</b>	207 - 382

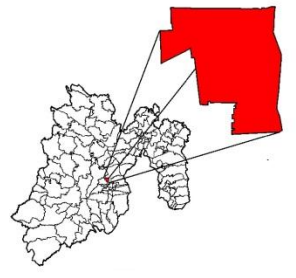
**Fuente:** Elaboración Propia

**Resultado. Ver Mapa 21**





**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

	Límite municipal		Número de personas por cada 100 m2
	Colonias		3 - 116
	Cuerpo de agua		117 - 179
	Canales		180 - 269
	Río Lerma		270 - 432
	Área de Inundación		433 - 848

**TEMA: DENSIDAD DE POBLACIÓN**

Universidad Autónoma del Estado de Mexico  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

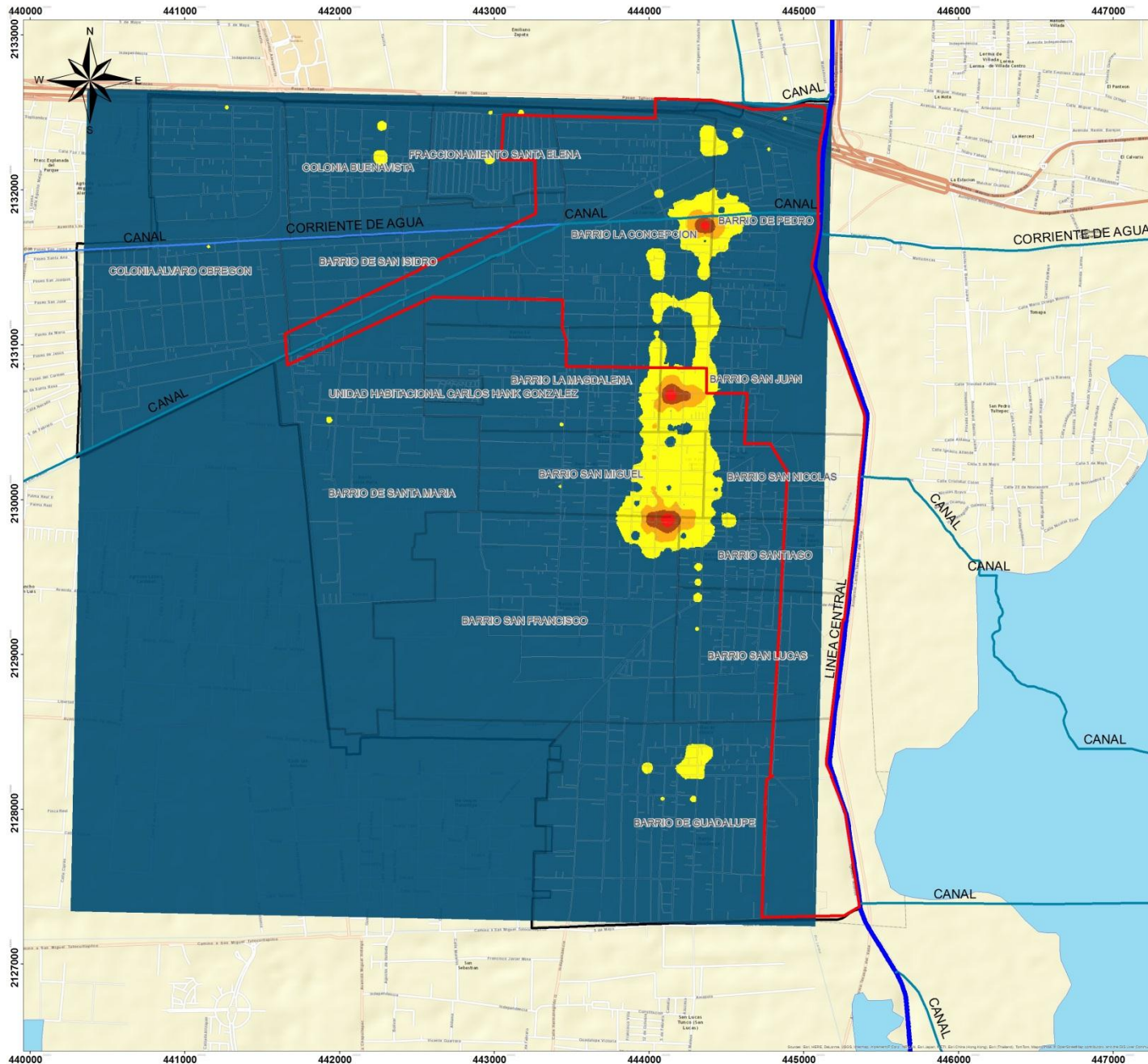
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. 20 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14 ESCALA: 1:7,538 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez FUENTE: INEGI 2010, Muestra Geoespacial de México que SIGESM 2011, Cartografía Urbana San Mateo Atenco CAEM 2005 - 2010 y Dirección General de Protección Civil 2010 Tercera Edición. Metodología propia del estudio de México 1997 (Inegi). Áreas de peligro por inundación 2010







### TEMA: ACTIVIDAD COMERCIAL

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. 21  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:8,466  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Geoadministrativo de México que SIGESM 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco CAEM 2008 - 2010 y Dirección General de Protección Civil 2010 Tercera Edición, Imagen satelital de Google Earth 1997 (datos: Años de peligro por inundación 2010)



## 5-6 Fragilidad Social

La fragilidad social en el municipio de SMA se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginilidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos. Para su determinación, se definieron los siguientes componentes.

### **Población Económicamente No Activa:**

Es importante saber que porcentaje de la población es económicamente pasiva, que comprende a todas las personas en edad de trabajar (12 años y más) que no participan en la producción de bienes y servicios porque no necesitan, no pueden o no están interesadas en tener actividad remunerada. A este grupo pertenecen: las personas que son exclusivamente: estudiantes, amas de casa, pensionados, jubilados, rentistas, incapacitados permanentes para trabajar, personas que no les llama la atención o creen que no vale la pena trabajar, otros incluidos dentro de la población en edad de trabajar (PET) dentro del municipio.

**Tabla 29: Grado de Población Económicamente No Activa**

<b>Grado de Población Económicamente No Activa</b>	<b>Numero de persona por cada 100 m<sup>2</sup></b>
<b>Muy Bajo</b>	0 -12
<b>Bajo</b>	13 - 23
<b>Medio</b>	24 - 30
<b>Alto</b>	31 - 35
<b>Muy Alto</b>	36 - 63

**Fuente:** Elaboración Propia

**Resultado. Ver Mapa 22**

### **Ingreso per Cápita:**

Referencia a todas las entradas económicas que recibe una persona. De tal modo es importante saber el ingreso de la población del municipio de SMA, ya que es un factor que influye en la población para poder detectar que población se encuentra con mayor posibilidad de poder recuperarse o de poder realizar acciones en contra de la amenaza. **Ver Tabla 29**

**Tabla 30: Grado de Ingreso per Cápita**

<b>Grado de Ingreso per Cápita por Persona</b>	<b>Ingreso diario aproximado en pesos por habitante en las viviendas</b>
<b>Muy Bajo</b>	0 -12
<b>Bajo</b>	13 - 23
<b>Medio</b>	24 - 30
<b>Alto</b>	31 - 35
<b>Muy Alto</b>	36 - 63

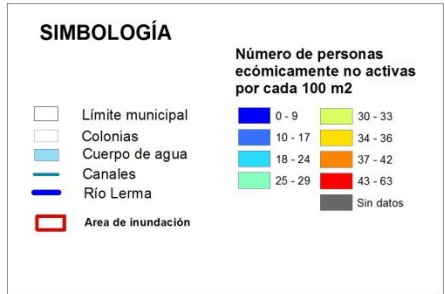
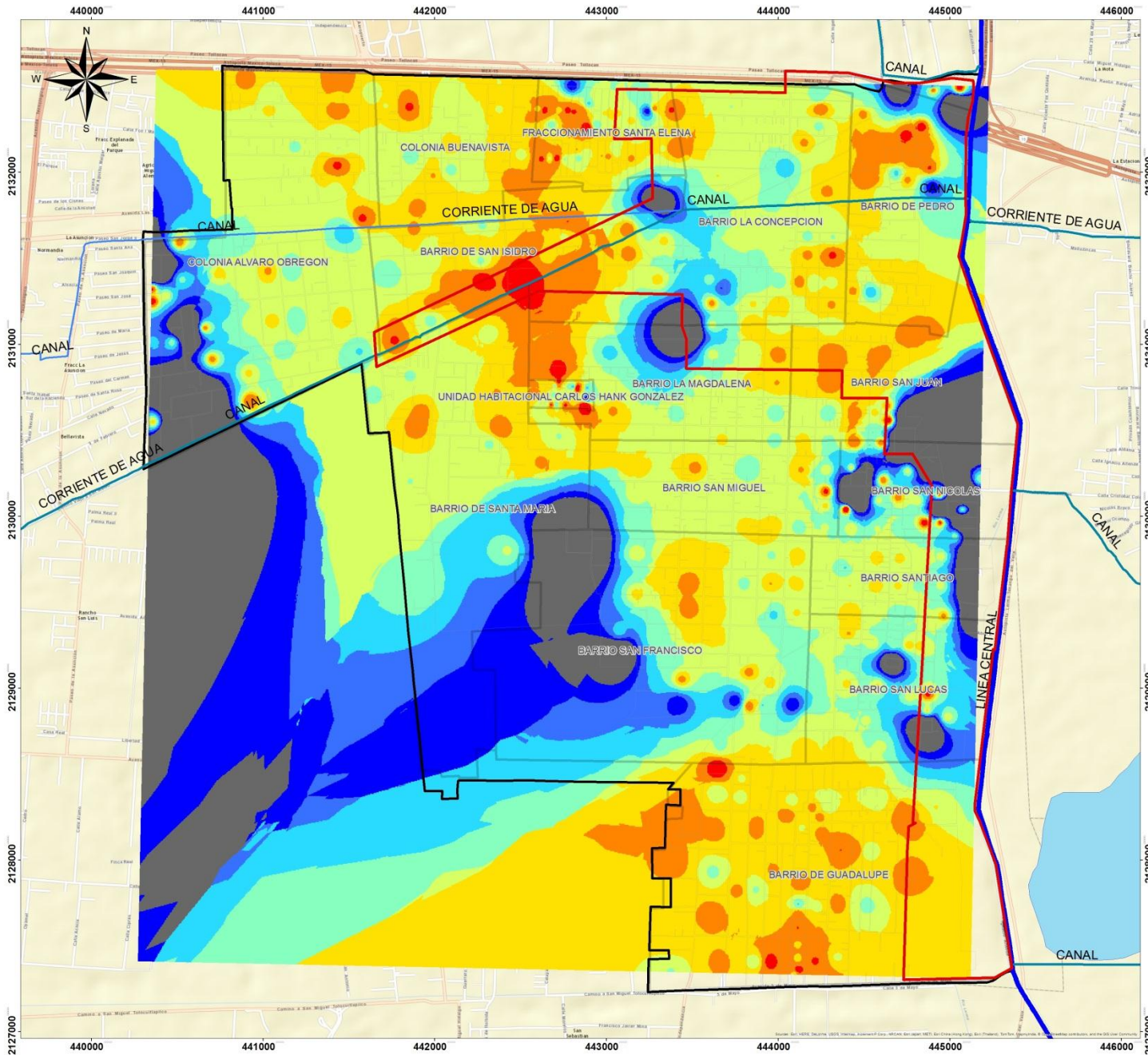
**Fuente:** Elaboración Propia

**Resultado. Ver Mapa 23**

### **5.7 Resiliencia**

Muestra en el municipio las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto. Para su determinación en el municipio se distinguió la ubicación de los Centros de Atención Médica, Escuelas y Templos, dado que son lugares que pueden servir como alberges donde la población puede refugiarse y recibir los debidos cuidados correspondientes, dado que no toda la población del municipio se encuentra tan cercana a estos puntos estratégicos. **Mapa 23**





TEMA:  
**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE NO ACTIVA**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**22**

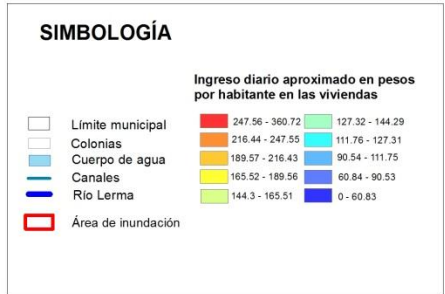
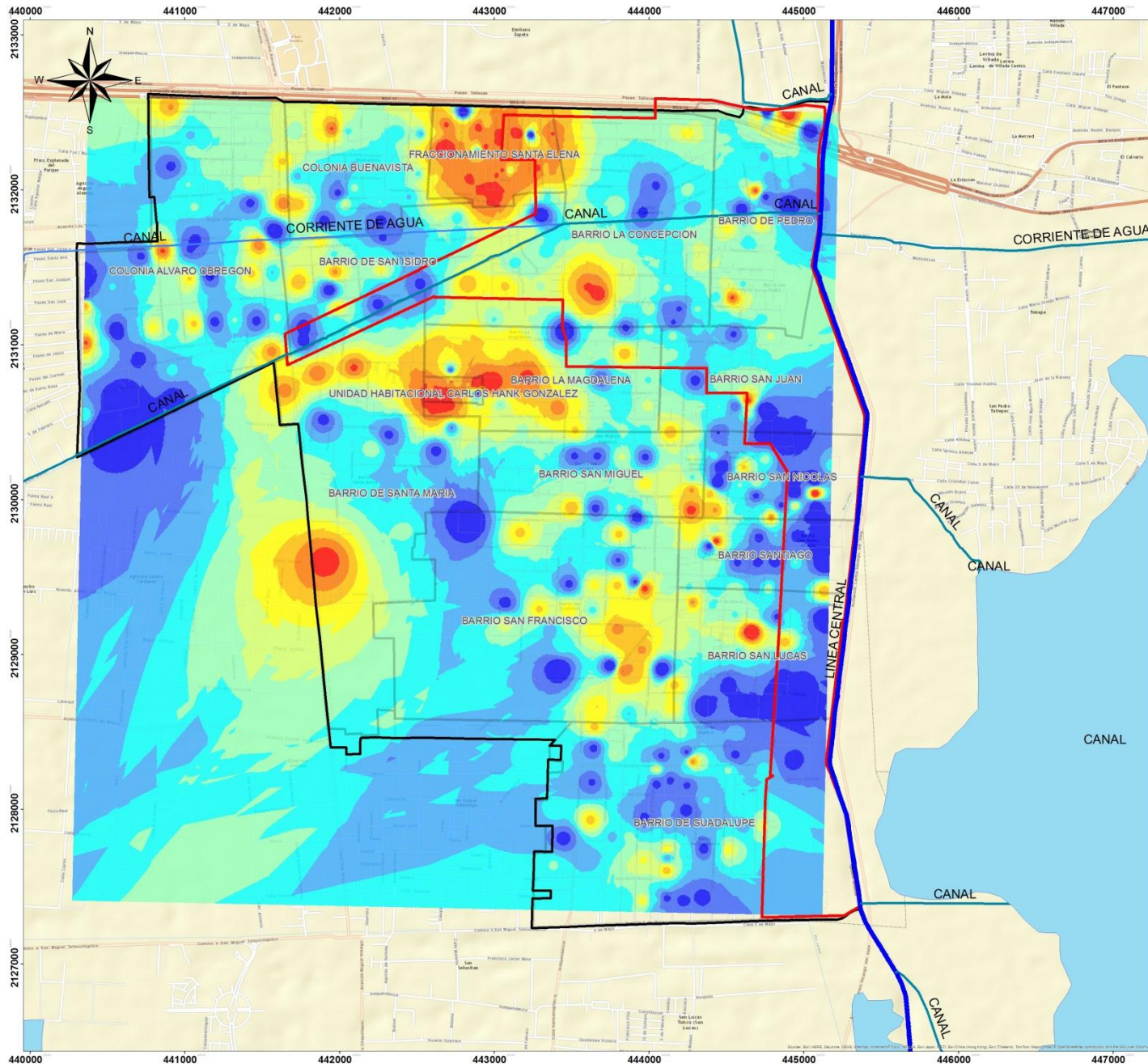
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA:  
**1:7,538**  
REVISÓ:  
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
FUENTE:  
INEGI 2010, Mapeo Geoespacial de México por SIGESM 2011, Cartografía Banco San Mateo Atenco CAEM 2008 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Tercera Edición, Hidrografía del Estado de México 1997 (datos). Áreas de peligro por inundación 2010







TEMA:  
**INGRESO DIARIO APROXIMADO PER CAPITA**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

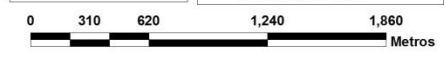
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**23**

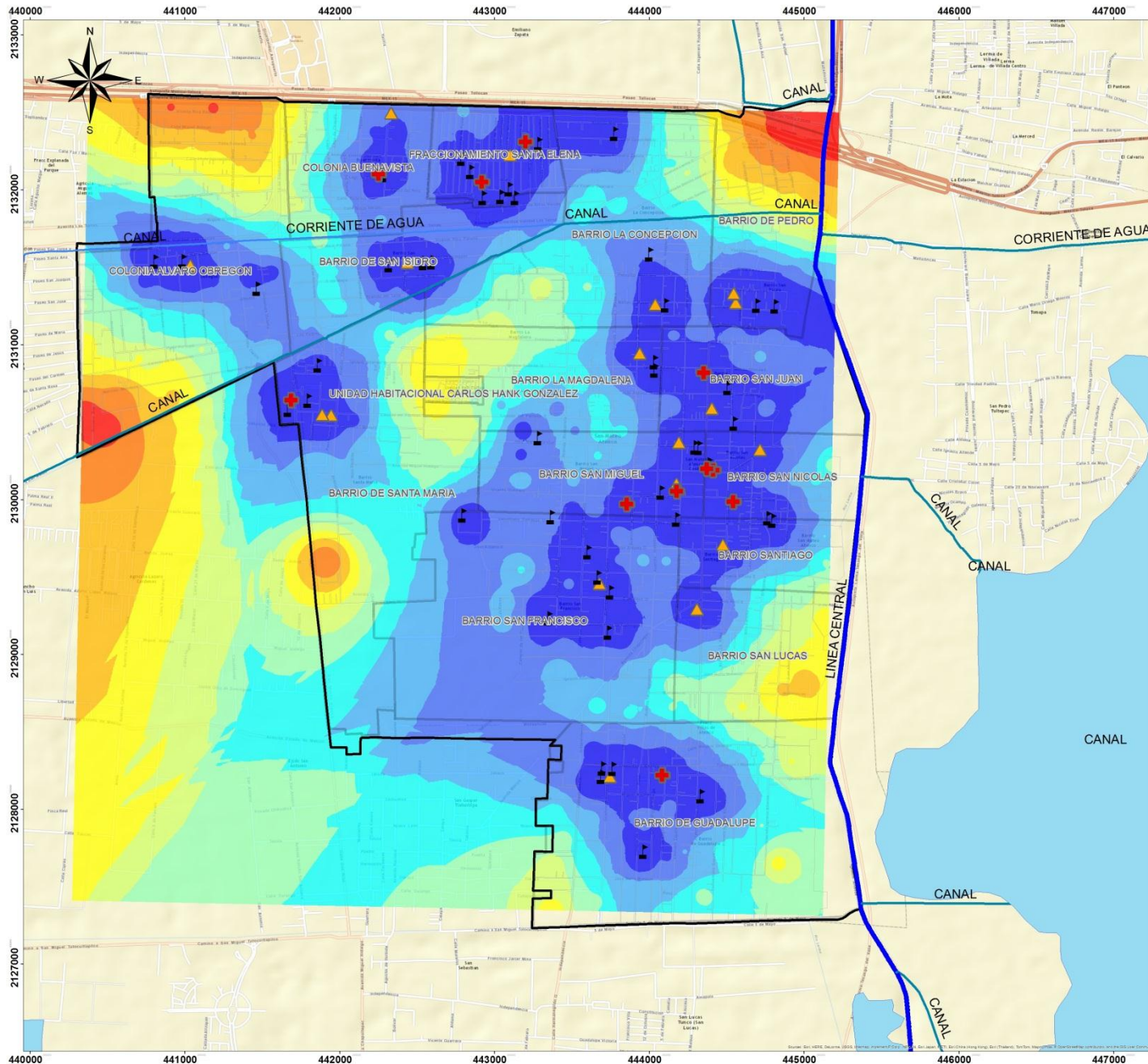
PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA:  
**1:8,466**  
 REVISÓ:  
Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE:  
INEC 2010, Mapa Geostadístico de México por SECTER 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco CAEM 2008 - 2010 y Dirección General de Protección Civil 2010 Tercera Edición, Hidrografía del Estado de México 1997 (Derech. Áreas de peligro por inundación 2010)







TEMA: **DISTANCIA A PUNTOS DE POSIBLE ALBERGUE**

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**24**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
 Transverse de Mercator  
 WGS84 Zona 14

ESCALA: **1:8,466**  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Geoespacial de México que  
 SECEM 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco  
 CAEM 2008 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Toluca  
 CONAMIG, Hidrografía del Estado de México 1987  
 IGN 2007, Anales de peregrinación fundación 2010



## 5.8 Peligro

Las inundaciones se generan cuando la precipitación provoca que el flujo de agua sea superior al área del cuerpo de captación o en una zona generalmente seca, se considera una inundación cuando existe el desbordamiento de ríos y arroyos o como lo determina la UNESCO es el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Se conocen como zonas inundables las que son anegadas durante eventos extraordinarios, por ejemplo aguaceros intensos, crecientes poco frecuentes. Las zonas inundables se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones. Estas causas son las siguientes:

1. Inundación por lluvias intensas sobre áreas planas (acumulación).
2. Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales y de ciénagas.
4. Obstáculos al flujo por la construcción de obras civiles.
5. Crecidas repentinas por cauces de respuesta rápida.

En SMA ya anteriormente mencionado las causas de inundaciones son:

1. Encharcamiento por lluvias intensas en el municipio cuya área es considerablemente plana.
2. Encharcamiento por deficiencias en el drenaje superficial.
3. Desbordamiento de corrientes naturales (Río Lerma).

Dado que en el municipio el factor que más influye en la generación de inundaciones, es el mal estado e insuficiencia del drenaje. Se tomó en consideración cuales son las zonas con una mayor ocurrencia de inundaciones durante los últimos 5 años, así mismo la población que se ha visto afectada **Ver Mapa 25,**

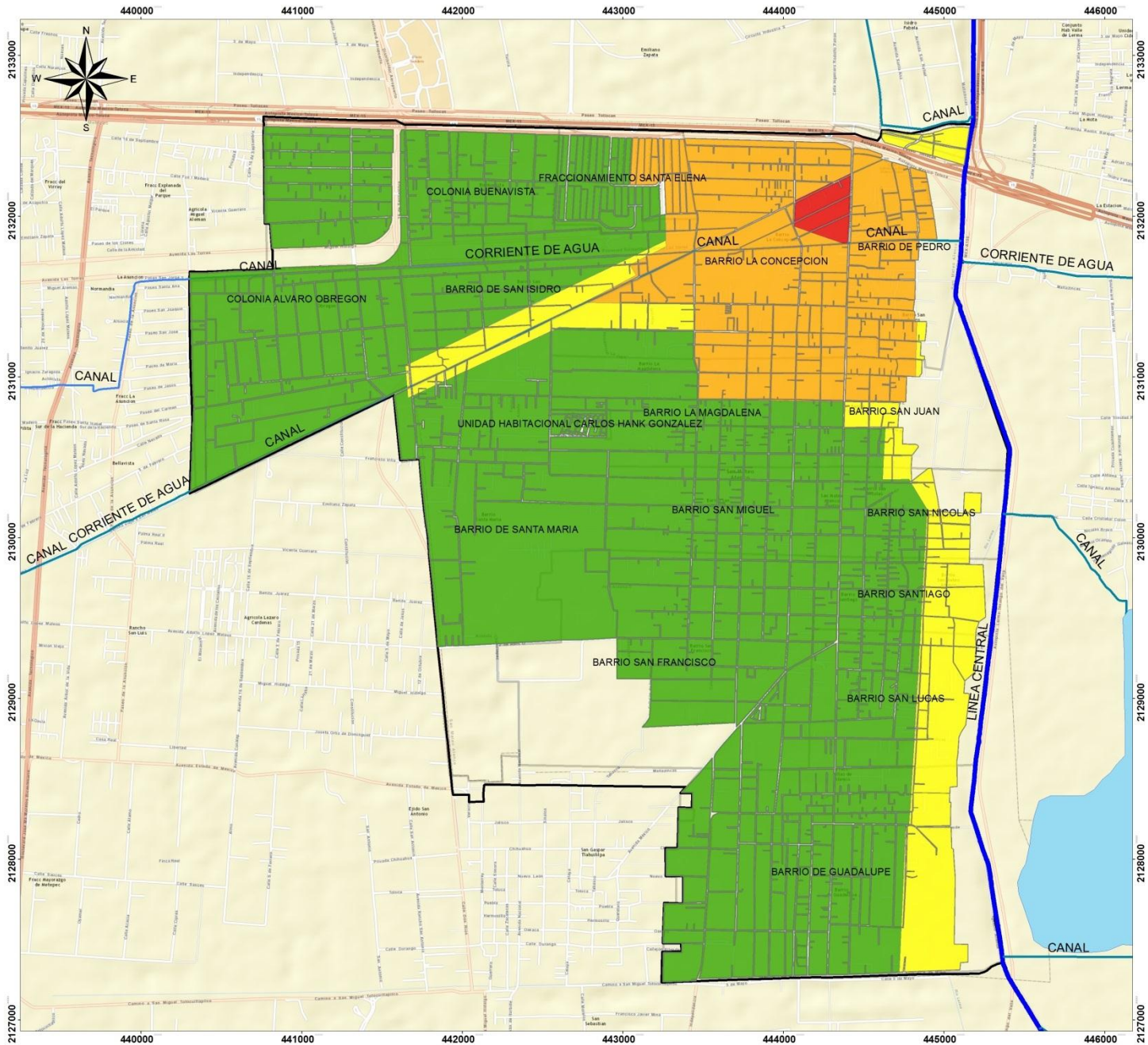
En el cual muestra que el barrio de San Pedro y el Barrio de la Concepción es donde es más frecuente que ocurra una inundación y son aquellos que sufren más daños en la **tabla 31 ()** se observa el número de viviendas afectadas y el total de afectación afectada dentro del municipio.

**Tabla 31: Grado de Peligro con número de Viviendas y población Afectada**

<b>Peligro</b>	<b>viviendas</b>	<b>Población</b>
Muy Alto	423	1917
Alto	4123	18474
Medio	2017	8911
Bajo	12168	54594

**Fuente:** Elaboración propia





TEMA: **PELIGRO POR INUNDACIONES**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**25**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
 Transverse de Mercator  
 WGS84 Zona 14

ESCALA: **1:8,000**  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Georreferenciado Municipal  
 INEGI 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco  
 CENSA 2005 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Toluca  
 CONAMIG: Hidrografía Urbana del Estado de México 1997  
 GeoID, Anales de peligro por inundación 2010





Se obtuvo la probabilidad de ocurrencia de precipitación a partir de un periodo de retorno de 2, 10, 50 y 100 años así mismo su frecuencia.

### **Precipitación Máxima**

Mencionado lo anterior se tiene que obtener la probabilidad de ocurrencia de precipitación en la zona de influencia, estos será calculado a través del SIATL (Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas, INEGI) con un periodo de retorno de 2, 10, 50 y 100 años, estos se generaron a través de procesos de interpolación y extrapolación de datos históricos de 50 años de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional los resultados obtenidos se muestran a continuación.

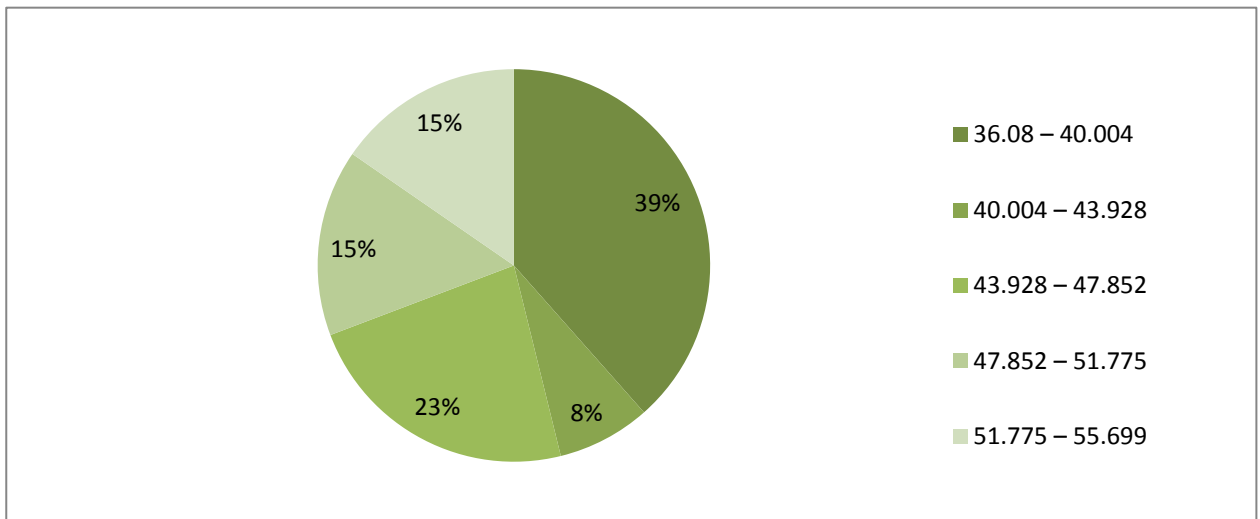
**Tabla 31: Precipitación para un periodo de retorno de 2, 10, 50, 100 y 20 años con duración de la lluvia de 24 hrs.**

<b>TR: 2 años Lluvia (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
36.08 - 40.004	5
40.004 - 43.928	1
43.928 - 47.852	3
47.852 - 51.775	2
51.775 - 55.699	2
<b>TR: 10 años Lluvia (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
53.05 - 58.843	5
58.843 - 64.637	1
64.637 - 70.431	3
70.431 - 76.225	3
76.225 - 82.019	1
<b>TR: 50 años Lluvia (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
68.21 - 75.558	5
75.558 - 82.905	1
82.905 - 90.253	3
90.253 - 97.601	3

97.601 - 104.949	1
<b>TR: 100 AÑOS Lluvia (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
73.4 - 81.542	4
81.542 - 89.684	2
89.684 - 97.826	2
97.826 - 105.967	3
105.967 - 114.109	3

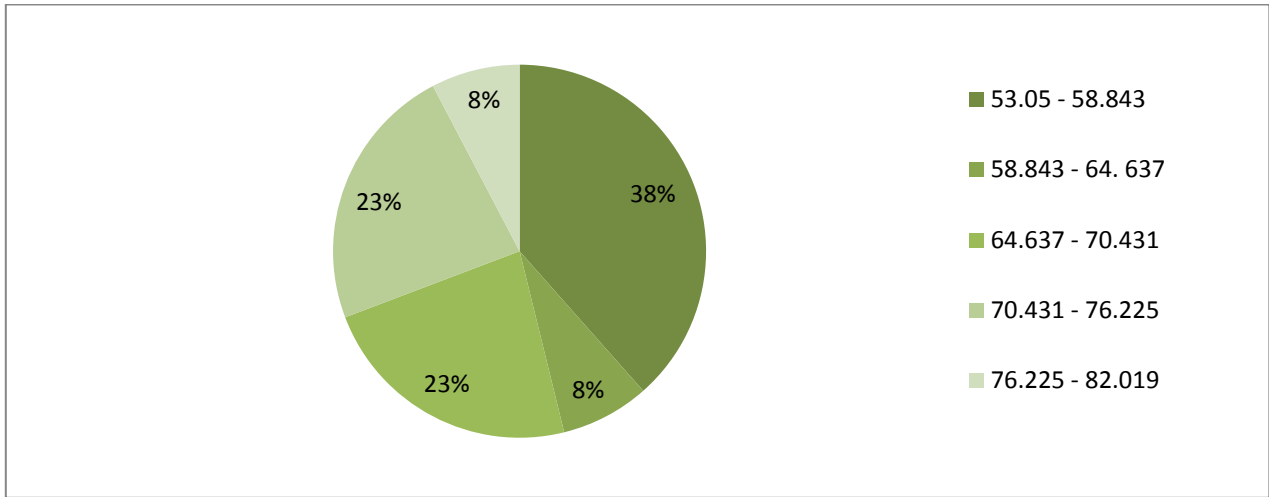
Fuente: SIATL, INEGI

**Gráfica 17: Tr 2 años: Distribución de la precipitación en mm**



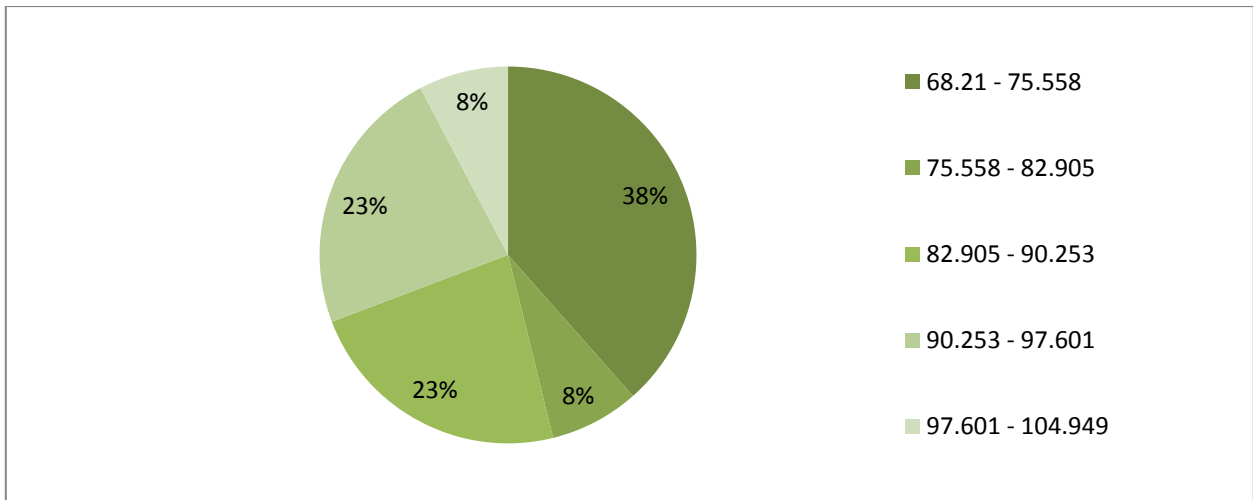
Fuente: Elaboración Propia

**Gráfica 18: Tr 10 años: Distribución de la precipitación en mm**



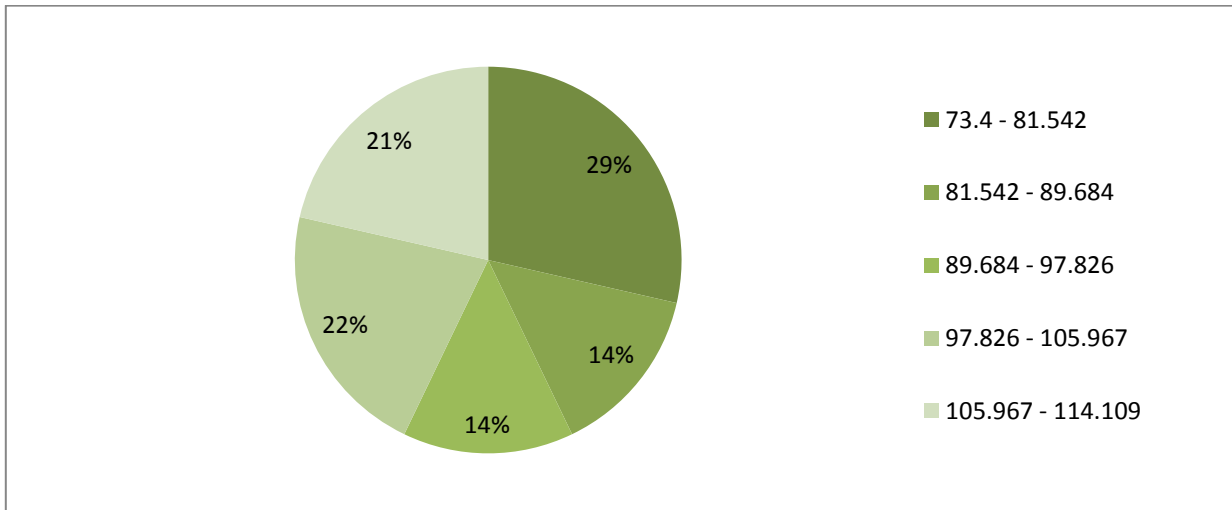
**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfica 19: Tr 50 años: Distribución de la precipitación en mm**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfica 20: Tr 100 años: Distribución de la precipitación en mm**



**Fuente:** Elaboración Propia

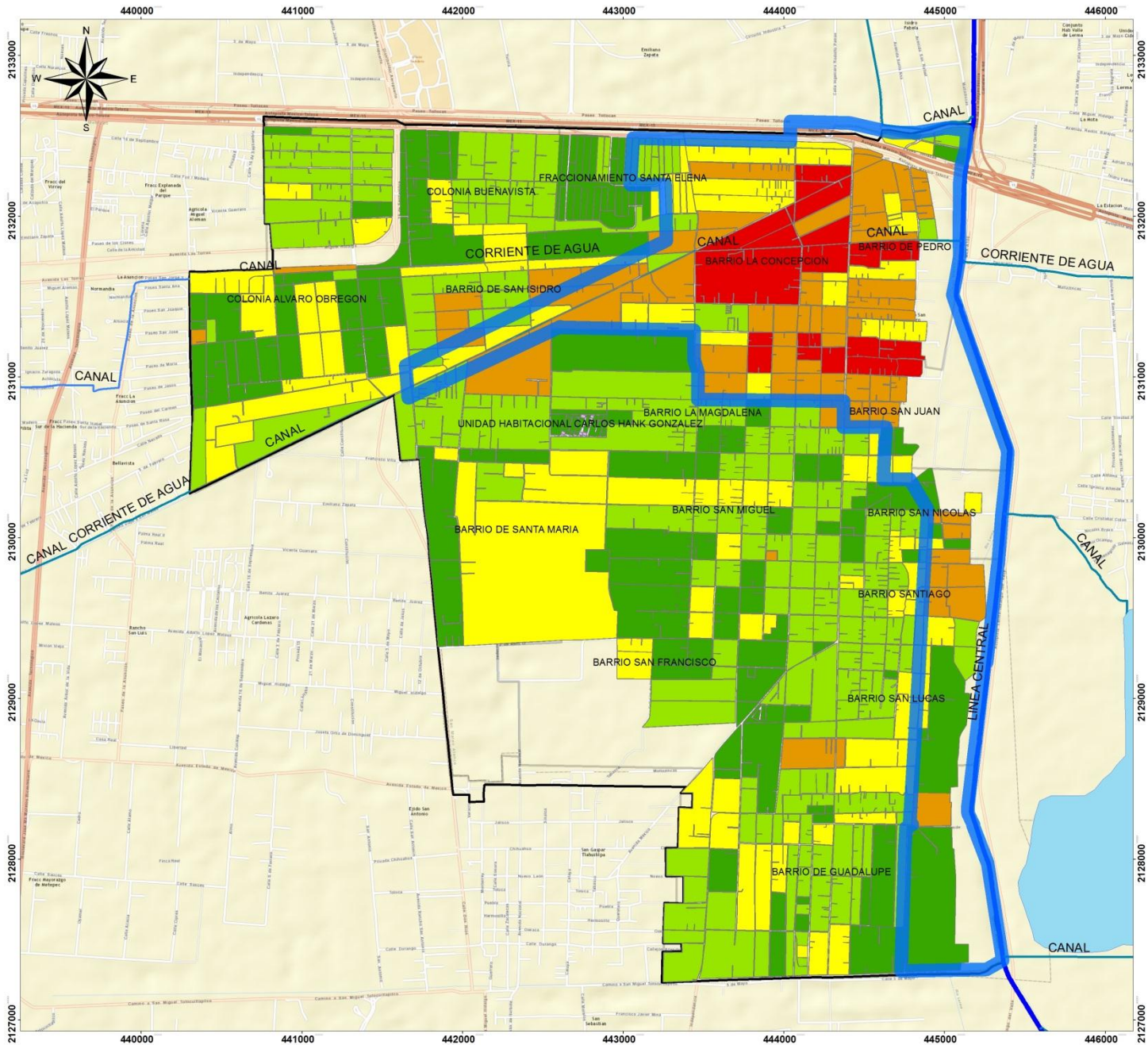
## 5.9 Riesgo

Para el análisis de riesgo para el municipio de SMA se tomó en consideración el mapa de vulnerabilidad y el mapa de peligro a partir de ello se ponderaron los resultados obtenidos de cada uno, dando como resultado que en el Municipio de SMA se detectaron ( ) manzanas que se encuentran en un alto riesgo de inundación

**Tabla 32: Número de viviendas Afectadas de acuerdo al nivel de riesgo**

Riesgo	Viviendas
<b>Muy Alto</b>	958
<b>Alto</b>	4062
<b>Medio</b>	5819
<b>Bajo</b>	10576
<b>Muy Bajo</b>	5614

**Fuente:** Elaboración Propia



### SIMBOLOGÍA

**Riesgo por Inundaciones**

Límite municipal	Muy Bajo
Cuerpo de agua	Bajo
Canales	Medio
Río Lerma	Alto
Área de Inundación	Muy Alto

TEMA: **RIESGO POR INUNDACIONES**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**26**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
 Transverse de Mercator  
 WGS84 Zona 14

ESCALA: **1:8,000**  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI 2010, Mapa Georreferenciado Municipal  
 INEGI 2011, Cartografía Temática San Mateo Atenco  
 CENSA 2008 - 2012 y Dirección General de Protección Civil 2010 Talca  
 CENSAID: Información técnica de ciudades de México 1999  
 GeoID, Anales de peligro por inundación 2010





### 5.9.1 Análisis de Daños Económicos

#### 5.9.2 Tipología de daños

Para determinar las alternativas de control de crecidas más adecuadas se suele realizar un análisis económico de daños potenciales, los cuales dependerán de las características de la zona inundable (Baro et al., 2012).

Una herramienta importante para la correcta formulación de lo planteado anteriormente lo constituye el análisis de los daños económicos potenciales causados por las inundaciones, lo cual establece una necesidad común en la planificación de recursos hídricos, pues permite evaluar la efectividad de los proyectos diseñados para mitigar los efectos de estas inundaciones, además de determinar la viabilidad económica de los proyectos destinados al control de crecidas, ya que basta comparar los beneficios que producen, es decir, los daños evitados con los costos de las medidas de control y mitigación; estos han de incluir los de operación, mantenimiento y reparación (Baró et al., 2012).

Para llevar a cabo el análisis de daños producidos en el municipio de SMA se recapitulo los gastos que asume el municipio durante el periodo de lluvias, estos datos fueron obtenidos durante los años 2008-2012, la cual fue recabada de los Atlas de Riesgos de la CAEM.

El municipio sus principales acciones y gastos influyen más en lo que es el Desazolve constante de los canales San Isidro, San Diego, San Carlos y Zapata así mismo limpieza y recolección de basura para evitar que los canales sean utilizados como basurero. **Ver Tabla 33**

**Tabla 33: Costos durante el periodo de lluvias 2008- 2012**

<b>Inundaciones 2008</b>			
<b>Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones</b>		<b>Costos</b>	<b>Dependencias encargada</b>
1	Desazolve con excavadora y retroexcavadora de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego, en una longitud de 5,700 m.l.	\$500,000.00	CAEM
2	Retiro de lodo, desazolve y limpieza de Av. Juárez, limpieza de la red de atarjeas con equipo de presión-succión en una longitud de 46,698 m.l.	\$400,000.00	CAEM
3	Desalojo de aguas pluviales con equipo de bombeo especializado y motobombas	\$150,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones contempladas para el año 2009</b>			
4	Desazolve de los colectores pluviales de 1.52 y 1.83 m. de diámetro, colectores Metepec, Tollocan y San Mateo en una longitud de 2,200 m.l.	\$554,000.00	OPDAPAS
5	Desazolve constante de los canales San Isidro, San Diego, San Carlos y Zapata, en una longitud de 6,250 m.	\$400,000.00	Toluca, Metepec, San Mateo Atenco
6	Elaboración de proyecto y construcción de encauzamiento de aguas pluviales, desazolve de atarjeas.	\$400,000.00	CAEM, OPDAPAS, SAM MATEO ATENCO
<b>Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática</b>			
7	Desazolve de la red de atarjeas de la Cabecera Municipal	\$400,000.00	CAEM
8	Desazolve de canales naturales.	\$500,000.00	CAEM
9	Construcción de cárcamo de bombeo en el Río Viejo.	No especificado	H, Ayuntamiento

<b>Inundaciones 2009</b>			
<b>Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones</b>			
1	Durante 6 días la CAEM utilizó 8 equipos tipo Vactor, 3 equipos de bombeo especializado, 2 retroexcavadoras, 1 camión de volteo, 1 pickup y 32 elementos, los niveles fueron abatidos hasta el día 8 de Febrero.	\$200,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones contempladas para el año 2010</b>			
2	Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	\$500,000.00	OPDAPAS
3	Limpieza y desazolve de los drenes a cielo abierto.	\$1,500,000.00	OPDAPAS
<b>Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática</b>			
4	Proyecto y construcción del sistema integral de drenaje pluvial para los municipios de Toluca, Metepec y San Mateo Atenco	No especificado	AST, APAS, OPDAPAS Y CAEM

<b>Inundaciones 2010</b>			
<b>Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones</b>		<b>Costos</b>	<b>Dependencias Ejecutadas</b>
1	Operación y mantenimiento del cárcamo Atenco, operación de equipo hidraflow.	No especificado	CAEM
2	Operación de equipos del cárcamo nuevo, limpieza de vialidades por exceso de lodos con camiones presión - succión y camiones cisterna.	\$102,000.00	CAEM
3	Intalación de equipo de bombeo especializado, motobombas y bombeo de achique.	No especificado	CAEM
<b>Obras y acciones contempladas para el año 2011</b>			
4	Desazolve del cárcamo Atenco	\$30,000.00	CAEM

5	Drenaje semiprofundo.	No especificado	Gobierno Federal
6	Desazolve de la red de atarjeas de la Cabecera Municipal y desazolve de canales naturales y colectores.	\$900,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática</b>			
7	Reposición de bordos del canal San Isidro en una longitud de 200 metros lineales y ampliar la sección del puente en Avenida Deportiva.	\$162,000.00	OPDAPAS
8	Quitar tubería que cruza el canal San Isidro y obstruye la sección hidráulica, provocando taponamiento, desazolve de los colectores pluviales de 1.52 y 1.83 m.	\$1,751,355.00	OPDAPAS
9	Desazolve de colectores Metepec, Tollocan y San Mateo, en una longitud de 2,200 metros lineales, desazolve constante de los canales San Isidro, San Diego, San Carlos y Zapata.	\$3,489,303.00	Org. Ope. Toluca, Metepec

<b>Inundaciones 2011</b>			
<b>Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones</b>		<b>Costos</b>	<b>Dependencias Ejecutadoras</b>
1	Desazolve con excavadora y retroexcavadora de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego	\$500,000.00	CAEM
2	Retiro de lodo, desazolve y limpieza de la Av. Juarez, limpieza de la red de atarjeas con equipo tipo presión-succión.	\$400,000.00	CAEM
	Desalojo de aguas pluviales con equipo de bombeo especializado y motobombas	\$50,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones contempladas para el año 2012</b>			
3	Desazolve de los colectores pluviales de 1.52 y 1.83 metros de diametro colectores Metepec, Tollocan y San Mateo, desazolve de los canales San Isidro, San Diego y San Carlos	\$1,000,000.00	Toluca, Metepec, San Mateo Atenco

<b>Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática</b>			
4	Elaboración de proyecto y construcción de encauzamiento	\$554,000.00	OPDAPAS
5	Desazolve de atarjeas y encauzamiento de aguas pluviales	\$400,000.00	CAEM Y OPDAPAS

<b>Inundaciones 2012</b>			
<b>Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones</b>		<b>Costos</b>	<b>Dependencia Ejecutadora</b>
1	Operación y mantenimiento de los cárcamos Atenco y cárcamo Nuevo.	\$210,000.00	CAEM
2	Limpieza y desazolve de vialidades	\$42,000.00	CAEM
3	Recorrido y atención a contingencias por parte de la brigada del Grupo Tlaloc	\$13,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones contempladas para el año 2013</b>			
4	Limpieza y desazolve de los cárcamos Atenco y Nuevo	\$300,000.00	CAEM
5	Limpieza y desazolve de la red de atarjeas y recolección de basura para evitar que los canales sean utilizados como basurero.	\$700,000.00	H, Ayuntamiento
6	Limpieza y desazolve de canales	\$500,000.00	CAEM
<b>Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática</b>			
7	Proyecto de sistema de drenaje pluvial que permitan encauzar los escurrimientos pluviales provenientes de los municipios de Toluca y Metepec	\$1,000,000.00	H, Ayuntamiento
8	Construcción de presas de gaviones en las faldas del volcán Xinantecatl	\$600,000.00	CONAGUA y H, Ayuntamiento

**Fuente:** Elaboración Propia, Basado en los Atlas de Riesgos de la CAEM



Para llevar a cabo el estudio de daños económicos se calcularán los costos durante el periodo 2008 – 2012 de lluvias a partir de los registros de la CAEM, y así mismo los daños totales que pueden ocasionarse dentro de las zonas que han sufrido inundaciones históricamente.

El análisis de la información de las AGBS identificadas permitió definir el valor de IM de la AGEB correspondiente, que en este caso resulto ser de ALTO, MEDIO y MUY BAJO. Por lo tanto, se tomaron las ecuaciones correspondientes a las curvas de daños potenciales en zonas habitacionales para una AGEB con un IM ALTO, MEDIO y MUY BAJO, considerando el costo más probable, el costo mínimo y el costo máximo. **Ver tabla 34**

**Tabla 34: Ecuaciones empleadas para el cálculo de los costos mínimo, máximo y más probable.**

Índice de Marginación	Ecuación
Alto	$DDH_{max} = 289.63 \ln(h) + 801.56$
	$DDH_{min} = 228.58 \ln(h) + 637.93$
	$DDH_{mp} = 280.51 \ln(h) + 777.60$
Medio vivienda de una planta	$DDH_{max} = 709.63 \ln(h) + 1976.04$
	$DDH_{min} = 544.93 \ln(h) + 1546.60$
	$DDH_{mp} = 685.51 \ln(h) + 1913.15$
Muy Bajo vivienda de una planta	$DDH_{max} = 151.80 \ln(h) + 4051.63$
	$DDH_{min} = 1210.14 \ln(h) + 3321.20$
	$DDH_{mp} = 1255.78 \ln(h) + 3428.17$

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.9.2.1 Daños económicos durante el periodo 2008-2012

Tiene como referencia la población y viviendas afectadas durante el periodo de lluvias 2008 – 2012 con estos datos se calcularon los daños económicos ocasionados. **Ver tabla (35)**

**Tabla 35: Población y Viviendas Afectadas durante el periodo 2008 - 2012**

Año	Viviendas Afectadas	Población Afectada	Localización (Colonia y/o Barrio)	IM
2008	0	0	Av. Lerma, Av. Juárez y Av. Independencia.	Alto
2009	200	1000	Barrio la Concepción, Barrio San Pedro y Barrio San Juan	Alto
2010	1334	6000	Santa Elena, San Pedro, La Concepción, San Isidro y San Juan	Alto
2011	0	0	Cabecera Municipal. (La Concepción)	Alto
2012	0	12	Barrio San Pedro y la Concepción	Alto

**Fuente:** Elaboración Propia

Para el cálculo de daños se identificó la localización de la zona de inundación, así mismo el grado de marginación a partir de las AGEBS las cuales tienen un grado de marginación ALTO de acuerdo a la zona en donde sucedió la inundación. Por lo cual se calcularan los daños ocasionados durante los años 2009, 2010 puesto que la CAEM no registra en los años 2008, 2011 y 2012 afectaciones en viviendas, en los años que si cuentan con viviendas afectadas por inundaciones se encuentran un total de 1534 viviendas todas ubicadas en AGEBS con un IM ALTO.

**Tabla 36: Daños totales económicos durante los años 2009- 2010**

Año	Lámina de agua (m)	Tipo de Costos	Pesos	N.o Salario Mínimo
2009	0.5	Costo máximo	12,070,066.75	189,275.00
		Costo Mínimo	9,593,813.88	150,444.00
		Costo más Probable	11,706,322.67	183,571.00
2010	0.3	Costo máximo	75,579,627.90	1,185,190.97
		Costo Mínimo	60,101,715.95	942,476.34
		Costo más Probable	73,308,621.07	1,149,578.50

Fuente: Elaboración Propia

### 5.9.2.2 Daños económicos

#### *Zonas de inundación*

En el municipio se identificaron las AGEBS ubicadas en las zonas inundables, dentro de las cuales se contabilizaron 12 AGEBS con un IM Alto, 1 con IM Medio, 1 con IM Muy Bajo. **Tabla 37**

**Tabla 37. AGEBS Urbanas e índice de marginación localizadas en las zonas inundables del municipio de San Mateo Atenco.**

Índice de Marginación	Numero de AGEBS
Muy Alto	0
Alto	12
Medio	1
Bajo	1
Muy bajo	0

Fuente: Elaboración Propia.

Elaborado lo anterior se identificaron el número de viviendas habitadas en las AGEBS por IM que se encuentran en las zonas inundables. **Tabla 38**

**Tabla 38. AGEBS Urbanas e índice de marginación localizadas en las zonas inundables del municipio de San Mateo Atenco.**

Índice de Marginación	Número de Viviendas
Alto	5004
Medio	239
Bajo	409
Total	5652

Fuente: Elaboración Propia.

Con base a la información anterior, así como la contenida en el SCINE (INEGI, 2010) se elaboró una base de datos en función del IM, donde se incluyó la clave de la AGEBS, número de viviendas habitadas por AGEBS así como también el número de viviendas por manzana de acuerdo a la zona inundable del Municipio, la altura laminar de agua fueron obtenidos a partir de los registros de la CAEM, obtenidos de las secciones se relacionaron con cada una de las zonas

habitacionales afectadas en cada AGEB siendo este valor el que se utilizó para establecer los daños económicos .

*Costos de Vivienda ubicada en una AGEB con un IM ALTO en la zona de Inundación*

**Tabla 39: Costos máximos IM ALTO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del agua(m)	
				0.3	0.5
1507600010058	248	0.560852	Alto	14047796.37	14961901.06
1507600010062	1622	0.121102	Alto	91877119.8	97855659.34
1507600010077	998	0.458326	Alto	56531051.52	60209585.71
1507600010096	231	0.253304	Alto	13084842.59	13936286.87
1507600010128	78	0.420855	Alto	4418258.536	4705759.204
1507600010132	722	0.288200	Alto	40897213.62	43558437.76
1507600010202	220	0.726810	Alto	12461754.84	13272654.16
1507600010240	198	0.925022	Alto	11215579.36	11945388.75
1507600010310	26	0.475613	Alto	1472752.845	1568586.401
1507600010325	395	0.237502	Alto	22374514.38	23830447.25
1507600010359	223	0.234269	Alto	12631687.86	13453644.9
1507600010382	43	0.460147	Alto	2435706.629	2594200.587
<b>Total</b>				<b>283,448,278.36</b>	<b>301,892,551.98</b>
<b>N.o SM</b>				<b>4,444,853.04</b>	<b>4,734,084.24</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 40: Costos Mínimos IM ALTO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del agua(m)	
				0.3	0.5
1507600010058	248	0.560852	Alto	11173332.5	11896329.21
1507600010062	1622	0.121102	Alto	91877119.8	77805830.57
1507600010077	998	0.458326	Alto	56531051.52	47873131.26
1507600010096	231	0.253304	Alto	13084842.59	11080855.03
1507600010128	78	0.420855	Alto	4418258.536	3741587.413
1507600010132	722	0.288200	Alto	40897213.62	34633668.11
1507600010202	220	0.726810	Alto	12461754.84	10553195.27
1507600010240	198	0.925022	Alto	11215579.36	9497875.741
1507600010310	26	0.475613	Alto	1472752.845	1247195.804
1507600010325	395	0.237502	Alto	22374514.38	18947782.41
1507600010359	223	0.234269	Alto	12631687.86	10697102.48
1507600010382	43	0.460147	Alto	2435706.629	2062669.984
<b>Total</b>				<b>280,573,814.49</b>	<b>240,037,223.28</b>

N.o SM	4,399,777.55	3,764,108.88
--------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 41: Costos más Probables IM ALTO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del agua(m)	
				0.3	0.5
1507600010058	248	0.560852	Alto	13628589.22	14515840.11
1507600010062	1622	0.121102	Alto	89135369.85	94938276.85
1507600010077	998	0.458326	Alto	54844080.83	58414550.12
1507600010096	231	0.253304	Alto	12694371.42	13520802.68
1507600010128	78	0.420855	Alto	4286411.127	4565465.841
1507600010132	722	0.288200	Alto	39676779.92	42259824.84
1507600010202	220	0.726810	Alto	12089877.54	12876954.94
1507600010240	198	0.925022	Alto	10880889.78	11589259.44
1507600010310	26	0.475613	Alto	1428803.709	1521821.947
1507600010325	395	0.237502	Alto	21706825.58	23119987.27
1507600010359	223	0.234269	Alto	12254739.5	13052549.78
1507600010382	43	0.460147	Alto	2363021.519	2516859.374
<b>Total</b>				<b>274,989,760.01</b>	<b>292,892,193.20</b>
<b>N.o SM</b>				<b>4,312,212.01</b>	<b>4,592,946.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

*Costos de Vivienda ubicada en una AGEB con un IM MEDIO en la zona de Inundación*

**Tabla 42: Costos máximos IM MEDIO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
150760012039	239	-0.057879	Medio	33361532.56	35524630.98
7					
<b>Total</b>					
<b>N.o SM</b>				<b>523,154.03</b>	<b>557,074.35</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 43: Costos mínimos IM MEDIO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
1507600120397	239	-0.057879	Medio	26063365.34	27724424.24
<b>Total</b>				<b>26,063,365.34</b>	<b>27,724,424.24</b>
<b>N.o SM</b>				<b>408,708.88</b>	<b>434,756.54</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 44: Costos más probables IM MEDIO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
1507600120397	239	-0.057879	Medio	32292740.09	34382315.78
<b>Total</b>				<b>32,292,740.09</b>	<b>34,382,315.78</b>
<b>N.o SM</b>				<b>506,393.92</b>	<b>539,161.30</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

*Costos de Vivienda ubicada en una AGEB con un IM MUY BAJO en la zona de Inundación*

**Tabla 45: Costos máximos IM MUY BAJO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
1507600010147	409	-1.050938	Muy bajo	117581774.4	125520070.6
<b>Total</b>				<b>117,581,774.37</b>	<b>125,520,070.58</b>
<b>N.o SM</b>				<b>1,843,841.53</b>	<b>1,968,324.77</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 46: Costos mínimos IM MUY BAJO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
1507600010147	409	-1.050938	Muy bajo	96092141.95	102404699.3
<b>Total</b>				<b>96,092,141.95</b>	<b>102,404,699.30</b>
<b>N.o SM</b>				<b>1,506,854.98</b>	<b>1,605,844.43</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47: Costos más probables IM MUY BAJO**

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
1507600010147	409	-1.050938	Muy bajo	99239239.78	105789873
<b>Total</b>				<b>99,239,239.78</b>	<b>105,789,873.00</b>
<b>N.o SM</b>				<b>1,556,205.74</b>	<b>1,658,928.54</b>

Fuente: Elaboración Propia

Cada uno de los valores anteriores correspondientes al daño de una vivienda se multiplico por el número de viviendas afectadas en cada AGEB para de esta forma calcular los daños potenciales totales directos para el caso de las zonas habitacionales. Estos daños oscilaron entre 4.312.212 – 4.592.946 SM como costo más probable y 4.444.853 – 4.734.084 como costos máximos en un IM ALTO ya que es en este grado donde la población se encuentra más expuestas a sufrir daños por inundaciones

# CAPÍTULO

## VI

### Propuesta de Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones para el municipio de San Mateo Atenco

## Capítulo 6.- Propuesta de Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones para el municipio de San Mateo Atenco

Un sistema de alerta temprana, SAT, consiste en la transmisión rápida de datos que active mecanismos de alarma en una población previamente organizada y capacitada para reaccionar. El suministro de información oportuna se realiza por medio de las instituciones encargadas, lo que permite a las personas expuestas a la amenaza tomar acciones para reducir el riesgo y prepararse para una respuesta efectiva. Comprende la suma de las políticas, estrategias, instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación y monitoreo de amenazas, vulnerabilidades y riesgo, el diseño e implementación de alertas o alarma relacionada con la ocurrencia inminente de eventos peligrosos; los preparativos para la respuesta a emergencias y la ejecución de los mismos (OEA, 2010).

En este capítulo se presenta la propuesta de Sistema de Alerta contra Inundaciones en SMA (SATIAtenco), la cual está basada en un SATI comunitario de baja tecnología cuyo componente principal se fundamenta en la organización comunitaria de la población amenazada para enfrentar por si misma el peligro de inundación.

El éxito del desarrollo de este Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones radica en la participación de todos los miembros de la comunidad, ya que son ellos quienes realizarán los pasos necesarios... para llevar a cabo dicho sistema (OEA, 2001).

**Figura 16: Coordinación comunitaria en la gestión de riesgos.**



Fuente: [www.hesperian.org](http://www.hesperian.org)

La reducción de riesgos debe ser un asunto de todos y cada uno de los miembros de la sociedad actuando coordinadamente, dado que se trata de un asunto propio de las políticas públicas. No basta que los ciudadanos y sus organizaciones intenten reducir los riesgos de desastre de manera particular y aislada. Los riesgos de desastre natural o socio-natural deben ser enfrentados por toda la sociedad de manera armónica y complementaria, ya que sin políticas públicas compartidas por toda la sociedad no es posible una prevención eficaz de desastres (Corzo, 2010).

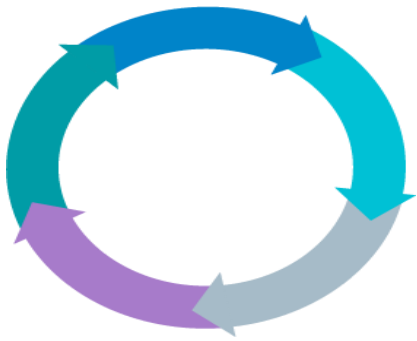
La metodología para el logro de este propósito, está cimentada en el diseño, construcción, instalación y monitoreo de instrumentos sencillos de medición de la lluvia, además de un sistema de comunicación de alerta realizados por la misma comunidad, a la vez, algunas actividades son necesariamente llevadas a cabo por profesionales.

El modelo de la propuesta es una adaptación de sistemas contra inundaciones desarrollados en países de centro américa (Belice, Guatemala, Nicaragua, Panamá, El Salvador y la Republica Dominicana) que debido a su ubicación geográfica, han sido duramente afectados por inundaciones.

### **6.1 SATi Comunitario:**

La OEA define como Sistema de alerta Temprana contra Inundaciones de tipo comunitario a: un sistema sencillo que se caracteriza por el uso de equipos de bajo costo y de fácil manejo, operados por miembros de las comunidades, tanto en las componentes de observación y monitoreo del fenómeno como en la comunicación de la alerta. Están basados en la participación activa de voluntarios de las comunidades que viven en la cuenca donde se ha establecido el SATi. Los voluntarios cumplen funciones de trabajo en la respuesta, pero también participan en tareas de prevención, con obras de mitigación de bajo costo y que no requieren de conocimiento técnico experto. El papel del voluntario en el control y monitoreo hidrometereológico es de vital importancia en estos sistemas (OEA, 2010).





Se debe recalcar que un Sistema de Alerta no es un proceso que comienza y termina: todo lo contrario, es un **proceso cíclico**, que está constantemente en marcha y en continuo perfeccionamiento.

## 6.2 Propósito del SATIAtenco

El propósito del SATIAtenco se dirige fundamentalmente a que la población de SMA pueda contar con un sistema de avisos y alerta oportunos sobre el riesgo de inundación, que permitan una preparación y respuesta eficientes y eficaces para salvar vidas, pertenencias y medios de vida.

**Figura 17: Niveles de alerta propuestos para el SATIAtenco.**



**Fuente:** Construcción propia

Se pretende que la comunidad en SMA logre una actitud preventiva y de mitigación ante la amenaza de inundaciones y que a su vez logre una comprensión holística de tales fenómenos a partir del análisis de su vulnerabilidad en sus aspectos físicos, social e institucional.

El objetivo a futuro debe ser conseguir una actitud proactiva de las personas en relación a la mitigación del riesgo de desastres; lo que se busca es que la gestión del riesgo no sólo sea una cuestión del Estado y sus instituciones, sino que se incorporen aspectos preventivos y de mitigación en todas las actividades de la sociedad (Corzo, 2010).

### 6.3 Componentes del SATIAtenco

El SATIAtenco se compone básicamente de dos partes fundamentales:



La **etapa técnica** (consideraciones hidrológicas) se integra de dos módulos:

**En el módulo I, se estudian**, las características morfométricas de una cuenca de drenaje, el tiempo de concentración, la relación lluvia escorrentía, los equipos propuestos para el monitoreo de la lluvia y el nivel de los ríos y canales, así como las propuestas básicas para su instalación y lectura.

**El módulo 2** de la etapa técnica, se determinan umbrales de lluvia y se proponen medidas para monitorear los niveles de Río Lerma; información que al ser incorporada en en SATIAtenco podría aumentar el tiempo de respuesta de la comunidad ante una eventual inundación. En este módulo también se suministra información sobre herramientas tecnológicas que pueden facilitar el pronóstico de lluvias.

En la **etapa social** (consideraciones organizativas), el **módulo III** del SATIAtenco aborda aspectos relacionados con la organización comunitaria, la capacitación y definición de medidas a tomar ante una eventual emergencia. El **módulo IV**, define la identificación de las alertas y sistema y forma de comunicación de las alertas. Para fines prácticos, en el Módulo III se fusionan los aspectos relacionados con la identificación y la comunicación de la alerta. **Ver Diagrama 3**

## 6.4 ETAPA TÉCNICA: CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS

### Módulo 1: Observación y Monitoreo Meteorológico

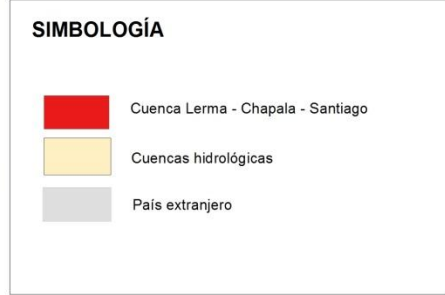
#### 6.4.1 Cuenca Lerma-Chapala- Santiago

San Mateo Atenco se encuentra dentro de la cuenca Lerma Chapala- Santiago.

La cuenca Lerma-Chapala-Santiago es uno de los sistemas hidrológicos más importantes de México, con una superficie estimada de 137, 144 km<sup>2</sup>; a barca grandes extensiones de los estados de México, Michoacan, Aguascalientes, Queretaro, Guanajuato, Jalisco, Zacatecas, Durango y Nayarit... Esta drenada por los ríos Lerma y Grande Santiago, los cuales tienen una longitud total de 1180 km; 60% corresponde al primero y 40% restante al segundo (Baró et al., 2012).

Tomando como referencia el trabajo de Baro (2012) algunas características generales de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago ([mapa 30](#)) son las siguientes:

- Superficie: 137,144 km<sup>2</sup>
- Longitud del cauce: río Lerma 705 km, y río Santiago 475 Km.
- Climas: Semi-cálido, seco o estepario y templado húmedo.
- Temperatura: 18.3°C promedio anual
- Precipitación: 718 mm promedio anual



TEMA:  
**CUENCA LERMA - CHAPALA - SANTIAGO**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**27**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
Transverse de Mercator  
WGS84 Zona 14

ESCALA: 1:4,078,662  
 REVISÓ: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE:  
 US Census and Territories (1998), National Weather Service, USA  
 Administración Estatal de Geografía, Belice, Honduras, El Salvador y Nicaragua (2014),  
 Robert Horton DVA GIS, USA  
 CONAMPO, Cuernca del Valle (1995), Midecy (2014), México



#### 4.4.2 Cuenca Lerma-Chapala

A su vez SMA también está dentro del marco hidrológico de la cuenca Lerma-Chapala: La cuenca Lerma-Chapala [mapas 28 y 29] se localiza en la parte central de México (19°03' a 21°34'N y 99°16' a 103°31'W), donde se extiende desde su nacimiento del río Lerma en el estado de México (a 4600 msnm) hasta su desembocadura en el lago de Chapala (a 1,600 msnm); presenta una superficie de 53,591.3 km<sup>2</sup>, que se extiende por los estados de Guanajuato (43.75%), Michoacán (30.25%), Jalisco (13.42%), México (9.8%), y Querétaro (2.76)... La superficie de esta cuenca representa 2.73% del territorio nacional (Baró et al., 2012).

#### 6.4.3 Regiones hidrológicas de CONAGUA

En la **Figura 18** se presentan 37 regiones hidrológicas en las que la Comisión Nacional del Agua ha agrupado las cuencas hidrológicas de México. Entendiendo por Región Hidrológica a el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento.

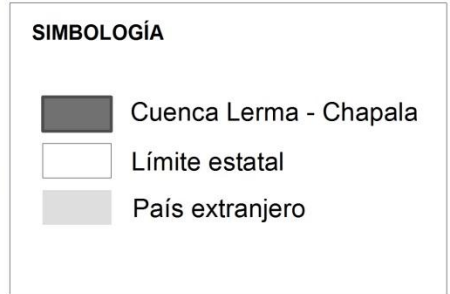
**Figura 18: Regiones Hidrológicas de Conagua.**



Fuente: CONAGUA, 2014.

Como se puede observar, en la figura 17, SMA pertenece a la Región RH12 que ha definido administrativamente la CONAGUA.





TEMA:  
**CUENCA LERMA - CHAPALA**

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

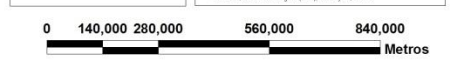
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

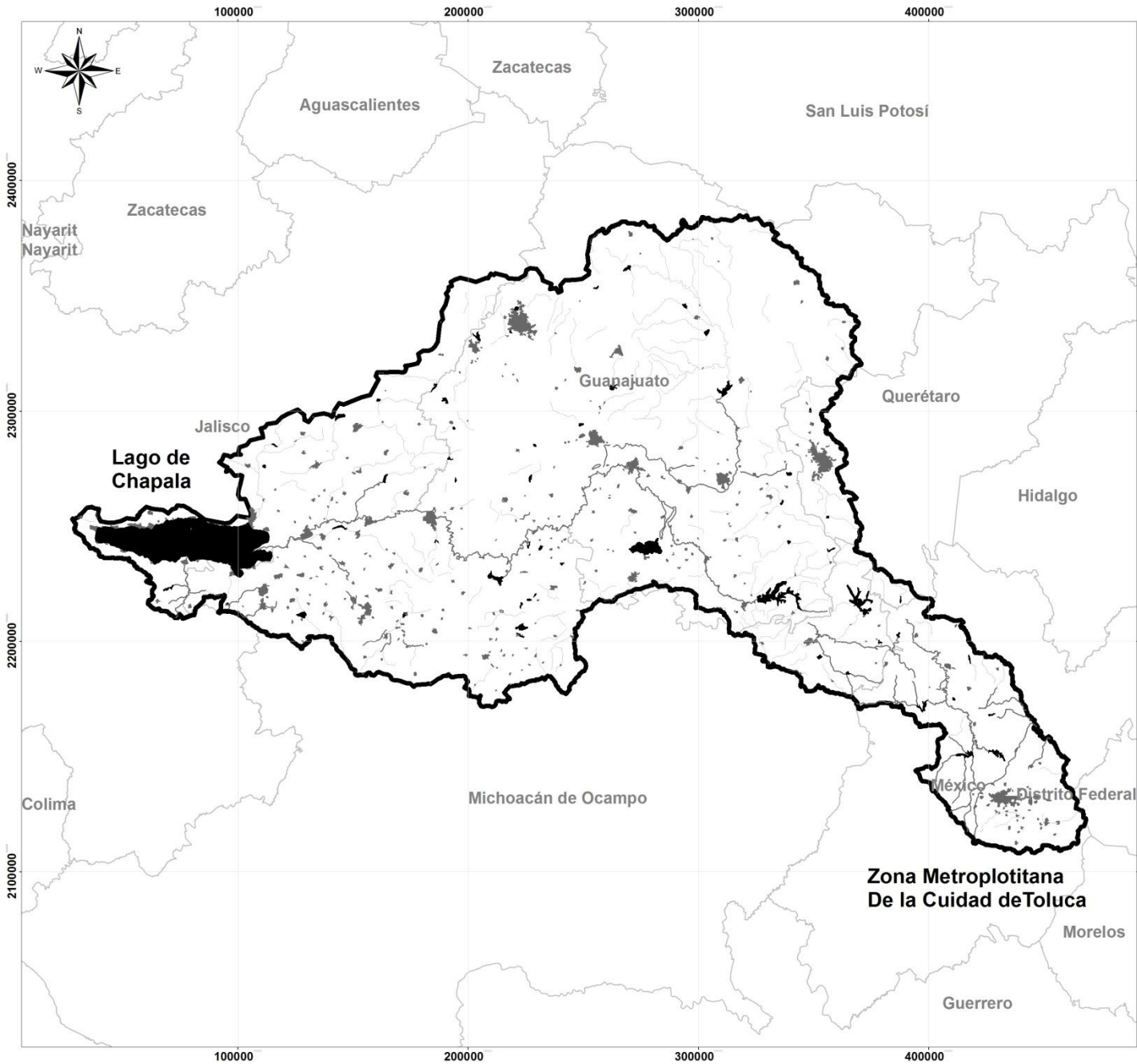
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **28** PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator WGS84 Zona 14 ESCALA: 1:4,078,662 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez





**LOCALIZACIÓN**



**SIMBOLOGÍA**

- Zona urbana
- Cuerpo de agua
- Cuenca Lerma-Chapala
- Límite estatal
- Corriente intermitente
- Corriente perenne

**TEMA: CUENCA LERMA - CHAPALA**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS  
 Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.  
**29**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:  
 Transverse de Mercator  
 WGS84 Zona 14

ESCALA: 1:561,943  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE:  
 US Census and Terraces (1993), National Weather Service, USA  
 Administración Estatal de Geografía, Belice, Honduras, El Salvador y Nicaragua (2014),  
 Robert Román DVA GIS, USA  
 CONAMID, Cuenca del Lago de Chapala (1995), Midecyt/IN, México.



#### ***6.4.4 Región Hidrológica Almoloya-Otzolotepec RHAO***

Con el fin de contar con datos de rasgos hidrológicos relativos al municipio de SMA que permitan obtener información básica del comportamiento hídrico a escala una de análisis aceptable dentro del municipio, se hace uso de la regionalización administrativa de CONAGUA a nivel de sub cuenca, en este caso, SMA Atenco pertenece a la Sub cuenca hidrográfica definida por CONAGUA RH12Aa, Región Almoloya Otzolotepec; Sub cuenca Almoloya Otzolotepec: SAO (**Mapa 30**).

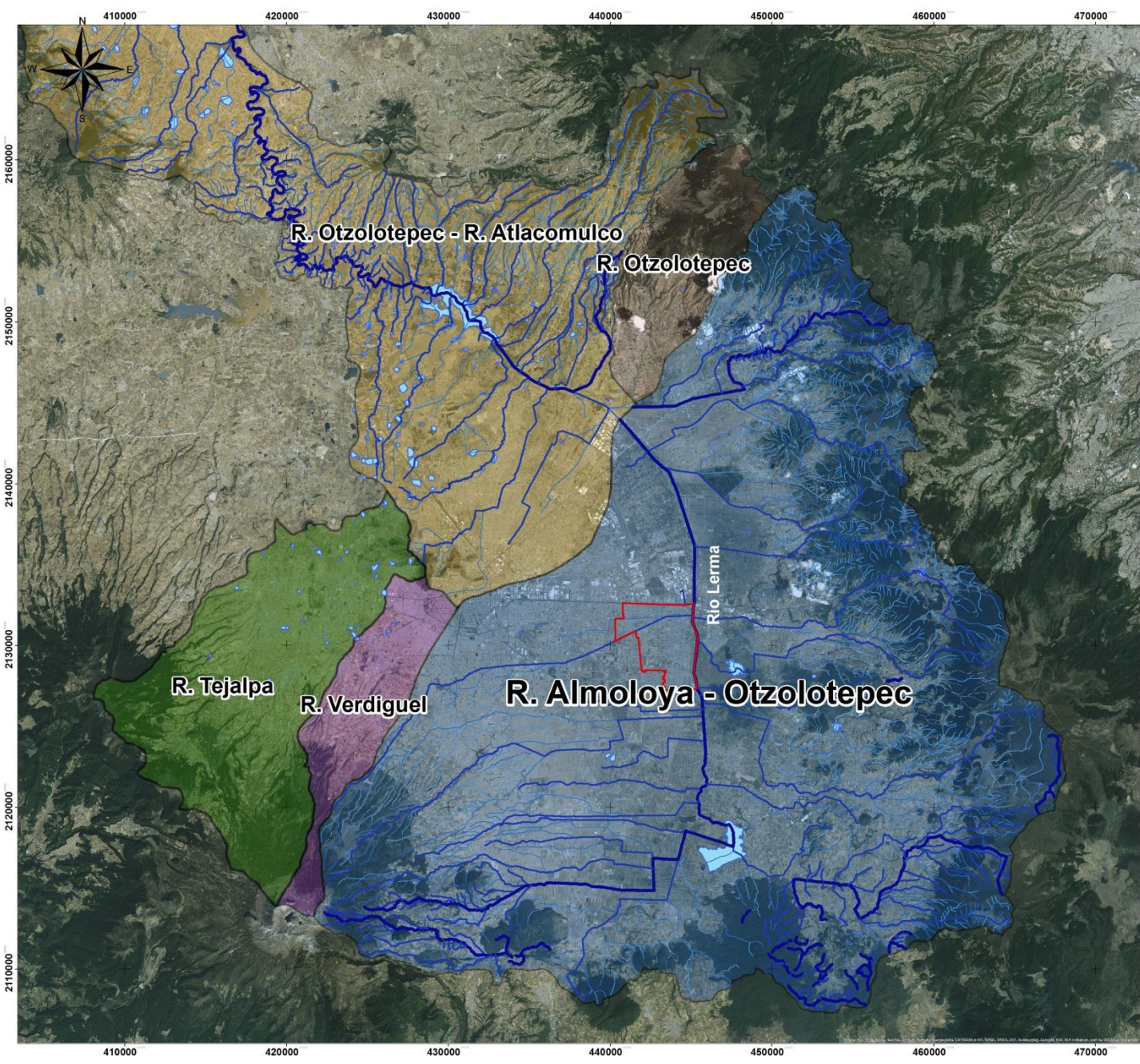
La Región Almoloya Otzolotepec pertenece a la región hidrográfica RH12 de CONAGUA, a su vez se encuentra localizada dentro de la región del Alto Lerma (Región Lerma - Santiago), y de la cuenca Lerma-Toluca (CONAGUA), esta región incluye el área drenada por el Río Lerma desde su origen en las lagunas del municipio de Almoloya del Río, sus descargas se dirigen a la subcuenca próxima al norte (Región RH12Ab; Otzolotepec- Atlacomulco), algunas de las características generales de la SAO son las siguientes:

- Área: 1326.55 km<sup>2</sup>
- Perímetro: 179.46 km
- Tipo: Abierta

#### ***6.4.5 Red Hidrográfica de la Subcuenca Almoloya-Otzolotepec RHSAO***

Para comprender el fenómeno de las inundaciones en SMA desde el punto de vista hidrográfico, a continuación se presenta una serie de mapas en los que se analizan algunos indicadores de importancia en la Red Hidrográfica de la Subcuenca Almoloya Otzolotepec (RHSAO: **Mapa 30**).





### SIMBOLOGÍA

	R. Almoloya Otzolotepec
	R. Otzolotepec Atlacomulco
	R. Tejalpa
	R. Verdiguel
	R. Otzolotepec
	Cuerpo de agua
	San Mateo Atenco

TEMA: **Subcuenca Almoloya - Otzolotepec**

**Universidad Autónoma del Estado de México**  

 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **30**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

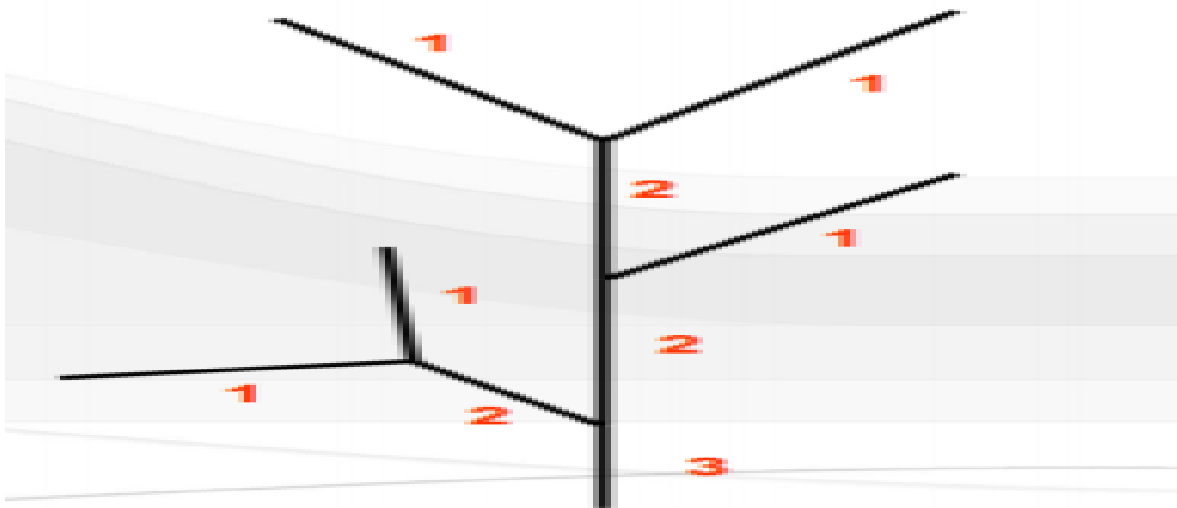
PROYECCION: Transverse de Mercator UTM WGS84 Zona 14	ESCALA: <b>1:80,000</b>
FUENTE: INEGI (2010), Marco Geoespacial Municipal 2010, INEGI, México; INEGI (2010), Red Hidrográfica de Edición, INEGI, México.	REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez



#### 6.4.6 Magnitud de orden de la RHSAO

La magnitud de orden de una red hidrológica (**Figura 19**) muestra la relación que existe entre las corrientes hidrológicas al interior de la subcuenca, de manera que: De acuerdo con Strahler (1964) (SIATL, 2014), los arroyos permanentes más pequeños cuenca arriba, son llamados de primer orden, dos corrientes de primer orden al unirse forman una más grande que se denomina de segundo orden, dos corrientes de segundo orden se unen para formar para formar una de tercer orden y así sucesivamente.

**Figura 19. Magnitud de orden en una red hidrográfica.**



Fuente: INEGI, 2014

En el caso de SMA, el análisis de la magnitud de orden de las corrientes al interior de la SAO; [mapa 31](#), muestra que el área de inundación (determinada con anterioridad en la parte inicial del capítulo 5), está asociada con los niveles de orden mayores 4, 5 y 6 al interior de la cuenca, es decir, la mayoría de los arroyos, ríos y corrientes de los órdenes menores 1, 2, 3 y 4, provenientes de las partes cuenca arriba sur, este y oeste de la cuenca Almoloya-Otzolotepec, se unen para formar corrientes de mayor magnitud cuenca abajo, que espacialmente se



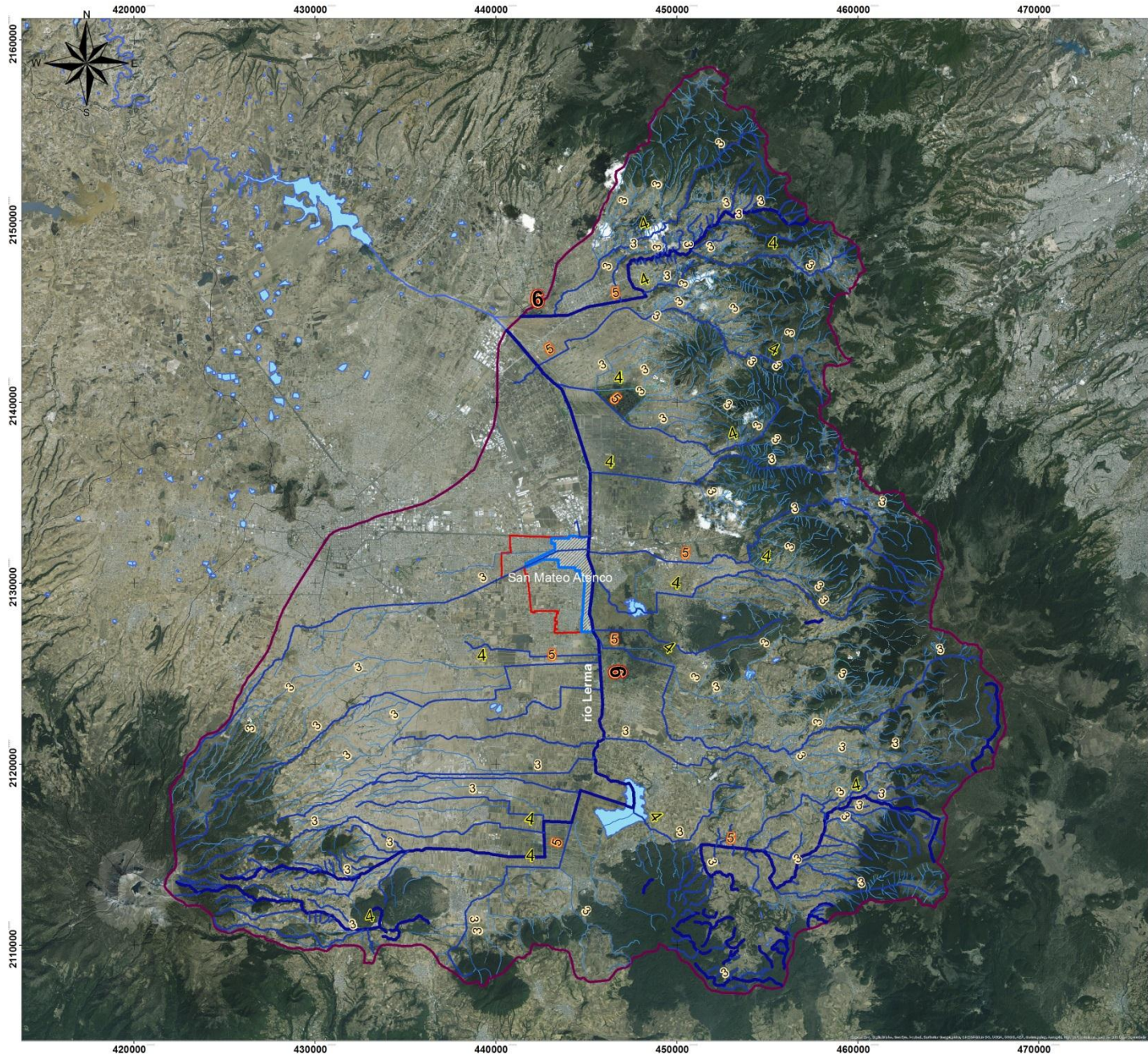
vinculan directamente con el área de inundación en SMA, que además es una área plana.

En la **tabla 48** se muestra el nivel de corriente que corresponde a los principales canales y ríos dentro del área con mayor riesgo de inundación en SMA.

**Tabla 48. Nivel de corriente de los principales canales y ríos relativos al área de inundación en SMA.**

CORRIENTE	NIVEL DE ORDEN
<b>Canal San Carlos</b>	3
<b>Canal San Isidro</b>	3
<b>Canal San Diego</b>	5
<b>Río Lerma</b>	6

**Fuente:** Elaboración propia en base a la Red Hidrográfica de INEGI, 2010.



### SIMBOLOGÍA

Nivel de orden de la corriente

1	San Mateo Atenco
2	RH12Aa Sub Cuenca Almoloya- Oztolotepec
3	Cuerpo de agua
4	Área de Inundación
5	
6	

TEMA: **Niveles de corriente Subcuenca Almoloya-Otzolotepec**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

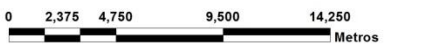
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **31**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverse de Mercator UTM WGS84 Zona 14	ESCALA: <b>1:71,769</b>
FUENTE: INEGI (2010), Marco Geoespacial Municipal 2010, INEGI, México; INEGI (2010), Red Hidrográfica de Edición, INEGI, México.	REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez





#### 6.4.7 Sumatoria de longitudes aguas arriba en la RHSAO

La sumatoria de las longitudes de los segmentos de arroyos y ríos que se encuentran aguas arriba de la RHSAO, y que son tributarios a un determinado punto de referencia; en este caso el área de inundación dentro de SMA, puede ayudarnos a comprender cuáles son las secciones de la red hidrográfica en las que existe mayor acumulación de caudales aguas abajo, y que por lo tanto pueden estar más propensas a un desbordamiento en caso de presentarse lluvias prolongadas o en su caso, de corta duración pero de alta intensidad.

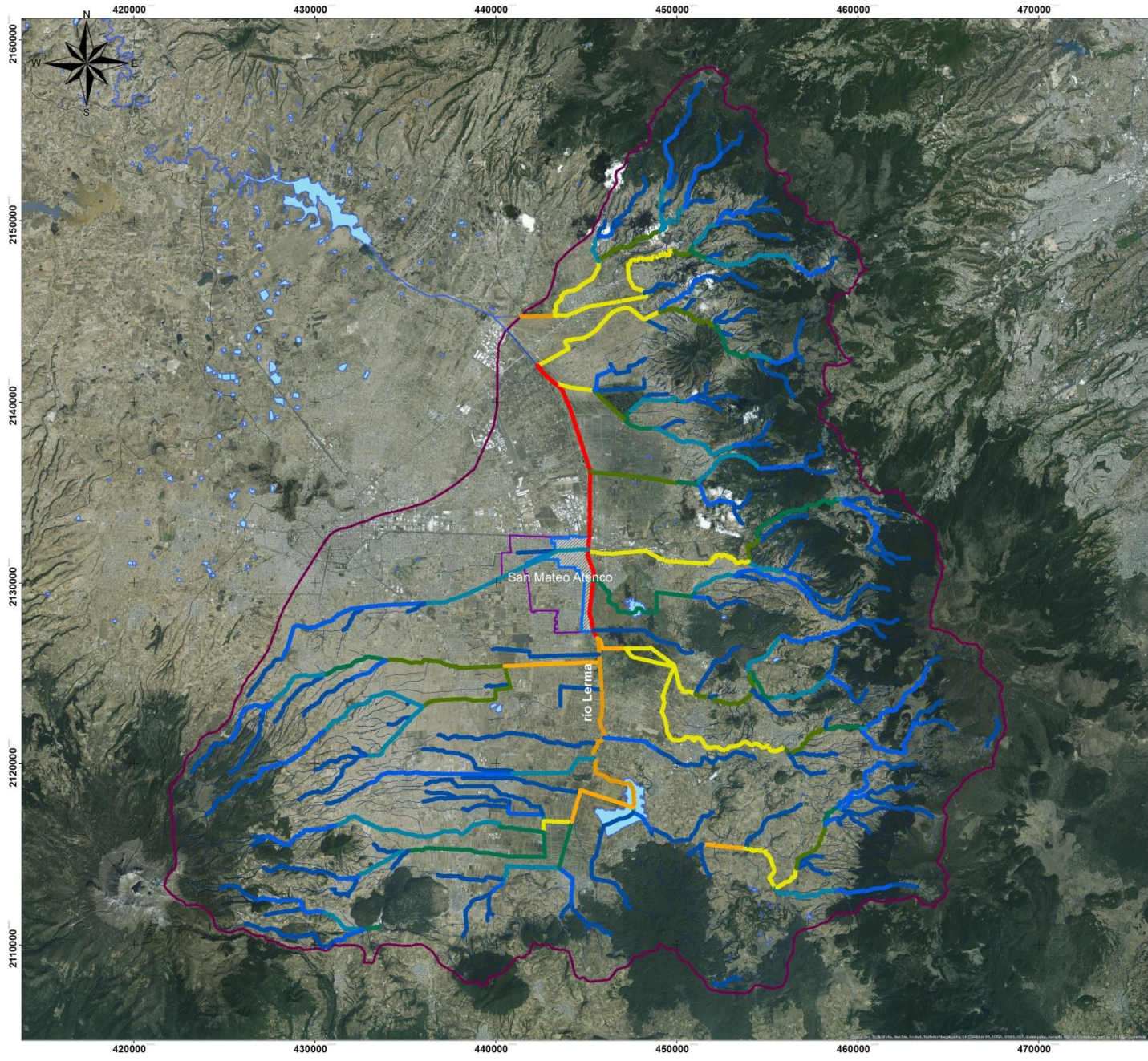
El **mapa 32** muestra la coincidencia del área de inundación en SMA con el segmento de la red hidrográfica cuyo valor de acumulación de longitudes aguas arriba forma parte del segmento con mayor acumulación en toda la red de la Subcuenca de estudio.

La **tabla 49** muestra los valores de los 6 segmentos con mayor sumatoria de longitud aguas arriba y el municipio al que pertenecen. Como se observa, los tres valores menores en la tabla corresponden a la parte inicial, media y final del área de inundación en SMA.

**Tabla 49: Valores máximos de sumatoria de longitud aguas arriba en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec y su correspondiente Administración municipal.**

	<b>Sumatoria de longitud Aguas arriba (m lineales)</b>	<b>Administración Municipal</b>
1	<b>982,689.7</b>	<b>San Mateo Atenco</b>
2	<b>1,056,922.6</b>	<b>San Mateo Atenco</b>
3	<b>1,268,929.6</b>	<b>San Mateo Atenco</b>
4	1,274,130.2	Lerma
5	1,371,840.0	Lerma
6	1,523,631.7	Lerma

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de la RH12Aa de INEGI



### SIMBOLOGÍA

Sumatoria de longitud aguas arriba (m)

Red	667,990 - 1,525,465	Purple outline	San Mateo Atenco
Yellow	299,703 - 667,989	Dark purple outline	RH12Aa Sub Cuenca Almoloya- Otzolotepec
Light yellow	198,911 - 299,702	Blue hatched	Cuerpo de agua
Yellow-green	127,526 - 198,910	Blue hatched	Area de inundación
Green	84,736 - 127,525		
Light green	55,818 - 84,735		
Cyan	35,121 - 55,817		
Blue	17,975 - 35,120		
Purple	5,748 - 17,974		
Black	7 - 5,747		

TEMA: **Sumatoria de longitudes aguas arriba Subcuenca Almoloya-Otzolotepec**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

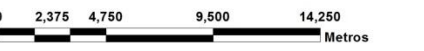
PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **32**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transverso de Mercator UTM WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:71,769  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI (2010), Marco Geoespacial Municipal 2010; INEGI, México; INEGI (2010), Red Hidrográfica 2a Edición; INEGI, México.



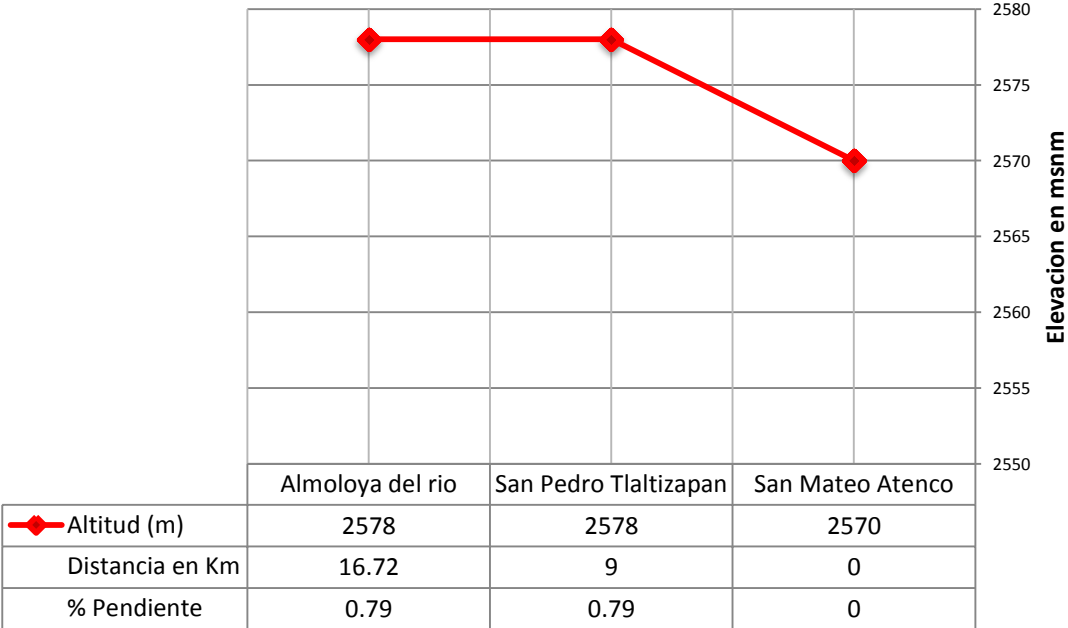


En el anterior mapa, puede observarse que existe un vínculo directo con las categorías más altas de concentración de escorrentía; derivada de la sumatoria de longitudes aguas arriba, con los canales a cielo abierto (San Isidro y San Carlos al oeste y San Diego al este) que en temporadas de lluvia han ocasionado inundaciones en SMA. La ocurrencia de menor cantidad de eventos de inundación en el río Lerma; a pesar de tener la mayor categoría de escorrentía; puede vincularse a su pendiente casi nula, comparada con las secciones este y oeste de la red hidrológica en la subcuenca.

**6.4.8 Pendientes de la RHSAO relativas a SMA**

Puede considerarse que la pendiente del terreno juega un papel sumamente importante en los sucesos de inundación en SMA. Como lo muestran **Grafica 21**, la pendiente de SMA con respecto a las localidades al sur (San Pedro Tlaltizapan y Almoloya del Río) es nula comparada con la de SMA y las localidades al este (Meteppec, Toluca) y al oeste (Ocoyoacac),

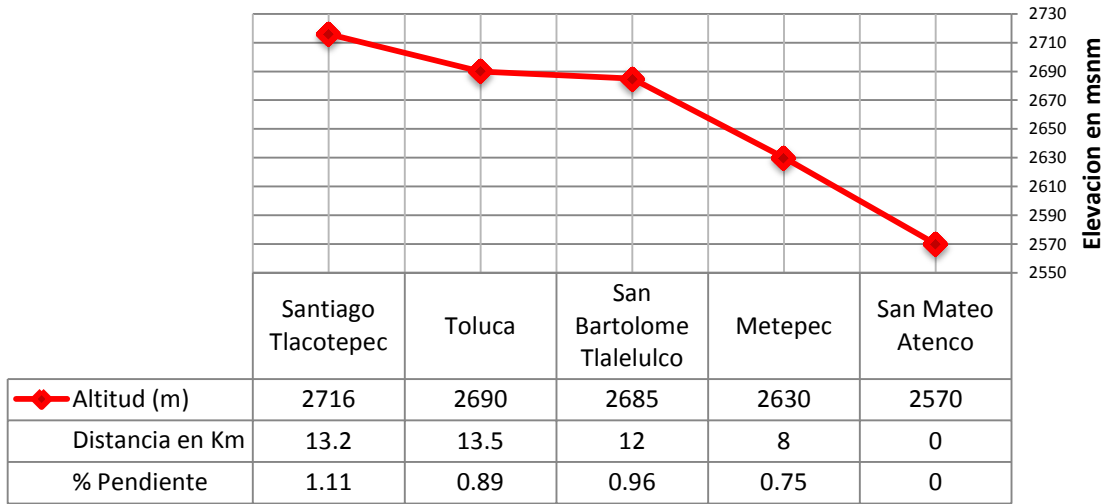
**Grafico 21: Perfil topográfico de SMA a Almoloya del Río.**



**Fuente:** Elaboración propia.

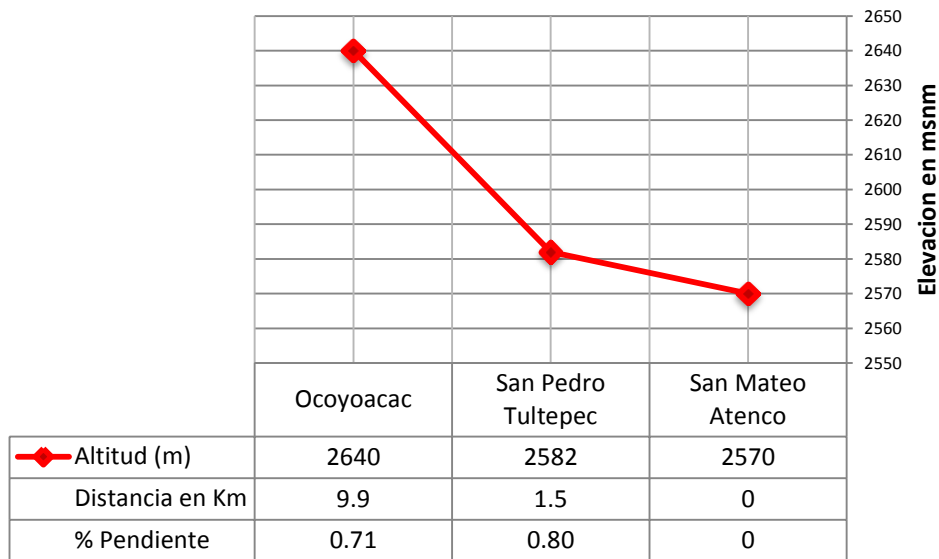


**Grafico 22: Perfil topográfico de SMA a Toluca.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Grafico 23: Perfil topográfico de SMA a Ocoyoacac.**



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 6.4.9 Tiempo de concentración en la RHSAO relativo a SMA

“El tiempo de concentración es el tiempo que tarda la escorrentía superficial en recorrer la cuenca, desde la parte alta hasta el sitio de interés” (OEA, 2010).

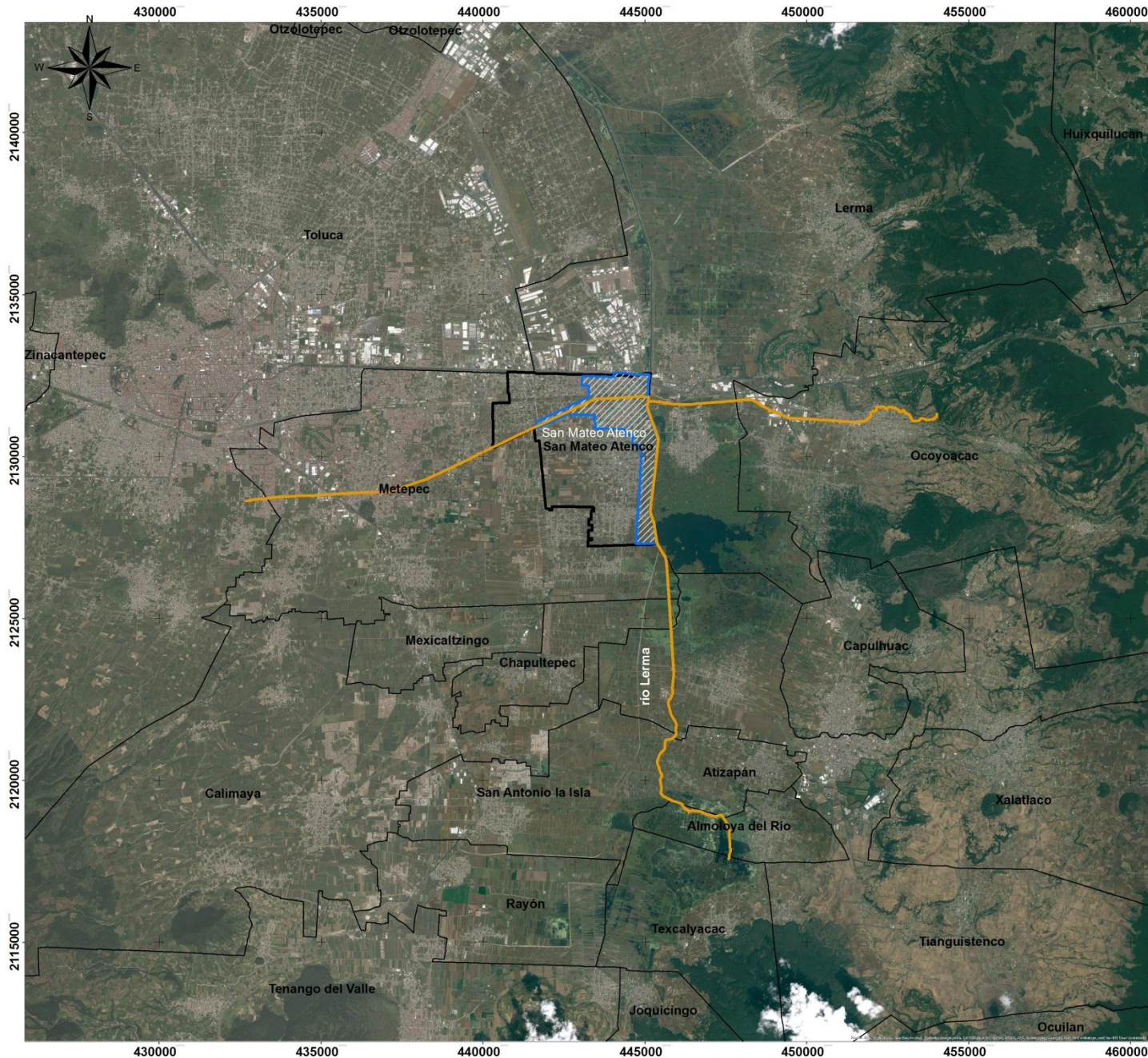
Como ya se ha fundamentado, tanto el río Lerma, como los canales a cielo abierto en San Isidro, San Carlos y San Diego en SMA, reciben gran parte de agua de la lluvia en la subcuenca por medio de sus afluentes aguas arriba, sin embargo, para que exista una inundación; a través del río o estos canales dada por una crecida, tiene que transcurrir un determinado tiempo de traslado de la misma desde un punto inicial o de monitoreo, hasta un punto final o de interés.

Tomando en consideración la estructura de la RHSAO con respecto a SMA, es de nuestro interés calcular el tiempo de concentración de las crecidas provenientes de los siguientes municipios (mapa 33):

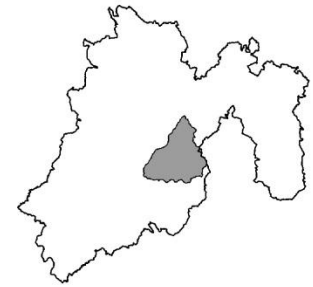
**Tabla 50: Segmentos de interés sobre la RHSAO para el cálculo del tiempo de concentración.**

Origen	Punto final
SMA	Almoloya del Río Ocoyoacac Santiago Tlacotepec



**Fuente:** Elaboración propia.



### LOCALIZACIÓN



### SIMBOLOGÍA

-  Segmento de interés en la red hidrológica para cálculo de tiempo de concentración
-  Área de inundación

TEMA:

**Segmentos de Interés en la Red Hidrológica**

**Universidad Autónoma del Estado de México**



Facultad de Geografía  
Licenciatura en Geoinformática



GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No.

**33**

PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION:

Transverso de Mercator  
UTM WGS84 Zona 14

ESCALA:

1:40,000

REVISO:

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

FUENTE:  
INEGI (2010). Marco Geoespacial Municipal 2010. INEGI, México.  
INEGI (2010). Red Hidrográfica 2a Edición. INEGI, México.



Para calcular los tiempos de concentración de los segmentos de interés mostrados en el **Mapa 33**, se usa la ecuación de tiempo de concentración según *Kirpich*, que es la siguiente:

$$tc = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

L: longitud del río – m

H: diferencia de nivel – m

t c: tiempo de concentración - min

De tal forma, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 51: Tiempo de concentración de crecidas**

	SMA a:	Desnivel (m)	Longitud (m)	tc	tc (horas - minutos)	
1	Almoloya del río	8	16,720.4	660.991205	11	4
2	Santiago Tlacotepec	138	13,213.4	168.248823	<b>2</b>	<b>48</b>
3	Ocoyoacac	62	9,913.7	164.292526	<b>2</b>	<b>44</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Derivado de pendiente de Almoloya del Río a SMA (**Grafica 21**), y el tiempo de concentración, en la tabla de arriba: **será más importante atender las crecidas que vienen de dirección este y oeste a SMA, es decir de Toluca, y Ocoyoacac.**



#### 6.4.10 Relación lluvia-escorrentía Subcuenca Almoloya-Otzolotpec

El coeficiente de escorrentía [Ce] representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada que realmente genera escorrentía superficial una vez se ha saturado el suelo por completo. Su valor depende de las características concretas del terreno que determinan la infiltración del agua en el suelo (Ibáñez, et al., 2012).

Para calcular Ce para la SAO, se hará uso de la fórmula de *Nadal* propuesta por Ibáñez (2012) que se muestra a continuación:

**Tabla 52: Cálculo del coeficiente de escorrentía (Ce) para la subcuenca Almoloya-Otzolotpec mediante la fórmula de Nadal.**

$$C=0,25 \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

K<sub>1</sub> es el factor de la extensión de la cuenca

K<sub>2</sub> es el factor de la lluvia media anual

K<sub>3</sub> es el factor de la pendiente y de la permeabilidad del suelo

Extensión		Lluvia media anual		Características de la Cuenca	K <sub>3</sub>
Km <sup>2</sup>	K <sub>1</sub>	mm	K <sub>2</sub>		
10	2.60	200	0.25		
20	2.45	300	0.50	Llana y permeable	0.5 – 0.7
40	2.15	400	0.75	Ondulada	0.5 – 1.2
100	1.80	500	1.00	Montañosa e impermeable	1.2 – 1.5
200	1.70	600	1.10		
500	1.40	700	1.17		
1.000	1.30	800	1.25		
5.000	1.00	900	1.32		
10.000	0.90	1.000	1.40		
20.000	0.87	1.200	1.50		

**Fuente:** Ibáñez, et al., 2012.

Considerando que:

- La extensión de la sub cuenca Almoloya-Otzolotpec = 1326.55 km<sup>2</sup>
- Precipitación media anual en SMA = 762.5 mm (dato promedio)



- Además de tener características montañosas en la mayor parte de la subcuenca:

De acuerdo con los correspondientes parámetros en la tabla de arriba, el coeficiente de escorrentía para la subcuenca Almoloya Oztolotepec sería el siguiente:

$$C_e = (0.25 * 0.9) * 1.17 * 1.3 \quad \text{entonces:}$$

$$C_e \text{ SAO} = 34.22\%$$

**Es decir que aproximadamente el 34% de la lluvia registrada en los equipos de medición se convertirá en flujo sobre el terreno.**

### 6.5 Equipos de medición

La medición de la lluvia y del nivel de agua de los ríos y quebradas tiene por objetivo hacer un seguimiento a las condiciones hidrológicas que pueden producir una inundación. Los instrumentos de medición del volumen de lluvia y nivel de agua de los ríos se llaman pluviómetros y escalas hidrométricas, respectivamente. Los pluviómetros [Figura 20] proveen información del volumen de agua que ya se encuentra en el suelo (lluvia caída) y las escalas hidrométricas [Figura 21 c, d] proveen información sobre el crecimiento del nivel de agua en los cuerpos de agua.

Generalmente, la información proporcionada por las escalas hidrométricas es suficiente para un pronóstico de inundación confiable. Sin embargo, el sistema de alerta temprana a desarrollar en este [trabajo] contará con una red de pluviómetros y escalas para poder brindar un tiempo de aviso adicional, ya que la medición se realizará en la parte alta de la cuenca. Este tiempo adicional se logra midiendo la cantidad de lluvia caída y calculando su futuro impacto en los ríos y quebradas. (OEA, 2001).

**Figura 20: Pluviómetros de fabricación casera.**



**Fuente:** Foro de meteorología de Venezuela.

**Figura 21: Escalas hidrométricas de fabricación casera.**



**Fuente:** OEA, 2010.

Como se ha mencionado antes, la base del SATIAtenco estará fundamentada en la participación de la comunidad en diferentes tareas del sistema de alerta temprana contra inundaciones, entre éstas, está el monitoreo de las condiciones de lluvia y niveles de ríos-canales mediante pluviómetros y limnímetros, para dar seguimiento a las condiciones hidrológicas que pudieran producir una inundación en las áreas de mayor riesgo en SMA.

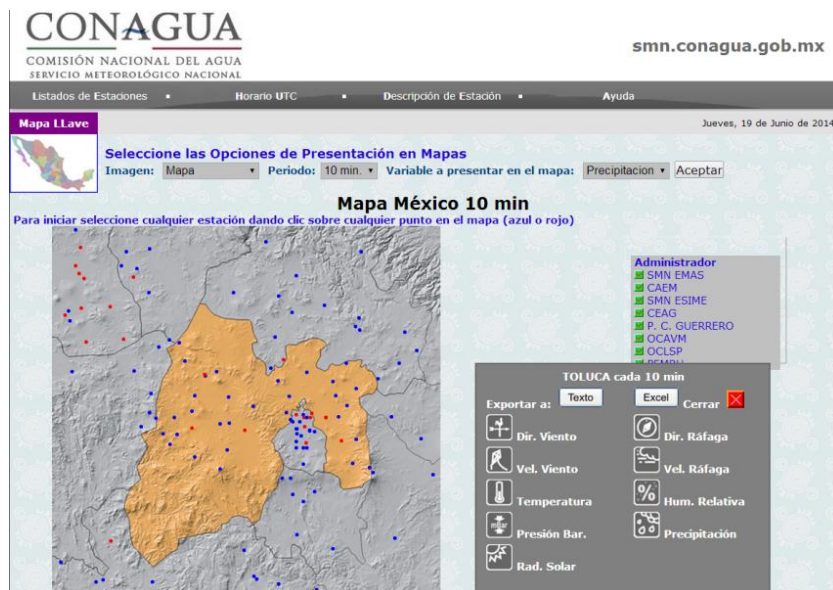
### 6.5.1 Red de Monitoreo Hidrológico para SMA (ReMHiSMA)

Entendiendo que: El objetivo hidrometeorológico en un SATI es obtener registros de las lluvias y de los niveles del río principal y sus afluentes para determinar la relación lluvia-escorrentía y los umbrales de alerta (OEA, 2010).

Se hace necesario obtener datos en tiempo real que ayuden a emitir alertas sobre posibles lluvias de intensidad tal que pudieran ocasionar inundaciones en SMA. Para ello, se requiere contar con un mecanismo continuo de obtención de datos sobre la precipitación durante una tormenta:

Uno de los sistemas que ofrecen datos actuales a cada diez minutos sobre la precipitación en las cercanías de SMA, es la Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs) de la CONAGUA y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que se puede consultar en la página web <http://smn.cna.gob.mx/emas/> (**Figura 22**).

**Figura 22: Red de EMAs de CONAGUA**



Fuente: SMN, 2014.

En este portal se pueden obtener datos de utilidad para SMA de las siguientes estaciones Meteorológicas:

**Tabla 53: EMAs del SMN cercanas a SMA.**

ESTACIÓN	Frecuencia mínima de datos
Nevado de Toluca	10 minutos
Toluca	10 minutos

**Fuente:** Elaboración propia

Sin embargo los datos de estas estaciones ofrecen un retraso de su información por más de dos horas en tiempo real, lo que hace evidente la búsqueda de otra fuente de obtención de datos sobre los patrones del comportamiento hidrológico en la SAO.

Entendiendo que no existe ninguna otra fuente de datos que pueda ayudar a pronosticar una inundación en SMA a partir del monitoreo de patrones hidrológicos en tiempo real de la SAO:

**Se propone una Red de Monitoreo Hidrológico (ReMHiSMA) para la obtención de datos hidrológicos básicos en SMA.**

#### 6.5.2 Número de estaciones de monitoreo en la ReMHiSMA

Para definir el número de estaciones de monitoreo hidrológico que componen la ReMHiSMA propuesta, se toma en cuenta el criterio de densidad mínima de unidades de medición por kilómetro cuadrado según el tipo de zona al interior de la SAO recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM): **Tabla 54**

**Tabla 54: Cobertura mínima en km<sup>2</sup> por estación de monitoreo recomendado por la OMM según el tipo de Zona.**

Unidad fisiográfica	Densidades mínimas por estación (superficie en km <sup>2</sup> por estación)	
	Sin registro	Con registro
<b>Zonas costeras</b>	900	9 000
<b>Zonas montañosas</b>	250	2 500
<b>Llanuras interiores</b>	575	5 750
<b>Zonas escarpadas</b>	575	5 750
Zonas urbanas	<b>10 a 20</b>	
<b>Zonas polares o áridas</b>	10 000	100 000

**Fuente:** OEA, 2010

Dentro de la SAO, básicamente se tendrá en consideración dos tipos de zona  
**Mapa 34:**

- Zona montañosa
- Zona urbana

En la siguiente tabla se pueden observar las superficies correspondientes a las áreas representadas en el **mapa (34)**. De acuerdo a las recomendaciones mínimas de la OMM para regiones sin registro (**Tabla 54**), se ha obtenido el número de estaciones de monitoreo hidrológico que formaran la ReMHISMA:

**Tabla 55: Número de estaciones de monitoreo hidrológico en la ReMHISMA**

<b>Tipo de Zona</b>	<b>Área</b>	<b>Densidad mínima por estación (OMM)</b>	<b>Número de estaciones</b>
<b>Urbana</b>	230.42	20 km <sup>2</sup>	<b>12</b>
<b>Montañosa</b>	1096.12	250 km <sup>2</sup>	<b>4</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Tomando en cuenta las recomendaciones se tomaron 5 puntos de observación de los patrones de lluvia mediante pluviómetros en la parte alta de la SAO y 4 medidores de nivel de ríos-canales en la parte intermedia de la SAO.

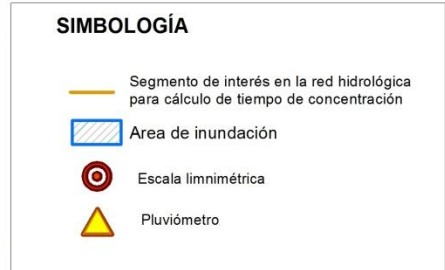
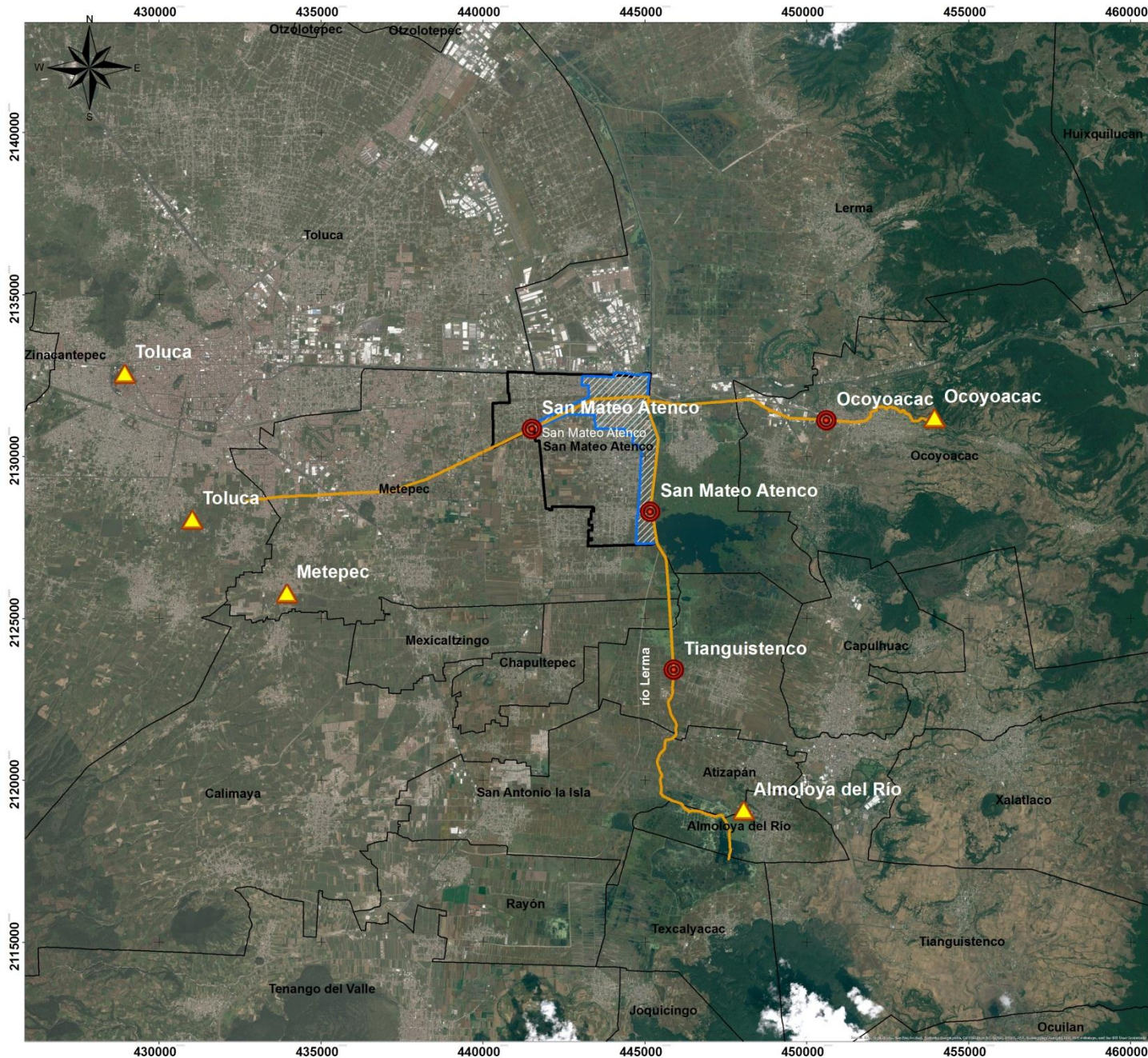
La **Tabla 56** muestra los atributos geográficos de los instrumentos que conforman la ReMHISMA propuesta para el Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones en SMA. En seguida, el **Mapa 34** muestra la propuesta de localización espacial estratégica considerada.



**Tabla 56: Localización de medidores patrones de lluvia y nivel de ríos de la ReMHISMA.**

Entidad	Municipio	Clave municipal	Barrio	Tipo	Nombre	Longitud	Latitud
<b>México</b>	San Mateo Atenco	076	<b>Colonia Álvaro Obregón</b>	<b>Escala limnimétrica</b>	Medidor de nivel	441508.4572	2130860.0087
<b>México</b>	San Mateo Atenco	076	<b>Barrio de Guadalupe</b>	<b>Escala limnimétrica</b>	Medidor de nivel	445166.9216	2128301.6749
<b>México</b>	Ocoyoacac	062	<b>Santiaguito</b>	<b>Escala limnimétrica</b>	Medidor de nivel	450605.8065	2131128.6759
<b>México</b>	Tianguistenco	101	<b>San Pedro Tlaltizapan</b>	<b>Escala limnimétrica</b>	Medidor de nivel	445887.5659	2123416.6914
<b>México</b>	Almoloya del Rio	006	<b>Campesina Emiliano Zapata</b> (nacimiento del río Lerma)	<b>Pluviómetro</b>	Medidor de lluvia	448056.1804	2119062.3441
<b>México</b>	Ocoyoacac	062	<b>Tepexoyuca</b> (nacimiento del río Ocoyoacac)	<b>Pluviómetro</b>	Medidor de lluvia	453949.2895	2131182.4798
<b>México</b>	Metepec	054	<b>San Bartolomé Tlaltelulco</b>	<b>Pluviómetro</b>	Medidor de lluvia	433940.6115	2125769.9057
<b>México</b>	Toluca	106	<b>Capultitlan</b>	<b>Pluviómetro</b>	Medidor de lluvia	431022.7480	2128045.0909
<b>México</b>	Toluca	106	<b>Cuidad Universitaria</b>	<b>Pluviómetro</b>	Medidor de lluvia	428936.3262	2132560.8470

**Fuente:** Elaboración propia



TEMA:  
**PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE LA RED DE MONITOREO HIDROLÓGICO PARA SMA**

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Facultad de Geografía  
 Licenciatura en Geoinformática

GUTIERREZ PEREZ FELIPE ALBERTO

PLATA REBOLLAR JOSE LUIS

DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dr. en G. José Emilio Baró Suárez

MAPA No. **34**  
 PROYECTO: Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco Estado de México.

PROYECCION: Transversa de Mercator UTM WGS84 Zona 14  
 ESCALA: 1:40,000  
 REVISO: Dr. en G. José Emilio Baró Suárez  
 FUENTE: INEGI (2010), Marco Geoespacial Municipal 2010; INEGI, México; INEGI (2010), Red Hidrográfica 2a Edición; INEGI, México.



Las consideraciones contempladas para elegir la localización de los pluviómetros y escalas limnimétricas representados en el **Mapa 34** han sido definidos tomando en cuenta algunos criterios definidos por Eslava (2014) los cuales son los siguientes:

**Pluviómetros:**

- El Origen (cuenca arriba) de las corrientes de la RHSAO vinculadas con los canales San Isidro, San Carlos, San Diego, y río Lerma y las áreas de mayor riesgo de inundación en SMA
- Cercanía relativa con áreas pobladas que posibiliten el monitoreo de pluviómetros por voluntarios de comunidades cercanas.
- Áreas accesibles a los voluntarios que harán las lecturas y que garanticen la seguridad física
- Área despejada de follajes
- Zona sin peligro de inundación
- Sitio relativamente plano
- El pluviómetro debe ubicarse a un (1) metro sobre la superficie del suelo, a nivel, evitando cualquier inclinación, sobre una base vertical

**Limnímetros:**

- Considerar la accesibilidad de las personas responsables de la lectura
- Colocar las escalas, miras o limnímetros sobre estructuras permanentes como puentes, columnas de concreto u otro tipo de base
- Las miras deben ubicarse en un área plana;
- Deben estar cerca de un centro poblado (accesible) para facilitar su lectura
- Se deben colocar en la parte alta, media y baja de la cuenca
- Colocación en un tramo recto del río o quebrada sin curva por lo menos 100 metros aguas arriba y aguas abajo de la escala
- Debe ubicarse abajo de la confluencia de dos o más afluentes



### 6.5.2 Medición de la lluvia en la ReMHiSMA

La medición de la lluvia se realiza por medio de pluviómetros de fabricación casera, que tienen el objetivo de ayudar a conocer la cantidad de lluvia descargada durante una tormenta. Las mediciones son realizadas por voluntarios quienes son los responsables de realizar y enviar las lecturas de su instrumento de medición asignado de acuerdo al **Protocolo de Medición de Lluvia en la ReMiSMA** a una central de procesamiento de datos y con ello caracterizar el comportamiento de la precipitación como una altura (o lámina) independiente en cada punto de medición de la red. Esto a su vez, podrá permitir conocer el comportamiento global del volumen promedio de lluvia precipitada que se encausa a los puntos críticos de la RHSAO vinculados con las áreas de mayor riesgo de inundación en SMA y en su caso emitir el mensaje de alerta correspondiente.

**Figura 23: Medición de lluvia en pluviómetros por voluntarios**



Fuente: [www.agroads.com](http://www.agroads.com)

## *Pluviómetro de tubo de PVC*

El modelo de pluviómetro casero propuesto para la ReMHiSMA (**Figura 33**); los materiales a usar, procedimiento de construcción, lectura y mantenimiento; que se presentan en seguida, han sido retomados del “*Manual para el Diseño e Implementación de un Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones en Cuencas Menores*” de la OEA (OEA, 2001) al final se muestran los pasos para su instalación recomendados por la NOAA.

### **Materiales a usar**

- Un tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro y 70 centímetros de longitud
- Una rejilla para poner en la parte superior del tubo
- Un tubo de PVC de ½ "
- Una reducción para insertar el tubo de 6 " con el tubo de ½ "
- Una conexión tipo “T” de PVC de ½ "
- Una manguera transparente de más de 1 m y 5 cm de largo
- Una cinta métrica o cinto de sastre
- Un grifo de bronce de ½ "
- Cemento
- Tornillos, ángulos ranurados, roscas correspondientes (véase Figura 7 de la página 22)
- Herramientas

### **Procedimiento de construcción**

1. En la parte inferior del tubo de 6" se inserta el tubo de ½" usando la reducción
2. Al otro lado del tubo de ½" se le coloca la conexión tipo T.
3. La conexión tipo T tiene dos lados. En un lado se coloca la manguera y en el otro se coloca el grifo de ½".
4. Se sujeta la manguera al tubo paralelamente.
5. Se pega la cinta métrica en el tubo de 6" paralelamente a la manguera



## **Lectura**

El tubo recolector de agua del pluviómetro está conectado a una manguera transparente la que actúa como un sifón. De esta manera el nivel del agua captada en el pluviómetro es representado en la manguera graduada. Se utilizará el número al cual el nivel del agua en la manguera esté más cercano; por ejemplo, si el nivel del agua está entre 0.5 y 1.0 pero más cercano a 1.0, la lectura será 1.0.

## **Mantenimiento**

Las conexiones de este tipo de pluviómetro pueden con el tiempo originar una fuga de agua en alguna parte. Esto debe repararse inmediatamente; de lo contrario, la lectura de datos será incorrecta.

## **Instalación**

**NOTA: Ver anexos Manual para la instalación de Pluviómetros.**

### 6.5.3 Medición de niveles de ríos y canales en la ReMHiSMA

La medición de los niveles del río Lerma, los canales San Isidro, San Carlos y San Diego pueden ayudar significativamente a dar seguimiento a la posibilidad de que ocurran desastres en las zonas con mayor riesgo de inundación en SMA.

Los datos de sus niveles durante la época de lluvias pueden ser monitoreados mediante la instalación de escalas hidrométricas (**Figura 24**), que no son otra cosa que una serie de reglas graduadas que se instalan en puntos estratégicos sobre el cauce de ríos canales y para leer la altura del agua durante una tormenta.

**Figura 24: Instalación de escalas hidrométricas en puntos estratégicos de ríos y Canales.**



**Fuente:** [www.sanjavierinos.com.ar](http://www.sanjavierinos.com.ar)

### *Escala hidrométrica sujeta a estructuras fijas*

También se propone el uso de estructuras fijas como puentes y paredes de canales en las inmediaciones de SMA, en tales estructuras; como el puente ubicado en avenida Lerma y avenida Torres (**Figura 25**) y otro puente que se encuentra en avenida Lerma y avenida Deportiva, se pintaran directamente graduaciones con color verde, amarillo, naranja y rojo, que indicaran el nivel alcanzado del agua al interior de canales cercanos a las áreas de mayor riesgo de inundación al ocurrir una tormenta, cada color alcanzado por el nivel del canal representará un diferente tipo de aviso de alerta de inundación.

**Figura 25: Propuesta 1 de escala hidrométrica en el Canal San Isidro.**



**Fuente:** Elaboración propia con imágenes de Google earth, (feb 2014).

**Figura 26: Propuesta 2 de escala hidrométrica en el Canal San Isidro.**



**Fuente:** Elaboración propia con imágenes de Google earth, (feb 2014).

A continuación se muestran los materiales a usar, construcción e instalación, lectura y mantenimiento, recomendados por la Organización de los Estados Americanos (OEA, 2001) para las escalas hidrométricas propuestas en el SATIAtenco:

#### ***Materiales a usar***

- Pintura fosforescente [color verde, amarillo, naranja y rojo].
- Viga de madera
- Cinta métrica
- Herramientas
- Clavos, alambre, soga, nivel de mano, etc.

#### ***Construcción e instalación***

1. En la época seca se mide el nivel mínimo del río o quebrada donde se va a colocar la escala.
2. Se mide desde una punta de la viga el nivel mínimo más un espacio para enterrar la viga en el lecho del río [o canal]. Esta medida será el punto 0 de la escala.

3. Se procede a hacer más divisiones en la viga, las cuales pueden ser de cada 25 cm o cada medio metro. Los números indicarán los metros completos y las rayas intermedias los incrementos de 0.25 o 0.5m, según sea el caso.
4. Se entierra una parte de la escala en el lecho del río, haciendo coincidir el punto cero con el nivel mínimo del agua. Se debe mantener la escala verticalmente sujetándola a la estructura fija que se usará (pilar, columna, etc.).
5. Otra manera de construir una escala es simplemente pintando las graduaciones en los pilares de los puentes u otras estructuras. La comunidad decidirá cuál de estos dos métodos se adecúa más a las condiciones del lugar.

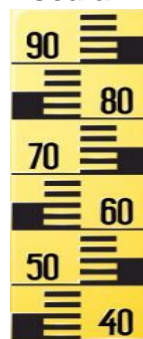
#### *Lectura*

El nivel inferior de la escala hidrométrica (sin contar la parte enterrada) debe coincidir con el nivel mínimo del río, el cual será considerado como su punto 0. Cuando el nivel del agua se encuentre entre dos puntos se tomará la lectura utilizando el punto más cercano. Las lecturas se deben tomar a cada hora en punto e inmediatamente después que el nivel del río comienza a subir, aunque no esté lloviendo

#### *Mantenimiento*

Los números en las escalas deben siempre estar bien pintados para poder hacer una buena lectura. Después de una inundación se debe revisar que todas las escalas estén en su lugar. Se reemplazará las que estén rotas (OEA, 2001).

**Figura 27: Escala hidrométrica.**



**Fuente:** Marco Facco Signs



## Módulo 2: Pronóstico de crecidas

Este módulo comprende la metodología para determinar umbrales de lluvia y de niveles de ríos- canales en SMA. El diseño de **umbrales** pretende ampliar el tiempo de respuesta que tienen las personas ubicadas en las áreas de mayor peligro para responder ante un posible evento de inundación mediante medidas de protección.

En este apartado también se muestran algunas herramientas tecnológicas que pueden auxiliar en las tareas de monitoreo hidrológico del SATIAtenco.

### 6.6 Pronóstico de crecidas

Se entiende como pronóstico de crecidas, la determinación de la probabilidad de que una inundación se manifieste en SMA (**Figura 28**).

El pronóstico de crecidas tiene dos características: **dar a conocer con anticipación la ocurrencia de una crecida y la magnitud de la misma**. Los pronósticos de crecidas pueden ser utilizados para establecer estrategias de actuación para evitar o reducir la pérdida de vidas humanas y ciertos daños económicos. Además, los pronósticos de crecidas ayudan en la toma de decisiones, proporcionan información a escala temporal e indican el nivel de la crecida esperada en la zona (OEA, 2010).

**Figura 28: Inundación en San Mateo Atenco el día 15 de agosto de 2010**



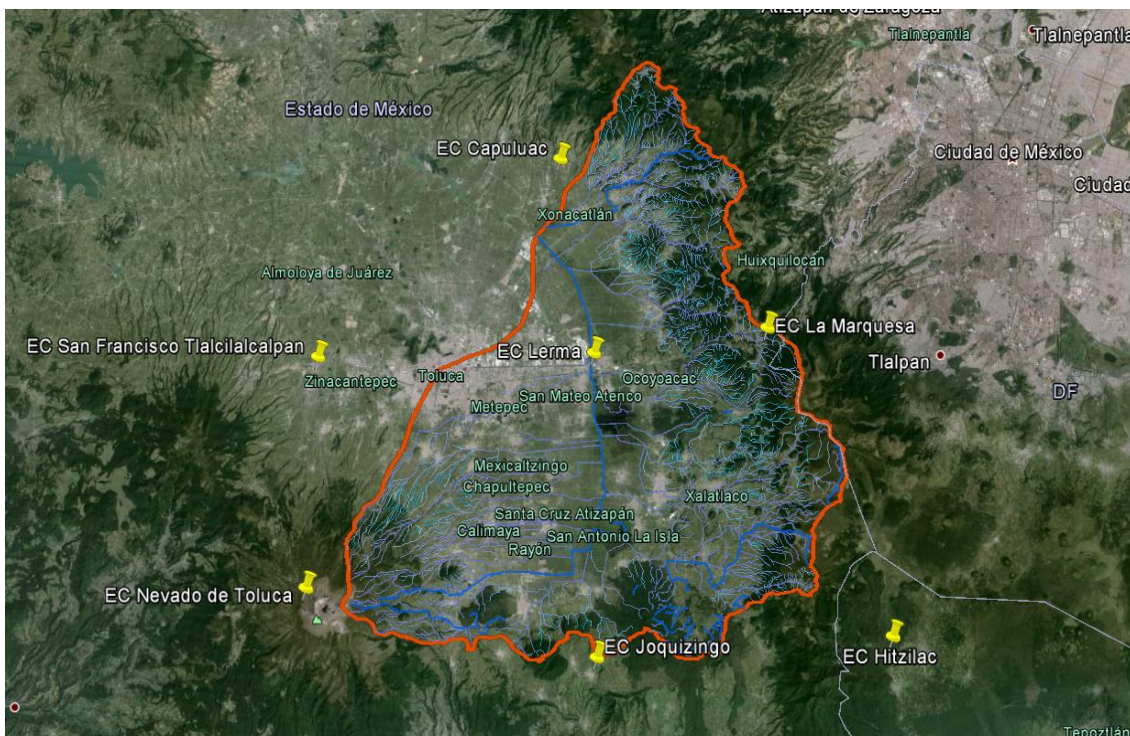
**Fuente:** Galería de Kikegm296.6.1

### 6.6.2 Datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en el SATIAtenco

El diseño de umbrales del Sistema de Alerta Temprana contra Inundaciones de SMA estará determinado a partir de los datos históricos de precipitación ocurridos en la SAO. Los datos de precipitación máxima diaria requeridos para este diseño, se han obtenido de una selección de estaciones pertenecientes a la Red de Estaciones Climatológicas (EC) de la CONAGUA que se muestra en la **Figura 29** Entendiendo que las inundaciones que se conocen en SMA han sucedido desde principios del siglo XIX y hasta fechas recientes ;2012 (antecedentes, capítulo 1). Las estaciones mostradas en la **Figura 29**, fueron elegidas tomando los siguientes criterios:

1. Máxima cantidad de registros de precipitación hacia el pasado y a fechas actuales.
2. Distribución espacial homogénea dentro de la SAO.

**Figura 29. Estaciones Climatológicas utilizadas para la obtención de datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en la SATIAtenco**



Fuente: Google Earth.

### 6.6.3 Rango de datos datos hidrológicos básicos para el diseño y operación de umbrales en la SATIAtenco

Para reunir un conjunto de datos con una misma temporalidad, se toma en cuenta la siguiente tabla en la que se resumen las fechas inicial y final del registro de datos en cada una de las estaciones climatologicas consideradas para la obtencion de datos hidrológicos.

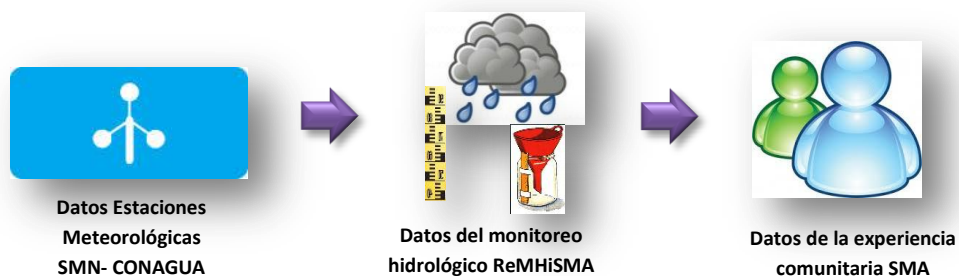
**Tabla 57: Definicion del rango de datos hidrológicos básicos para el diseño de umbrales en el SATI Atenco.**

	Estación Climatologica (EC)	Fecha inicial	Fecha final
1	CAPULUAC	05/12/1970	<b>31/08/2011</b>
2	HUITZILAC	01/12/1961	31/03/2012
3	JOQUICINGO	05/01/1956	<b>31/07/2008</b>
4	LA MARQUESA	01/01/1969	30/11/2008
5	LERMA CASETA EPCCA	<b>01/01/1973</b>	30/06/2010
6	NEVADO DE TOLUCA	21/07/1964	31/10/2010
7	SAN FRANCISCO TLALCILALCALPAN	01/03/1939	30/11/2010

**Fuente:** Elaboracion propia en Base a datos de las Estaciones Climatologicas

De esta manera, el conjunto de datos hidrológicos basicos que se tomara en cuenta para el diseño de umbrales sera el del periodo del **01 de enero de 1973, al 31 de julio de 2008.**

Más tarde, los umbrales obtenidos deberán ser ajustados de acuerdo a la cantidad e intensidad de lluvia que se vincula con las inundaciones en SMA, y que se mide en el proceso de monitoreo de láminas y niveles registrados en la ReMHiSMA. A su vez, también serán de gran valor las aportaciones de la experiencia comunitaria en cuanto a eventos importantes de inundación en el pasado.



## 6.7 Umbrales de lluvia

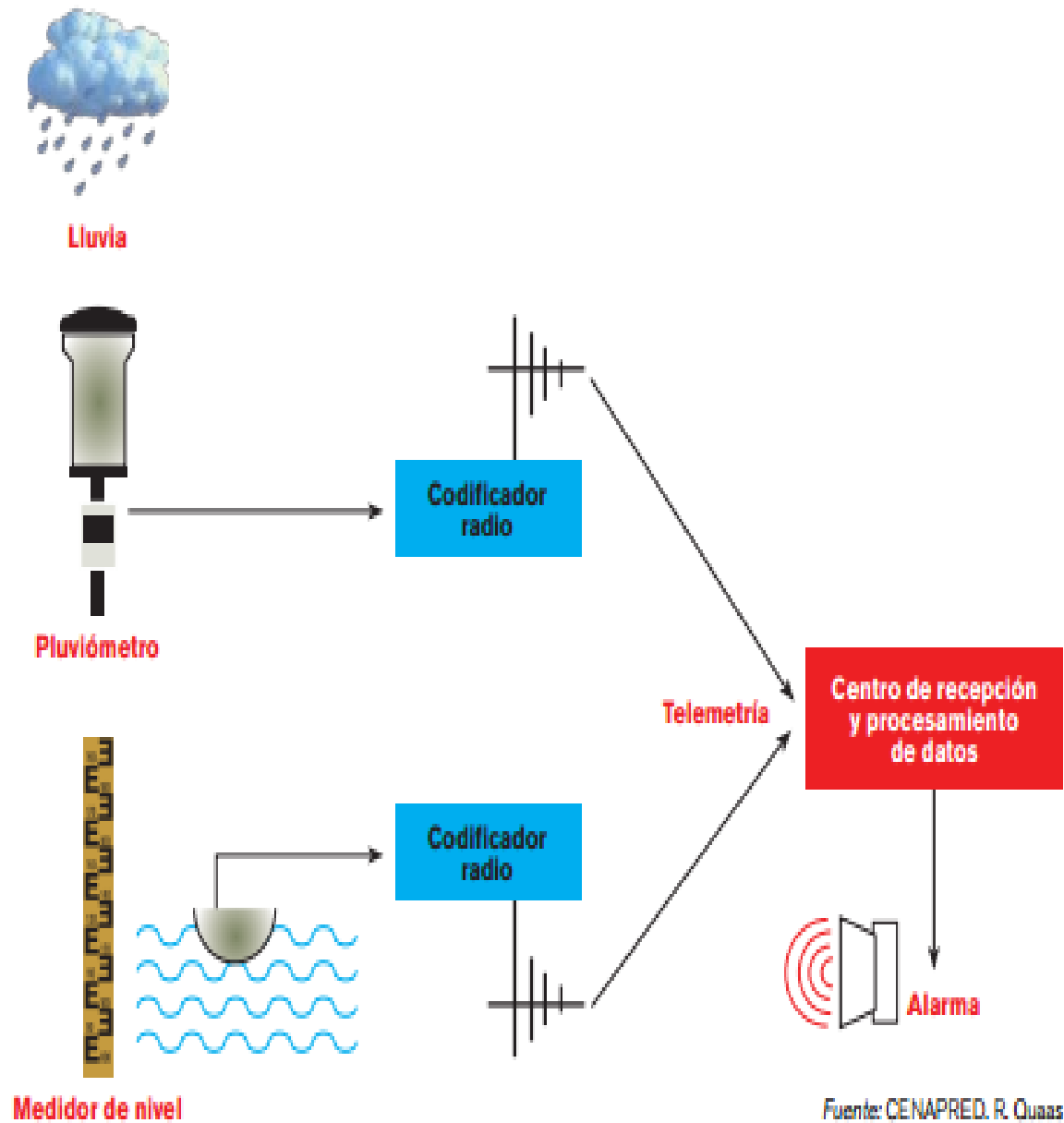
Los umbrales de lluvia ofrecen la ventaja de proporcionar un tiempo para antelar acciones de preparación, disminución de desastres y reducir o evitar pérdidas en una comunidad.

Se hace evidente que cuando se presenta una inundación existen cambios en los niveles normales de ríos y canales, los que a su vez se han modificado a partir de la lluvia acumulada durante un determinado periodo de tiempo. De manera que: pueden existir inundaciones generadas en tiempos cortos por lluvias muy intensas o a su vez inundaciones producidas por lluvias constantes descargadas durante un periodo de tiempo prolongado.

En todo caso, la lluvia en forma de crecida no llega de forma directa hasta las zonas propensas al riesgo de inundación, sino que: mientras la descarga de precipitación se acumula y traslada por los cauces sobre el terreno cuenca arriba hasta las planicies localizadas cuenca abajo debe transcurrir un determinado lapso de tiempo. A este tiempo se le denomina tiempo de concentración (Módulo 1).

Debido a que la lluvia ocupa un cierto tiempo en trasladarse desde los puntos cuenca arriba, hasta las planicies de inundación o comunidades en riesgo. El tiempo de concentración se convierte en una ventaja si existen puntos de monitoreo estratégicos capaces de obtener y enviar de manera rápida la información sobre el patrón de comportamiento hidrológico hacia una central encargada de emitir alertas sobre el comportamiento hidrológico de la crecida durante una tormenta y así dar oportunidad a que la población ejecute acciones de respuesta ante inundaciones y reducir/evitar daños personales y económicos.

**Figura 30: Las estaciones de la ReMhiSMA transmiten sus datos a una central de procesamiento donde se monitorea el patrón de la precipitación cuenca arriba, así como los niveles de ríos y canales. Al pasar un determinado umbral se activa una señal de aviso.**



Fuente: CENAPRED, OEA 2010.



La herramienta que ayuda a definir los umbrales de lluvia (niveles de alerta) se denomina *Grafica de umbrales de lluvia* o curva de lluvia acumulada (**Diagrama 8**).

Según la OEA (2010), los pasos para obtenerla son los siguientes:

**Diagrama 8: Pasos para definir la curva de lluvia acumulada.**



**Fuente:** Elaboración propia en base a OEA, 2010.

El análisis de la curva de lluvia acumulada tiene el fin de identificar tres categorías diferentes de umbrales de lluvia, cada categoría se relaciona con los colores de condición de alerta verde, amarillo y rojo **Figura 32**.

**Figura 32: Categoría de umbrales de lluvia y acciones a seguir.**

Tipo de alerta	Condición de alerta	Acción
<b>Aviso</b>	VERDE	Dar aviso a los observadores para que le den seguimiento al comportamiento de la lluvia.
<b>Alerta</b>	AMARILLO	Dar alerta a los encargados para implementar acciones previas a una inundación.
<b>Alarma</b>	ROJO	Dar alarmas a las comunidades aguas abajo para activar planes de emergencia.

**Fuente:** OEA, 2010.

- La condición de alerta verde está relacionada con la cantidad de lluvia acumulada que determina una crecida en los ríos, pero que no causa su desbordamiento.
- La condición de alerta amarilla está relacionada con la cantidad de lluvia acumulada que determina crecida en los ríos, aunque no causa desbordamiento del mismo, pero que de continuar lloviendo generaría su desbordamiento.
- La condición de alerta roja está relacionada con la cantidad de lluvia acumulada que origina desbordamiento en los ríos [o canales en el caso de SMA] (OEA, 2010).

## Módulo 3: ETAPA SOCIAL Consideraciones organizativas

### Identificación y comunicación del Estado de Alerta

Este Módulo maneja las Consideraciones Organizativas de la comunidad. En él cual la organización es el proceso fundamental para el éxito del SATI en el territorio, ya que la falta de participación de la comunidad en cualquiera de las etapas puede resultar en la no apropiación del sistema, lo cual pone en riesgo su sostenibilidad.

### 6.8 Organización de un comité Local para la prevención, mitigación y atención de desastres.

Mencionado anteriormente la sociedad tiene el papel más importante en la implementación del SATI, La participación de la población vulnerable ante las amenazas de desastre es clave para la preparación ante emergencias. Todas las personas deben de encontrar un espacio para participar, entender mejor sus problemas, tomar decisiones y asumir compromisos para la seguridad y bienestar de sus familias y de la comunidad. Por ello se proponen 5 condiciones para una participación efectiva de la comunidad en la organización comunitaria del municipio:

- a. Todos participan sin discriminación:** Que todos los varones y las mujeres de la comunidad integren las diversas organizaciones sociales sin ningún tipo de discriminación por causa de género, religión, ideología, raza, etc.
- b. Escuchar y ser escuchados:** Que existan condiciones favorables en la comunidad para escuchar y ser escuchados, lo que hará posible establecer un diálogo a fin de que la comunidad, una vez informada, tome la decisión más conveniente y pueda asumir sus compromisos.
- c. Respetar los acuerdos:** Que la comunidad, una vez tomada la decisión de participar en una actividad o proyecto determinado, asuma el liderazgo de la

acción teniendo en cuenta los acuerdos de asamblea y los convenios asumidos o firmados.

**d. Organizados y coordinados:** Que los líderes, dirigentes y autoridades de la comunidad realicen trabajo en equipo, actuando de forma coordinada con las instituciones públicas y privadas.

**e. Manejar los conflictos:** Que en caso de conflictos nuevos o ya existentes, estos sean abordados mediante el diálogo y con el debido respeto a los acuerdos comunitarios.

Por tal motivo se propone que el comité local para el SATIAtenco esté integrado por un coordinador, un responsable de observación y monitoreo de la lluvia y nivel del río y de los canales, un responsable de respuesta ante la emergencia, un responsable de evaluación de los daños y análisis de necesidades y un responsable del manejo y operaciones de los albergues, cada responsable debe de contar con sus propio equipo de apoyo. **Ver Diagrama 9**

**Equipo de trabajo 1:** Voluntarios para la construcción e instalación de los instrumentos de medición

**Equipo de trabajo 2:** Voluntarios para la lectura de los instrumentos de medición de lluvia y nivel de agua y transmisión de la información. Los miembros de este equipo de trabajo tienen que vivir en la parte alta de la cuenca cerca de los sitios donde se colocarán los instrumentos en este caso los Pluviómetros y Limnímetros.

**Equipo de trabajo 3:** Voluntarios para estar en el lugar que será establecido con el propósito de recibir la información, procesarla, y pronosticar la inundación cuando sea necesario.

**Equipo de trabajo 4:** Voluntarios para ejecutar planes de emergencia como respuesta a un pronóstico de inundación. El Paso 5 contiene la información mínima que debe tener un plan de emergencia y que debe ser conocida por la comunidad.

**Diagrama 9: Organización del Comité Local de San Mateo Atenco**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Comité Local:** Debe ser el conjunto de personas representativas de la comunidad de **SMA**, ya que desarrollaran y ejecutaran actividades de defensa civil en un determinado ámbito. Su trabajo se orienta a proteger la integridad física de la población y el patrimonio ante los efectos de las inundaciones.

El comité local es la instancia básica operativa del **SATIAtenco**, desde la cual se genera y propaga todo el accionar de la defensa civil. Debe tener carácter permanente, por lo tanto, su funcionamiento es continuo y deben sostener reuniones periódicas con los demás integrantes.

El **Grupo de Apoyo** está definido a partir de protección Civil del municipio y del Estado, puesto que serán los encargados de capacitar a la población para que puedan hacer una **adecuada operación y mantenimiento del SATI**.

### 6.9 Capacitación

Los miembros de la comunidad beneficiada con el **SATIAtenco** deben conocer las:

- ✓ **Amenazas**
- ✓ **Vulnerabilidad**
- ✓ **Riesgos**



A los que están sometidos y las acciones que deben ejecutar como respuesta en caso de que se presente una inundación. Para ello, es necesario desarrollar un programa de capacitación, el cual debe darse a dos niveles:

- 1.- Dirigido a toda la comunidad:** Representada por al menos un miembro de cada familia, para poder darles un panorama amplio de lo que trata el SATIAtenco.
- 2.- Comité Local:** Para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres.

#### ***6.9.1 Capacitación a los miembros de la Comunidad.***

La capacitación a los miembros de la comunidad debe desarrollarse en jornadas cortas, **utilizando lenguaje y material sencillo, de fácil comprensión.** Debe procurarse que al menos un (1) miembro de cada casa propensa a sufrir daños por las inundaciones asista a las capacitaciones.

Los miembros de la comunidad deben comprender qué es el SATI; cómo funciona; cómo se hacen las observaciones y monitoreo; cómo, cuándo y a quiénes se hacen las comunicaciones a través de los radios; cuáles son los umbrales de alerta; quién determina el nivel de alerta; y qué hay que hacer cuando se presenta una alerta. Por lo cual se hace mención del contenido básico que se debe tener durante la capacitación de los integrantes del **SATIAtenco.**

1.- Presentar a los miembros de la comunidad los alcances del Sistema Comunitario de Alerta Temprana contra Inundaciones, destacando la importancia de la integración de la comunidad en todo el proceso de diseño, operación y mantenimiento del mismo, ya que son la parte fundamental para la sostenibilidad del SAT.

Una vez identificado las amenazas y vulnerabilidad de la comunidad. Ubicar las casas, escuelas, iglesias, centro comunal, calles, etc. Identificar sitios que puedan ser utilizados como **albergues en caso de que se presente una inundación.**  
**VER MAPA (24)**

2.- Dar a conocer a la población qué es una cuenca hidrográfica. Dibujar la cuenca del río principal en caso es el **Río Lerma**, así mismo los **Canales San Isidro, San Carlos, San Diego**, identificando las principales quebradas que alimentan el río y la ubicación de las comunidades que están dentro de la cuenca. Explicar qué es el ciclo hidrológico y cómo las actividades del hombre inciden en el cambio del régimen hidrológico del río (aumento de la escorrentía en la época de lluvias y disminución del caudal del río durante la época seca).

3.- Presentar el diseño del SATIAtenco, destacando los sitios donde estarán ubicados los pluviómetros, limnímetros, radios de comunicación y alarmas, Explicar qué medio será utilizado para dar la alerta ante una eventual inundación (aviso casa por casa, alarma sonora, etc.). Explicar la importancia de la observación de la lluvia y de los niveles del río, destacando la necesidad de cuidar los equipos instalados (pluviómetros, limnímetros,).

4.- Presentar el mapa de riesgo, destacando los albergues ya ubicados en **Mapa 24**, en los cuales destacan las escuelas, Centros Médicos, Iglesias.

### ***6.9.2 Capacitación a los miembros del Comité Local.***

Se propone que los Integrantes del Grupo de Apoyo en este caso son Protección Civil del Municipio y del Estado sean los que capaciten a los integrantes del Comité Local ya que deben comprender qué es el SATIAtenco cómo funciona; cómo se hacen las observaciones y monitoreo; cómo, cuándo y a quienes se hacen las comunicaciones a través de los radios; cuáles son los umbrales de alerta; quién determina el nivel de alerta; y qué hay que hacer cuando se presenta una alerta.

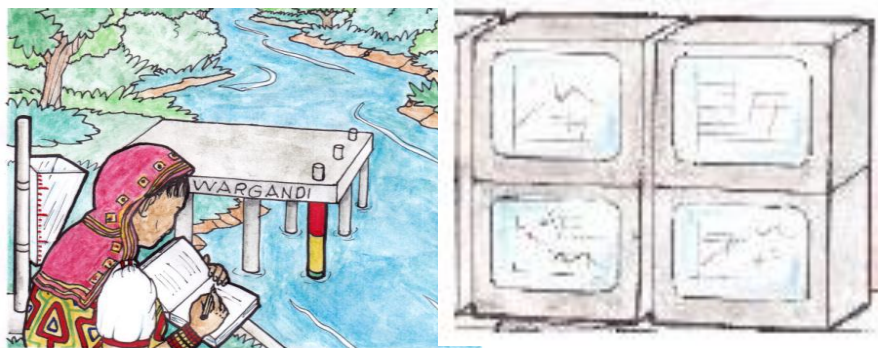
**El comité local y los demás Integrantes deben de tener entendido como realizar las diferentes acciones que a continuación se muestran.**

### 1.- Observación y Monitoreo

Cuando el fenómeno monitoreado produce alguna alteración, activación o manifestación de peligro, es registrado por los instrumentos, y se procede a tomar las lecturas correspondientes, manteniendo una vigilancia continua y permanente para conocer sus cambios y evolución.

Estas lecturas se realizaran con equipos simples, operados por las comunidades.

**Figura 31. Monitoreo y Lectura de la comunidad a base de instrumentos simples.**



**Los equipos de medición y monitoreo, ofrecen datos de las alteraciones o cambios en las amenazas.**

Todos los registros se deben se hacer en los pluviómetros y limnímetros establecidos ya anteriormente que se proponen estarían ubicados en San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Tianguistenco, Almoloya del Rio, Metepec y Toluca. **Ver Tabla 58**

**Tabla 58: Localización de los pluviómetros y limnímetros para el SATIAtenco**

Municipio	Barrio
San Mateo Atenco	Colonia Álvaro Obregón
San Mateo Atenco	Barrio de Guadalupe
Ocoyoacac	Santiaguito
Tianguistenco	San Pedro Tlaltizapan
Almoloya del Rio	Campesina Emiliano Zapata (nacimiento del río Lerma)
Ocoyoacac	Tepexoyuca (nacimiento del río Ocoyoacac)
Metepec	San Bartolomé Tlaltelulco
Toluca	Capultitlan
Toluca	Cuidad Universitaria

**Fuente:** Elaboración Propia

### ***1.1 Transmisión de Datos***

Luego que las lecturas han sido tomadas y registradas, son transmitidas inmediatamente, para que los **encargados o especialistas** efectúen los cálculos necesarios y se realicen los pronósticos respectivos, sobre la posible ocurrencia o no de un evento adverso o destructivo.

**En este caso se propone la utilización de sistemas de radiocomunicación, radioemisoras, teléfonos o cualquier otro medio que permita en forma segura y rápida enviar los datos.**

**Figura 32: Transmisión de Datos**



### ***1.2 Procesamiento y Análisis de Datos:***

Los datos llegan a manos del comité local, quienes procesaran la información, para que las autoridades analicen la situación y definan el nivel y tipo de alerta a declarar.

**Figura 33: Procesamiento y Análisis de Información**



## 2.- Respuesta ante la Emergencia

Los miembros de los responsables de Emergencias de la comunidad, evalúan la información o el resultado del análisis de los datos procesados y lo contrastan con el Mapa de Riesgo, determinando así el daño potencial, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir.

**Comúnmente se utilizan tres colores, cada uno con un significado y acciones definidas, las cuales describimos a continuación:**

**Verde:** Indica que se debe estar atento al comportamiento y evolución del fenómeno monitoreado, y de las alertas que se continúen emitiendo. Esta alerta debe dirigirse a los habitantes de las comunidades en peligro.

**Amarillo:** Aumenta la alerta y los diferentes equipos inician sus preparativos para ejecutar las acciones correspondientes, dirigidas a enfrentar el impacto del evento y sus consecuencias.

**Roja:** Significa que es inminente la llegada del evento, esta alerta es emitida a través de las instituciones responsables o entidades autorizadas, tanto nacionales como locales.

***La evaluación, la lectura, el procesamiento y el análisis de los datos deben realizarse constante y permanentemente, pues la variación puede dar como resultado cambios en las alertas.***

## 3.- Difusión de la Alerta

Al contar con la alerta oficial debidamente definida, emitida y comprobada, se procede a notificarla a la población.

La alerta debe ser clara y oportuna, garantizando la confianza de las comunidades o beneficiarios.

La alerta se podrá difundir como ya se ha mencionado utilizando radios de comunicación, radio emisoras, teléfonos, radio parlantes, bocinas, sirenas, banderas, sonando pailas, campanas y cualquier otro instrumento que tenga el alcance, que permita informar rápidamente a la comunidad de SMA.



Se propone que en el municipio se instalen Sirenas en puntos estratégicos del municipio, específicamente en las zonas donde se encuentran con un nivel de Riesgo Alto de acuerdo al mapa de Riesgo y aquellos que se encuentran en cercanía con el Rio Lerma, **Ver tabla: 59**

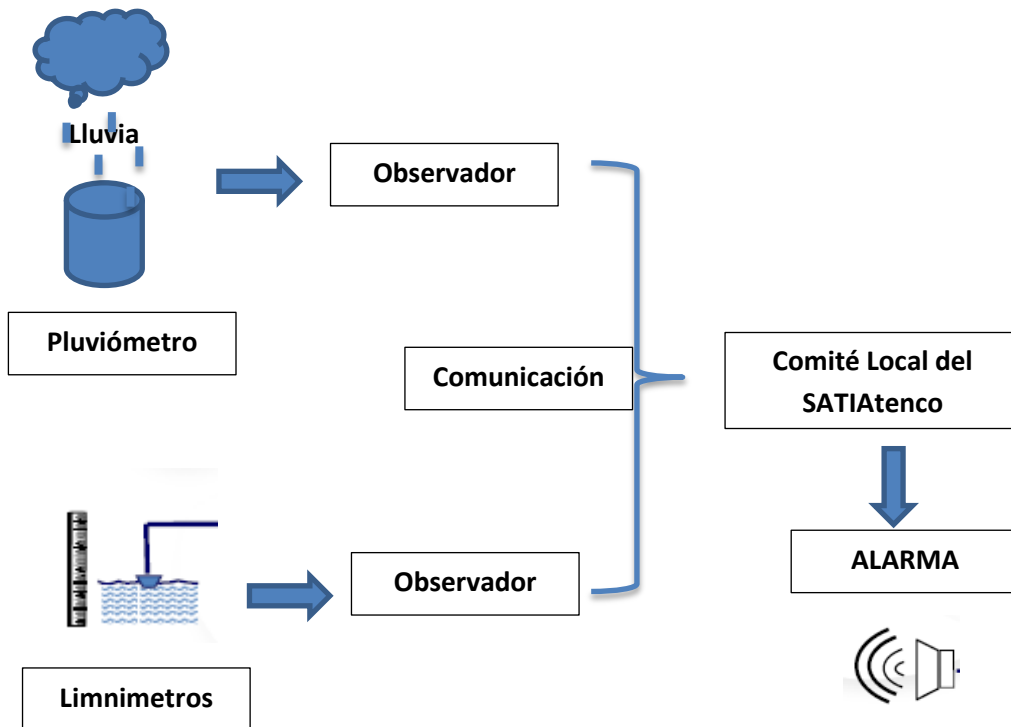
**Tabla 59: Barrios para la Ubicación de Alarmas en el municipio de SMA**

Barrio de la Concepción	Barrio de San Lucas
Barrio de San Pedro	Barrio de Santiago
Barrio de San Juan	Barrio de San Nicolás
Barrio la Magdalena	Barrio San Isidro
Barrio de Guadalupe	

**Fuente:** Elaboración Propia

En el **Diagrama 10** se muestra como es el flujo de la Información para el alertamiento a la población

**Diagrama 10: Flujo de la Información para el Alertamiento**



**Fuente:** Elaboración Propia

El Comité Local del STIAtenco debe tener sus instalaciones en la presidencia municipal y que reporte periódicamente a las Autoridades municipales en este caso a (Protección Civil del municipio y del Estado) sobre las condiciones hidrometeorológicas de la cuenca donde está instalado el SATI.

**Se propone como parte Fundamental hacer ejercicios de simulacros de evacuación, utilizando para ello el Mapa de Riesgo, ya que se identificaron en el los lugares en los cuales no se tiene un Riesgo menor de sufrir Inundaciones.**

#### **Módulo 4: Respuesta Ante la Emergencia**

Este módulo presenta una propuesta de un del Plan de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones en San Mateo Atenco (PERIAtenco), el cual constituye la herramienta básica para una respuesta apropiada ante una emergencia originada por una inundación.

##### **6.10.- Objetivos del PERIAtenco**

El objeto fundamental del Plan de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones en San Mateo Atenco (PERIAtenco) es proteger a la población mediante medidas de carácter preventivo; a la infraestructura, servicios vitales y a la naturaleza, del impacto violento de la temporada de lluvias y de sus agentes perturbadores.

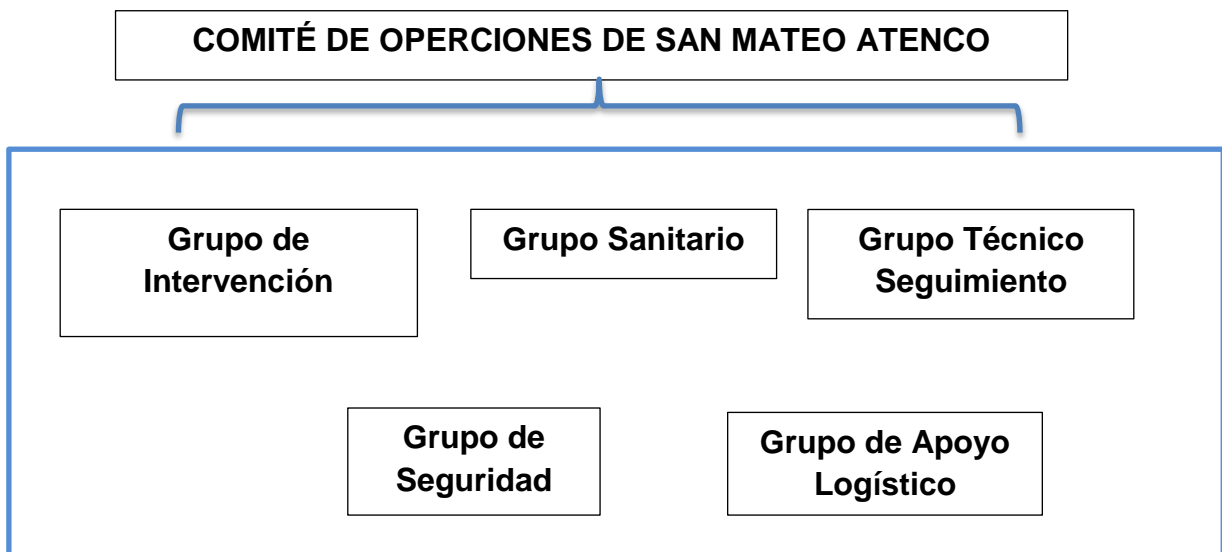
- Establecer la comunicación con el grupo de Apoyo, para dar a conocer a la población que está expuesta a sufrir daños por las Inundaciones.
- Conservar la coordinación de las acciones de prevención, sin excluir las de auxilio y recuperación, entre las instancias de los Sectores Públicos Federal, Estatal y Municipal; del mismo modo del Social y Privado.

El Plan de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones Permite

- a. **Responder** rápida y efectivamente ante cualquier situación de emergencia;
- b. **Mitigar** los efectos y daños causados por eventos, esperados e inesperados, ocasionados por el hombre o por la naturaleza;
- c. **Preparar** las medidas necesarias para salvar vidas; evitar o minimizar los posibles daños o pérdidas de la propiedad;
- d. **Responder** durante y después de la emergencia; y
- e. **Establecer** un sistema que le permita a la comunidad **recuperarse** para volver a la normalidad en un período mínimo de tiempo razonable.

### Estructura, Organización y Funciones del PERIAtenco

Diagrama 11: Estructura del PERIAtenco



**Fuente:** Elaboración Propia

Se propone la formación de un Comité de Operaciones en el cual este integrado por **5 Grupos Operativos** los cuales, los cuales deben de estar integrados por miembros de la comunidad y Protección Civil municipal en colaboración con Protección civil de Estado.

### *Comité de Operaciones de San Mateo Atenco ( COSMA)*

La principal función es desarrollar la dirección operativa y coordinación de los distintos grupos operativos, para la mejor aplicación de las necesarias medidas de actuación.

Estará Constituido a nivel municipal por:

- El Jefe de Servicio de Protección Civil del municipio
- Jefes de los Grupos Operativos.

Funciones

- Coordinar las actuaciones a realizar por los Grupos Operativos.
- Realizar el seguimiento y evaluación de la situación

### *Grupos Operativos*

Son aquellas unidades de acción a través de las cuales se organiza la intervención y acción efectiva en situaciones de emergencia. Estos grupos constituyen un conjunto de medios humanos y materiales llamados a intervenir en la emergencia, con una responsabilidad y actuaciones claramente definidas para cada uno de ellos. Los Grupos Operativos forman parte de la estructura provincial del Plan de Emergencias ante el riesgo de Inundación en San Mateo Atenco.

Tal y como lo muestra el **Diagrama 11** se propusieron los siguientes Grupos Operativos.

- **Grupo de Intervención.**
- **Grupo Técnico de Seguimiento.**
- **Grupo Sanitario.**
- **Grupo de Seguridad.**
- **Grupo de Apoyo Logístico.**

### **Grupo de Intervención**

Este grupo ejecutara medidas para eliminar, reducir y/o controlar los efectos que las inundaciones tienen sobre la población, los bienes y las infraestructuras.

#### **Funciones**

- Reconocimiento y evaluación de las zonas afectadas.
- Controlar, reducir o neutralizar los efectos de la inundación.
- Búsqueda, rescate y salvamento de personas.
- Levantamiento de diques provisionales y otros obstáculos que eviten o dificulten el paso de las aguas.
- Eliminación de obstáculos y obstrucciones en puntos críticos de los cauces o apertura de vías alternativas de desagües.

### **Grupo Técnico de Seguimiento**

El Grupo Técnico de Seguimiento tiene como misión principal determinar y supervisar las medidas y procedimientos técnicos que deben ser aplicados para hacer frente a las inundaciones. Así como la identificación y evaluación de daños.

#### **Funciones**

- Interpretar los datos pluviométricos e hidrológicos y valorar las posibles evoluciones de la situación.
- Proponer medidas de carácter corrector para controlar o aminorar los efectos de las inundaciones
- Seguimiento técnico del suceso, su evolución y de las acciones aplicadas.

### **Grupo Sanitario**

El Grupo Sanitario tiene como misión principal el llevar a cabo las medidas de socorro referidas a primeros auxilios y asistencias a afectados y ordenación de la evacuación a centros asistenciales, así como aquellas medidas referidas a la protección ante riesgos para la salud en los efectivos intervinientes y en el conjunto de la población, el control de la salud ambiental y el control alimentario.



## **Funciones**

- Organizar el dispositivo médico asistencial y prestación de la asistencia en zonas afectadas
- Controlar la potabilidad del agua y la higiene de los alimentos y el alojamiento
- Determinar las recomendaciones y mensajes sanitarios a la población
- Control epidemiológico.

El Grupo Sanitario debe guiarse a partir de la **GUÍA DE PRÁCTICA SANITARIA No. 1 INTERVENCIÓN DEL PERSONAL DE REGULACIÓN SANITARIA ANTE INUNDACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**. Esta guía general de práctica sanitaria tiene como objetivo principal, el especificar las acciones que el personal del **Grupo Sanitario**, debe realizar ante una inundación, que por tal motivo requiere de una intervención oportuna, rápida, ordenada y eficiente.

## **Grupo de Seguridad**

El Grupos de Seguridad tiene como misión principal garantizar la seguridad ciudadana y el control de las zonas afectadas por las inundaciones y sus accesos.

## **Funciones**

- Garantizar la seguridad ciudadana.
- Señalizar y ordenar las áreas de actuación.
- Establecer y controlar las vías de accesos y regulación de tráfico.
- Colaborar en la identificación de afectados.
- Colaborar en el aviso a la población.

## **Grupo de Apoyo Logístico**

El Grupo de Apoyo Logístico tiene como misión principal proveer el material, equipos y suministros necesarios para llevar a cabo las actuaciones en la zona afectada.

## **Funciones**

- Suministrar a los distintos Grupos el material y equipos básicos necesarios para el desarrollo de sus funciones.
- Prever el alojamiento de los colectivos participantes en la emergencia.
- Gestionar medios de abastecimiento y alojamiento de la población afectada.
- Proporcionar medios de transporte.

## **Identificación de las fases de la emergencia**

### ***Fase de Preemergencia***

Durante la fase de Preemergencia se realizará el seguimiento de los sucesos que se van produciendo **DENTRO Y FUERA DEL MUNICIPIO**, con la finalidad de realizar un análisis de las distintas evoluciones. Estas pueden desembocar en situación de inundación inminente, por lo que se pasará a la Fase de Emergencia, o bien pueden no representar un peligro inminente y producir la vuelta a la normalidad.

### ***Fase de Emergencia***

El **Comité de Operaciones de San Mateo Atenco (COSMA)** responderá al nivel de gravedad de la situación (0, 1,2,).

El **COSMA** desarrollará funciones tanto de notificación, alerta y movilización, como de seguimiento de predicciones e informaciones sobre la evolución de la situación.

#### **• Situación 0**

- Intensificar la vigilancia y el seguimiento hidrológico
- Estimar los Daños
- Informar a la población de SMA
- -Establecer medidas de protección preventivas

**Desactivación de la Preemergencia o evolución a Emergencia.**

- **Situación 1**

- Intensificar la vigilancia y el seguimiento hidrometeorológico
- Analizar la Información hidrológica
- Evaluar los daños
- Informar a la población de SMA.

**Desactivación de la Emergencia o evolución a Emergencia nivel 2.**

- **Situación 2**

- Intensificar la vigilancia y el seguimiento hidrometeorológico
- Analizar la Información hidrológica y los posibles procesos inducidos
- Evaluar los daños
- Informar a la población
- Movilización de medios y recursos

*Fase de Normalización*

Finalizada la situación de emergencia el **COSMA** notificará a la población la finalización de la situación de Emergencia.

Para establecer las medidas de rehabilitación, que garanticen el restablecimiento de las condiciones mínimas para que vuelva a la normalidad

En esta fase se realizarán las siguientes acciones:

- Instalación de albergues para las personas afectadas
- Habilitación de los servicios públicos esenciales necesarios para el restablecimiento de la normalidad
- Finalización de las inspecciones a infraestructuras

## **Medidas de Actuación en el municipio de San Mateo Atenco**

### ***Medidas de Protección a la Población***

Son aquellas referidas a la protección de la integridad física de las personas en las zonas afectadas y a facilitar actitudes de colaboración y autoprotección

### **Avisos a la Población**

- Emisión de avisos y mensajes periódicos a la población, que permitan mantenerla informada de la situación y evolución de la emergencia.
- Comunicación de instrucciones y recomendaciones a la población para facilitar su colaboración y la adopción de medidas de autoprotección.
- Tratamiento de la información para evitar situaciones de pánico y actuaciones o comportamientos negativos.
- Utilización de sistemas de sirenas y megafonía fijos/móviles

### **Alejamiento / Evacuación**

- Disposición de lugares de seguridad previamente definidos, tanto para el alejamiento (desplazamiento temporal y en zonas cercanas), como para la evacuación (desplazamiento más prolongado y más distante)
- Control de las vías más idóneas o principales a través de las cuales se realizará, el alejamiento y la evacuación.
- Identificación de grupos vulnerables (heridos, discapacitados, etc.).
- Designación del personal encargado del movimiento de las personas.
- Habilitación de dependencias médicas y administrativas para la atención y el control de las personas que son desplazadas.

## **Control de Accesos**

- Establecimiento del control de accesos a las zonas de Intervención y de Alerta tanto de personas como de vehículos, de manera que se eviten accidentes secundarios y no se entorpezcan los trabajos de los **Grupos de Operativos**.
- Señalización de accesos disponibles y afectados. Indicación de vías alternativas

## **Valoración de impacto**

- Se evaluarán los daños producidos en edificaciones e infraestructuras
- Se establecerán nivel de necesidades y prioridades.

## **Asistencia Sanitaria**

- Se definirán los puntos o zonas de atención y/o traslado de afectados.
- **Se identificarán los grupos más vulnerables.**

## ***Medidas de Protección a los Bienes***

Son aquellas que van a ir enfocadas a la defensa de bienes de interés preferente en el municipio de SMA.

## **Prevención de daños a bienes de interés**

- Rescate o salvaguarda de los bienes culturales de mayor importancia (monumentos, archivos, museos, entre otros).
- Protección de instalaciones singulares en la prestación de servicios.



## **Riesgos asociados**

- Análisis de la zona afectada y realización de actuaciones concretas cuyo objetivo es evitar deterioros en bienes que puedan ser origen de nuevos riesgos e incrementar los daños.

## ***Medidas de Intervención***

Son aquellas medidas que van hacer referencia al control y mitigación de daños dentro del municipio de SMA.

### **Control de Accesos / Regulación del tráfico**

- Establecer el control en todos aquellos accesos que permiten entrar o salir de la zona afectada.
- Reordenación de tráfico. Vías alternativas.

### **Organización de la intervención sanitaria**

- Clasificación y estabilización de los heridos en el lugar siniestrado
- Tratamientos inmediatos.
- Identificación de heridos, registro y ordenación de evacuación a centros asistenciales.
- Centralización de datos personales para facilitar localización e información sobre los afectados.
- Definición de los canales y métodos de traslado y/o evacuación de heridos a los distintos centros sanitarios y/o de albergue.

### **Abastecimiento**

- Organización para el suministro a la población de las necesidades básicas: agua, ropa, alimentos, medicamentos, combustible, etc.
- Destacar la existencia de grupos de población más vulnerables cuya atención debe ser diferenciada: ancianos, enfermos crónicos o incapacitados, etc.

# CAPÍTULO

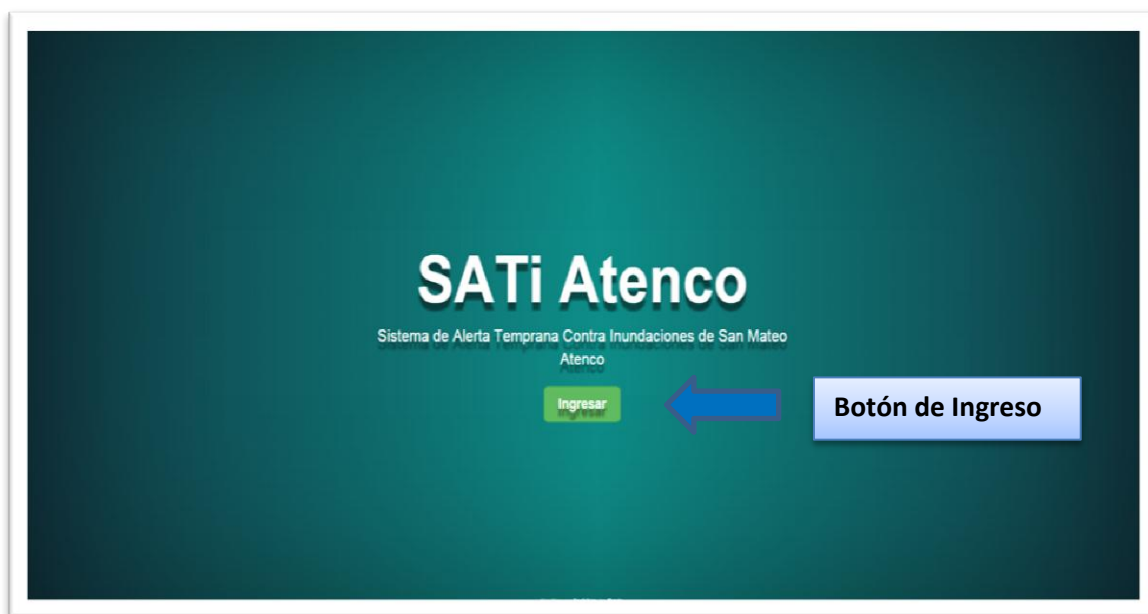
## VII

### Propuesta de Plataforma Web para el SATiAtenco

## Capítulo 7.- Propuesta de Plataforma Web para el SATiAtenco

### 1.- Página de Ingreso

Figura34: Página de Ingreso al SATiAtenco



Fuente: Elaboración Propia.

### 2.- Página Principal

Esta ventana consta de los siguientes elementos:

- Una explicación sobre lo que es el SATi Atenco
- Red de Monitoreo Hidrológico SMA
- Estado actual del peligro por inundación
- Plan de Emergencia contra el Riesgo de Inundación.
- Estado actual del clima por horas de SMA.

**Figura 35: Página Principal del SATiAtenco**

Sistema de Alerta Temprana Contra Inundaciones de San Mateo Atenco

## Bienvenido al SATi Atenco!

El SATi Atenco es un conjunto de herramientas semi-tecnológicas diseñado para reducir desastres en las áreas de mayor riesgo de inundación en el municipio de San Mateo Atenco. Este sistema se encarga de emitir mensajes de alerta dirigidos a la población atenguense, autoridades, organizaciones e instituciones de ayuda contra desastres con el fin de implementar acciones estratégicas de respuesta para reducir los daños causados a la comunidad por inundaciones.

Entérate de su funcionamiento, participa y ayúdanos a disminuir daños y pérdidas en tu patrimonio o tu personal

Red de Monitoreo Hidrometeorológico SMA

La ReMHISMA es un conjunto de puntos de observación y monitoreo hidrológico estratégicamente localizados en San Mateo Atenco y algunas localidades vecinas. Esta red de monitoreo es operada por voluntarios, que mediante instrumentos de medición sencillos, se encargan de dar seguimiento a las condiciones de la lluvia para emitir avisos de alerta a la comunidad cuando existe riesgo de inundación.

[Ver más >](#)

Estado actual del peligro por inundación

Conoce el estado actual del peligro por inundación en San Mateo Atenco. Aquí puedes ver mensajes de alerta emitidos por el SATi Atenco. Entérate de las acciones que pueden ayudarte a prevenir daños en tu patrimonio o persona.

Alerta verde
Alerta amarilla
Alerta roja

[Ver más >](#)

Plan de Emergencia contra el Riesgo de Inundación

El buen funcionamiento del SATi Atenco se lleva a cabo mediante la participación ciudadana, tu ayuda es muy importante, infórmate y participa en la prevención de desastres formando parte de este sistema.

[Ver más >](#)

Estado del Tiempo Actual por Horas San Mateo Atenco

Datos de mapa ©2014 Google, INEGI, Weather ©2014 weather.com. Términos de uso. Informar de un error de Mapa.

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.- ReMHISMA “Red de Monitoreo Hidrológico de San Mateo Atenco”

Esta ventana consta de los siguientes elementos:

- • Una explicación sobre lo que es el **ReMHISMA**
- • Muestra la ubicación en el espacio de los pluviómetros y limnómetros propuestos para la medir la cantidad lluvia y la velocidad con que crecen los niveles de agua en los cauces.
- • Permite consultar los datos de los pluviómetros y limnómetros.

Figura 36: Página, ReMHISMA “Red de Monitoreo Hidrológico de San Mateo Atenco”

Sistema de Alerta Temprana Contra Inundaciones de San Mateo Atenco

### le Monitoreo Hidrológico de San Mateo Atenco

**¿Qué es la ReMHISMA?** Es un conjunto de estaciones de monitoreo hidrológico localizadas estratégicamente en San Mateo Atenco y algunas localidades vecinas. Se compone por 10 PLUVIÓMETROS que miden la cantidad y velocidad de la lluvia que cae y 6 ESCALAS LIMNIMÉTRICAS con las que se vigila el comportamiento de los niveles de ríos y canales.

**¿Cómo funciona la ReMHISMA?** Personas voluntarias operan los pluviómetros y escalas limnométricas de la ReMHISMA, la información captada en los puestos de vigilancia se emite de manera rápida a una central que procesa los datos para avisar a la comunidad de SMA si existe riesgo de inundación.

**¿Qué beneficio tiene la construcción de la ReMHISMA y para quién es?** La ReMHISMA puede de brindar información precisa del comportamiento de la lluvia durante una tormenta para anticipar inundaciones.

**Análisis territorial**

**Voluntarios**

**Monitoreo de lluvia**

**Pluviómetros**

**Medidores de nivel**

**Rapidez**

INICIO

SIG SATATENCO

Átlas de riesgo SMA

Lectura Hidrológica

PERI Atenco

Localización de Pluviómetros y Limnómetros

Fuente: Elaboración Propia.

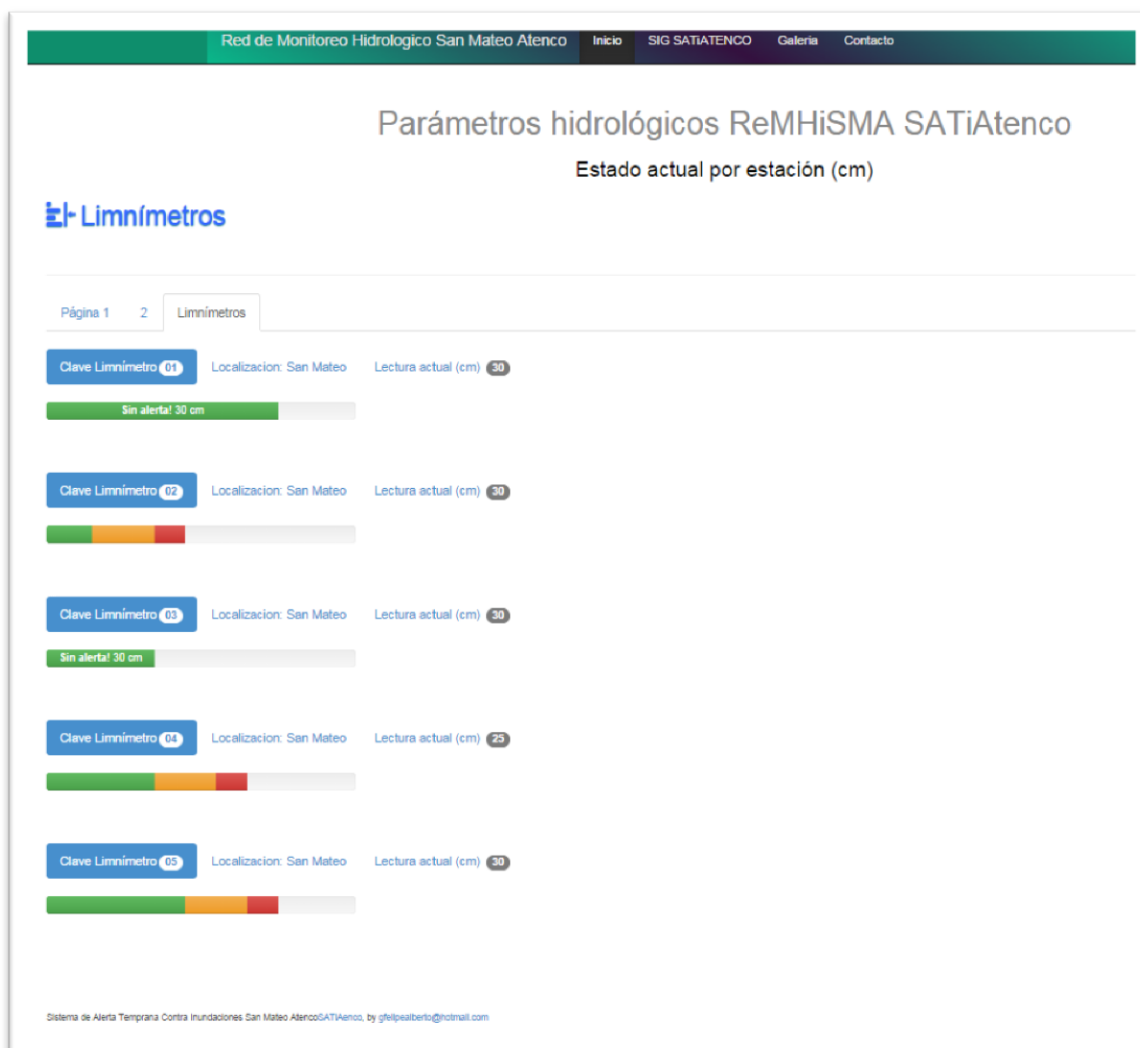


### 3.- Lectura Hidrológica

Esta ventana es la consecutiva del **ReMHiSMA**, en ella podemos encontrar lo siguiente:

- Propuesta de monitoreo actual de Pluviómetros y limnímetros.
- Parámetros Hidrológicos

**Figura 37: Página, Lectura Hidrológica de los pluviómetros y Limnímetros**



**Fuente:** Elaboración Propia.

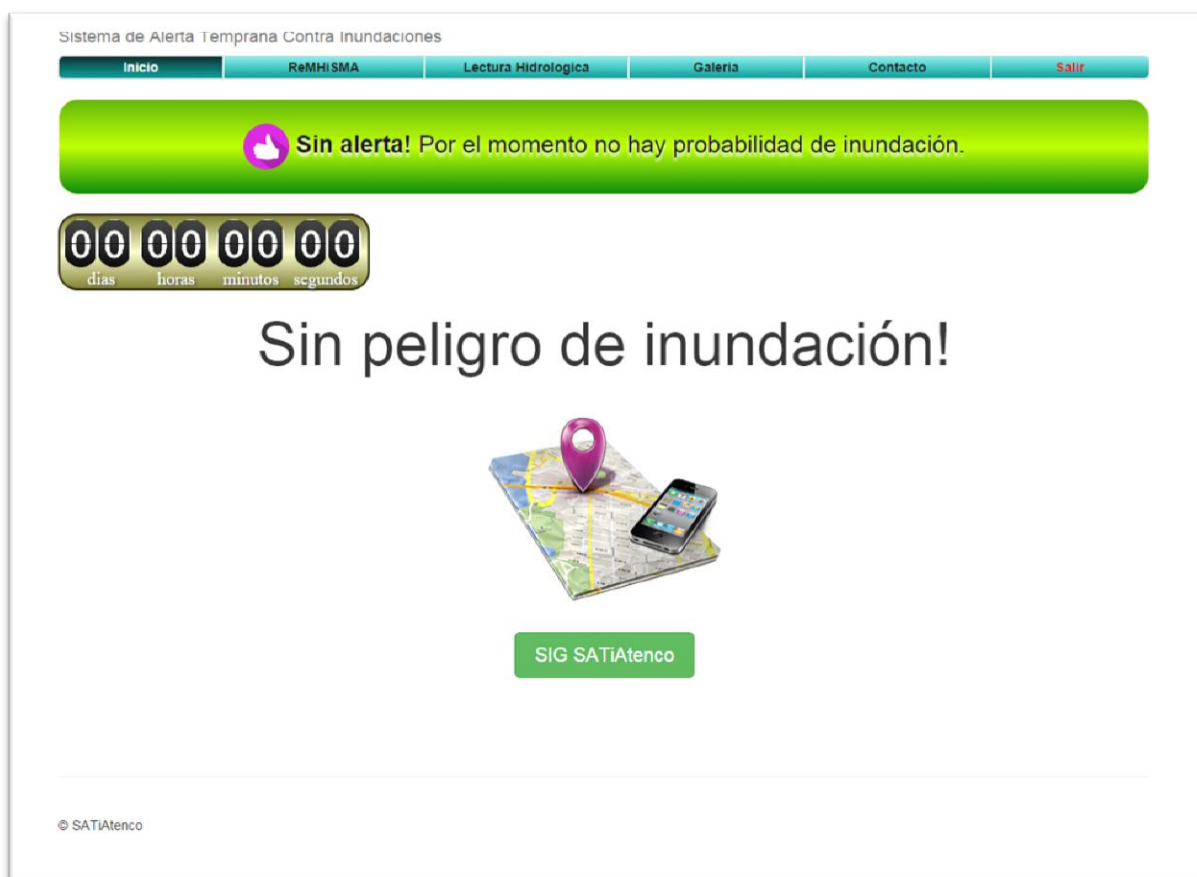
## 4.- Estado Actual del Riesgo por Inundación

Como se mencionó anterior mente la página principal contiene un apartado de Estado actual del Riesgo por Inundación, la cual se divide en 3 alertas, VERDE, AMARILLA, ROJA.

### 4.1.- Alerta Verde

Nos muestra que no existe ninguna probabilidad de Inundación.

**Figura 38: Página, Alerta Verde**



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.2.- Alerta Amarilla

Esta página nos mostrara que existe probabilidad de que ocurra una inundación.

**Figura 39: Página, Alerta Amarilla**



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 4.3.- Alerta Roja

Esta alerta avisa a la población que existe una alta probabilidad de inundación, al momento de que se da alarma comienza a correr un reloj que indica cuánto tiempo tiene la población localizada en las áreas mayormente propensas a inundación para tomar medidas de prevención ante una inundación. El tiempo de este reloj está basado en el tiempo de concentración calculado en el módulo 1.

Figura 40: Página, Alerta Roja



Fuente: Elaboración Propia.

## 5.- PERI Atenco.

Esta ventana podremos observar cómo se encuentra constituido el PERI Atenco y así mismo las funciones que cada uno de sus integrantes debe de realizar

También ofrece una serie de enlaces que son necesarios que la población los conozca como lo son:

- Página del Gobierno de SMA
- Protección Civil del Estado de México
- ¿Qué hacer ante las inundaciones?
- Conagua
- CAEM
- SMN
- Atlas Nacional de Riesgos

- Números de Emergencia de SMA

**Figura 41: Página, PERI Atenco**

PERI Atenco Inicio S/O SATEAtenco Lectura Histórica REMHISMA Contacto Salir

## PERI Atenco!

El objeto fundamental del Plan de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones en San Mateo Atenco (PERIAtenco) es proteger a la población mediante medidas de carácter preventivo, a la infraestructura, servicios vitales y a la naturaleza del impacto violento de la temporada de lluvias y de sus agentes perturbadores.

**Estructura del PERI Atenco**

```

graph TD
    CO[COMITÉ DE OPERACIONES DE SAN MATEO ATENCO] --> GI[Grupo de Intervención]
    CO --> GS[Grupo Sanitario]
    CO --> GTS[Grupo Técnico Seguimiento]
    CO --> GSeg[Grupo de Seguridad]
    CO --> GAL[Grupo de Apoyo Logístico]
            
```

### Comité de Operaciones de San Mateo Atenco

La principal función es desarrollar la dirección operativa y coordinación de los distintos grupos operativos, para la mejor aplicación de las necesarias medidas de actuación.

Estará Constituido a nivel municipal por:

- El Jefe de Servicio de Protección Civil del municipio
- Jefes de los Grupos Operativos "Comunidad".

### Grupos Operativos

Son aquellas unidades de acción a través de las cuales se organiza la intervención y acción efectiva en situaciones de emergencia. Estos grupos constituyen un conjunto de medios humanos y materiales llamados a intervenir en la emergencia, con una responsabilidad y actuaciones claramente definidas para cada uno de ellos. Los Grupos Operativos forman parte de la estructura provincial del Plan de Emergencias ante el riesgo de Inundación en San Mateo Atenco.

1. Grupo de Intervención.
2. Grupo Técnico de Seguimiento.
3. Grupo Sanitario.
4. Grupo de Seguridad.
5. Grupo de Apoyo Logístico.

Atlas San Mateo Atenco

San Mateo Atenco

Protección Civil del Estado de México

Guía Práctica Sanitaria Ante Inundaciones

¿Qué hacer ante las Inundaciones?

CONAGUA

CAEM

Servicio Meteorológico Nacional

Atlas Nacional de Riesgos

Números de emergencia SMA

**Fuente:** Elaboración Propia.

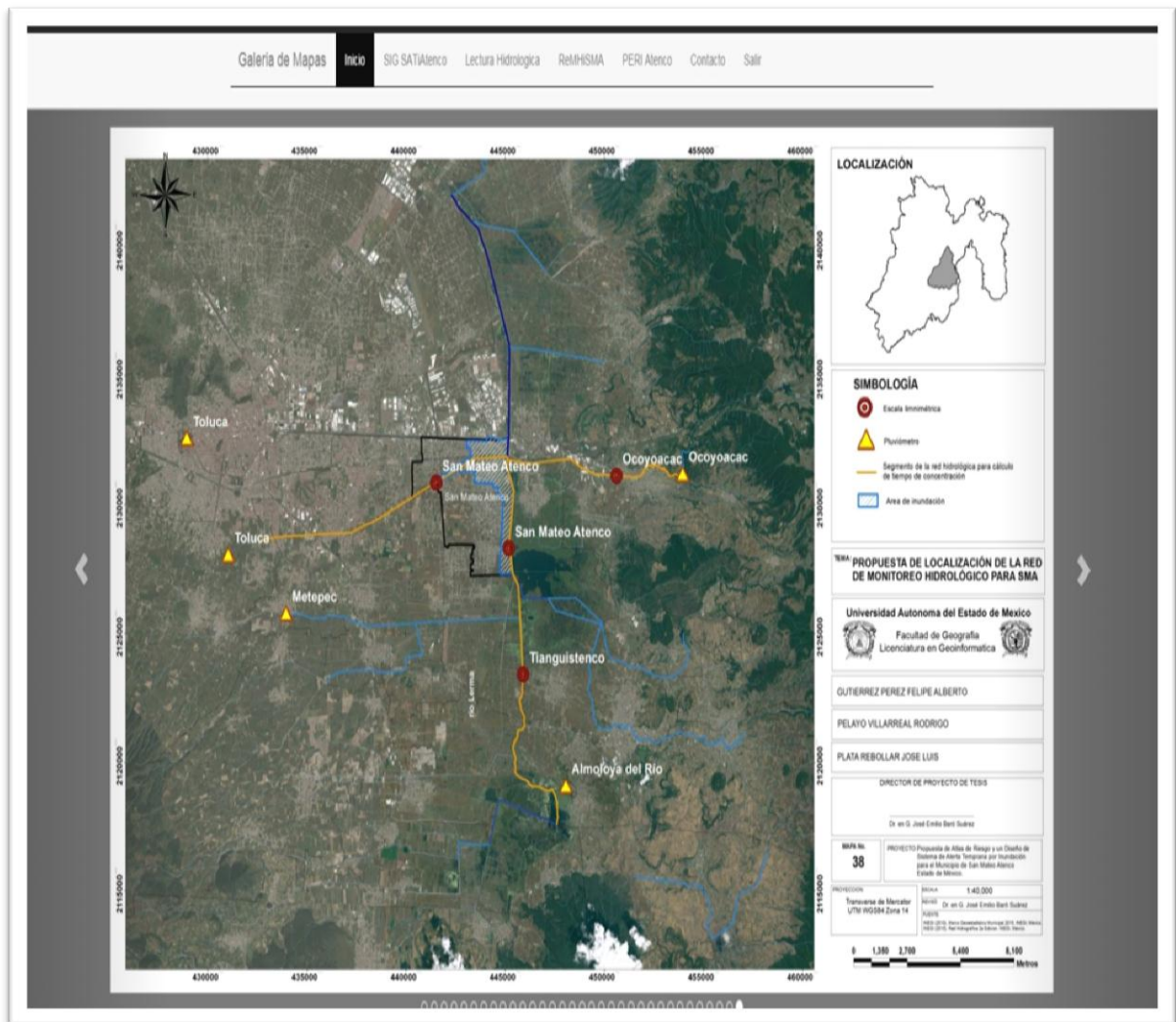


## 6.- Atlas de Riesgo

En esta ventana se muestran los mapas generados tales como lo son:

- Caracterización del Territorio
- Identificación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo
- Los mapas empleados para el SATiAtenco

**Figura 42: Pagina, Atlas de Riesgo**



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 7.- SIG SATi Atenco

El SIG SATi Atenco es una herramienta de gran ayuda para el análisis espacial del riesgo por inundación. La manipulación digital de la información simplifica la gestión de los datos, particularmente los de tipo cartográfico y la simulación de múltiples análisis espaciales.

En esta ventana se podrán observar:

- \*Capas de información referentes al Riesgo por Inundación del Municipio de SMA
- \*Buscador de calles
- \*Simbología de Capas
- \* Proporciona, mapa del municipio, panorámicas a nivel de calle, permitiendo a los usuarios ver partes del municipio y circundantes, esto con el objetivo de que la población tenga un mejor entendimiento sobre su situación y reconocimiento territorial ante el fenómeno de las Inundaciones.

**Figura 43: SIG SATi ATENCO**



**Fuente:** Elaboración Propia.

## Conclusiones

Nuestra investigación; al igual que muchas otras anteriormente desarrolladas, sin duda no demuestra ninguna novedad que no sea conocida ya desde hace mucho tiempo por autoridades, instituciones, la misma comunidad y especialistas en el análisis del fenómeno de las inundaciones, lo que si pretende aportar es la inquietud para que un conjunto de voluntades sea movida en la búsqueda de la preparación ante el riesgo de inundación en SMA.

Virtualmente se puede decir que las inundaciones hoy en día en este municipio podrían haber terminado, sin embargo no hay que olvidar que los factores de la naturaleza no suelen olvidar los lugares en los que se han hecho presentes en el pasado, a diferencia de las personas que si lo hacemos y por ello sufrimos embates catastróficos. Prueba de esto ha sido que durante 2014 la temporada de lluvias el municipio de Metepec sufrió inundaciones en diferentes áreas con altura de más de 1 metro. La tendencia demográfica de la población en San Mateo Atenco; al igual que en todo México, es la de ocupar de manera desordenada el territorio en el futuro, sin mencionar que será una población mayormente compuesta de personas adultas mayores (viejas), que seguirán ocupándose actividades en el sector de los servicios y comercio, que posiblemente cuenten con mayores dificultades para enfrentar una inundación en sus hogares y contar con capacidades para recuperar los daños de un desastre. Por su importancia y crecimiento económico así como por su relativa cercanía con importantes ciudades en el país, es posible que SMA se convierta en un importante foco de numerosas actividades y concentración de recursos económicos influenciados por la fuerte actividad industrial en sus inmediaciones.

Esto lo obliga a considerar superar su condición de vulnerabilidad actual. Como es evidente de no tomar acciones de preparación podría haber muchos factores en riesgo de ser destruidos, probablemente sea difícil de imaginar que los paradigmas políticos, sociales, tecnológicos, culturales en nuestra sociedad pueden ser rotos para lograr cambios significativos en nuestros estilos de vida y

que las soluciones para fenómenos de la naturaleza que “no se pueden controlar” sean todavía más difíciles de encontrar, Es una tarea de que requiere conjuntar voluntades y el trabajo de muchas entidades. Los autores, consideramos que esta obra pueden existir debilidades en algunas áreas en las que no somos expertos; una de ellas ha sido la parte hidrológica, así mismo también este trabajo integra diversos componentes que la fortalecen; uno de ellos es el tecnológico y el de análisis espacial. Creemos que en el futuro pueden integrarse otra serie de estudios para validar de mejor forma nuestras debilidades y ofrecer información muy precisa e indicadores mejor ajustados a la realidad, y que se puede integrar la ayuda de otros expertos para eliminar posibles fallas que nos permitan cumplir plenamente nuestro propósito inicial de servicio a la comunidad.

Es un hecho nuestra inquietud puede dar paso al inicio de una nueva conciencia del riesgo esperamos pueda ser motivación para estudiantes, catedráticos, la población en general, autoridades y todas aquellas personas interesadas en la implementación de un Sistema de Alerta Temprana útil para la gente en México.

La concepción del presente SATAtenco desde una perspectiva sistémica y centrada en la población, puede aportar a la gestión local del riesgo en procesos de educación y comunicación puesto que permite conocer más a profundidad la percepción del riesgo de los habitantes de la cuenca y el reconocimiento del SAT como parte del desarrollo sostenible. Con el funcionamiento del SATIAtenco se podrán tomar las medidas anticipadas y oportunas de preparación y respuesta en situaciones de emergencia en contra de las inundaciones. Con el SIAT se logra la transmisión de datos pluviométricos en tiempo real, que permitirá el pronóstico de crecidas para las zonas con riesgo de inundación.

## Recomendaciones

Para controlar y reducir el riesgo de desastre que representan las inundaciones, la comunidad de San Mateo Atenco y sus autoridades deben de dotarse de medios que permitan asegurar el acceso a la información sobre el riesgo de inundación. La autoridad encargada de la protección civil en SMA deberá de alentar a la formación de una comunidad de voluntarios en SMA y sus localidades vecinas que; en coordinación con expertos en materia de inundaciones y bases de datos espaciales, pueda desarrollar una metodología para generar un banco de datos para gestionar la información, que registre el comportamiento hidrológico en la SAO y el comportamiento en los niveles de ríos y canales de vinculados con las áreas de inundación en SMA.

Las autoridades municipales de SMA deberán establecer Acuerdos estrechos de comunicación y colaboración con los gobiernos municipales de las localidades vecinas (Ocoyoacac, Mepetec, Toluca, Lerma, Tianguistenco y Almoloya del Río), para que puedan existir redes sociales de voluntarios que ayuden a la captación de datos en la ReMHiSMA. Para reducir la vulnerabilidad de la comunidad en San Mateo Atenco, los habitantes deben conocer y participar en la implementación de los planes de respuesta locales y las medidas de protección y reducción del riesgo por inundación. Se debe de mejorar el proceso de gestión del conocimiento sobre los SAT dirigido principalmente a las personas voluntarias, proveyendo una mayor cantidad de temas de capacitación, así mismo generar procesos de intercambio de conocimiento y experiencias de voluntariado en diferentes cuencas, donde posiblemente se encuentre en funcionamiento un SAT. Así mismo mejorar la coordinación entre instituciones con el propósito de mejorar la efectividad en la ejecución de los planes de trabajo.

El objetivo a futuro debe ser conseguir una actitud proactiva de las personas en relación a la mitigación del riesgo de desastres; lo que se busca es que la gestión del riesgo no sólo sea una cuestión del Estado y sus instituciones, sino que se incorporen aspectos preventivos y de mitigación en todas las actividades de la sociedad (Corzo, 2010).



## Anexos

### Glosario de Términos

Con el fin de que el lector tenga una idea más clara y amplia del contenido y las ideas expuestas en los capítulos consecuentes de este trabajo, en el siguiente apartado se definen conceptos relacionados con las inundaciones, la vulnerabilidad y los sistemas de alerta temprana. Los elementos conceptuales a tratar son los siguientes:

**AGEB.** Áreas Geoestadísticas Básicas

**AGENTE PERTURBADOR:** Fenómeno natural o generado por el hombre, que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre.

**ALUVIAL:** son suelos de origen fluvial, poco evolucionados aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos. Se incluyen dentro de los fluvisoles calcáricos y eútricos.

**ATLAS DE RIESGO:** Conjunto de riesgos localizados geográficamente y representados en cartografía, así como las normas, medidas, disposiciones jurídicas y recomendaciones aplicables por los generadores de riesgo, para reducir al mínimo la probabilidad de ocurrencia de los mismos, indicando en cada caso los tiempos, la responsabilidad y participación de las dependencias públicas, de la iniciativa privada y del sector social.

**BORDO:** Estructura que sirve para contener el agua de una corriente, ya sea no dejando que ésta salga e inunde las zonas vecinas, o bien, una vez que el escurrimiento del río ha sobrepasado la capacidad de conducción de la corriente y se ha desbordado, éste no alcance una determinada zona.

**CAUCE:** Se refiere a la zona más baja del terreno por donde normalmente escurre el agua que se precipita en las zonas aledañas.

**CUENCA:** Área que aporta el agua precipitada hasta un determinado punto sobre una corriente, a través de un sistema de corrientes. Está delimitada por el parteaguas.

**CUERPO DE AGUA:** Formación hídrica que en conjunto forman la hidrosfera como charcos temporales, estanques, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, manantiales, reservas subterráneas, acuíferos, casquetes polares y masas nubosas.

**DAMNIFICADO:** Persona afectada por un desastre, que ha sufrido daño o perjuicio en sus bienes y queda sin alojamiento o vivienda total o parcial, permanente o temporalmente, recibiendo de las autoridades, albergue y alimentación temporal.

**DAÑO.** La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio.

**DAÑO EN BIENES EXPUESTOS:** Pérdida o menoscabo del patrimonio del ciudadano.

**DAÑO ESTRUCTURAL:** Estado manifiesto de pérdida de resistencia de la edificación.

**DESASTRE.** Se define como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento

**EROSIÓN:** La remoción de suelo y partículas de roca por el viento, ríos y hielo reciben el nombre de erosión.

**ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.** Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo.

**ESTACIONES HIDROMETEROLÓGICAS:** Sitio junto a un río donde periódicamente se lleva a cabo la medición del escurrimiento, para conocer su régimen hidráulico a lo largo del año.

**EXPOSICIÓN O GRADO DE EXPOSICIÓN:** se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados. Por lo general se le asignan unidades monetarias puesto que es común que así se exprese el valor de los daños, aunque no siempre es traducible a dinero. En ocasiones pueden emplearse valores como porcentajes de determinados tipos de construcción o inclusive el número de personas que son susceptibles a verse afectadas.

**GESTIÓN DEL RIESGO:** es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo.

**INTENSIDAD:** es una medida de la fuerza con que se manifiesta el fenómeno en un sitio dado. Por ello un fenómeno tiene una sola magnitud, pero tantas intensidades como son los sitios en que interese determinar sus efectos.

**INUNDACIÓN:** Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce. En este caso, nivel normal se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

**INUNDACIÓN FLUVIAL:** El caudal en ríos y cauces puede desbordar las márgenes e inundar áreas urbanas. Aunque las inundaciones de origen fluvial suelen estar asociadas a fenómenos de tormenta, deben analizarse diferentes fuentes de riesgo, dado que precipitaciones en cuencas situadas aguas arriba pueden ocasionar inundaciones, independientemente de la precipitación ocurrida en el área urbana. Además, otros procesos naturales como el deshielo pueden derivar en importantes inundaciones fluviales.

**INUNDACIÓN PLUVIAL:** Lluvias de alta intensidad pueden producir inundaciones en áreas urbanas. Este tipo de inundación puede ser más peligrosa en aquellas situaciones en las que el sistema de drenaje de la ciudad sea ineficaz o esté mal dimensionado.

**MAGNITUD:** es una medida del tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera.

**MAPA:** Es la representación reducida generalizada y matemáticamente determinada de la superficie terrestre sobre un plano; en los cuales interpretala distribución, el estado y los vínculos de los diferentes fenómenos naturales y sociales, pudiendo ser seleccionados y caracterizados de acuerdo a la asignación de cada mapa.

**MAPAS DE PELIGRO:** Son mapas que representan de manera gráfica la distribución de las características de los fenómenos perturbadores con base en conocimientos científicos y en datos estadísticos y probabilísticos. En éstos se

contemplan estudios sobre diferentes fenómenos de origen natural o antropogénico, que conducen a la determinación del nivel cuantitativo del peligro o amenazas que existen en un lugar específico.

**MAPAS DE RIESGO:** son aquellos que representan gráficamente en una base cartográfica, la probabilidad de incidencia de un fenómeno o de varios, sus características e intensidades, y de qué manera influyen en los diferentes tipos de ámbitos, sean estos geográficos (localidad o región) geopolíticos (municipio, estado, país), fisiográficos (tipo de suelo, vegetación) o aquellos caracterizados por la actividad humana (población, vivienda, infraestructura y agricultura).

**MEDIDAS ESTRUCTURALES:** Engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación, incluyendo un amplio rango de obras de ingeniería civil, como, por ejemplo, la construcción de infraestructuras de protección y resistencia a la acción del agua, tales como diques o presas.

**MEDIDAS NO ESTRUCTURALES:** Incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente.

**LACUSTRE:** Es el medio sedimentario propio de los lagos.

**LLUVIAS:** Lluvias con una extensión territorial pequeña, de corta duración pero muy intensas. Típica de zonas urbanas.

**LIMNÍMETRO:** Es una regla graduada que se coloca en una de las márgenes del cauce, en la que normalmente se lee la elevación de la superficie del agua en los ríos cada dos horas, durante la época de avenidas, y cada 24 h en época de estiaje.

**PELIGRO:** Es la cuantificación, en términos de probabilidad, de la ocurrencia, en un lapso dado de un fenómeno potencialmente dañino para los bienes expuestos. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores



mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos. En la mayoría de los fenómenos pueden distinguirse dos medidas, una de magnitud y otra de intensidad.

**PRECIPITACIÓN:** Proceso por el cual el vapor de agua que forma las nubes se condensa, formando gotas de agua que al alcanzar el tamaño suficiente se precipitan, en estado líquido como lluvia o sólido como nieve o granizo, hacia la superficie terrestre. La precipitación pluvial se mide en milímetros.

**PLUVIÓMETRO:** Aparato que sirve para conocer la lluvia acumulada en intervalos de 24 horas.

**PLUVIÓGRAFOS:** Este es un aparato registrador que sirve para registrar en forma continua la cantidad total y la duración de lluvia caída en milímetros (mm), de los registros puede definirse no sólo la altura de la precipitación caída sino también, cuanto ha caído, permitiendo analizar la distribución de la lluvia en el tiempo. El pluviógrafo que se utiliza normalmente en las estaciones meteorológicas.

**PRECIPITACIÓN FLUVIAL:** es el comportamiento del caudal de agua en promedio que lleva un río en cada mes a lo largo del año.

**PRECIPITACIÓN PLUVIAL:** se mide en mm, que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable.

**RIESGO:** Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil); la UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula:  $riesgo = vulnerabilidad * valor * peligro$ . En esta relación, el valor

se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cuales quiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto, peligro peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

**RIESGOS ANTROPOGÉNICOS:** se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

**RIESGO DE INUNDACIÓN:** Consiste en determinar la naturaleza y extensión del riesgo existente mediante el análisis de las amenazas potenciales y evaluación de las condiciones de vulnerabilidad que pueden derivarse de la amenaza potencial, causando daños personales, a la propiedad y al medio ambiente.

**RIESGO SOCIAL:** Definido como la relación entre la frecuencia y el número de víctimas en una población dada por la consecución de unas amenazas específicas. Generalmente, el riesgo social se expresa en unidades de número de víctimas por año. Por tanto, el riesgo social incluye vulnerabilidad, no solamente características de la amenaza.

**VULNERABILIDAD:** Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social. La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

**SEDIMENTOS:** Material producto de la desintegración de rocas. Según el grado de desintegración y degradación física y/o química de los sedimentos en orden descendente del tamaño de sus partículas, éstos pueden ser: fragmentos de roca, cantos rodados, grava, arena, limo, arcilla o materia orgánica.

**ZONIFICACIÓN:** en sentido amplio, indica la división de un área geográfica en sectores homogéneos conforme a ciertos criterios. Por ejemplo: capacidad productiva, tipo de construcciones permitidas, intensidad de una amenaza, grado de riesgo.

## Pasos para la elaboración del Índice de Marginación por Manzanas

### PASO I: INEGI: CENSO 2010.

Tomando como referencia la metodología para el cálculo del Índice de Marginación por Localidad 2010 de CONAPO, la Tabla 60 muestra las variables del censo 2010 de INEGI que sirvieron para la construcción del índice de marginación a nivel manzana de SMA.

**Tabla 60. Indicadores socioeconómicos y variables para el cálculo del índice de marginación a nivel localidad y Manzana 2010.**

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS Y VARIABLES PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE MARGINACIÓN A NIVEL LOCALIDAD Y MANZANA 2010			
Indicadores socioeconómicos a nivel localidad	Variables para el cálculo del indicador a nivel localidad	Indicadores socioeconómicos a nivel manzana	Variables para el cálculo del indicador a nivel manzana
Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta	Población de 15 años o más	Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta	Población de 15 años o más
	Población de 15 años o más analfabeta		Población de 15 años o más analfabeta
Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa	Población de 15 años o más sin escolaridad	Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa	Población de 15 años o más sin escolaridad
	Población de 15 años o más con primaria incompleta		Población de 15 años o más con primaria incompleta
	Población de 15 años o más con secundaria incompleta		Población de 15 años o más con secundaria incompleta
	Población de 15 años o más con secundaria completa		Población de 15 años o más con secundaria completa
	Población de 18 años o más con educación pos-básica		Población de 18 años o más con educación pos-básica
Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado	Viviendas particulares habitadas totales	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado	Viviendas particulares habitadas totales
	Viviendas particulares habitadas que disponen de sanitario		Viviendas particulares habitadas que disponen de sanitario
Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica
	Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica		Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica
Porcentaje de viviendas	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada

particulares habitadas sin agua entubada	fuera de la vivienda		fuera de la vivienda
	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada dentro de la vivienda		Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada dentro de la
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	Porcentaje de hacinamiento	Porcentaje de hacinamiento
Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
	Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra		Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra
Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	Viviendas particulares habitadas totales	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	Viviendas particulares habitadas totales
	Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador		Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador

Fuente: Adaptado de CONAPO, Anexo C, 2010.

## PASO II: CONAPO: METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE MARGINACIÓN.

La metodología del índice de marginación de la CONAPO, consiste en calcular los 8 indicadores mostrados en la tabla de arriba a través operaciones aritméticas sencillas, cuyas variables son las que se observan a la derecha de cada indicador. A continuación se muestra de manera resumida la forma en que se obtiene cada uno de estos indicadores, los datos procesados corresponden al nivel manzana de SMA.

### II.1 Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta ( $I_{i,1}$ )

$$I_{i,1} = \frac{P_i^{anal}}{P_i^{15+}} \times 100$$

donde:

$P_i^{anal}$  : es la población analfabeta de 15 años o más, y

$P_i^{15+}$  : es la población de 15 años o más.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.



## II.2 Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa ( $I_{i,2}$ )

$$I_{i,2} = \frac{P_i^{15+se} + P_i^{15+pi}}{P_i^{15+se} + P_i^{15+pi} + P_i^{15+pc} + P_i^{15+si} + P_i^{15+sc} + P_i^{18+pb}} \times 100$$

donde:

$P_i^{15+se}$  : es la población de 15 años o más sin escolaridad,

$P_i^{15+pi}$  : es la población de 15 años o más con primaria incompleta,

$P_i^{15+pc}$  : es la población de 15 años o más con primaria completa,

$P_i^{15+si}$  : es la población de 15 años o más con secundaria incompleta,

$P_i^{15+sc}$  : es la población de 15 años o más con secundaria completa, y

$P_i^{18+pb}$  : es la población de 18 años o más con educación pos-básica.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.3 Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado ( $I_{i,3}$ )

$$I_{i,3} = \frac{V_i^t - V_i^{cs}}{V_i^t} \times 100$$

donde:

$V_i^t$  : son las viviendas particulares habitadas totales, y

$V_i^{cs}$  : son las viviendas particulares habitadas totales que disponen de excusado.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.4 Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica ( $I_{i,4}$ )

$$I_{i,4} = \frac{V_i^{see}}{V_i^{see} + V_i^{cee}} \times 100$$

donde:

$V_i^{see}$  : son las viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica, y

$V_i^{cee}$  : son las viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.5 Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada ( $I_{i5}$ )

$$I_{i,5} = \frac{V_i^{afv}}{V_i^{afv} + V_i^{adv}} \times 100$$

donde:

$V_i^{afv}$  : son las viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda,

$V_i^{adv}$  : son las viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.6 Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas ( $I_{i6}$ )

$$I_{i,6} = POC_i$$

donde:

$POC_i$ : es el promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitados.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.7 Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra ( $I_{i7}$ )

$$I_{i,7} = \frac{V_i^{pt}}{V_i^{pt} + V_i^{pdt}} \times 100$$

donde:

$V_i^{pt}$  : son las viviendas particulares habitadas con piso de tierra, y

$V_i^{pdt}$  : son las viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

## II.8 Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador ( $I_{i,8}$ )

$$I_{i,8} = \frac{V_i^t - V_i^{cr}}{V_i^t} \times 100$$

donde:

$V_i^t$  : son las viviendas particulares habitadas totales, y

$V_i^{cr}$  : son las viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador.

Fuente: CONAPO, Anexo C, 2010.

Para la elaboración del índice se tomaron en cuenta 516 manzanas que cuentan con la información necesaria (tabla 22) para el cálculo de sus indicadores. Las operaciones indicadas para cada uno de ellos, fueron realizadas para los 516 registro que componen la base de datos.

Los indicadores que se emplean presentan distinto rango, y... sus límites varían entre 0 y 100; debido a que fueron calculados como porcentajes (CONAPO, 2010). Después de obtener cada uno de los indicadores anteriores (tabla 61) y observando que todos corresponden a dimensiones completamente distintas (personas, porcentaje de viviendas, etc.); que dificultan realizar mediciones estadísticas de manera directa, se hace necesario hacer una medida resumen de todos a partir de un criterio estandarizado.

**Tabla 61. Indicadores del índice de marginación por manzana del municipio de SMA.**

CVEGEO	P_P15YM_AN	P_P15PR_IN	P_VPH_S_EL	P_VPH_NOAG	P_VPH_PIST	P_VPH_NORE	P_VPH_NOEX	P_HACINA
1507600010058001	8.333333	14.754098	0	36.956522	0	45.652174	0	0
1507600010058002	9.122807	19.767442	0	68.831169	7.792208	33.766234	9.090909	0
1507600010058003	4.477612	17.1875	0	50	0	11.111111	11.111111	13.095238
1507600010058004	0	0	0	0	0	13.333333	0	0
1507600010058005	0	10.714286	0	36.363636	0	27.272727	0	0
1507600010058006	7.291667	14.942529	0	20.588235	0	38.235294	14.705882	0
1507600010058007	0	6.493506	0	16.666667	0	43.333333	0	0
1507600010058008	12.631579	27.272727	0	68.965517	0	44.827586	0	0
1507600010058009	4.807692	18.918919	0	68.852459	4.918033	45.901639	3.278689	0
1507600010058010	6.315789	19.54023	0	48.148148	0	29.62963	0	0
1507600010058011	5.673759	16.793893	0	65.714286	0	28.571429	2.857143	0
1507600010058012	0	23.529412	0	100	0	40	0	0
1507600010058013	8.219178	15.873016	0	100	0	30	15	0
1507600010058014	5.172414	0	0	43.75	0	12.5	0	0
1507600010058015	7.894737	10.810811	0	54.545455	0	27.272727	0	0
1507600010058016	9.090909	28	0	50	0	50	0	63.333333
1507600010058017	0	23.529412	0	0	0	100	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEGI, 2010.

La construcción del índice da lugar a la creación de una medida única que resume la información que brindan los ocho indicadores, por eso es llamado medida resumen. Su objetivo es concentrar en un solo valor las magnitudes y variaciones de los indicadores y las relaciones entre ellos (CONAPO, 2010).

[Para el cálculo de esta medida resumen se echa mano de la técnica de Componentes Principales la cual] tiene como principal fin, reducir el número de variables originales sin perder con ello las características del conjunto de datos; con esto es posible asegurar que la reducción de dimensión es posible, llevando los ocho indicadores a una medida resumen llamada índice.

Lo más común en Estadística es estandarizar las variables que se usan en un mismo análisis, con el fin de hacer comparables las variables, es decir, homogeneizar las diferencias de su longitud, promedio y desviación [tabla 62] (CONAPO, 2010).

**Tabla 62. Estadísticos descriptivos de las variables estandarizadas para el IM por manzana.**

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
p_p15ym_an	117,255	0E,-11	100,0000000	2,279933450	4,670289969
p_vph_s_el	117,255	0E,-11	100,0000000	,1606377852	2,807087329
p_p15pr_in	117,255	0E,-11	100,0000000	10,61548814	12,38503676
p_vph_noag	117,255	0E,-11	100,0000000	5,995028284	21,38956800
p_vph_pist	117,255	0E,-11	100,0000000	1,525225694	6,815224908
p_vph_nore	117,255	0E,-11	100,0000000	17,24856976	21,43126104
p_vph_noex	117,255	-,6250000000	100,0000000	2,096221528	9,125976359
p_hacina	117,255	.000000	533.333333	1.54608364	13,03352106
N válido (según lista)	117,255				

**Fuente:** Elaboración propia en base a los resultados de proceso de estandarización en SPSS.

Una vez estandarizados los indicadores, la técnica de Componentes Principales se aplica mediante la matriz de correlaciones. Una estandarización genera nuevos datos con propiedades importantes para su manejo e interpretación. (CONAPO, 2010).

La forma algebraica de la estandarización es:

$$Z_{ij} = \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{ds_j}$$

En cada indicador estandarizado  $j$  sucede que:

$$prom(z_{ij}) = (\bar{z}_j) = \frac{1}{516} \sum_{i=1}^{516} z_{ij} = 0$$

$$var(z_{ij}) = v_{ij} = \frac{1}{516} \sum_{i=1}^{516} (z_{ij} - \bar{z}_j)^2 = 1$$

$$desv(z_{ij}) = \sqrt{\frac{1}{516} \sum_{i=1}^{516} (z_{ij} - \bar{z}_j)^2} = 1$$

**Fuente:** CONAPO, Anexo C, 2010.

Dónde:

$Z_{ij}$ : es el indicador  $j$  estandarizado de la manzana  $i$

$I_{ij}$ : es el indicador socioeconómico  $j$  de la manzana  $i$

$\bar{I}_j$ : es el promedio aritmético de los valores del indicador  $j$ , y

$ds_j$ : es la desviación estándar insesgada del indicador socioeconómico  $j$  Esto genera una nueva matriz de datos la cual es empleada en el análisis de componentes principales:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{1,1} & Z_{1,2} & \dots & Z_{1,8} \\ Z_{2,1} & Z_{2,2} & \dots & Z_{2,8} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{516,1} & Z_{516,2} & \dots & Z_{516,8} \end{bmatrix}$$



Ya determinada la matriz de indicadores estandarizada [con la información por manzana; tabla 63], se calcula la matriz de correlaciones [tabla 64], la cual permite conocer la relación que existe entre los indicadores y las nuevas variables, sus valores fluctúan entre 0 y 1; es evidente que la diagonal está ocupada por el número uno, ya que muestra la varianza de una estandarizada y es cuadrada, es decir, tiene ocho indicadores y ocho nuevas variables, las cuales serán los ocho componentes (CONAPO,2010)

**Tabla 63. Variables estandarizadas por manzana.**

id_mzna	Zp_p15ym_an	Zp_vph_s_el	Zp_p15pr_in	Zp_vph_noag	Zp_vph_pist	Zp_vph_nore	Zp_vph_noex	Zp_hacina
1500100010127001	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127002	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127003	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.36169	-.22970	-.11862
1500100010127004	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127005	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127006	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127007	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127008	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.12838	-.22970	-.11862
1500100010127009	1.11772	-.05723	.65680	-.28028	-.22380	1.06160	-.22970	-.11862
1500100010127010	.45301	-.05723	.38507	-.28028	-.22380	-.38064	.10235	-.11862
1500100010127011	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.10492	-.22970	-.11862
1500100010127012	-.48818	-.05723	.93716	-.28028	-.22380	-.28638	-.22970	-.11862
1500100010127013	-.48818	-.05723	.43476	-.28028	-.22380	-.36169	-.22970	-.11862
1500100010127014	.16634	-.05723	.08613	-.28028	-.22380	-.02715	-.22970	-.11862
1500100010127016	-.48818	-.05723	-.52530	-.28028	-.22380	.48236	-.22970	-.11862
1500100010127017	.56920	-.05723	.63024	-.28028	-.22380	-.30489	-.22970	-.11862
1500100010127018	-.48818	-.05723	.85089	-.28028	-.22380	-.17750	-.22970	-.11862
1500100010127019	-.48818	-.05723	-.27203	-.28028	1.19617	-.05224	-.22970	-.11862
1500100010127021	.90825	-.05723	-.18427	-.28028	-.22380	-.19504	-.22970	-.11862
1500100010127022	-.48818	-.05723	.84272	-.28028	2.36556	1.11650	-.22970	-.11862
1500100010127023	-.48818	-.05723	.61093	-.28028	-.22380	1.00975	-.22970	-.11862
1500100010127024	.30486	-.05723	-.48446	-.28028	-.22380	.28392	-.22970	-.11862
1500100010127025	1.15889	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	.27196	-.22970	-.11862
1500100010127026	-.48818	-.05723	-.17804	-.28028	-.22380	-.16056	-.22970	-.11862
1500100010127027	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.80483	-.22970	-.11862
1500100010127028	-.48818	-.05723	-.04970	-.28028	-.22380	.80416	-.22970	-.11862
1500100010127030	-.48818	-.05723	-.85712	-.28028	-.22380	-.18494	-.22970	-.11862
1500100010127031	-.48818	-.05723	.87308	-.28028	-.22380	-.22157	-.22970	-.11862
1500100010127032	.25382	-.05723	.42944	-.28028	-.22380	.32406	-.22970	-.11862
1500100010127034	-.48818	-.05723	-.44933	-.28028	-.22380	-.42650	-.22970	-.11862

**Fuente:** Elaboración propia en base a los resultados de proceso de estandarización en SPSS.

**Tabla 64. Matriz de correlaciones**

		Matriz de correlaciones							
		Puntuación Z (p_p15ym_an)	Puntuación Z (p_vph_s_el)	Puntuación Z (p_p15pr_in)	Puntuación Z (p_vph_noag)	Puntuación Z (p_vph_pist)	Puntuación Z (p_vph_nore)	Puntuación Z (p_vph_noex)	Puntuación Z (p_hacina)
Correlación	Puntuación Z (p_p15ym_an)	1.000	.069	.661	.193	.226	.410	.289	.057
	Puntuación Z (p_vph_s_el)	.069	1.000	.072	.173	.171	.173	.081	.123
	Puntuación Z (p_p15pr_in)	.661	.072	1.000	.235	.238	.491	.245	.097
	Puntuación Z (p_vph_noag)	.193	.173	.235	1.000	.228	.338	.174	.180
	Puntuación Z (p_vph_pist)	.226	.171	.238	.228	1.000	.293	.151	.142
	Puntuación Z (p_vph_nore)	.410	.173	.491	.338	.293	1.000	.418	.182
	Puntuación Z (p_vph_noex)	.289	.081	.245	.174	.151	.418	1.000	.069
	Puntuación Z (p_hacina)	.057	.123	.097	.180	.142	.182	.069	1.000

**Fuente:** Elaboración propia en base a los resultados de proceso de estandarización en SPSS.

Las nuevas variables se llaman componentes principales porque son variables que preservan un orden dentro de las propiedades de las matrices. Cada una se obtendrá a partir de los indicadores estandarizados, de diagonalizar la matriz de correlaciones y obtener los pesos o valores propios [tabla 65] obtenidos para cada uno.

**Tabla 65. Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes.**

	Componente	
	1	2
Puntuación Z (p_p15ym_an)	.404	-.184
Puntuación Z (p_vph_s_el)	-.139	.480
Puntuación Z (p_p15pr_in)	.393	-.138
Puntuación Z (p_vph_noag)	.025	.361
Puntuación Z (p_vph_pist)	.051	.300
Puntuación Z (p_vph_nore)	.258	.128
Puntuación Z (p_vph_noex)	.232	-.002
Puntuación Z (p_hacina)	-.128	.460

**Fuente:** Elaboración propia en base a los resultados de proceso de estandarización en SPSS.

Para cada manzana, las componentes se expresaran de la siguiente manera:

$$y_1 = \omega_{1,1}Z_1 + \omega_{1,2}Z_2 + \dots + \omega_{1,8}Z_8$$

$$y_2 = \omega_{2,1}Z_1 + \omega_{2,2}Z_2 + \dots + \omega_{2,8}Z_8$$

⋮

$$y_8 = \omega_{8,1}Z_1 + \omega_{8,2}Z_2 + \dots + \omega_{8,8}Z_8$$

**Fuente:** CONAPO, Anexo C, 2010.

Utilizando los componentes y sus correspondientes puntuaciones, la expresión individual para cada manzana queda de la siguiente forma, el significado de los indicadores estandarizados de estas expresiones puede verse en la tabla 66.

$$Y_1 = ((.404 * Zp\_p15ym\_an) + (- 0.139 * Zp\_vph\_s\_el) + (0.363 * Zp\_p15pr\_in) + (0.025 * Zp\_vph\_noag) + (0.051 * Zp\_vph\_pist) + (0.258 * Zp\_vph\_nore) + (0.232 * Zp\_vph\_noex) + (- 0.128 * Zp\_hacina))$$

$$Y_2 = ((.404 * Zp\_p15ym\_an) + (- 0.139 * Zp\_vph\_s\_el) + (0.363 * Zp\_p15pr\_in) + (0.025 * Zp\_vph\_noag) + (0.051 * Zp\_vph\_pist) + (0.258 * Zp\_vph\_nore) + (0.232 * Zp\_vph\_noex) + (- 0.128 * Zp\_hacina))$$

...

$$Y_n = ((.404 * Zp\_p15ym\_an) + (- 0.139 * Zp\_vph\_s\_el) + (0.363 * Zp\_p15pr\_in) + (0.025 * Zp\_vph\_noag) + (0.051 * Zp\_vph\_pist) + (0.258 * Zp\_vph\_nore) + (0.232 * Zp\_vph\_noex) + (- 0.128 * Zp\_hacina))$$

**Tabla 66. Expresiones de las Variables estandarizadas para el cálculo del índice de marginación por manzana.**

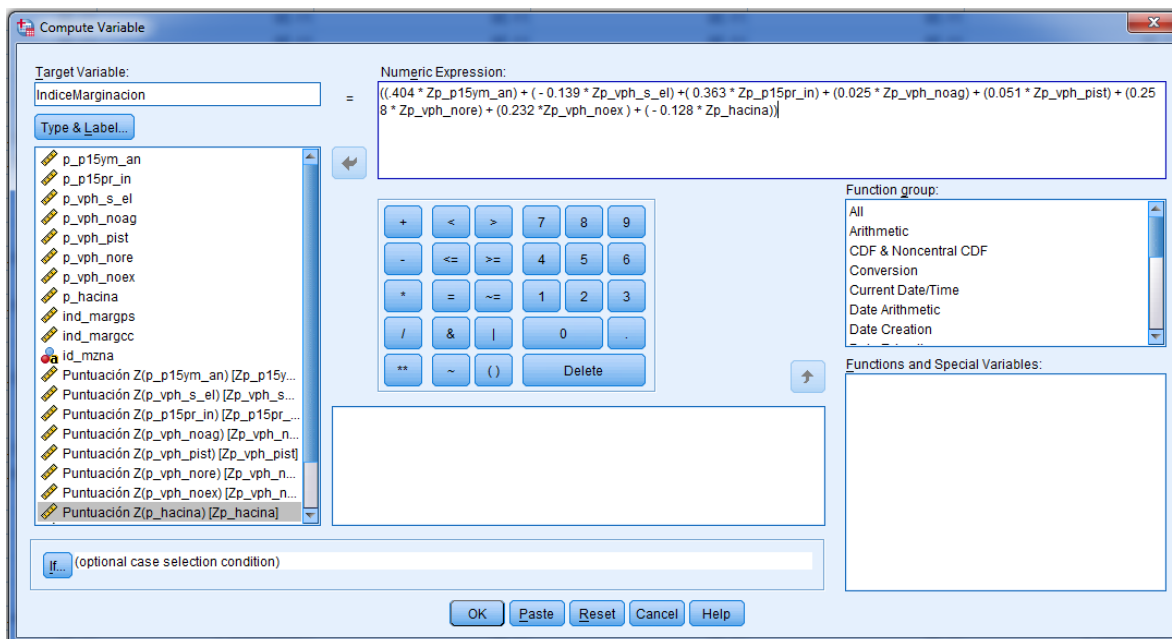
INDICADOR	MNEMÓNICO
Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta	Zp_p15ym_an
Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa	Zp_p15pr_in
Porcentaje de viviendas particulares sin excusado	Zp_vph_noex
Porcentaje de viviendas particulares sin electricidad	Zp_vph_s_el
Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada en el ámbito de la vivienda	Zp_vph_noag
Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	Zp_vph_pist
Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	Zp_vph_nore
Porcentaje de hacinamiento	Zp_hacina

**Fuente:** Elaboración propia.

El índice de marginación por [manzana] toma el calificativo de medida resumen, por el hecho de modificar las ocho variables originales estandarizadas y resumir su efecto en un valor (CONAPO, 2010).

Realizando este proceso para cada variable Y desde 1 hasta 8 con la ayuda del software estadístico SPSS se obtiene finalmente los valores resumidos del índice de marginación por manzana (tabla 67).

**Figura 44. Cálculo del índice de marginación por Manzana en SPSS.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 67. Valores del índice de marginación por manzana.**

CVEGEO	IND_MARGCC		
		1507600010058015	-0.03
		1507600010058016	0.84
1507600010058001	0.76	1507600010058017	1.02
1507600010058002	0.37	1507600010058018	0.47
1507600010058003	-0.13	1507600010058019	0.44
1507600010058004	-0.9	1507600010058020	-0.07
1507600010058005	-0.15	1507600010058021	-0.03
1507600010058006	0.19	1507600010058022	0.76
1507600010058007	0.19	1507600010058023	0.14
1507600010058008	1.3	1507600010058024	0.83
1507600010058009	0.63	1507600010058025	0.46
1507600010058010	0.43	1507600010058026	-0.46
1507600010058011	0.25	1507600010058027	0.79
1507600010058012	-0.24	1507600010058028	0.41
1507600010058013	0.36	1507600010058029	0.07
1507600010058014	-0.82		

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez calculados los valores del índice de marginación se procedió a clasificarlos para asignarles un grado de marginación, para ello se utilizó el método de clasificación por Natural Breaks, los rangos de la clasificación y el grado de marginación asignado a cada rango.

**Tabla 68. Rangos de la clasificación para la asignación del grado de marginación por manzana.**

Range	Label
-4.190000 - -1.060000	Muy Bajo
-1.059999 - -0.220000	Bajo
-0.219999 - 0.540000	Medio
0.540001 - 1.420000	Alto
1.420001 - 6.430000	Muy Alto

**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, la base de datos ya con el grado de marginación calculado a partir del índice de marginación para cada manzana, queda como se observa en la tabla 69.

**Tabla 69.- Grado de marginación por manzana.**

CVEGEO	IND_MARGCC	GradoMarg
1507600010058001	0.76	Alto
1507600010058002	0.37	Medio
1507600010058003	-0.13	Medio
1507600010058004	-0.9	Bajo
1507600010058005	-0.15	Medio
1507600010058006	0.19	Medio
1507600010058007	0.19	Medio
1507600010058008	1.3	Alto
1507600010058009	0.63	Alto
1507600010058010	0.43	Medio
1507600010058011	0.25	Medio
1507600010058012	-0.24	Bajo
1507600010058013	0.36	Medio
1507600010058014	-0.82	Bajo
1507600010058015	-0.03	Medio
1507600010058016	0.84	Alto
1507600010058017	1.02	Alto
1507600010058018	0.47	Medio

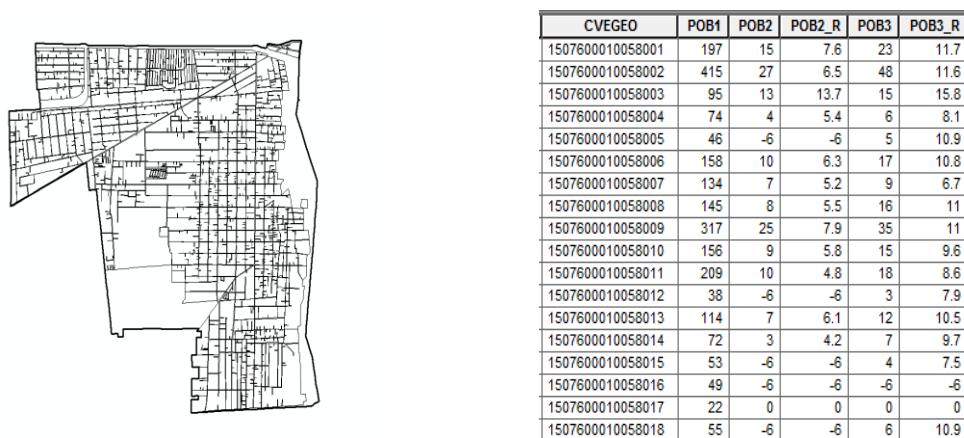
**Fuente:** Elaboración propia.



### PASO III. CARTOGRAFÍA A NIVEL MANZANA

Para obtener la representación cartográfica de los grados de marginación en cada una de las 516 manzanas de SMA, es necesario vincular la base de datos que hemos obtenido del paso II (tabla 31) con información cartográfica del Marco Geoestadístico Estatal a nivel manzana proveniente de INEGI (figura)

**Figura 45. Marco Geoestadístico y base de datos a nivel Manzana de SMA.**



Fuente: SINCE 2010, INEGI.

### PASO IV: TIPO DE MANZANA SEGÚN ÍNDICE DE MARGINACIÓN

Ya vinculada la base de datos del grado de marginación con la información cartográfica a nivel manzana (Tabla 70) se hace posible generar un mapa por grado de marginación haciendo uso del software ArcGIS.

**Tabla 70. Base de datos cartografía por manzana con grado de marginación.**

Shape *	CVEGEO	IND_MARGCC	GradoMarg
Polygon	1507600010058001	0.76	Alto
Polygon	1507600010058002	0.37	Medio
Polygon	1507600010058003	-0.13	Medio
Polygon	1507600010058004	-0.9	Bajo
Polygon	1507600010058005	-0.15	Medio
Polygon	1507600010058006	0.19	Medio
Polygon	1507600010058007	0.19	Medio
Polygon	1507600010058008	1.3	Alto
Polygon	1507600010058009	0.63	Alto
Polygon	1507600010058010	0.43	Medio
Polygon	1507600010058011	0.25	Medio

Fuente: Elaboración propia.

El mapa resultante de este proceso Mapa 19 refleja la vulnerabilidad por el riesgo de inundación que existe en función del grado de marginación en el municipio de SMA por manzana.

### **Manual para la instalación de pluviómetros (OEA, 2014).**

Es importante instalar el pluviómetro adecuadamente para obtener mediciones confiables que sean comparables con las mediciones de otros pluviómetros. Por ello se han designado algunas normas para instalar estos equipos.

## **Pasos a seguir para la instalación del pluviómetro.**

### **1. Escoger el lugar de instalación.**

El pluviómetro debe estar instalado en un lugar que esté lejos de obstáculos para que capte la mayor cantidad de lluvia posible.

Idealmente se recomienda que los obstáculos se localicen a una distancia mayor que 4 veces su altura. Por ejemplo, si tenemos un árbol de 10 metros, debe colocarse el pluviómetro a 40 metros. Si tenemos una pared de 2 metros, el pluviómetro debe estar separado 8 metros de esta pared.

A veces el único lugar adecuado para la instalación del pluviómetro es una cerca.

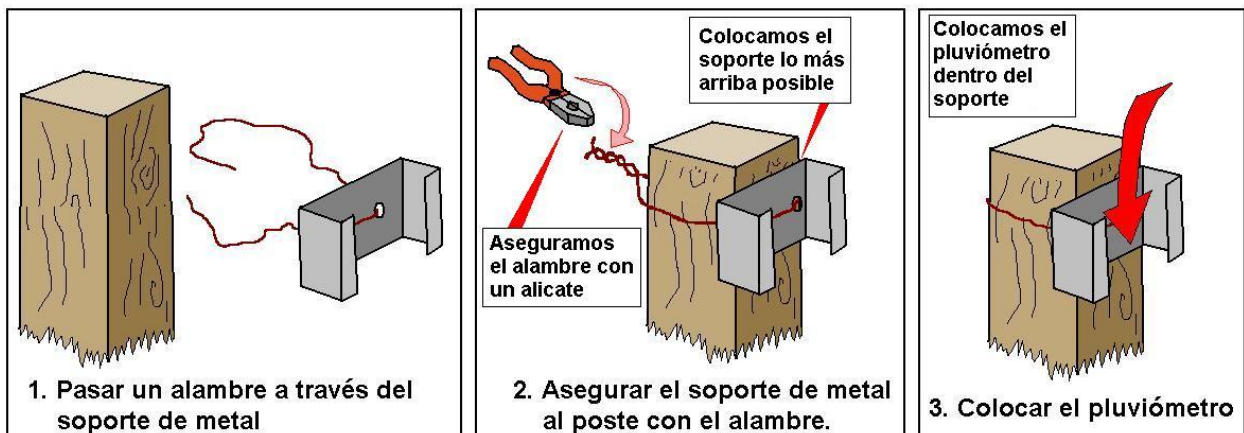
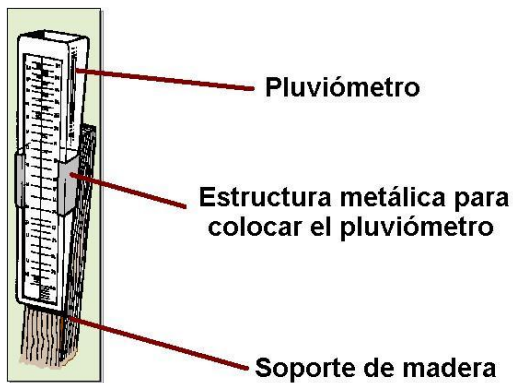
Muchas veces va a ser imposible cumplir con estos requerimientos “ideales”. En estos casos lo importante es que el pluviómetro se **localice lo más lejos posible de obstáculos.**

### **2. Instalación del pluviómetro.**

El pluviómetro debe instalarse aproximadamente a 1.5 m de altura. La boca (parte ancha del pluviómetro) debe estar a esta altura. Por lo general se instala en un poste de madera o cualquier objeto que permita que el instrumento esté a esta altura y que no bloquee la parte superior del pluviómetro, por donde debe ingresar el agua de lluvia.

A este poste debe adherirse una estructura de metal o algo que permita colocar el pluviómetro. La manera más fácil de adherir este soporte de metal es utilizando un alambre y ajustándolo hasta que el soporte quede bien fijo en el poste. Observar la figura 3.

**Fig.- 46. Instalación del pluviómetro en el soporte.**



Notar que el soporte debe colocarse lo más arriba posible para evitar que el agua de lluvia salpique del poste a la boca del pluviómetro. Se recomienda el uso de un alicate para ajustar bien el alambre.

### **3. Problemas durante la instalación y soluciones.**

A continuación aparece una lista de problemas y soluciones, en caso de que el pluviómetro no pueda ser instalado bajo las condiciones ideales descritas en la página anterior.

#### **1) El poste de instalación tiene menos de 1.5 metros.**

Puede instalarse el pluviómetro a menos altura, pero nunca a menos de 1 metro sobre el suelo.

#### **2) Hay muchos niños jugando y/o animales que pueden tumbar el pluviómetro.**

Puede instalarse el pluviómetro por encima de 1.5 metros de modo que no pueda ser tumbado.

#### **3) No se puede ubicar un lugar lo suficientemente alejado de los obstáculos.**

Si no se pueden seguir las reglamentaciones para una instalación ideal, lo importante es colocar el pluviómetro lo más alejado posible de obstáculos.

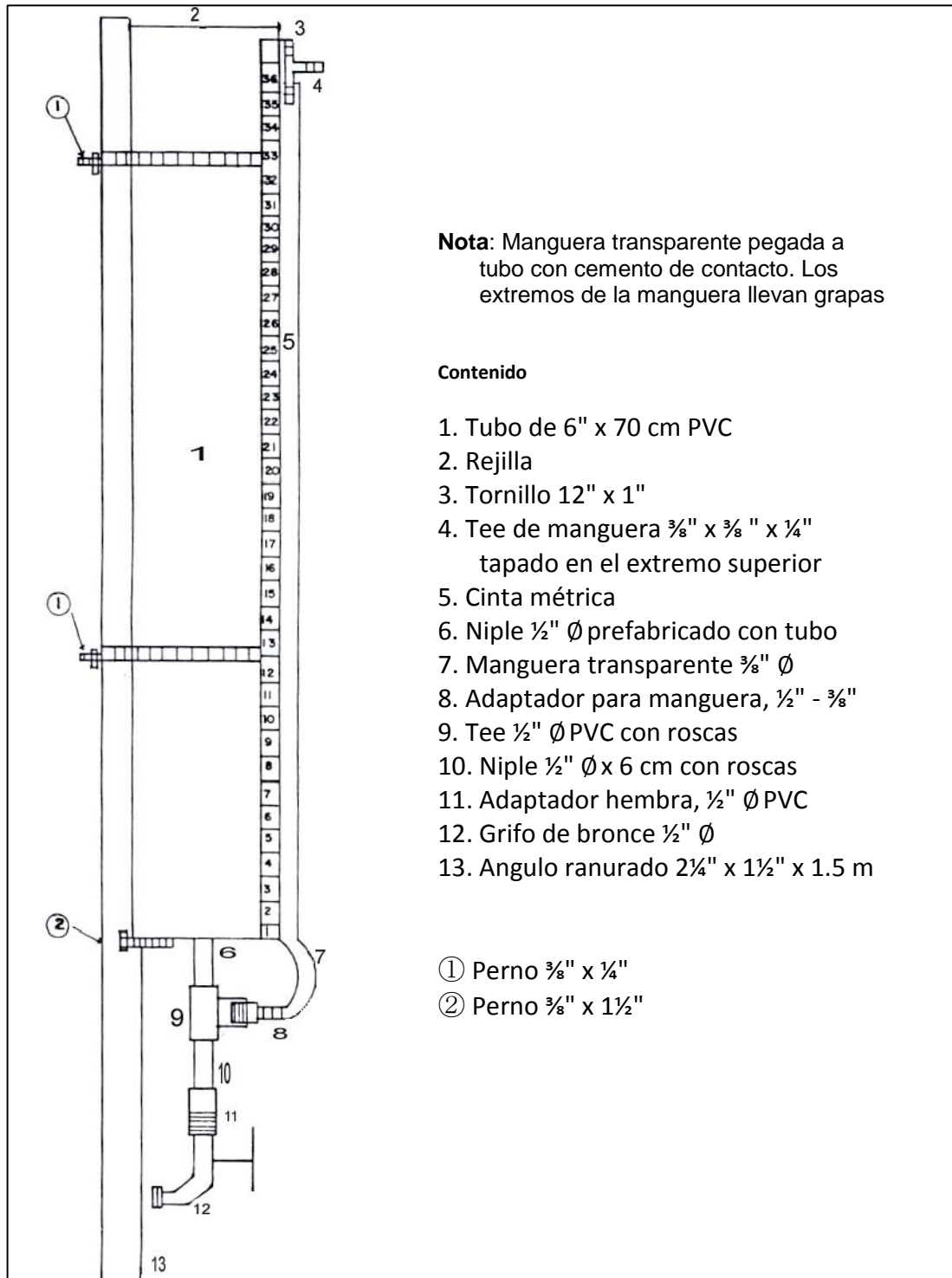
#### **4) Hay postes, torres altas o cables cerca del lugar de instalación del pluviómetro.**

Instalar los pluviómetros en un punto lo suficientemente alejado de los postes, torres altas y/o cables como para que estos no goteen sobre el pluviómetro.

En resumen, es importante considerar lo siguiente:

- Ningún objeto debe gotear sobre el pluviómetro.
- Ningún obstáculo debe bloquear la caída de lluvia en el pluviómetro.
- El pluviómetro no debe estar expuesto a golpes de niños o animales.

**Figura 47:** Pluviómetro de tubo de PVC



**Fuente:** (Módulo II, Análisis Hidrológico, Diseño de Sistemas de Alerta y Medición Hidrológica, Proyecto OEA/ ECHO/ COPECO) (OEA, 2001)

## Bibliografía

- *API Google Maps V3*, 2014, Google. Consultado el 10 de julio de 2014 en <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=es>
- *Atlas de riesgos*, MUNICIPIUM. 2013. Consultado el 18 de febrero de 2014 de: <http://www.municipium.mx/atlasderiesgos/utilidad.php>
- Ayuntamiento de Puebla, *Atlas de Riesgos del municipio de Zoquitlán 2013* (3ª Ent).
- Bando Municipal de SMA, 04 de fecha 27 Enero 2014, Honorable Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013-2015.
- Baró, José., Díaz, Carlos., Calderón, Georgina., Esteller, María., Cadena, Edel., Franco, Roberto. (2012). *Metodología para la Valoración Económica de Daños Potenciales Tangibles Directos por Inundación*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Blaikie.PPiers, Terry Cannon, Ian Davisy Ben Wisner. 1996. *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Lima: La red. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2008). *Atlas de Inundaciones Número 15, Temporada de Lluvias 2008, Cuenca del Río Lerma, SMA*. Gobierno del Estado de México. Recuperado desde: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/edomex\\_pdf\\_atlas\\_sanmateoa.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/edomex_pdf_atlas_sanmateoa.pdf)
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2010). *Atlas de Inundaciones, Temporada de Lluvias 2009, Cuenca del Río Lerma, SMA. Gobierno del Estado de México*. Recuperado desde: [http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex\\_archivo/caem\\_pdf\\_atlasxvisanmateoa.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex_archivo/caem_pdf_atlasxvisanmateoa.pdf)



- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2010). *Atlas de Inundaciones, Temporada de Lluvias 2010, Cuenca del Río Lerma, SMA. Gobierno del Estado de México.* Recuperado desde: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/caem\\_pdf\\_rlatlasxviismaatenco.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/caem_pdf_rlatlasxviismaatenco.pdf)
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2011). *Atlas de Inundaciones Número 18, Temporada de Lluvias 2011, Cuenca del Río Lerma, SMA. Gobierno del Estado de México.* Recuperado desde: [http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex\\_archivo/caem\\_pdf\\_crlsmatencoatlas18.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex_archivo/caem_pdf_crlsmatencoatlas18.pdf)
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2012). *Atlas de Inundaciones Número 19, Temporada de Lluvias 2012, Cuenca del Río Lerma, SMA. Gobierno del Estado de México.* Recuperado desde: [http://portal2.edomex.gob.mx/caem/atlas\\_inundaciones/rio\\_lerma/groups/public/documents/edomex\\_archivo/caem\\_pdf\\_atlasxixrlsmaatenco.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/caem/atlas_inundaciones/rio_lerma/groups/public/documents/edomex_archivo/caem_pdf_atlasxixrlsmaatenco.pdf)
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2012). *Reincidencia de Inundaciones en las Temporadas de Lluvias 2002-2012 Cuenca del Río Lerma. Gobierno del Estado de México.* Recuperado desde: [http://portal2.edomex.gob.mx/caem/atlas\\_inundaciones/reincidencias/groups/public/documents/edomex\\_archivo/caem\\_pdf\\_reincidencias-lerma.pdf](http://portal2.edomex.gob.mx/caem/atlas_inundaciones/reincidencias/groups/public/documents/edomex_archivo/caem_pdf_reincidencias-lerma.pdf)
- CENAPRED Centro Nacional para la Prevención de Desastres (2004). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Conceptos Básicos sobre peligros, Riesgos y su representación Geográfica.* CENAPRED. México.
- CENAPRED Centro Nacional para la Prevención de Desastres (2014). *Atlas Nacional de Riesgos, Sistema Integral de Información sobre Riesgo de desastres.* CENAPRED. México. Consultado en:

<http://www.cenapred.unam.mx/es/Difusion/Diseno/Exposiciones/docsExpo/aminasANR.pdf>

- CENAPRED Centro Nacional para la Prevención de Desastres (2006). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F.
- CENAPRED (2002), *Análisis de Requerimientos y Necesidades para el Atlas Nacional de Riesgos-SIIRIDE*. Basic Engineering Co. Ltd.
- *Código Administrativo del Estado de México* [en línea] Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig008.pdf>
- CONASAMI Comisión Nacional de Salarios Mínimos (2014), *Tabla de Salarios Mínimos Generales y Profesionales por Áreas Geográficas a partir del 1 de enero de 2014*. Obtenido de [http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla\\_salarios\\_minimos/2014/01\\_01\\_2014.pdf](http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla_salarios_minimos/2014/01_01_2014.pdf)
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2000). *Índice de Marginación por Localidad 2000*. [en línea] Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion)
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2005). *Índice de Marginación por Localidad 2005*. [en línea] Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion)
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2010). *Índice de Marginación por Localidad 2010*. [en línea] Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion)
- *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, Texto Vigente, Última reforma publicada DOF 10-02-2014.
- Corzo, H (2010). *Estimación Integral del Riesgo de Inundación en Ríos de Llanura de un Centro Urbano*. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad del Litoral (FICH-UNL) - sub Unidad de Coordinación Para la Emergencia (SUPCE - santa Fe). VI Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos. Argentina.

- Escuder, Antonio., Morales, Adrián., Castillo, Jesica., Perales, Sara. (2010). *SUFRI Strategies of Urban Flood Risk Management*. Universidad Politécnica de Valencia, Instituto de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente. España.
- Eslava, Héctor (2014). *Curso: Sistemas de Alerta Temprana Contra Inundaciones para Localidades y Pequeñas Ciudades*. Coordinación Nacional de Protección Civil México. CENAPRED. México.
- H. Ayuntamiento de SMA 2013 – 2015, (2013). *Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015*. Gaceta Municipal Periódico Oficial del Ayuntamiento Constitucional de SMA. Año 1 (3).
- *Geología y prevención de daños por inundaciones*, 1985 Andalucía, España, Durán Valsero y Lamas Romero.
- *Guía de Práctica Sanitaria No. 1 Intervención del Personal de Regulación Sanitaria Ante Inundaciones del Estado de México* [en línea] Disponible en: [http://salud.edomexico.gob.mx/html/doctos/regsan/otros/gps1\\_inundaciones.pdf](http://salud.edomexico.gob.mx/html/doctos/regsan/otros/gps1_inundaciones.pdf)
- HEC-RAS\_4.1\_Reference\_Manual.pdf USACE, (2005), "HEC-GeoRAS", GIS tools for support of HEC-RAS using ArcGIS, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA. [http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documents/HEC-GeoRAS42\\_UsersManual.pdf](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documents/HEC-GeoRAS42_UsersManual.pdf)
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2010), *Censo de Población y Vivienda*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2014), *Características del levantamiento de los Censos de Población, 1895-2010*. [en línea] Consultado el 14 de marzo de 2014 en [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/censos/SCGPV\\_11.asp](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/censos/SCGPV_11.asp).

- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística e informática (1995), *Conteo de Población y Vivienda de 1995*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística e informática (2007a), *II Conteo de Población y Vivienda del año 2005*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (1990), *XI Censo General de Población y Vivienda*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2000), *XII Censo General de Población y Vivienda*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2010), *SCINCE Sistema para la Consulta de Información Censal 2010*. INEGI. México.
- INEGI, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2010), *SIATL "Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas, INEGI"* Disponible en: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)
- INAFED, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2010). *Base de datos de discapacidad a nivel municipal*. Sistema Nacional de Información Municipal. México. [en línea] Disponible en: <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Jiménez, Sergio y Sánchez, Diego (2007). *Ordenación Urbana Litoral y Prevención Ante Desastres de Inundación en los Municipios de Tamaulipas, México. El Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos (SATEME)*. [en línea]. México: Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller", UAT, Centro Universitario Tampico-Madero, Tamaulipas, México. Disponible en: [http://intranet.uat.edu.mx/cienciauat/ediciones/Edici%C3%B3n%20No.%204,%20Junio%202007/EI%20sistema%20de%20alerta%20temprana%20cont](http://intranet.uat.edu.mx/cienciauat/ediciones/Edici%C3%B3n%20No.%204,%20Junio%202007/EI%20sistema%20de%20alerta%20temprana%20contra%20eventos%20metereol%C3%B3gicos%20extremos%20(Sateme).pdf)ra%20eventos%20metereol%C3%B3gicos%20extremos%20(Sateme).pdf [2014, 20 de febrero].

- Keller, Edward y Blodgett, Robert. (2007). *Riesgos Naturales” Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes”*. Madrid, España. Pearson Educación S.A.
- *Ley de Aguas Nacionales*, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, Texto Vigente, Última reforma publicada DOF 07-06-2013
- *Ley del Agua para el Estado de México y Municipios*, 22 de febrero de 2013.
- *Ley de Protección Civil del Estado Libre y Soberano de México*, Publicada en la Gaceta del Gobierno el 03 de septiembre de 2012.
- *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, TEXTO VIGENTE, Última reforma publicada DOF 16-01-2014
- *Ley General de Cambio Climático, Texto Vigente*, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012
- *Ley General de Protección Civil, Texto Vigente*, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012
- Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, México, *Atlas de Riesgo del Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo, 2011* [En Línea] Disponible en : [http://issuu.com/uliseszl64/docs/tuxpan\\_da042758774aeb](http://issuu.com/uliseszl64/docs/tuxpan_da042758774aeb)
- OEA Organización de los Estados Americanos, (2001). *Manual para el Diseño e Implementación de un Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones en Cuencas Menores*, Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente - Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington D.C. USA.
- 
- OEA Organización de los Estados Americanos, (2010). *Manual para el diseño, Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana Ante Inundaciones*, Departamento de Desarrollo Sostenible - Secretaria General OEA, Washington D.C. USA.

OEA Organización de los Estados Americanos, (2014). Manual para la instalación de pluviómetros. Disponible en:

[http://www.nssl.noaa.gov/projects/pacs/salljex/archive/manuals/manual\\_instalacion\\_pluviometros.doc](http://www.nssl.noaa.gov/projects/pacs/salljex/archive/manuals/manual_instalacion_pluviometros.doc)

- ONU Comisión de las Naciones Unidas (1999): *“El rostro del Desarrollo Humano”* capítulo 7 Las implicaciones para el desarrollo humano rural, Informe Anual, Guatemala.
- Ortiz, G., J. Magaña, B. López, R. López y E. Donath (2004), *Banco de Agua*, Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- Pérez, Guillermo y Rubio Horacio. (2012). *Estado del Arte en Pronóstico Hidrológico en México*. XXII Congreso Nacional de Hidráulica Acapulco, Guerrero, México, Noviembre 2012. [en línea] Obtenido el 20 de febrero de 2014 de: [http://revistatlaloc.org.mx/amh\\_congreso/articulos/legislacionydocencia/290ART.pdf](http://revistatlaloc.org.mx/amh_congreso/articulos/legislacionydocencia/290ART.pdf)
- *Plan Municipal de desarrollo Urbano de SMA, 2009 – 2012.*
- Salas, M. y Jiménez. 2004. *Inundaciones*, CENAPRED, México. 53p.
- SATEME (*Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos*). Gobierno del Estado de Tamaulipas. [en línea]. Consultado el 20 de febrero de 2014 en <http://sateme.org/index.php>
- NOAA, *Guía de Referencia para Sistemas de Alerta Temprana de Crecidas Repentinas 2012*. Recuperado el 22 Octubre de 2013 de: [http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/ffewsrge/FFG\\_completa\\_es.pdf](http://www.meted.ucar.edu/communities/hazwarnsys/ffewsrge/FFG_completa_es.pdf)
- NWS, National Weather Service (2014), US States and Territories June 2014. NOAA. Disponible en: [http://www.nws.noaa.gov/geodata/catalog/national/html/us\\_state.htm](http://www.nws.noaa.gov/geodata/catalog/national/html/us_state.htm)
- SEDATU Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (2013), *Atlas de Riesgos del municipio de Zoquitlán*, Puebla 2013. [en línea]. Municipium. México. Consultado el 26 de Febrero de 2014 en: <https://drive.google.com/folderview?id=0BxXYILzHfThV002b096OG05RTA&usp=sharing&tid=0B92INPfgdTbYNIRUaVdOUFFNMUE>



- SNET, *Sistema de Alerta Temprana por Inundaciones en el Salvador, (Junio 2009)*, Recuperado el 23 de octubre 2013 de:  
<http://www.rimd.org/advf/documentos/4b4f8c809fe9f0.86389562.pdf>
- SPR (Sistema de Pronóstico en Ríos). CONAGUA. [en línea]. Consultado el 20 de febrero de 2014 en: <http://www.conagua.gob.mx/spr/index.html>
- UNESCO-CEPREDENAC, *Proyecto Fortalecimiento de Capacidades en los Sistemas de Alerta Temprana, SAT, en América Central, desde una Perspectiva de Multiamenaza*, (S.f), Recuperado el 23 de octubre 2013 de:  
<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/SanJose/pdf/Informe%20EI%20Salvador.pdf>
- Vázquez, Martín y Méndez, José. (2011). *La Vulnerabilidad de los Asentamientos en Espacios no Urbanizables en el Municipio de San Mateo*.
- Vargas, José y Mochi, Prudencio (2008). *Estrategias que Favorecen u Obstaculizan el Desarrollo Local en el Marco de la Globalización*. Economía, Sociedad y Territorio, VIII (26), 381-413. Recuperado desde:  
[www.redalyc.org/pdf/111/11182605.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/111/11182605.pdf)
- *Atenco, Estado de México*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 13 (1). Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/pdf/401/40118420015.pdf>
- SEDATU Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (2013), *Atlas de Riesgos del municipio de Zoquitlán*, Puebla 2013. [en línea]. Municipium. México. Consultado el 26 de Febrero de 2014 en:  
<https://drive.google.com/folderview?id=0BxXYILzHfThV002b096OG05RTA&usp=sharing&tid=0B92INPfgdTbYNIRUaVdOUFFNMUE>

- SEDATU Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (2013), *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013*. Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano. México.
- SEDESOL Secretaria de Desarrollo Social (2013), *Atlas de Riesgos San Miguel Xoxtla 2012*. [en línea]. Municipium. México. Consultado el 26 de Febrero de 2014 en: [https://www.dropbox.com/sh/f86b1k4lv97swm3/hXRreTDJ9s/A\\_DOCUMENTOS/AR%20San%20Miguel%20Xoxtla%2026nov.pdf](https://www.dropbox.com/sh/f86b1k4lv97swm3/hXRreTDJ9s/A_DOCUMENTOS/AR%20San%20Miguel%20Xoxtla%2026nov.pdf)
- Toscana, Alejandra con Campos, María y Monroy, José (2010). *Inundaciones, protección civil y habitantes de SMA, Estado de México*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 72, 68-81. Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/pdf/569/56919174006.pdf>
- USACE, (2002), "HEC-RAS", River Analysis System, version 3.1, *Hydraulic Reference Manual*, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, November. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/documents/>