



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO



FACULTAD DE GEOGRAFÍA

Visualizador Web del Índice de
Vulnerabilidad Prevalente en Asentamientos Humanos
Ante el Riesgo de Inundación en el Municipio de San Mateo
Atenco, Estado de México.

TESIS

- Presenta: Jhonatan Loza Beltrán

Asesor: Dr. José Emilio Baro Suárez

Revisores: Mtro. Enrique Estrada Bastida

Revisores: Dr. Edel Cadena Vargas

TOLUCA DE LERDO, EDO.DE MÉXICO, JUNIO 2015

Dedicatorias

A dios,

Primero que nada le debo de agradecer a el que me dio la fortaleza, la integridad, la paciencia, la oportunidad de llegar hasta donde estoy en estos momentos, y permitirme formarme como un profesional, sé que esto es solo un escalón más de todo lo que vendrá. Gracias dios mío.

A mis padres amados.

Mi mama María Eugenia y mi papa Margarito. Les debo todo a ustedes, gracias a sus desvelos, esfuerzos y sacrificios. Siempre estuvieron hay brindándome su incondicional apoyo en las decisiones que eh tomado. Bueno pues es ahora cuando me toca a mí decirles que eh finalizado y cumplido una meta importante la cual es obtener el título de la carrera, pues la herencia más importante que me dejaran ustedes será el estudio, ustedes siempre viendo todo lo posible para que no dejara de estudiar.

Ustedes han sido el pilar para mi formación no solo académica si no mi formación personal, gracias a ustedes cada vez tomo las mejores decisiones convirtiéndome así en una persona madura e integra, GRACIAS

A ti mi amor “vale”

Gracias por “y la tesis cuando” ¿? Gracias por los comentarios, la ayuda, las críticas, las correcciones, el tiempo, las palabras fuertes y firmes que me animaban a no decaer y terminar satisfactoriamente este trabajo. Gracias

Por ultimo quiero dedicar este trabajo a mis queridos sobrinos (Kevin, Maritza y Dante). Para que sirva de ejemplo de que con constancia y dedicación todo se puede.

Agradecimientos

Al doctor José Emilio Baró Suarez, por haberme permitido trabajar este tema. Una de las cosas que valoro mucho es el tiempo, y a usted le doy las gracias por haberme brindado parte de su valioso tiempo para realizarme correcciones, observaciones y comentarios que influyeron de manera especial para el término de este trabajo.

Al Mtro. Enrique Estrada Bastida. Por todo el apoyo profesional que me brindo, por los tips y comentarios acerca del trabajo realizado, por todas las correcciones para la correcta elaboración de este trabajo. Por todo su tiempo dedicado a este proyecto. De antemano muchas gracias.

Al Dr. Edel, Muchas gracias por las facilidades otorgadas para la culminación de este trabajo, por su tiempo, sus comentarios. Gracias

Al Mtro. Tonatiuh Suarez Meaney. Tu “tona” me enseñaste mucho académica, profesional y laboralmente, te agradezco los comentarios acerca de la tesis. Sin duda eres uno de los mejores maestros que eh conocido a lo largo de mi vida, nunca antes había conocido a alguien que se interesara tanto en dar su clase. Recuerdo mucho la ocasión que nos regañaste por querer matar tu clase y nos dijiste que no podíamos darnos ese lujo porque el tiempo es muy corto y teníamos que asistir a todas nuestras clases pues ese era nuestro deber y si era posible darnos algo más extra clase lo harías, hiciste lo imposible por que llegáramos a tu clase y nos hiciste ver la importancia de tomar cada una de ellas. Gracias

A la Universidad Autónoma del Estado de México, así como también a los profesores que la conforman, gracias por haberme formado como un profesional.

Agradecimiento especial al Instituto Nacional Electoral (INE), por todas las facilidades que me fueron otorgadas para el desarrollo y culminación de este trabajo de tesis, en especial al Lic. Macedo. Usted licenciado tiene una forma muy agradable de trabajar, hace sentir a las personas, que trabajan con usted y no para usted, Muchas gracias por todo.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN:	9
CAPÍTULO I: DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	12
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	14
OBJETIVOS	15
ANTECEDENTES:	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	25
MARCO TEORICO CONCEPTUAL	28
GEOGRAFÍA	29
GEOINFORMÁTICA	32
INUNDACIÓN E ÍNDICE	33
CLASIFICACIÓN DE ÍNDICES	36
VULNERABILIDAD	36
RESILIENCIA	40
RIESGO	40
DESASTRES	41
SISTEMAS DE INFORMACIÓN	42
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA	44
CLASIFICACIÓN DE LOS SIG	47
COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	49
CONCEPTOS RELACIONADOS AL DESARROLLO DE SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN EN AMBIENTE WEB	51
COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN AMBIENTE WEB	54
APLICACIÓN WEB	56
CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA	61
INGENIERIA DE SOFTWARE	64

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	67
METODOLOGÍA	68
MODELO CONCEPTUAL.....	110
ALOJAMIENTO EN LA NUBE DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PREVALENTE	113
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	115
ESTRUCTURA DEL VISUALIZADOR DEL ÍNDICE	117
ANEXOS	122
BIBLIOGRAFÍA.....	132

Índice de Figuras:

Figura No: 1.Diagrama del marco teórico.	28
Figura No: 2 Ciclo de vida de un sistema, modelo de Boehm.	43
Figura No: 3 Evolución del SIG.....	45
Figura No: 4 Partes de un SIG.	50
Figura No: 5 Programación en internet.....	56
Figura No: 6 ArcMap	59
Figura No: 8 Jmp.....	60
Figura No: 9 Bootstrap 3	60
Figura No: 10 Construcción de bases de datos espaciales.....	62
Figura No: 11 Tipo de datos espaciales.	63
Figura No: 12 Estratos de la Ingeniería de Software	64
Figura No: 13 Metodología	68
Figura No: 14 Fórmula para el cálculo de la vulnerabilidad prevalente	70
Figura No: 15 Desarrollo conceptual del Índice de Vulnerabilidad Prevalente... ..	71

Ficha de identificación 1: Densidad de población	73
Ficha de identificación 2: Pendiente	74
Ficha de identificación 3: Zonas inundables.....	75
Ficha de identificación 4: Disponibilidad de Pavimento.....	77
Ficha de identificación 5: Disponibilidad de Guarnición	78
Ficha de identificación 6: Disponibilidad de Drenaje Pluvial	80
Ficha de identificación 7: Cantidad de Viviendas Expuestas	81
Ficha de identificación 8: Cercanía de las Manzanas a las fuentes de peligro ...	82
Ficha de identificación 9: Accesibilidad a los servicios de salud.....	83
Ficha de identificación 10: Población no Derechohabiente.....	87
Ficha de identificación 11: Población con analfabetismo	88
Ficha de identificación 12: Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	89
Ficha de identificación 13: Población con dificultad para el desempeño y/o realización de tareas básicas de la vida cotidiana.....	90
Ficha de identificación 14: Viviendas sin servicio de agua entubada.....	91
Ficha de identificación 15: Viviendas sin servicio de drenaje	92
Ficha de identificación 16: Viviendas sin servicio de electricidad.....	93
Ficha de identificación 17: Viviendas con piso de tierra	94
Ficha de identificación 18: Viviendas con un solo cuarto	95
Ficha de identificación 19: Viviendas sin tecnologías de la información y comunicación (TIC)	96
Figura No: 16 Formulación del problema.....	100
Figura No: 17 Tamaño de la muestra	103
Figura No: 18 Nivel de confianza.....	104
Figura No: 19 Generación de la Metodología para el desarrollo del visualizador	109
Figura No: 20 Modelo Conceptual para el desarrollo del visualizador.....	110
Figura No: 21 Diagrama de la arquitectura tecnológica del visualizador	111
Figura No: 22 Diagrama de la arquitectura tecnológica del visualizador	112
Figura No: 23 Conexión con Google	113
Figura No: 24 Alojamiento en la nube de nuestra base de datos.....	114
Figura No: 25 Página principal de la aplicación.....	117
Figura No: 26 Aplicación.....	118

Figura No: 27 Street View..... 119
 Figura No: 28 Clasificación de los mapas 119

Índice de Tablas:

Tabla No: 1 Tipos de amenazas naturales y sus frecuencias. 18
 Tabla No: 2 AMECAMECA. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013..... 21
 Tabla No: 3 PAPALOTLA. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013..... 21
 Tabla No: 4 SAN MATEO ATENCO. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013..... 22
 Tabla No: 5 Costos máximos IM ALTO 129
 Tabla No: 6 Costos mínimos IM ALTO..... 129
 Tabla No: 7 Costos más probables IM ALTO 130
 Tabla No: 8 Costos máximos IM MEDIO..... 130
 Tabla No: 9 Costos mínimos IM MEDIO 130
 Tabla No: 10 Costos más probables IM MEDIO 131
 Tabla No: 11 Costos máximos IM MUY BAJO 131
 Tabla No: 12 Costos mínimos IM MUY BAJO 131
 Tabla No: 13 Costos más probables IM MUY BAJO..... 131

Índice de Mapas

Mapa 1: Localización de San Mateo Atenco..... 20
 Mapa 2: Zonas inundables..... 23
 Mapa 3: Índice de Vulnerabilidad Exposición 85
 Mapa 4: Índice de vulnerabilidad Fragilidad..... 98
 Mapa 5: Índice de vulnerabilidad Resiliencia..... 106
 Mapa 6: Altura de las inundaciones 107
 Mapa 7: Índice de Vulnerabilidad Prevalente..... 116

RESUMEN

Los índices son una manera eficiente de resumir los datos que se tienen al alcance y con ellos se crea un panorama amplio acerca de una determinada zona, siendo estos un proceso de evaluación combinado (gabinete y campo).

Las manzanas fueron caracterizadas en función de la propuesta del índice de vulnerabilidad prevalente que en éste trabajo se realiza. Resulta que el nivel manzana se adecua mejor para emprender las acciones de prevención, adaptación y/o mitigación del fenómeno que se está estudiando.

Debido a la mayor escala de trabajó, resultó conveniente solo la clasificación en tres rangos (bajo, medio, alto). Estas agrupaciones de datos se llevaron a cabo mediante el empleo de la técnica de clúster.

El desarrollo de este índice proporcionará una estimación por manzana categorizada y ajustada para cada una de ellas

ABSTRACT

Indexes are an efficient way to summarize the data we have available and with them a broad overview about a particular area, these being a process of combined evaluation (office and field) is created.

The apples were characterized in terms of the proposed vulnerability index prevalent in this work is done. Turns out the block level is best suited to undertake the actions of prevention, adaptation and / or mitigation of the phenomenon being studied.

Due to the increased scale worked, only proved convenient classification into three ranges (low, medium, high) . These groupings of data is performed by using the cluster technique

INTRODUCCIÓN:

Las inundaciones son un fenómeno de carácter estacional, y éstas se presentan en temporada de lluvia, pero no todos los estados o municipios sufren de ésta situación, sólo aquellos dónde las medidas de prevención son deficientes, y/o por causas de la morfología del territorio, lo cual los hace propensos a sufrir daños. ¿Qué hacer cuando una comunidad se encuentra ubicada en una zona reincidente de las inundaciones?, suena difícil convencer a toda la población de en su caso abandonar esa zona, debido a la cotidianidad de las actividades que se realizan en ese entorno. Es por éstas razones que se deben conocer las zonas con vulnerabilidad prevalente para restringir la ubicación de las viviendas, acorde con el plan de desarrollo municipal, con el fin de preservar sus bienes y en casos extremos que su vida no se encuentre en peligro.

Conocer la vulnerabilidad nos permite tener bases para la ubicación o reubicación de nuestras viviendas, pues la vulnerabilidad se puede medir a través de algunos indicadores, éstos nos permiten cuantificar y analizar las condiciones que tienen los municipios, y con ello establecer medidas de prevención más rigurosas.

Con respecto a la organización del trabajo, éste se estructura de la siguiente forma: en el capítulo 1 denominado: delimitación del problema y antecedentes; se abordan las referencias de la investigación se considera el planteamiento del problema la justificación y los objetivos; el capítulo 2 comprende el marco teórico conceptual; el capítulo 3 detalla la metodología empleada para el diseño e implementación del visualizador y el diseño e implementación de la base de datos; finalmente en el capítulo 4 se presentan los resultados que resume todo el trabajo conseguidos con el desarrollo de éste proyecto.

CAPÍTULO I: DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) debido a su desarrollo e implementación colaboran en la toma de decisiones y así dan respuesta a los problemas específicos que se estén estudiando. En la actualidad son herramientas de carácter necesario, ya que ellos nos ayudan a superar la visión sectorial y así consolidar una comprensión integral de nuestro territorio, ésto se logra a través de la interrelación de los aspectos ambientales, culturales, económicos y sociales.

El municipio de San Mateo Atenco no cuenta con un índice de vulnerabilidad prevalente en asentamientos humanos ante el riesgo de inundaciones, tampoco con una plataforma web que le permita visualizar, analizar, evaluar y divulgar entre los tomadores de decisiones las diferentes situaciones de riesgo, por lo tanto es necesario el desarrollo del mismo.

Se tiene conocimiento de múltiples Índices sin embargo, los que se manejan referentes a la vulnerabilidad son generales y resulta necesario ajustarlos para los municipios o mejor aún adecuarlas para una escala de mayor detalle como lo son las secciones electorales y/o en su defecto el nivel manzana.

El tema surge de la necesidad de integrar un índice de vulnerabilidad prevalente ante inundaciones para el municipio de San Mateo Atenco, considerando la recurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos que se dan lugar en el municipio.

Los trabajos que se encuentran disponibles solo se limitan a realizar análisis a nivel de municipio o en su caso el de sección electoral. Éste trabajo pretende conseguir el análisis a la mayor escala; manzana.

JUSTIFICACIÓN

En el decenio de los 90 ocurrieron en el mundo tres veces más desastres naturales que en toda la década de los 60 y el costo de los daños causados se multiplico por nueve, llegando a casi 500 mil millones de dólares. (Vargas, 2002).

Pero el mayor daño no es producido por los grandes naturales sino por pequeños y medianos desastres que ocurren todos los días tales como inundaciones localizadas, avalanchas, desplazamientos de tierra, contaminación de aguas o caída de edificaciones (Vargas, 2002).

La implementación de éste índice se contribuirá al conocimiento oportuno del municipio en el ámbito de la vulnerabilidad prevalente ante el riesgo de inundación además otorgará a los tomadores de decisiones una herramienta más de apoyo para la prevención, y en su caso, mitigación de la vulnerabilidad prevalente ante inundaciones que se presentan en el municipio de San Mateo Atenco, del Estado de México, pues contribuirá a identificar las zonas potencialmente frágiles.

Además este estudio permitirá reducir los costos de medidas estructurales ya que éste trabajo es una medida no estructural.

Las personas interesadas y con conocimientos en el área de computación podrán acceder a visualizar la información que les sea útil o simplemente conocer cómo está consolidado su municipio en el área de vulnerabilidad prevalente ante inundaciones.

Debido al número de habitantes se hace presente la necesidad de cubrir un mayor número de usuarios que accedan a los visualizadores para la consulta de información acerca del índice de vulnerabilidad prevalente ante inundaciones. Ya que al con mayor información la población actuará de la mejor manera evitando así daños mayores a su vivienda o persona.

Una característica esencial de los índices es que nos ayudan a tener un esquema preventivo, contrario al esquema reactivo, que es cuando el problema ya se encuentra presente y en la mayoría de las veces sólo se realizan las llamadas soluciones inmediatas a corto plazo, es decir bomberazos.

Incrementar la resiliencia comunitaria, resulta necesaria para hacer frente a los eventos adversos que se presenten en el futuro en el caso específico de las inundaciones, con esto la población tendrá herramientas optimas ante los fenómenos que son recurrentes en el municipio beneficiando a sus bienes y su persona.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Éste proyecto de tesis está acotado, con lo cual se vuelve más conciso el objeto de estudio. Las delimitaciones son las siguientes:

Delimitación espacial

Para este proyecto se contempló el municipio de San Mateo Atenco el cual pertenece al Estado de México, que sirvió de unidad territorial de análisis. Teniendo en cuenta que es también posible el análisis de los demás municipios, en éste proyecto tan sólo se abordará este municipio. Ésta delimitación no es discriminatoria, sólo se realiza para garantizar un desarrollo óptimo en tiempo, calidad y forma.

El municipio de San Mateo Atenco se localiza en el área central del Estado de México, limita al norte con Toluca y Lerma, al sur con Metepec, al este con Lerma y al Oeste con Metepec, así mismo el Estado de México se encuentra en el centro sur de la República Mexicana. Limita al norte con Querétaro e Hidalgo, al sur con Morelos y Guerrero, al oeste con Michoacán, al este con Tlaxcala y Puebla, y además rodea al distrito federal.

Delimitación temporal

La delimitación temporal se realizó de acuerdo a la disponibilidad de los datos existentes, para éste trabajo se utilizó la cartografía y bases de datos del 2010 de INEGI.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Implementar un Visualizador Web tomando el Índice de Vulnerabilidad prevalente a nivel manzana en Asentamientos Humanos ante el Riesgo de Inundación en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México.

Objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda bibliografía sobre, índices, indicadores, relacionados con la vulnerabilidad prevalente.
- Extraer y/o generar los indicadores más representativos que puedan determinar la vulnerabilidad prevalente en asentamientos humanos ante el riesgo de inundaciones para el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México.
- Homologar y estandarizar una base de datos cartográfica.
- Procesar los indicadores seleccionados que definirán el índice de vulnerabilidad prevalente en asentamientos humanos.
- Dimensionar la vulnerabilidad, usando indicadores relativos para facilitar a los tomadores de decisiones que les permita identificar y proponer acciones efectivas de gestión del riesgo considerando aspectos sociales y físicos.
- Implementar el Visualizador Web para la prevención y gestión del riesgo de inundación.

ANTECEDENTES:

“Los indicadores han sido diseñados para tomar conciencia y aumentar conocimientos dentro del BID y la importancia para el desarrollo de la gestión del riesgo de desastre.” (Darío 2007).

Para la gestión del riesgo de los desastres es necesario dimensionar el riesgo, esto significa tener en cuenta, no solamente el daño físico esperado, las víctimas o pérdidas económicas equivalentes, si no también factores sociales, organizacionales e institucionales.

La vulnerabilidad es parte de nuestra naturaleza humana y se hace manifiesta en la fragilidad de nuestra composición. “todos estamos expuestos a sufrir alteraciones en nuestro cuerpo, unas más graves que otras, la muerte da cuenta de la máxima vulnerabilidad que podemos sufrir. “(Uribe, 2008). Además de éste tipo de vulnerabilidad primaria que es la vulnerabilidad física, hay otro que se sitúa en el ámbito de las desigualdades y se refiere a la vulnerabilidad por la situación socioeconómica de las personas” (ídem).

El énfasis en el estudio de la vulnerabilidad ante los desastres dirigidos a reducir los efectos de los desastres y a permitir el progreso social nace en los años ochenta, fundamentalmente como parte de un conjunto de propuestas encaminadas a optimizar los programas de entidades internacionales que impulsan el desarrollo económico. (Aguirre 2004)

En Latinoamérica, el modelo geográfico se combina con preocupaciones ecológicas y de economía política para producir otra variante en el pensamiento académico sobre los desastres, ésta comparte con otros enfoques la definición del desastre como resultado de la interacción del riesgo y vulnerabilidad.

El control de la vulnerabilidad no es solamente la capacidad de la sociedad para resistir el impacto de fenómenos de origen natural o antrópico, ya que implica un proceso de interacción de la organización social y su contexto o entorno del cual a veces proviene el riesgo. (Ídem). Un ejemplo es una colonia puede tener poca vulnerabilidad y gran capacidad de resistencia para enfrentarse a los diferentes riesgos; sin embargo puede ser muy vulnerable ante nuevos eventos de riesgo. (Aguirre 2004)

Las amenazas naturales no afectan a todos por igual. Sus consecuencias desastrosas son proporcionales a la vulnerabilidad de las comunidades y los territorios. Por eso, el 90% de las víctimas de los desastres vive en países de desarrollo, en condiciones de pobreza que les empuja a vivir en áreas y viviendas de alto riesgo, propensas a ser afectadas por terremotos, maremotos, inundaciones, deslaves o erupciones volcánicas. Sus riesgos son mayores en tanto haya prácticas ambientales, tecnológicas y urbanistas que exacerben el problema (Vargas, 2002).

En las últimas décadas, entidades académicas y burocráticas han realizado importantes esfuerzos por reducir los peligros naturales y prevenir las catástrofes. Dichos esfuerzos se han centrado en la dinámica de los fenómenos perturbadores, en la reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad, y en el desarrollo de herramientas tecnológicas para facilitar la aplicación de las políticas públicas y el proceso de toma de decisiones en los organismos de gobierno en caso de una emergencia. Debido a que los fenómenos perturbadores, la vulnerabilidad, los riesgos y los desastres tienen una contundente dimensión espacial, el desarrollo de las geotecnologías, así como el de las comunicaciones, abre posibilidades para mejorar su gestión. (Campos, y otros 2011)

Las inundaciones son los fenómenos de origen natural que más situaciones de desastre generan. Se estima que a nivel mundial ocasionan más pérdidas

fatales que incluso los huracanes tropicales. Son responsables de aproximadamente el 40% de las muertes anuales (Kigma, 1990, citado en Bedolla, 2011) por desastres naturales, lo que coincide también en el número de frecuencias con la que se presentan las inundaciones esto aunado a la falta de conocimiento y educación sobre el peligro que trae consigo una inundación (tabla1).

Tabla No: 1 Tipos de amenazas naturales y sus frecuencias.

Tipos de amenazas naturales	Frecuencia %
Inundaciones	40
Huracanes	20
Terremotos	15
Sequias	15
Otros	10

Fuente: Tipos de amenazas naturales y sus frecuencias anuales (Kigma, 1990, citado en Bedolla, 2011)

En América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo más afectada por los desastres naturales. Hasta hace poco tiempo en el análisis de los desastres naturales se ponía mucho más énfasis en los agentes causantes (fenómenos físicos como procesos geodinámicos o hidrometeorológicos) y poco en las circunstancias de las poblaciones expuestas. (Vargas, 2002).

En México el registro de las inundaciones se realiza cada que se presenta una, cabe destacar que para el año 2013, la información contenida en el volumen no.20 del atlas de inundaciones dio como resultado que los daños por la temporada de lluvias 2013 registraron un saldo de 192 sitios localizados en 41 municipios, con una superficie inundada de 46.86 kilómetros cuadrados y una población afectada de 69 mil 175 habitantes. (Comisión del Agua del Estado de México)

El Estado de México se divide principalmente en 3 grandes cuencas.

Las cuales son: Cuenca del Valle de México, Cuenca del Rio Balsas, Cuenca del Rio Lerma.

El municipio de San Mateo Atenco pertenece a la cuenca del rio Lerma.

Se realizó la búsqueda de los municipios con antecedentes de inundaciones y los resultados de dicha investigación es la siguiente.

Lo que se concluye con el análisis de las tablas siguientes es que el 79.2% del total de los 125 municipios del Estado de México, durante el periodo del 2002 – 2013, ha tenido al menos una inundación y ocasiones el número de recurrencias se agrava al paso de los años y también la intensidad de las lluvias.

Ver tablas (2, 3,4).Éstas tablas son algunos ejemplos de las que se analizaron para el análisis acerca de las reincidencias y los lugares en dónde han sucedido inundaciones.

Mapa 1: Localización de San Mateo Atenco

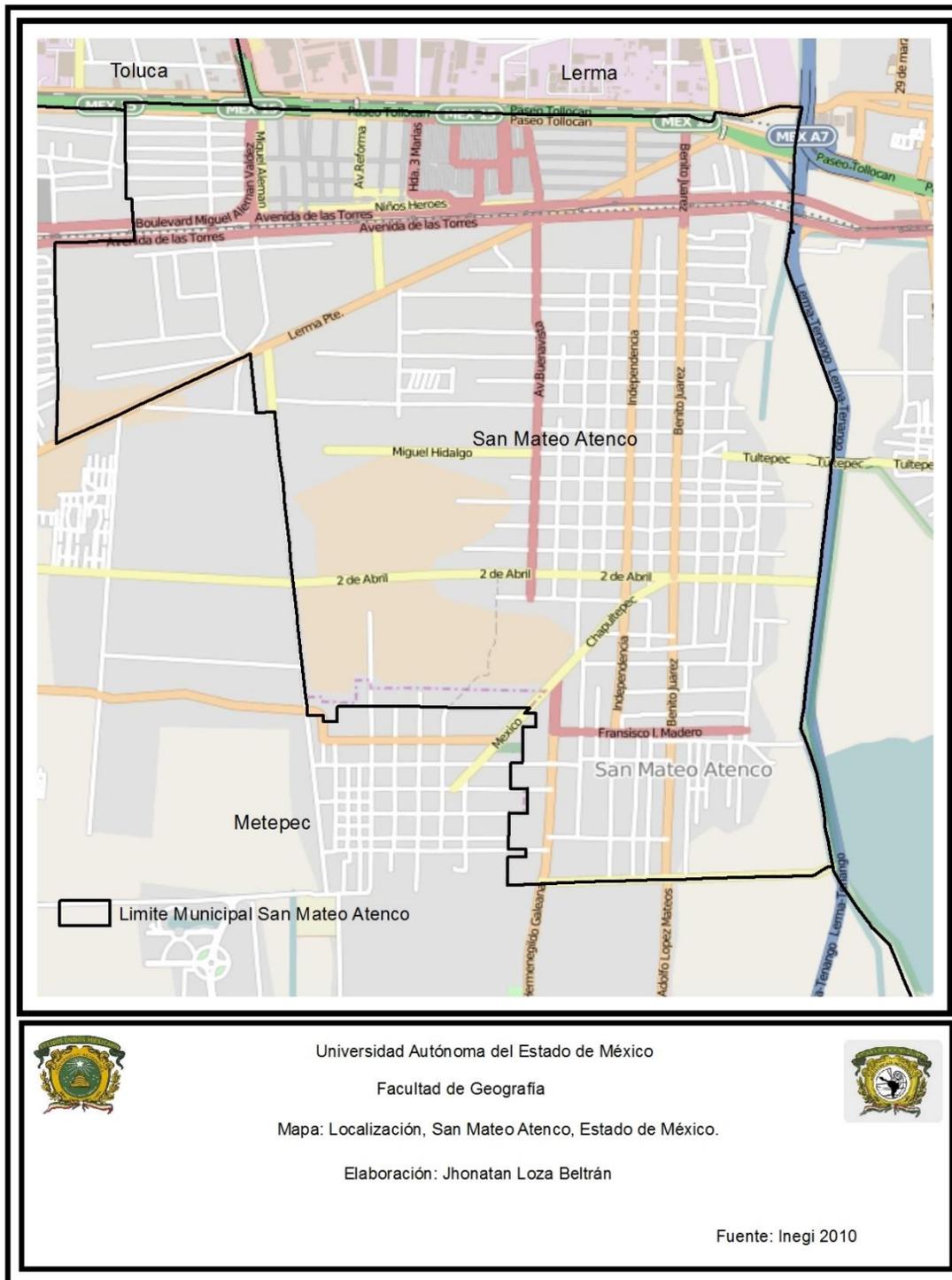


Tabla No: 2 AMECAMECA. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013

Municipio de Amecameca

No.	Clave	Colonia / Barrio	Evento	Población Afectada (Año- Hab. / Sitio)				Reincidencia	Pob. Max. Registrada (Hab.)
				2009	S9	2010	S10		
1	AME - 01	San Miguel y Sector Panoaya	Inundación urbana	15	1			1	15
2	AME - 02	San Juan y El Toro	Encharcamiento en vialidad	0	2			1	0
3	AME - 03	Centro	Granizada			0	3	1	0
3		Total		15	2	0	1		15

Fuente: Comisión del Agua del Estado de México.

Tabla No: 3 PAPALOTLA. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013.

Municipio de Papalotla

No.	Clave	Colonia / Barrio	Evento	Población Afectada (Año- Hab. / Sitio)				Reincidencia	Pob. Max. Registrada (Hab.)
				2008	S8	2013	S13		
1	1	Ixayoc y Mazatla	Inundación rural y encharcamiento en vialidad	48	1	850	1	2	850
1		Total		48	1	850	1		850

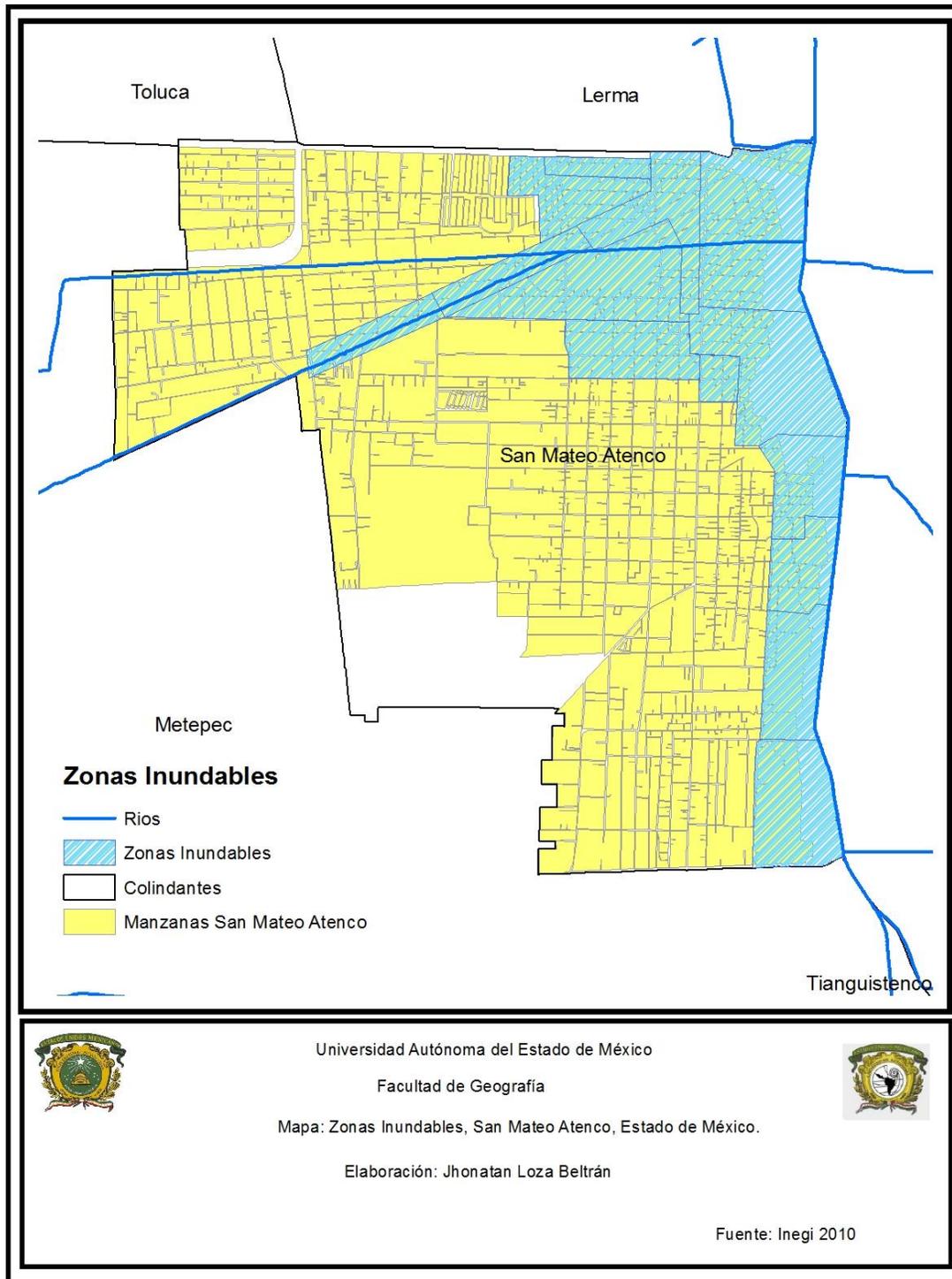
Fuente: Comisión del Agua del Estado de México.

Tabla No: 4 SAN MATEO ATENCO. Reincidencias de Inundaciones en la temporada de lluvias 2002 - 2013.

N O	COLONIA /BARRIO	EVENTO	POBLACIÓN AFECTADA (AÑO-HABITANTES/SITIO)											REIN CIDE NCIA S	POBLCI ON AFECT ADA	
			2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012			2013
														11	7460	
1	CABECERA MUNICIPAL (BARRIO LA CONCEPCION, SANTA ELENA, SAN ISIDRO, SAN PEDRO Y SANTA MARIA)	INUNDACION URBANA Y ENCHARCAMIENTO	20	0	300	250	7460		0	125	1000			12	0	
2	CABECERA MUNICIPAL (BARRIOS SAN JUAN, SAN NICOLAS, SANTIAGO, SAN MATEO, GUADALUPE Y LA CONCEPCION)			500	25		7460						0		4	7460
T O T																14920

Fuente: Comisión del Agua del Estado de México.

Mapa 2: Zonas inundables



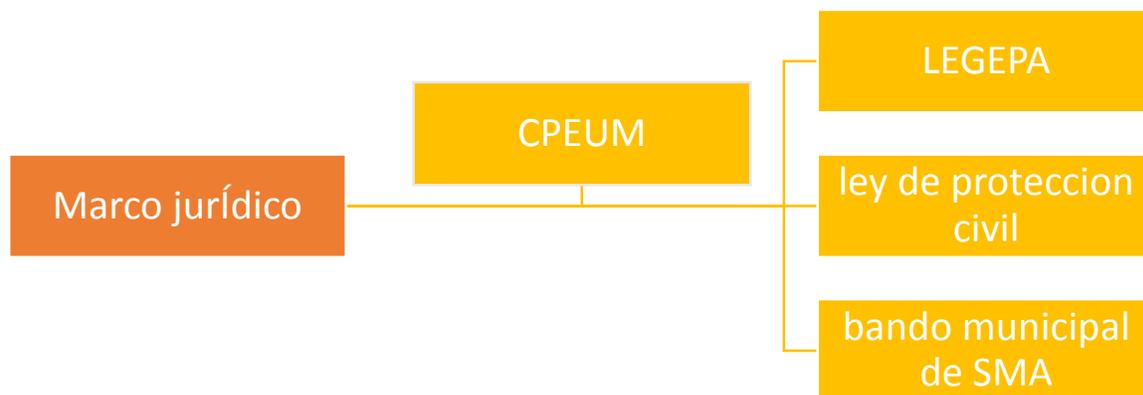
El mapa anterior muestra las zonas que han sufrido de alguna inundación comprendiendo el periodo de 2002 – 2013

Para la elaboración del mapa fue necesaria información de protección civil pues son ellos quienes llevan los registros de cuándo y dónde son las inundaciones. Con el cual podemos crear un panorama general acerca de cómo está la situación en el municipio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

MARCO LEGAL

Teniendo en cuenta el aspecto legal y con el cual somos regidos en el Estado de México, el presente trabajo se encuentra enmarcado en las leyes siguientes:



Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (título 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.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

(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 del uso del suelo.

Ley General de Protección Civil (nueva ley publicada en el DOF el 6-06-2012)

Capitulo 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.

Bando municipal de SMA (Emitido en Sesión Extraordinaria 04 de fecha 27-01-2014, el ayuntamiento de SMA 2013-2015) Capitulo XIII de la Protección Civil.

Artículo 205. Para prevenir, controlar y atender los riesgos y contingencias ambientales en el municipio, la dirección de protección civil elaborara el atlas de riesgo en coordinación con el consejo municipal de protección civil.

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

Dado que éste proyecto abarca cinco conceptos fundamentales (ver figura 1). El primer concepto es la Geografía, ya que de ahí partimos, ésta funge como base de ciencia para nuestra investigación, después continuamos con el índice de vulnerabilidad prevalente, enseguida se desprende la Geoinformática, la cual surge como respuesta a las necesidades de procesamiento de información espacial seguido de los sistemas de información geográfica y por último el desarrollo en una plataforma web.

Figura No: 1. Diagrama del marco teórico.



Fuente: elaboración propia

GEOGRAFÍA

Ésta ciencia no se limita a describir y caracterizar los territorios, si no que analiza, interpreta su funcionamiento y detecta sus problemas. Además se ocupa de experiencias de la vida diaria, cómo por ejemplo, el buscar la ruta más corta para llegar a nuestro destino, el paisaje que forma nuestro entorno, de los alimentos que ingerimos, de los combustibles que extraemos y del trabajo que realizamos.

Las actividades humanas que son desarrolladas en la superficie terrestre y la información geográfica son un factor clave, porque permiten conocer los problemas que existen en nuestro entorno, es capaz de mostrarnos la realidad geográfica de la cual dependen la mayoría de las actividades que se realizan, además de mostrarnos información de cualquier parte del mundo, de la cual que si uno mismo quisiera recabar resultaría costoso.

Es importante recalcar el empleo de algunas teorías. Una de las principales en la geografía es la, teoría general de sistemas, que dio lugar a la Geografía Sistémica, que permite desarrollo de análisis sistémico en todo tipo de trabajo geográfico. Se hará una pausa para comentar sobre la importancia de dicha teoría, para luego continuar con los paradigmas de la Geografía.

La Teoría General de Sistemas (TGS) “se ha desarrollado a partir de la necesidad de ofrecer una alternativa a los esquemas conceptuales conocidos bajo el nombre de enfoques analítico-mecánico, asociados con la aplicación del método científico y del paradigma de ciencia a las ciencias físicas” (Gigch, 1987)

La Sociedad para el Avance de la Teoría General de Sistema, fue organizada en el año de 1994, donde según Bertalanffy:

1.- Ésta Teoría no es efímera, pues se remonta al pensamiento aristotélico.

2.- Algunas ideas estipuladas en la TGS:

- El todo determina la naturaleza de las partes y es más que la suma de las partes.
- No pueden comprenderse las partes de forma aislada del todo.
- Las partes son interdependientes e interrelacionadas.

3.- Un sistema es abierto: se trata de sistemas que importan y procesan elementos (energía, materia, información) de sus ambientes y ésta es una característica propia de todos los sistemas vivos. Que un sistema sea abierto significa que establece intercambios permanentes con su ambiente, intercambios que determinan su equilibrio, capacidad reproductiva o continuidad, es decir, su viabilidad (entropía negativa, teleología, morfogénesis, equifinalidad). (Arnold y otros.1998)

Los sistemas fueron perfeccionándose a través del tiempo, encontrando sus potencialidades, mejorando su uso y conceptualización.

Gracias a las investigaciones y el continuo desarrollo de conocimiento, es a finales del siglo XIX que la Geografía nace como ciencia humana, definida como aquella relación de hombre y medio. Pero a partir del segundo cuarto del siglo XX retoma una visión cronológica cuando ya es definida como la ciencia que estudia la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre.

Se comienza una revolución cuantitativa cuando las matemáticas y la geometría empiezan a considerarse el lenguaje de las formas espaciales. Lo que llevó a la Geografía Teórica, con un alto grado de abstracción. También sería conocida como Geografía Estadística o Macrogeografía, pero el término que perduraría es el de Geografía Cuantitativa. (Buzai, 2005).

Ahora la Geografía era una ciencia de leyes y modelos de comportamiento espacial. Buzai indica que según Schaefer, la matriz de datos espaciales es un elemento fundamental para el desarrollo de aplicaciones cuantitativas (Ídem).

LA GEOGRAFÍA AUTOMATIZADA

Desde el comienzo de la era computacional, las disciplinas encargadas al desarrollo e investigación se vieron notablemente beneficiadas, tal es el caso de la geografía, pues a pesar de que el trabajo pionero de Kao en 1963 pone en discusión el tema de la implementación y aplicación de las herramientas computacionales en Geografía fue recién el comienzo de la década del ochenta cuando se produce la aparición de un debate formal acerca de la posibilidad de aplicación de tecnologías computacionales integradas y su impacto en la práctica disciplinaria.

El trabajo inicial se le adjudica a Dobson en 1983, pues realizó notables avances experimentados en materia computacional, con lo cual automatizó la mayoría de los métodos utilizados para la resolución de problemas geográficos. Es en éste momento que se presenta el nacimiento de la ahora denominada Geografía Automatizada.

A inicios de la década del 80, la integración computacional era considerada una tarea ineludible hacia el futuro ya que las aplicaciones integrantes de la Geografía Automatizada (Cartografía Computacional, Computación Gráfica, Procesamiento Digital de imágenes de Sensores Remotos, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica) contaban con límites muy precisos entre ellas y ésta integración surgía como necesaria para trabajar de forma completa todo dato geográfico. En este sentido, cabe destacar que en la actualidad esa tarea se ha cumplido y la integración ha sido resuelta con éxito bajo la amplitud del concepto de Geoinformática y

los desarrollos más flexibles del software en la era geodigital actual. (Buzai, 2011).

GEOINFORMÁTICA

La Geografía tiene un impacto interdisciplinario generando dos nuevos campos de estudio de análisis espacial. Debido a lo anterior las fronteras entre el análisis de los datos no existen pues se deben establecer alianzas para generar nuevos conocimientos

El primero son las ciencias de la información geográfica y el segundo las ciencias sociales integradas de forma espacial, con las que se ingresa a una nueva etapa de aplicación geotecnológica (Buzai, 2005).

Hay muchas definiciones que se conocen acerca de esta temática, incluso algunos especialistas han definido a ésta disciplina Geomática o Geocomputación, pero lo que es cierto es que surgió a partir de los sistemas de información geográfica (SIG), cuyo desarrollo y consolidación no habría sido posible sin el apoyo de la tecnología, pero en todo caso, los términos antes mencionados hacen referencia a la misma disciplina.

Cómo antecedente se tiene la evolución de la tecnología y a su vez la revolución de la información, ya que dentro de éstos dos eventos se tiene la necesidad de tener equipos de computación con mayores capacidades de almacenamiento y para realizar múltiples tareas de procesamiento con el menor tiempo de respuesta posible. La evolución de la información por su parte exigió nuevas formas de representación que generen salidas más dinámicas y con menor tiempo de respuesta para los usuarios, pues la información cada vez está al alcance de más usuarios gracias a los avances de la web. (Loza, 2011)

Con base en lo anterior se define a la Geoinformática como la disciplina o rama del conocimiento que se añade al estudio de la naturaleza y estructura de los datos e información geográfica o espacial, al implemento y desarrollo de procedimientos, métodos y técnicas, para el correcto almacenamiento de la información espacial.

Además debe tener en cuenta siempre que no sólo se debe de aprovechar organizar y aprovechar el territorio, sino también incluir un equilibrio metódico, armonioso y eficiente con el medio ambiente

INUNDACIÓN E ÍNDICE

Según la dirección general de protección civil 2011 “es un proceso de desbordamiento del agua fuera del cauce natural o artificial. Las inundaciones son los fenómenos más letales de los desastres naturales, representan aproximadamente el 40% de las víctimas, ésto es reforzado por el hecho de que más de la mitad de la población mundial vive en las costas y a lo largo de los ríos”.

El CENAPRED, es una institución dedicada al estudio e investigación de los desastres, según la misma las inundaciones es “aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.(CENAPRED 2013).

Algunas causas de las inundaciones son:

- 1) Exceso de precipitación
- 2) Fusión de las nieves
- 3) Actividades humanas

- 4) Deforestación
- 5) Erosión

En éste trabajo solo se analizarán las causas de exceso de precipitación y las actividades humanas.

Existen 4 grandes clasificaciones para las inundaciones las cuales son:

Inundaciones pluviales: Surgen como consecuencia de la precipitación, cuándo el terreno ha llegado a un punto de saturación y el agua excedente comienza acumularse, permaneciendo en el lugar por horas e inclusive días. Las causas principales para el desarrollo de este tipo son las que se presentan a continuación:

1. Ciclones tropicales
2. Lluvias orográficas
3. Lluvias invernales
4. Lluvias convectivas

Inundaciones Fluviales: Son originadas cuándo el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie del terreno cercano a ellos.

Inundaciones costeras: Son aquellas que se hacen presentes cuándo el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones del terreno

Inundaciones por falta de infraestructura hidráulica: Surgen debido a la mala construcción de las obras, además de que resultan insuficientes debido a la magnitud de las lluvias que se presentan en ese lugar. También suelen darse por presentar fallas en el funcionamiento hidráulico.

1. Diseño escaso
2. Mal operación

3. Falta de mantenimiento o término de la vida útil de la obra

Las dos importantes ramas para ayudar al desarrollo de éste estudio serán:

- Inundaciones pluviales
- Inundaciones fluviales

Los efectos provocados por las inundaciones son variados ya que implica la pérdida de vidas humanas y económicas en bienes materiales, considerando que es uno de los fenómenos más costosos para la población, lo cual afecta a la economía de la ciudad, estado, municipio; los efectos provocados son los siguientes:

- Extensas áreas cubiertas de agua
- Viviendas afectadas
- Interrupción de vías de comunicación
- Pérdida de bienes y de vida
- Pérdida de áreas de cultivo
- Enfermedades, plagas
- Escases de alimentos
- Escases de agua
- Erosión del suelo

(Vázquez, 2011)

CLASIFICACIÓN DE ÍNDICES

Éstos tienen una característica particular y es que es global, ya que dependiendo la escala, todo lo que se encuentre contenido en ese entorno que previamente fue delimitado, el índice lo generalizara para poder así obtener una medida. (Silva, 2009)

Todo proceso de construcción de índices implica, al menos, etapas de descomposición y recomposición de indicadores. Estas etapas, a su vez, se pueden llevar a cabo de dos formas. La primera obedece a una lógica de descomposición metodológico-empírica, la segunda forma es el teórico-empírico, es la utilización de la teoría como elemento articulador de dicha medida (Ídem).

VULNERABILIDAD

Se comprende como el factor de riesgo interno (disposición intrínseca de ser dañado) que expresa la factibilidad de ser afectado por fenómenos naturales o de otro origen (expresa una relación de susceptibilidad-afectación)". (Marcano, 2010).

Vulnerabilidad es sinónimo de agotamiento, extenuación, impotencia, rendimiento escaso, desfallecimiento, flaqueza, es decir, condiciones que definen la susceptibilidad al daño. (Aguirre 2004)

De acuerdo con Vásquez 2011. En los últimos años se ha documentado la tendencia permanente en el aumento de los desastres en general, de los tecnológicos y ecológicos en particular. Ésto se debe, en gran medida, a la notable vulnerabilidad de las grandes ciudades, producto de la complejidad y la fragilidad de los sistemas urbanos que la compone como la misma población así cómo; edificios, infraestructura, equipamientos, redes de comunicación, entre otros.

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Whiles-Chaux (1989) citado en Bedolla y otros 2010. Sostiene que una sociedad puede enfrentar distintas vulnerabilidades y las clasifica de la siguiente manera:

- **Vulnerabilidad natural:** Los seres humanos necesitan ciertas condiciones ambientales y sociales para poder desarrollarse. La vulnerabilidad natural de los ecosistemas de los distintos países se incrementó diferencialmente, provocando la resistencia de la población a condiciones ambientales severas y a veces haciéndola más vulnerable frente a ellas.
- **Vulnerabilidad física:** Se refiere a la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo(condiciones ambientales y de los ecosistemas, localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo)
- **Vulnerabilidad económica:** Se observa una relación indirecta entre los ingresos en los niveles nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. Es decir, la pobreza aumenta el riesgo de desastre (vulnerabilidad de los sectores más deprimidos, desempleo, insuficiencia de ingresos, explotación, inestabilidad laboral, dificultad de acceso a los servicios de educación, salud, ocio).
- **Vulnerabilidad social:** Se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastre (tipo de

acceso al saneamiento ambiental, nutrición infantil, servicios básicos, que permiten la recuperación de los daños ocurridos.

- Vulnerabilidad política: Concentración de la toma de decisiones, centralismo en la organización gubernamental y la debilidad en la autonomía de los ámbitos regionales, locales y comunitarios, lo que impide afrontar los problemas. (Autonomía en el poder de decisión y de solucionar problemas).
- Vulnerabilidad técnica: Se refiere a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en áreas de riesgo (incapacidad de control y manejo de las tecnologías frente a los riesgos).
- Vulnerabilidad educativa: Falta de programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente, sobre el entorno, los desequilibrios y las formas adecuadas de comportamiento individual o colectivo en caso de amenaza o de situación de desastre (conocimiento de las realidades locales y regionales para hacer frente a los problemas).
- Vulnerabilidad cultural: Refiere a la forma en que los individuos y la sociedad conforman el conjunto nacional y el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de estereotipos o en la transmisión de información relacionada con el medio ambiente y los potenciales o reales desastres (influencia de la personalidad de los habitantes que se identifican con un modelo de sociedad, influencias de los medios masivos de comunicación frente a los riesgos).

- Vulnerabilidad ecológica: Relacionada a la convivencia con el medio ambiente, sin la dominación por destrucción (vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altos riesgos para las comunidades que los explotan o habitan.
- Vulnerabilidad institucional: Obsolencia y la rigidez de las instituciones, en las cuales la burocracia, la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente y demoran el tratamiento de los riesgos o sus efectos.

Cómo se puede observar en lo anterior, las clasificaciones acerca de la vulnerabilidad, no se hace mención de la vulnerabilidad prevalente, ésta es una razón por la cual el desarrollo de este trabajo se debe de realizar.

El índice de vulnerabilidad prevalente está constituido por una serie de indicadores que caracterizan las condiciones predominantes de vulnerabilidad del país en términos de exposición en áreas propensas, fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia social en general. (Darío 2007).

Este índice se encuentra compuesto por tres principales ramas (exposición, fragilidad, resiliencia), con el fin de realizar una comparación entre las manzanas.

La participación del índice de vulnerabilidad prevalente dentro del sistema de indicadores de riesgo se justifica en la medida en que la ejecución de acciones efectivas de prevención, mitigación, preparación y transferencia de riesgos hace que el riesgo disminuya y, por el contrario, cuando éstas acciones no existen o no son suficientemente efectivas el riesgo aumenta.

Ésta evaluación puede ser de utilidad para los ministerios de vivienda y desarrollo humano, ambiente, agricultura, salud y bienestar social, economía y planificación. (Cardona 2007).

La construcción de índices lleva consigo la interrelación y combinación de múltiples disciplinas así como varios campos de investigación.

La función principal de los índices es la de medir algo, y con lo cual se estratifica. Actualmente es común tomar cómo referencia varios índices, tales como los de precios, de desempleo, entre muchos otros más. Ésto nos permite comprender mejor lo que sucede a nuestro alrededor.

RESILIENCIA

Se ha vendido la idea de esta como una condición poco más o menos extraordinaria que ocurre en algunas personas y sectores sociales, la cual aflora en condiciones extremas de estrés, precariedad, frustración, situaciones aplastantes o problemas persistentes, de dónde se surge fortalecido y airoso de dichas experiencias. (Arias, 2005)

Desde ésta perspectiva, la resiliencia se concibe como resistencia y puesta en marcha de mecanismos sutiles de supervivencia...símbolo del aguante, la paciencia, la dureza, adaptados a la descomposición social y transformadores de los peligros del entorno, frente a situaciones de dominación o amenaza.(ídem).

RIESGO

Según el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño. (CIIFEN). Se define cómo la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

Los factores que lo componen son:

- **Amenaza:** Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad o frecuencia.
- **Vulnerabilidad:** Son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

$$\mathbf{RIESGO= AMENAZA * VULNERABILIDAD}$$

Los riesgos que presentan los asentamientos humanos por sus condiciones vulnerables al omitir los procesos naturales que se manifiestan en el territorio y al ser minimizado este fenómeno natural la población denota su fragilidad y además se ven limitadas en la capacidad de respuesta para poder mitigar el problema de la vulnerabilidad. (Vásquez, 2011).

DESASTRES

Equivocadamente se tiene la percepción de que los desastres se deben a los peligros. Se suele señalar, por ejemplo, al huracán o al sismo como el responsable de las pérdidas durante un desastre o emergencia. En realidad es la sociedad en su conjunto la que se expone con su infraestructura física, organización, preparación y cultura característica al encuentro de dichos fenómenos, manifestando usualmente diversos grados de vulnerabilidad en éstos aspectos. Se concluye por tanto, que los desastres no son naturales, es decir, son producto de condiciones de vulnerabilidad y exposición derivados en gran medida por aspectos socioeconómicos y de desarrollo no

resueltos, como elevados índices de construcciones informales, marginación, pobreza, escaso ordenamiento urbano y territorial, entre otros. (García, 2006).

Los desastres según (Vásquez, 2011) nos dice que ésta situación significa la desorganización de los patrones normales de asentamiento generando incertidumbre y desamparo en las personas afectadas. Los efectos del desastre sobre la ciudad implican pérdidas costosas tanto físicas como sociales afectando la actividad cotidiana de los pobladores, mostrando así la fragilidad que tiene al afrontar el problema y la necesidad de contar con formas de construcción que impliquen la mitigación del desastre.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Éste tipo de sistema puede definirse como un medio en el que los datos fluyen de una persona a otra. Propician servicios a los demás sistemas de una organización y permiten el enlace entre todos los componentes, así que éstos trabajan con mayor eficacia para poder alcanzar un objetivo.

En una definición más completa se encuentra la de Kendall, 2005 la cual nos dice que los sistemas de información se desarrollan con diversos propósitos según las necesidades de la empresa. Los sistemas de procesamiento de transacciones (TPS, transacción processing systems) funcionan al nivel operativo de una organización, los sistemas de automatización de la oficina (OAS, office automation systems) y los sistemas de trabajo del conocimiento (KWS, knowledge work systems) apoyan el trabajo al nivel del conocimiento. Los sistemas de información gerencial (MIS, management information systems) y los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS, decisión support system) se encuentran entre los sistemas de alto nivel. Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en grupo (GDSS, group decisión support system) y los sistemas de trabajo

corporativo apoyados por computadora (CSCWS, computer supported collaborative work system), descritos de manera más general, auxilian la toma de decisiones semiestructurada o no estructurada a nivel grupo.

Para el desarrollo del visualizador se tomará en cuenta la metodología del modelo en espiral de Boehm

Figura No: 2 Ciclo de vida de un sistema, modelo de Boehm.



Fuente: elaboración propia, con base en: (Alonso y otros, 2005)

Boehm en la década de los 80 modifica el ciclo de vida del “Modelo de Cascada”, añadiendo la interactividad entre las fases del modelo, es decir que el ciclo de vida se comporta como un espiral, esto se debe a que el analista puede modificar el producto en cualquier momento. El modelo incorpora un nuevo elemento en el desarrollo de software cómo es el “análisis de riesgos” y define cuatro actividades principales representadas por los cuatro cuadrantes de la figura. (Alonso y otros, 2005).

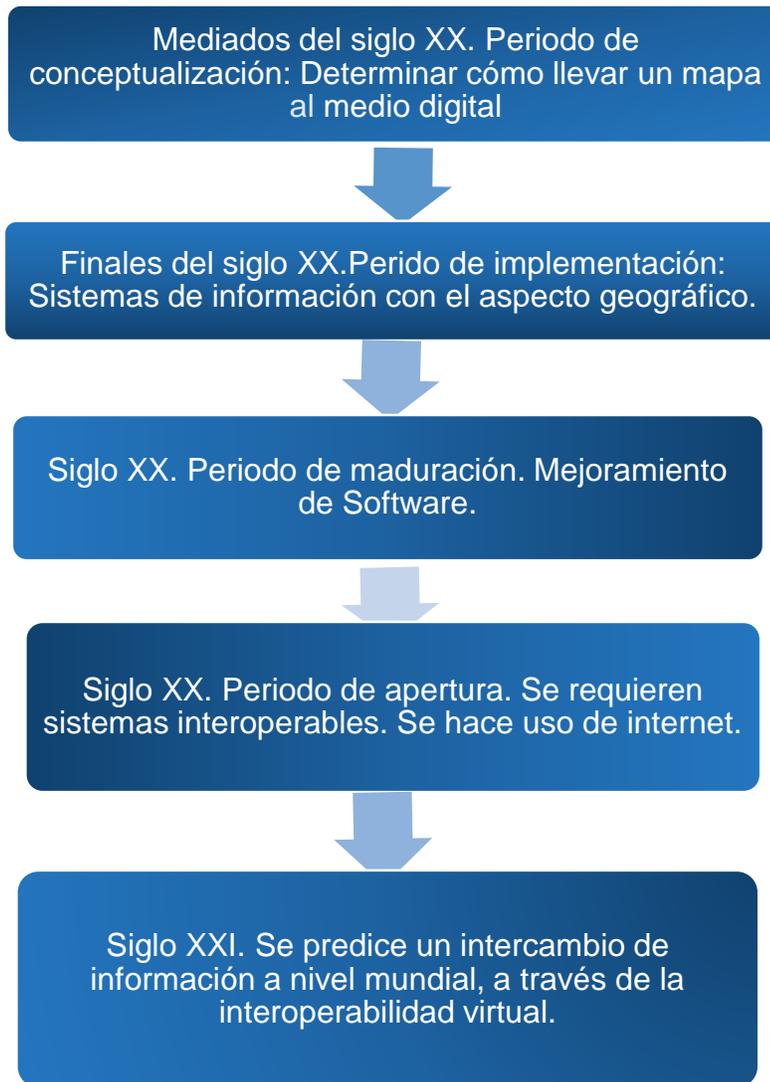
- Planificación: Determina objetivos, alternativas y restricciones
- Análisis de riesgo: Evalúa alternativas, identifica y resuelve riesgos
- Ingeniería: Desarrollo y verificación del producto del siguiente nivel
- Evaluación del cliente: Valoración de los resultados y planificación de la siguiente fase

Con cada iteración alrededor del espiral (comenzando en el centro y siguiendo hacia el exterior) se va construyendo sucesivas versiones del software, cada vez más completas. (Ídem).

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA

Éstos se han desarrollado paralelos a las técnicas aplicadas al cartografiado y análisis espacial. Éstos sistemas han estado demandados por distintas áreas del conocimiento que tienen muchas coincidencias en sus bases. Así, se pueden citar como núcleo de interrelación a la topografía, cartografía temática. Geografía, ingeniería civil, planificación rural y urbana, edafología, inventariado, fotogrametría, entre otras. Las últimas incorporaciones han sido la utilización de las redes informáticas, los sensores remotos y el análisis de la imagen satélite (Peña, 2008).

Figura No: 3 Evolución del SIG.



Fuente: Elaboración propia con base a <http://www.juliangiraldo.wordpress.com/sig>

Un sistema de información geográfica (SIG) es una cadena informativa automatizada que cumple las funciones básicas de almacenar, analizar y cartografiar la información geográfica en diferentes niveles de dialogo y a determinadas escalas. (Díaz, 1992).

Lo específico del SIG reside en rasgos tales como su capacidad para almacenar grandes masas de información georreferenciada o su capacidad y potencia para el análisis de la misma, que le hace idóneo para abordar problemas de planificación y gestión, es decir, para la toma de decisiones.

La necesidad de información sobre el territorio es una constante histórica, los fines para los que dicha información puede servir son inagotables, puesto que las personas no pueden prescindir jamás de su dimensión espacial. Por tal razón casi ninguna de las actividades humanas puede ser ajena al uso de datos geográficos: de índole económica, política, social, familiar, lúdica, militar, entre otras. Y por supuesto, de las científicas y educativas, precisan, en mayor o menor grado, de información geográfica. En muchos casos, dicha información sirve de base para un proceso de toma de decisiones, a veces trivial como por ejemplo a dónde ir a comer o al cine; a veces de mayor calado, como por ejemplo, dónde ubicar un complejo de aerogeneradores o cómo ordenar el territorio; a veces conflictivo, como por ejemplo dónde desplegar la fuerza militar en un escenario bélico. En consecuencia, desde la gestión de actividades cotidianas, hasta las labores de planificación más conspicuas, precisan y recurren a información geográfica. (Moreno, 2008)

CLASIFICACIÓN DE LOS SIG

Para conocer más acerca de los sistemas de información geográfica, resulta necesario conocer las diferentes clasificaciones acerca de los mismos. Una de estas clasificaciones es la siguiente:

A) Por la estructura de trabajo o forma de representación de los elementos del territorio

- ❖ SIG Raster. Es aquel que “emplea unidades mínimas de información digital (píxeles) para la representación de los componentes del territorio, por ello, el espacio geográfico es dividido en celdas cuadrangulares o en otros casos en celdas rectangulares hexagonales o de cualquier otra forma.

- ❖ SIG Vectorial. Es el que emplea objetos geométricos puntuales, líneas y polígonos ligados a una base de datos en la cual cada registro corresponde a un objeto cartográfico y cada campo a un atributo.

B) Por el tipo de usuario

- ❖ SIG Corporativo. Es aquel cuyos usuarios, consultores o compradores de información, pertenecen a grandes corporativos industriales, gubernamentales, militares o de investigación, los cuales generalmente implementan sistemas a la medida de sus enormes necesidades de información y dirigidos a satisfacer o conocer múltiples características o problemáticas del territorio. (Franco-Maass, 2004, citado en Rodríguez y otros, 2007.)

- ❖ SIG Local o regional. Éstos sistemas se constituyen por instituciones escolares, Universidades, pequeñas consultorías y gobiernos a fin de

satisfacer necesidades de información orientadas a dar respuesta a problemas individuales del territorio. (Franco-Maass, 2004, citado en Rodríguez y otros, 2007.)

C) Por la forma de distribución de la información

- ❖ SIG Distribuido. En éste tipo de sistemas, la información es montada en un medio de consulta disponible a los usuarios. Comúnmente se emplea el internet o servidores geográficos. (Franco-Maass, 2004, citado en Rodríguez y otros, 2007.)
- ❖ SIG no distribuido. Es aquel en el cual la información generada por el sistema está centralizada en una estructura de hardware a la cual pueden acceder solo los administradores del sistema. (Franco-Maass, 2004, citado en Rodríguez y otros, 2007.)

D) Por la forma de concebirlo

- ❖ SIG como una base de datos compleja. Delineada por un modelo de datos. Diversos autores consideran que el SIG es una base de datos en la cual, los objetos son representaciones abstractas de la realidad y que adquieren esencia mediante una asociación a una base de datos. (Franco-Maass, 2004, citado en Rodríguez y otros, 2007.)
- ❖ SIG como caja de herramientas. Otros autores opinan que el SIG debe considerarse como un conjunto de herramientas (programas e información) que deben trabajar sistemáticamente para ser capaces de emanar información orientada a la solución de problemas. (DeMers, 2002 citado en Rodríguez y otros, 2007.)

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un SIG está conformado por cinco principales componentes: ver figura 4.

- Datos.
- Equipamiento.
- Software.
- Recursos humanos.
- Métodos. (Chou Yue-Hong, 1997)

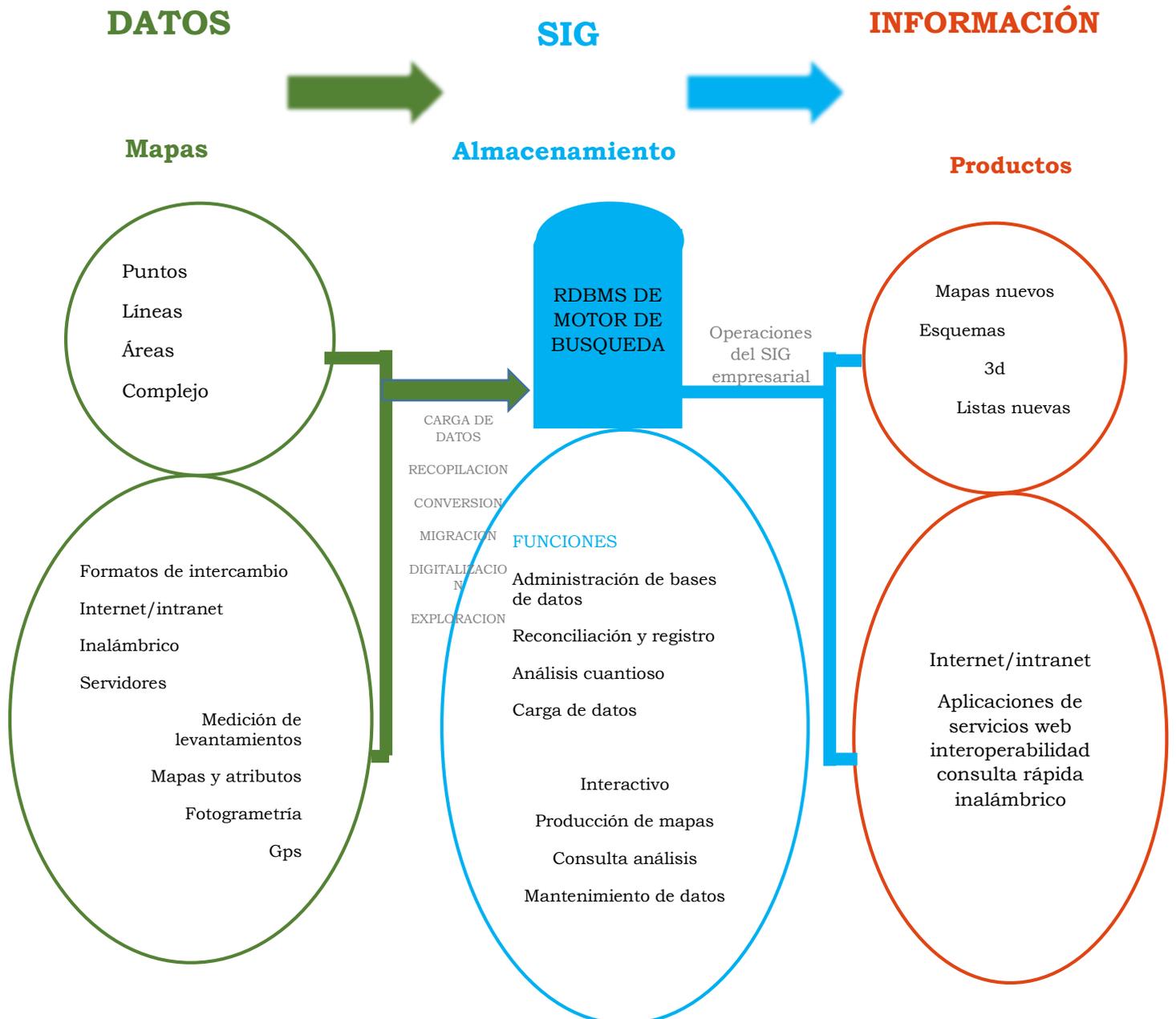
Un SIG debe realizar tareas de análisis espacial, es decir, que se encuentra diseñado para responder a preguntas que se relacionan con características de tipo espacial, ya sean fenómenos o hechos de ésta naturaleza. Se debe determinar el tipo de datos a usar y los métodos para resolver la problemática. Puede abstraerse que existen análisis de proximidad, análisis ráster, de redes, de consulta temática y de visualización (Gómez, 2006).

Cabe mencionar también, que la base de un SIG es la información, de la calidad que ésta tenga, dependerán los resultados.

Los datos son principalmente de tipo ráster, vector, o en su caso, alfanumérico. Todos los datos espaciales, entidades y objetos conforman lo que se denomina base de datos espacial, con topología, atributos y una localización (Mandujano, 2012).

Figura No: 4 Partes de un SIG.

Partes de un Sistema de Información Geográfica



Fuente: Elaboración propia con base al autor. Tomlinson, 2007

CONCEPTOS RELACIONADOS AL DESARROLLO DE SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN EN AMBIENTE WEB

Resulta importante enunciar, describir y explicar los cambios recientes en la tecnología web para así comprender el cómo de la evolución de los sistemas web, los cuáles han derivado en productos tecnológicos aplicados al incremento en la información en la red a través de las aplicaciones desarrolladas por los geoinformáticos.

La World Wide Web, cómo se le conoce en el presente, nació a principios de la década de 1990 y en sus inicios sólo ofreció contenido textual agrupado en los famosos hipervínculos o links. En ésta época se habló mucho del nacimiento del hipertexto cómo concepto y de la navegación por la web. (Firtman, 2007)

La información ya no tiene la característica de la exclusividad en el mundo del internet, en el presente utilizamos el internet también para comprar, mantener nuestra vida social, publicar nuestros videos o tal es el caso, mostrar nuestra información a un número mayor de personas con la finalidad de tener una herramienta más en la prevención para las personas.

La web evoluciono a la web 2.0 la cual es la siguiente etapa en la era de las redes cibernéticas, en la que la información fluye libremente a través de internet, dónde a la web la desarrollando los usuarios, dado que ésta ya no es una tarea exclusiva de los especialistas. Con la Web 2.0 los usuarios pasivos pasaron a ser usuarios activos, los cuales no solo consultan y descargan la información, sino que también la construyen, y la hacen disponible para más usuarios. Los pioneros de éste desarrollo fueron los españoles, cuya nación está a la vanguardia de la tecnología SIG, y por lo tanto se mantiene al tanto en lo último de geotecnologías encaminadas hacia la Web 2.0. (Loza y otro, 2011)

En el ámbito geográfico el beneficio más grande de la web 2.0 es el hecho de hacer llegar los SIG a lugares del mundo dónde no existían los recursos suficientes para desarrollarlos, ya que construir un SIG implica un enorme costo económico e infraestructura compleja cuyo mantenimiento también es costoso. La situación actual ha llevado a los países pobres a remplazar los SIG por APIs geográficos, debido a las fuentes gratuitas de información y al esfuerzo reducido en su desarrollo con software de libre distribución, de ésta forma es que la información geográfica ahora es más accesible e interactiva para todo el mundo. (Loza y otro. 2011)

La web 2.0 adopta el carácter de una disciplina integradora de la información la cual es generada por los mismos usuarios dentro y fuera del contexto libre. Una característica esencial es que ésta se comparte y está disponible de forma gratuita para los demás usuarios, ésto es posible debido a la creación de páginas Web híbridas, éstas se forman de una aplicación con información propia más recursos tomados de fuentes externas, cuya denominación es mashup.

Los mashup, son considerados (una Web mezcla que básicamente implica el concepto de sitios web que no tienen contenido por si sólo, sino que son mezcla de otros. Reciben información desde distintas fuentes a través de RSS, servicios web y API abiertas.) (Firtman, 2007).

Continuando con la evolución de la web 2.0. Surge API (Application Programming Interface) o Programación de aplicación de interface según Montilva y Arape, citado en (Loza y otro, 2011), dice que es una especificación en un lenguaje de programación de las propiedades de un módulo de software. Hablando de sistemas diseñados bajo una arquitectura cliente- servidor, éstos autores mencionan que los clientes del módulo sólo deben depender exclusivamente de las propiedades definidas por el API en

forma explícita pues el servidor (administrador) es quien controla internamente al API y puede hacer las modificaciones necesaria”.

Recién comenzada la ola de la web 2.0 Google fue el pionero en ofrecer una interfaz de aplicación, una API abierta y gratuita para que cualquier usuario pudiera conectarse con sus servicios, ya sea de búsqueda, mapas o noticias. En el presente tiene más de 20 API disponibles, incluidas AdWords, AdSense y hojas de cálculo, en las que es factible acceder a las hojas almacenadas de un usuario para leer y escribir información. De ésta forma, es posible crear un servicio nuevo montado en los servicios de terceros. (Firtman, 2007).

Un ejemplo de la empresa web que ofrece sus API abiertas es Yahoo, así cómo también google.

Google Maps debido a sus innovaciones y desarrollo se ha consolidado cómo uno más importantes en el mundo de los proveedores de información cartográfica que ofrece sus productos de manera gratuita.

Otros distribuidores de información cartográfica en el mundo son: NASA World, Yahoo Maps y Maps Quest. Pero a pesar de existir varios distribuidores Google Maps ofrece ventajas en cuánto a la liberación de imágenes de satélite, constituyéndose así como una alternativa a lo más actual.

Las características de su información se agrupan en 4 estratos: Mapa (calles), satélite, híbrido (satélite con sobre posición de calles) y relieve. Una característica especial de estos productos es que la demora en la visualización es mínima, fortaleciendo así la navegación y el dinamismo para ofrecer a los usuarios una respuesta óptima a sus necesidades.

El empleo de una API geográfico repercute en los costos, pues resulta ser más barato que si se diseñara un SIG, pues utiliza pocos recursos, la infraestructura es mínima y la distribución del producto final llegará a un número mayor de usuarios debido a que es una aplicación que suele ser liberada en internet.

COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN AMBIENTE WEB

Interfaz de consulta de bases de datos

La interfaz sirve para elaborar la comunicación entre personas con necesidades de información y un sistemas de recuperación de información (Marchionini, 1995).

Los componentes con los que debe de contar la interfaz del sistema de consulta de datos en web, se definen como la secuencia de páginas web interconectadas

La secuencia de las páginas es:

- Consulta
- Resultados
- Visualización del documento completo
- Información general
- Ayudas

❖ La página de consulta

Es en la cual el usuario introduce uno o más parámetros de entrada para obtener una respuesta.

Algunas páginas de consulta combinan sus parámetros de estrada para ambos usuarios, esto es a través de menús despegables y listas despegables que permiten al usuario elegir entre diferentes opciones de las listas las cuáles despliegan elementos de la base de datos, cómo si se tratase de un asistente de consultas que finalizan con botones para ejecutar la consulta, facilitando la recuperación de la información y evitando la necesidad de escribir palabras que suelen hacer que el usuario se equivoque al ejecutar un consulta (Falgueras,2002. citado en loza y otros, 2011).

❖ Página de resultados

En ésta página los resultados de despliegan producto de las consultas hechas por los usuarios. La forma de representación pueden ser tablas o reportes, pero con los avances tecnológicos, la información se resume de manera gráfica, produciendo así una forma interactiva agradable al usuario.

❖ Visualización del documento completo

En las páginas de consulta de datos, se utiliza una página previa antes de mostrar los resultados solicitados por el cliente.

❖ Ayudas

Se deben incluir textos que guíen al usuario en la forma de realizar las consultas dentro del sistema

Los sistemas gestores de bases de datos contienen 3 niveles de abstracción:

- Externo: Permite el acceso de los datos a los usuarios.
- Físico: Es el modo de conocer cómo se accede a los datos.
- Conceptual: Describe datos almacenados en modelos de datos y relaciones que se encuentran almacenadas en las bases de datos.

APLICACIÓN WEB

Es un programa informático, en el que el usuario final accede a través de un navegador web por medio de internet o una red; éstas se encuentran albergadas en un servidor web.

Figura No: 5 Programación en internet.



Cliente.

Protocolo.

Servidor.

Navegador.

HTTP.

Servidor

WEB.

Fuente: Elaboración propia con base a Luján, 2001.

Podemos definir las como “aplicaciones software que se codifican en un determinado lenguaje, soportado por navegadores WEB”, estas albergan información en un servidor (Caivano y Villoria, 2009).

Debido a que es un sistema web se implementara a través de la plataforma cliente- servidor, en el cuál el cliente es el programa que interactúa con el

usuario es nuestro cliente WEB. A través de él, el usuario pide información a un servidor web, y lo hace a través de protocolos de comunicación implementados.

También podemos encontrarlo en bibliografía como navegador, y es el que permite visualizar el contenido que se encuentra en un página WEB, que usualmente se encuentran creadas bajo código HTML (Luján, 2002).

SERVIDOR

Un servidor es un equipo informático que forma parte de una red y provee servicios a otros equipos cliente.

Se denomina servidor dedicado, aquel que envía todos sus recursos a atender solicitudes de los equipos cliente.

Sin embargo un servidor compartido es aquel que no dedica todos sus recursos a servir las peticiones de los clientes, sino que también es utilizado por un usuario para trabajar de forma local.

El servidor se consumirá en el lado de google maps

Diagrama casos de uso

El diagrama de casos de uso representa la forma cómo un Cliente (actor) opera con el sistema en desarrollo, además de la forma, tipo y orden en como los elementos interactúan (operaciones de casos de uso).

Un diagrama de casos de uso consta de los siguientes elementos:



Casos de uso	Aplicación Geoinformática
Actores	Usuario general, administrador
Tipo	Básico
Propósito	La visualización del índice de vulnerabilidad prevalente
Resumen	El usuario podrá ver su capa seleccionada
Flujo principal	
Subflujo	La aplicación muestra el municipio caracterizado por el índice de vulnerabilidad prevalente. El usuario podrá realizar un recorrido virtual de la zona que le interese.

Herramientas y tecnologías utilizadas

ArcMap es un software GIS el cual nos permite visualizar, manipular y gestionar información geográfica, éstos corresponden a lugares, direcciones, posiciones en zonas determinadas. La información que nos presenta arc gis es trabajada de manera sistémica, lo que representa una diferencia a los relacionados con la información que nos muestran los planos y mapas. Permite la exploración, visualización y análisis de los datos según los criterios que cada usuario o según la metodología proponga, teniendo como resultados finales nuevas capas de información, mapas y nuevas bases de datos.

Es considerado el software líder de los SIG, porqué integra una forma sencilla de trabajo para los datos geográficos, además de contar con una interfaz gráfica amigable y también gran cantidad de herramientas disponibles para cuestiones geográficas.

Figura No: 6 ArcMap



Fuente: <http://www.esri.com/>

ArcGis se mantiene a la vanguardia en cuánto a actualización de los productos que ofrece tanto es así que hoy en día se siguen desarrollando y escalando consolidándola como una herramienta de análisis prioritaria para el trabajo.

Software Estadístico

Conforme a la (figura 8), éste es un software que combina estadísticas de gran alcance con graficos dinámicos y que por sus características nos permite realizar vizualizacion interactiva y el análisis estadístico que permite explorar, analizar investigar patrones ocultos y mostrar gráficamente datos y resultados

Figura No: 8 Jmp



Fuente: <http://www.jmp.com/>

De acuerdo con la (figura 9) Fue desarrollado en 2011 por Marck Otto y Jacob Thornton de la empresa Twitter, el cual funcionó como un marco de trabajo para fomentar e incrementar la consistencia a través de herramientas internas.

Figura No: 9 Bootstrap 3



Fuente: <https://wrapbootstrap.com/>

Es un framework que es capaz de crear interfaces web con CSS y Javascript que adaptan la interfaz final dependiendo del tamaño del dispositivo con el cual se esté visualizando el producto. Ya sea una computadora o una Tablet, el contenido de la información se ajusta automáticamente, a esta característica se le denomina diseño adaptativo o Responsive Design.

Consiste en un conjunto de herramientas cuya utilización es para el desarrollo de aplicaciones web, creación de redes, diseños, tablas, formularios, navegación, entre otros.

Su creación se realiza con navegadores modernos, por lo tanto funciona en todas las versiones de Chrome, Firefox, Safari, Opera e Internet Explorer.

Los elementos personalizables son una combinación de HTML, CSS y JavaScript. Debido a sus bondades del Open Source vive en una mejora continua. En agosto de 2013, tras dos años del lanzamiento original, salió Bootstrap 3, ésta es la última versión y tiene un nuevo diseño, mejores opciones de personalización.

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICA

Estructuración de la base de datos geográfica

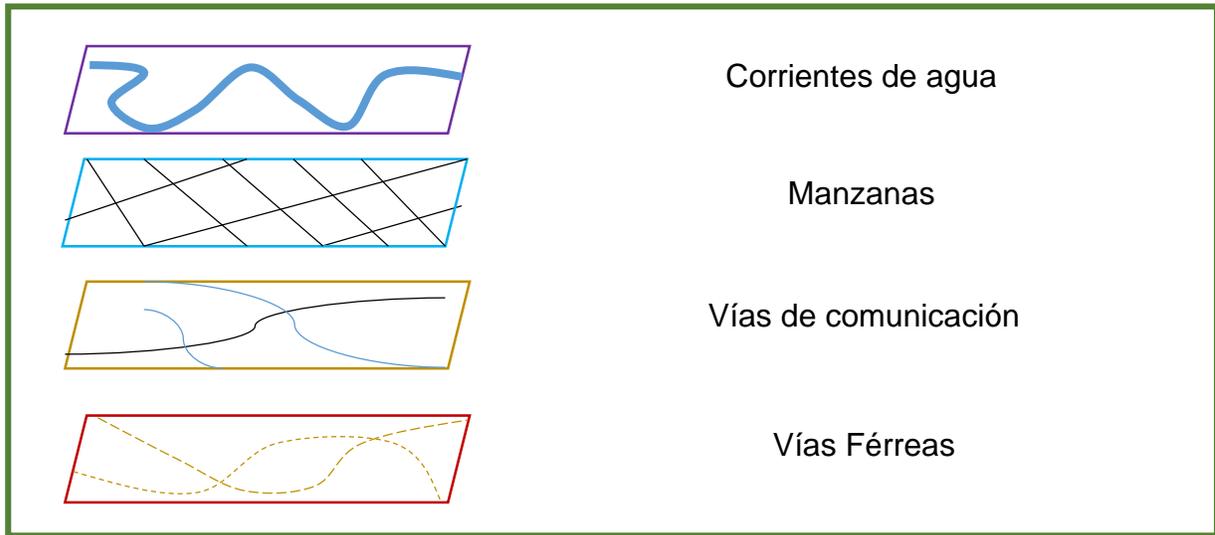
Para la estructuración de la base de datos fue necesario homologar y estandarizar la misma, ya que para la incorporación a un sistema en web es de vital importancia que ésta se encuentre en las características ideales.

La construcción de la base de datos geográfica se define cómo un proceso de abstracción de la realidad de los elementos geográficos, los cuáles se suscitan en la superficie terrestre.

Haciendo referencia al mismo proceso, éste se desarrolla en varias fases, teniendo en primer lugar a la concepción de la estructura de la base de

datos, la cual generalmente se encuentra dividida en múltiples capas. Es en ésta fase en dónde se realiza la selección de las capas a utilizar (figura No. 10).

Figura No: 10 Construcción de bases de datos espaciales



Fuente: elaboración propia.

Las capas de información pueden ser procesadas en dos formatos disponibles: Raster y Vector, para éste trabajo el formato a utilizar es el vector.

El formato vector, consiste en la descripción de los objetos geográficos. Los cuáles son definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico. Ver (figura 11)

El formato Raster “consiste en la división de la zona de estudio de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (píxeles) y asignarle un valor numérico a cada una de ellas. Para obtener una descripción precisa de los objetos el tamaño del pixel debe ser reducido en

función de la escala, lo que otorga a la malla una alta resolución” (Peralta, 2011).

Figura No: 11 Tipo de datos espaciales.



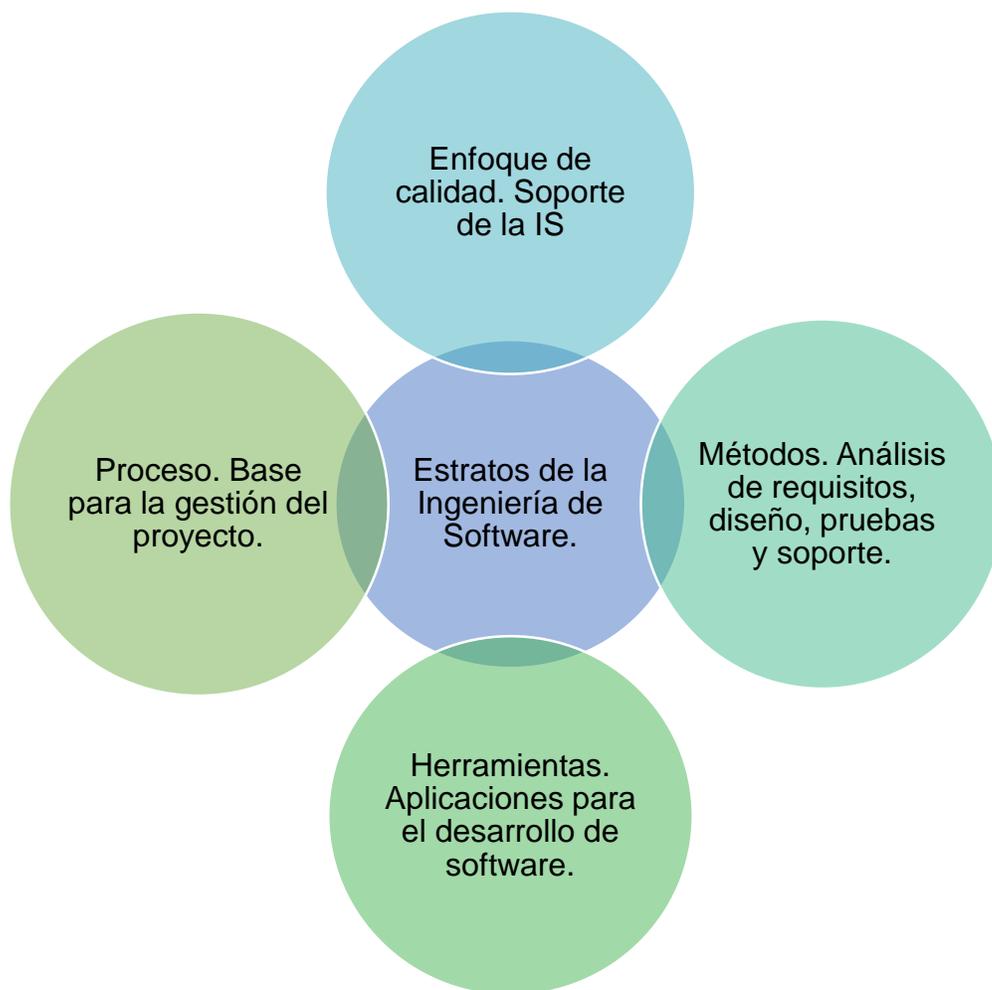
Fuente: elaboración propia

INGENIERIA DE SOFTWARE

El software se encuentra involucrado en casi todas las tareas de nuestra vida, es una tecnología individual. Por ello es importante reconocer la calidad así como la fiabilidad de cada uno de sus componentes.

Al proceso en el que se diseña y analiza el desglose de una aplicación en hardware se le conoce como ingeniería de software, y se involucran métodos y herramientas. En la siguiente figura podemos resumir los cuatro estratos que incluye la ingeniería de software:

Figura No: 12 Estratos de la Ingeniería de Software



Fuente: Elaboración propia con base a Pressman, 2005.

Para el desarrollo de un sistema requerimos de administración, tecnología apropiada, además de las siguientes acciones: (Pressman, 2005).

- a) **Levantamiento de requisitos.** En ésta etapa delimitamos la funcionalidad del sistema de software. A través del levantamiento de requisitos entendemos mejor el problema y cómo vamos a darle solución.
Propicia un medio de comunicación para entender al cliente, así como comprender lo que quiere analizar, evaluar factibilidades, especificaciones y gestión.
- b) **Modelado de análisis.** Tiene por objetivo resolver el problema en condiciones ideales, bajo la estructura lógica del sistema. Se hace uso de diagramas y textos en los que se esquematizan los requisitos de los datos y funciones, para así comprender más fácilmente el sistema (ibídem).
- c) **Modelado de diseño.** A través de éste se extiende la arquitectura del modelo de análisis, y se define lo necesario para alcanzar el código final, realizando dos tareas:
 - a. **Diseño de objetos.**
 - b. **Diseño de sistemas**
- d) **Modelo de implementación.** En ésta etapa se consuman los modelos de análisis y diseño generando el código que es el final, ya se han tomado decisiones importantes, por lo que la generación de código debe ser más sencillo.
- e) **Modelo de integración.** Se combinan los componentes que fueron creados independientemente.
- f) **Modelo de pruebas.** Se revisa la calidad del sistema.
- g) **Documentación.** Debe incluir los siguientes manuales: de usuario, de programador, de operador y de administrador (Pressman, 2005).

Todos aquellos métodos y principios de la ingeniería de software pueden ser aplicados al desarrollo de sistemas y aplicaciones en web, logrando la creación de los mismos bajo mayor calidad.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

El proyecto consta de tres grandes fases de desarrollo las cuales son las siguientes:

Figura No: 13 Metodología



Fuente: elaboración propia

Índice

La metodología de elaboración de éste índice de vulnerabilidad prevalente se centra principalmente en dos grandes, una de ellas es la que ofrece el banco interamericano de desarrollo, en su libro acerca de Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgo, la otra metodología es la del centro nacional de prevención de desastres (CENAPRED), específicamente la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Se adaptaron y remplazaron indicadores que por cuestiones ajenas al proyecto ya no se encuentra la información disponible y es por esta razón la de buscar más indicadores con el fin de obtener una medición lo más objetiva.

En la geografía es importante clasificar los objetos con que se trabaja. Ésto puede ser con vistas a reducir el número de individuos espaciales agrupándolos por alguna característica común; establecer una tipología dónde se desea remarcar estos rasgos comunes por encima de los elementos espaciales en si o simplemente comprobar una hipótesis planteada

Para la estratificación del índice de vulnerabilidad, se realizó mediante la técnica de clúster, el cuál nos permite crear grupos homogéneos de los datos para así realizar la categorización correspondiente.

El objetivo del clúster es segmentar en grupos lo más compacto posible. Resulta una buena clasificación y se soporta con el análisis de Anova que refleja 3 grupos con diferencias intergrupales pequeñas y con mucha diferencia al exterior de los grupos, puesto que los diamantes no se intersectan de forma horizontal en ningún punto. En el caso del proyecto se concluyó realizar la clasificación en solo tres rangos ya que el nivel de escala de estudio es mayor, por lo cual la clasificación es: Alto, medio y bajo para cada una de las manzanas.

La principal fórmula para el cálculo de la vulnerabilidad prevalente ajustada para el Municipio de San Mateo Atenco se basa en la figura (9):

Figura No: 14 Fórmula para el cálculo de la vulnerabilidad prevalente

IVP=

$$\text{IVE} + \text{IVF} + \text{IVR}$$

3

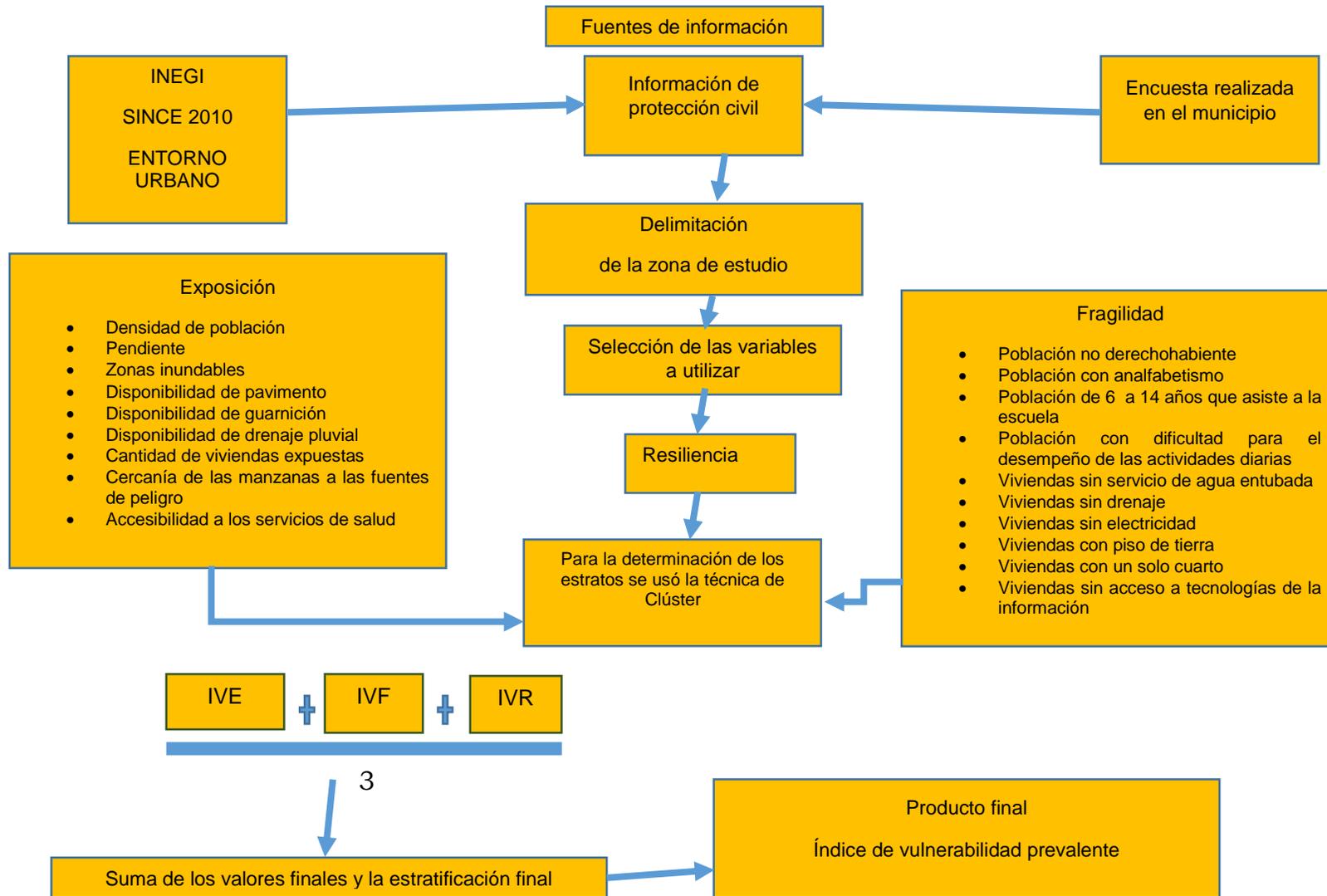
IVE: Índice de vulnerabilidad Exposición

IVF: Índice de vulnerabilidad Fragilidad

IVR: Índice de vulnerabilidad Resiliencia

Fuente: elaboración propia en base a Cardona 2007.

Figura No: 15 Desarrollo conceptual del Índice de Vulnerabilidad Prevalente



IVE exposición

Tomando como base la información que nos proporciona el INEGI específicamente la cartografía de manzanas, se realizó la selección de variables correspondientes de cada una para después proceder a la generación del primero de los tres indicadores que definen la vulnerabilidad prevalente.

Los indicadores que cumplen mejor la función de medir la exposición y/o susceptibilidad física son los que reflejan población expuesta, activos, inversiones, producción, medios de sustento, patrimonios esenciales y actividades humanas. También pueden considerarse como indicadores de éste tipo los que reflejan tasas de crecimiento y densidad poblacional, ya sea agrícola o urbana. Dichos indicadores que se emplearon para el desarrollo de éste trabajo son los que se presentan a continuación:

Para el cálculo de la exposición los indicadores que se seleccionaron son los siguientes:

- I. Densidad de población
- II. Pendiente
- III. Zonas inundables
- IV. Disponibilidad de pavimento
- V. Disponibilidad de guarnición
- VI. Disponibilidad de drenaje pluvial
- VII. Cantidad de viviendas expuestas
- VIII. Cercanía de las manzanas a las fuentes de peligro
- IX. Accesibilidad a los servicios de salud

Ficha de identificación 1: Densidad de población

<p>Nombre del indicador Densidad de población</p>
<p>Definición La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que cuando la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $Dp = Ptm / Sup$ <p>Dp: Densidad de población Ptm: Población total por manzana Sup: Superficie de la manzana en hectáreas</p> <p>Fuente: Cardona,2007</p> <p>Software de apoyo: Después de haber realizado los cálculos correspondientes a la densidad, con ayuda de JMP, se categorizó mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación Los resultados muestran la dispersión poblacional de cada manzana la cuál es la que se tiene para el municipio</p> <p>Utilidad Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alta densidad de población, por lo cual si esas manzanas resultaran con inundaciones tendríamos un grave problema.</p>

Ficha de identificación 2: Pendiente

<p>Nombre del indicador</p> <p>Pendiente</p>
<p>Definición</p> <p>La pendiente es un declive del terreno y la inclinación, representa un potencial peligro para los habitantes con un alto grado de pendiente, debido a los deslizamientos, pero en éste caso se analizó las pendientes con bajos grados de inclinación.</p> <p>Fórmula de cálculo</p> <p style="text-align: center;">Pen= Grado de pendiente</p> <p>Pen: Pendiente</p> <p>Grado de pendiente: Cálculo del grado de pendiente con arcmap</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo</p> <p>Se realiza con arc map, específicamente con la herramienta slope, después con ayuda de JMP, se categorizó mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>En éste caso debido a la localización geográfica de nuestra área de estudio se optó por asignarle el valor de uno a cada manzana pues la zona en la cuál se encuentra ubicado el municipio resulta ser una planicie.</p> <p>Utilidad</p> <p>Este indicador ayuda a identificar las manzanas con bajo grado de pendiente y por lo tanto son mayormente propensas a sufrir de inundaciones, así como también encharcamientos.</p>

Ficha de identificación 3: Zonas inundables

Nombre del indicador

Zonas inundables

Definición

Estas zonas son las cuales recurrentemente sufren de inundaciones y por lo tanto tiene más probabilidad de sufrir eventos de esta índole en un futuro.

Fórmula de cálculo

$$\text{Zonas inundables} = 1$$

Zonas inundables. A estas manzanas las cuales han sufrido de alguna inundación se le asignó el valor de: (1), para así al momento de realizar las sumas se les agrego el valor de que son zonas que se inundan.

Fuente: Propuesta de inclusión

Software de apoyo

Se realizó la selección de las manzanas con ayuda de la herramienta de arcmap selection by location, con la cual realiza la selección de las manzanas para después asignarles el valor correspondiente.

Interpretación

Los resultados muestran a las manzanas que sufrieron de alguna inundación en eventos pasados

Utilidad

Este resultado ayuda a identificar las manzanas que sufrieron inundaciones

Entorno urbano

- **Disponibilidad de pavimento**

Se considera como recubrimiento cualquier tipo de revestimiento que presente la calle, ya sea asfalto (o pavimento como se conoce en México), concreto, adoquines o piedras.

Asfalto o pavimento. Recubrimiento colocado en la calle compuesto por materiales derivados del petróleo combinados con arcillas que presenta un color negro con textura uniforme y granulada.

Concreto. Recubrimiento colocado en la calle compuesto por cemento, arena y grava.

Empedrado. Recubrimiento colocado en la calle compuesto de piedras colocadas de manera uniforme y sin pegamentos.

Adoquín. Recubrimiento colocado en la calle compuesto por piezas de similar tamaño y forma, que pueden ser de barro, piedra, concreto, u otro material.

La clasificación por manzana parten de una perspectiva positiva y califican a la manzana en conjunto, según la presencia de algún tipo de recubrimiento (asfalto, concreto, adoquines o piedras) en sus vialidades circundantes.

(Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del censo de población y vivienda.2010)

Ficha de identificación 4: Disponibilidad de Pavimento

Nombre del indicador

Disponibilidad de Pavimento

Definición

El recubrimiento en las vialidades es un elemento constructivo que constituye un signo de bienestar y por ende una meta de cobertura deseable, ya que contribuye a la reducción de enfermedades respiratorias, estomacales y dermatológicas; favorece el desplazamiento de vehículos y con ello el transporte de personas, bienes y servicio; adicionalmente mejora la imagen de los centros de población. Por lo tanto el recubrimiento en las calles se considera como una necesidad a satisfacer en los espacios que no cuentan con él.

Fórmula de cálculo

$$\text{DisPav} = \text{DisPav}$$

DisPav= Disponibilidad de Pavimento

Fuente: Propuesta de inclusión

Software de apoyo

Esta cartografía de entorno urbano ya se encuentra categorizada en 6 rangos, pero para cumplir los objetivos de este proyecto se requiere la información en sólo tres estratos, por lo cuál es necesario realizar un clúster y asignarle el grado de medio, bajo o alto grado.

Interpretación

La disponibilidad de pavimento no excluye a la población de sufrir encharcamiento, o inundación, pero disminuye en gran medida las afectaciones debido al tratamiento previo que se realiza para la colocación del pavimento con lo cual se reduce el peligro.

Utilidad

Este resultado ayuda a identificar las manzanas no tienen pavimentación y por lo tanto son mayormente propensas a las inundaciones.

Ficha de identificación 5: Disponibilidad de Guarnición

<p>Nombre del indicador</p> <p>Disponibilidad de Guarnición</p>
<p>Definición</p> <p>Las guarniciones son elementos constructivos parcialmente enterrados que tienen como objetivo delimitar las banquetas, los camellones o isletas y delinear la orilla del pavimento, proporcionando comodidad y seguridad al tránsito vehicular y peatonal; además, en algunos casos, captan y conducen los escurrimientos superficiales hacia las obras de desalojo del alcantarillado pluvial.</p>
<p>Fórmula de cálculo</p> <p style="text-align: center;">DisGuar=DisGuar</p> <p>DisGuar= Disponibilidad de Guarnición</p>
<p>Fuente: Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del censo de población y vivienda.2010</p>
<p>Software de apoyo</p> <p>Esta cartografía de entorno urbano ya se encuentra categorizada en 6 rangos, pero para cumplir los objetivos de este proyecto se requiere la información en solo tres estratos, por lo cual es necesario realizar un clúster y asignarle el grado de medio, bajo o alto grado.</p>
<p>Interpretación</p> <p>La disponibilidad de Guarnición resulta importante para así conocer las manzanas que no cuentan con los medios básicos y necesarios para el desalojo del agua.</p>
<p>Utilidad</p> <p>Este resultado ayuda a identificar las manzanas no tienen guarnición y por lo tanto son mayormente propensas a las inundaciones.</p>

- **Disponibilidad de drenaje pluvial**

De acuerdo con Beltrán 2012 “Una red de drenaje pluvial es un sistema de tuberías, coladeras e instalaciones complementarias que permite el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar posibles molestias, e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o al escurrimiento superficial generado por la lluvia. Su importancia se manifiesta especialmente en zonas con altas precipitaciones y superficies poco permeables.”

La disponibilidad de drenaje pluvial se identifica por la existencia de al menos una alcantarilla o coladera en la vialidad, sin importar su ubicación o forma. Así mismo, y en virtud del diseño de la red drenaje, la coladera puede estar situada en la misma vialidad pero en la acera de enfrente. (Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del censo de población y vivienda.2010)

Ficha de identificación 6: Disponibilidad de Drenaje Pluvial

<p>Nombre del indicador</p> <p>Disponibilidad de Drenaje Pluvial</p>
<p>Definición</p> <p>El drenaje pluvial es un sistema o red de instalaciones y conductos construidos para coleccionar, drenar, conducir y disponer de las aguas de lluvia que escurren por las vialidades. Su construcción, gestión y mantenimiento forma parte de los servicios públicos que constitucionalmente son competencia de las administraciones estatales y municipales, al igual que el agua potable y el drenaje de aguas servidas. (Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del censo de población y vivienda.2010)</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\text{DisDrePlu} = \text{DisDrePlu}$ <p>DisDrePlu= Disponibilidad de Drenaje Pluvial</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo</p> <p>Esta cartografía de entorno urbano ya se encuentra categorizada en 6 rangos, pero para cumplir los objetivos de este proyecto se requiere la información en sólo tres estratos, por lo cual es necesario realizar un clúster y asignarle el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>Con la información de esta variable, se trata de tener una estimación de las manzanas que cuentan con el servicio de drenaje pluvial, ya que su presencia significa condiciones favorables para la población por la existencia de infraestructura que controla los escurrimientos de agua y evita inundaciones, y al mismo tiempo evidencia la posibilidad de tratamiento y reaprovechamiento</p> <p>Utilidad</p> <p>Este resultado ayuda a identificar las manzanas no tienen Disponibilidad de Pavimento y por lo tanto son mayormente propensas a las inundaciones.</p>

Ficha de identificación 7: Cantidad de Viviendas Expuestas

<p>Nombre del indicador Cantidad de Viviendas Expuestas</p>
<p>Definición Conocer la cantidad de las viviendas que se encuentran expuestas resulta importante ya que nos proporciona información acerca de cuáles son las manzanas que sufren de afectación por inundaciones y cuáles son las zonas que requieren de propuestas para la mitigación, prevención, adaptación.</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\text{CanVivEx} = \text{NumViv} / \text{ZonInun}$ <p>CanVivEx= Cantidad de Viviendas Expuestas NumViv= Número de viviendas que sufren, sufrieron de alguna inundación ZonInun= Consta de los polígonos en donde se han sufrido de inundaciones.</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo: Con ayuda de arcmap, se intersectaron las viviendas con los polígonos de inundación para así tener el número de viviendas que han sido afectadas, después mediante un clúster se categorizó a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación Resulta necesario establecer medidas de alto, medio, bajo, para poder tener un panorama amplio acerca del problema que estamos trabajando</p> <p>Utilidad Este resultado ayuda a identificar las manzanas con más número de viviendas que están siendo afectadas por las inundaciones.</p>

Ficha de identificación 8: Cercanía de las Manzanas a las fuentes de peligro

Nombre del indicador

Cercanía de las manzanas a las fuentes de peligro

Definición

Conocer la distancia entre las fuentes de peligro y las manzanas establece un zona de seguridad ante un fenómeno que se presente en este caso el de una inundación

Fórmula de cálculo

$$\text{CerManPel} = \text{TotMan} / \text{FuenPeli}$$

CerManPel= Cercanía de las manzanas a las fuentes de peligro

TotMan= Total de manzanas

FuenPeli= Distancia de las manzanas a la fuente de peligro

Fuente: Propuesta de inclusión

Software de apoyo

Para éste rubro se utilizó arc map, con la propiedad selection by location para seleccionar las manzanas, ya que esta herramienta espacial nos ayuda a realizar búsquedas según los criterios de proximidad que uno establezca, para éste proyecto se estableció que fueran las manzanas que se encuentran a 50,100 y 150 metros respectivamente.

Interpretación

Este indicador nos permite analizar las manzanas que tienen una cercanía menor a los ríos, para éste trabajo se clasificó en tres rubros, proximidad hasta 50 metros, la segunda fue de hasta 100 metros y por ultimo hasta 150 metros de distancia hasta el rio o corriente de agua más cerca.

Utilidad

Este resultado ayuda a identificar las manzanas que están más cerca de los ríos y por lo tanto están más propensas a sufrir de inundaciones debido a la cercanía.

Accesibilidad a los servicios básicos de salud

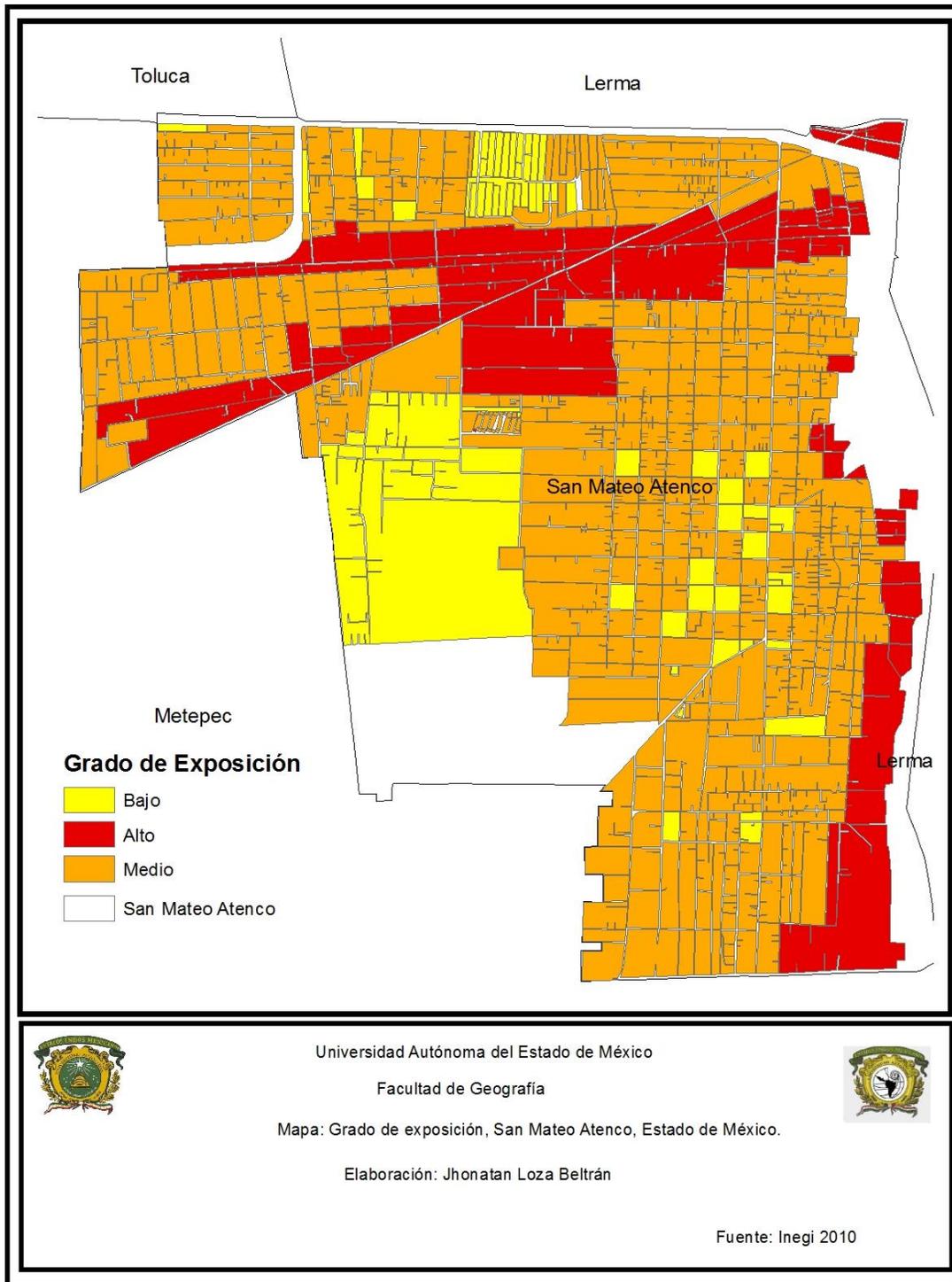
La característica de contar con un servicio de salud que satisfaga las necesidades de la población resulta de vital importancia cuando se presenta un peligro.

Ficha de identificación 9: Accesibilidad a los servicios de salud

<p>Nombre del indicador</p> <p>Accesibilidad a los servicios de salud</p>
<p>Definición</p> <p>Conocer la distancia a las que se encuentran las manzanas de los servicios de salud constituye una ventaja respecto a las que se encuentran más alejadas de los servicios pues en caso de una emergencia estas manzanas que estén más cerca tendrán atención más oportuna</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\text{AcceManSal} = \text{TotMan} / \text{Acesibilidad}$ <p>AcceManSal= Accesibilidad a los servicios de salud</p> <p>TotMan= Total de manzanas</p> <p>Accesibilidad= Distancia de las manzanas a los servicios de salud del municipio</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo: Con ayuda de arcmap, se generó un análisis de distancia de las manzanas para así conocer la distancia a la que se encuentra de los servicios de salud, después mediante un clúster se categorizo a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>Este indicador nos permite analizar las manzanas que tienen acceso rápido a los servicios de salud</p> <p>Utilidad</p> <p>Este resultado ayuda a identificar las manzanas que están más alejadas de los servicios de salud y lo tanto están más expuestas a sufrir complicaciones después de una inundación.</p>

Cómo resultado de los cálculos de los anteriores indicadores es el siguiente mapa, el cuál cuenta con el índice de exposición el cual es el primer indicador constituyente del índice de vulnerabilidad prevalente

Mapa 3: Índice de Vulnerabilidad Exposición



IVF fragilidad

La fragilidad se representa mediante indicadores de pobreza, salud, inseguridad humana, dependencia, analfabetismo, disparidad social.

Estos indicadores reflejan debilidades relativas o condiciones de deterioro que agravan los eventos perturbadores que se susciten en el territorio.

Para el cálculo de la fragilidad los indicadores seleccionados fueron los siguientes

- I. Población no derechohabiente
- II. Población con analfabetismo
- III. Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela
- IV. Población con dificultad para el desempeño de las actividades diarias
- V. Viviendas sin servicio de agua entubada
- VI. Viviendas sin drenaje
- VII. Viviendas sin electricidad
- VIII. Viviendas con piso de tierra
- IX. Viviendas con un solo cuarto
- X. Viviendas sin tecnologías de la información

Salud

Según datos del INEGI 2005. En términos absolutos, el incremento de la población derecho habiente durante el pasado lustro fue de 4 millones 326 hombre y 5 millones 6 mil mujeres. Así, en el 2005, los derechohabientes están integrados por 52.2 y 47.8% de mujeres y hombres, respectivamente. Existen 51 millones 403 mil personas que no están protegidas por ninguna institución de salud, es decir casi la mitad de la población del país.

Ficha de identificación 10: Población no Derechohabiente

<p>Nombre del indicador</p> <p>Población no derechohabiente</p>
<p>Definición</p> <p>Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cuál es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, ésta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.</p>
<p>Fórmula de cálculo</p> $\text{PobND} = \text{PobND} / \text{PobT} * 100$ <p>% PobND: Población no derechohabiente PobND: Población no derechohabiente PobT: Población total por manzana</p>
<p>Fuente: CENAPRED</p>
<p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p>
<p>Interpretación</p> <p>Los resultados muestran a la población que no cuenta con seguridad social</p>
<p>Utilidad</p> <p>Este indicador ayuda a identificar las manzanas con baja seguridad social de la población, por lo cuál si esas manzanas resultarán con inundaciones tendríamos un grave problema.</p>

Educación

Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos.

Porcentaje de analfabetismo

El indicador mide la proporción de personas que no poseen la habilidad para leer y escribir un breve recado. Porcentajes cercanos a 100 significan que un número importante de jóvenes y adultos en México es analfabeta. La importancia de contar con una medida de analfabetismo limita en el pleno desarrollo de las competencias elementales para desarrollar otros conocimientos. (Panorama educativo de México, 2008).

Ficha de identificación 11: Población con analfabetismo

<p>Nombre del indicador</p> <p>Población con analfabetismo</p>
<p>Definición</p> <p>Además de las limitaciones que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los elementos factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\%Anal = \text{Pob15aA} / \text{PobT15a} * 100$ <p>%Anal: Porcentaje de Analfabetismo Pob15aA: Población de 15 años y más analfabeta PobT15a: Población total de 15 años y más.</p> <p>Fuente: CENAPRED</p> <p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>Los resultados muestran las manzanas que cuentan con analfabetismo en su población.</p> <p>Utilidad</p> <p>Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo.</p>

Ficha de identificación 12: Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela

Nombre del indicador

Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela

Definición

El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cuál es fundamental para continuar con capacitación que proporcione las herramientas para acceder al mercado laboral.

Fórmula de cálculo

$$\%AsisEsc = \text{PobT6_14aAE} / \text{PobT6_14a} * 100$$

%AsisEsc: Porcentaje de la población que asiste a la escuela

PobT6_14aAE: Población total de 6 a 14 años que asiste a la escuela

PobT6_14a: Población total de 6 a 14 años

Fuente: CENAPRED

Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.

Interpretación

Los resultados muestran las manzanas que cuentan con la población que asiste a la escuela.

Utilidad

Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alto grado de la población que no asiste a la escuela, pues la educación es un factor importante para la correcta actuación ante eventos peligrosos.

Ficha de identificación 13: Población con dificultad para el desempeño y/o realización de tareas básicas de la vida cotidiana

Nombre del indicador

Población con dificultad para el desempeño y/o realización de tareas básicas de la vida cotidiana

Definición

La discapacidad supone un reto mayor para el desempeño de la vida cotidiana, pues las capacidades de las personas que la sufren se ven limitadas, además de que supone un gasto mayor y por lo tanto las necesidades son mayores

Fórmula de cálculo

$$\%DIFDESPOB = \text{PobDis} / \text{PobTot} * 100$$

%AsisEsc: Porcentaje de la población con dificultad para el desempeño y/o actividades de la vida diaria

PobDis: Población con discapacidad

PobTot: Población total

Fuente: Propuesta de inclusión

Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.

Interpretación

Los resultados muestran las manzanas que cuentan con la población que tiene alguna discapacidad, y por lo tanto la capacidad de respuesta ante el evento de inundación se ve retardada en cuanto al promedio de una persona normal.

Utilidad

Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alto grado de la población que tiene alguna discapacidad.

Vivienda

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es el lugar en dónde se desarrolla la mayor parte de la vida. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población.

En relación con los desastres de origen natural, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. Los daños a la vivienda resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diverso fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se elevan de igual manera.

Ficha de identificación 14: Viviendas sin servicio de agua entubada

<p>Nombre del indicador</p> <p>Viviendas sin servicio de agua entubada</p>
<p>Definición</p> <p>La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mismas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se llevan a cabo de manera insalubre</p>
<p>Formula de calculo</p> $\%VivNAE = TVNAE / TVPH * 100$ <p>%VivNAE: Porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada TVNAE: Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada TVPH: Total de viviendas particulares habitadas</p>
<p>Fuente: CENAPRED</p> <p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p>

Interpretación

Los resultados muestran los rangos en los cuales se encuentran ubicadas las manzanas en cuanto a disponibilidad de agua entubada.

Utilidad

Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alto grado de las viviendas que no tienen acceso al servicio de agua entubada.

Ficha de identificación 15: Viviendas sin servicio de drenaje

Nombre del indicador

Viviendas sin servicio de drenaje

Definición

La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuáles en situaciones de desastre aumentan considerablemente debido a los efectos que estos provocan.

Fórmula de cálculo

$$\%VivND = TVND / TVPH * 100$$

%VivND: Porcentaje de viviendas que sin servicio de drenaje

TVND: Total de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje

TVPH: Total de viviendas particulares habitadas

Fuente: CENAPRED

Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.

Interpretación

Los resultados muestran los rangos en los cuales se encuentran ubicadas las manzanas en cuanto a disponibilidad de drenaje.

Utilidad

Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alto grado de inaccesibilidad al servicio de drenaje.

Ficha de identificación 16: Viviendas sin servicio de electricidad

<p>Nombre del indicador</p> <p>Viviendas sin servicio de electricidad</p>
<p>Definición</p> <p>La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, así mismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\%VivNE = TVNE / TVPH * 100$ <p>%VivNE: Porcentaje de viviendas que no disponen de energía eléctrica TVNE: Total de viviendas particulares habitadas que no disponen energía eléctrica TVPH: Total de viviendas particulares habitadas</p> <p>Fuente: CENAPRED</p> <p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>Los resultados muestran las manzanas las cuáles en cuanto al servicio de salud están catalogadas.</p> <p>Utilidad</p> <p>Este indicador ayuda a identificar las manzanas con alto grado de inaccesibilidad al servicio de electricidad.</p>

Ficha de identificación 17: Viviendas con piso de tierra

Nombre del indicador

Viviendas con piso de tierra

Definición

Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones

Fórmula de cálculo

$$\%VivPT=TVPT/TVPH*100$$

%VivPT: Porcentaje de viviendas con piso de tierra

TVPT: Total de viviendas particulares habitadas con piso de tierra

TVPH: Total de viviendas particulares habitadas

Fuente: CENAPRED

Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.

Interpretación

Los resultados muestran las manzanas que tienen más viviendas con piso de tierra.

Utilidad

Este indicador ayuda a identificar las características de las manzanas con las cuales cuentan.

Ficha de identificación 18: Viviendas con un solo cuarto

<p>Nombre del indicador</p> <p>Viviendas con un solo cuarto</p>
<p>Definición</p> <p>El nivel de hacinamiento deja ver que las condiciones para una calidad de vida favorable no son las óptimas.</p> <p>El hecho de que más de dos personas duerman en un mismo cuarto es una condición que no solo compromete la privacidad de los residentes en la vivienda, si no que propicia espacios inadecuados para el desarrollo de distintas actividades esenciales para las personas. (CONAPO, 2010)</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\%VivUC=TVUC/TVPH*100$ <p>%VivUC: Porcentaje de viviendas con un solo cuarto TVUC: Total de viviendas particulares habitadas con un solo cuarto TVPH: Total de viviendas particulares habitadas</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación</p> <p>Los resultados categorizan a las manzanas en cuánto al número de cuartos con los que cuentan.</p> <p>Utilidad</p> <p>Este indicador ayuda a identificar las características de las manzanas con las que cuenta.</p>

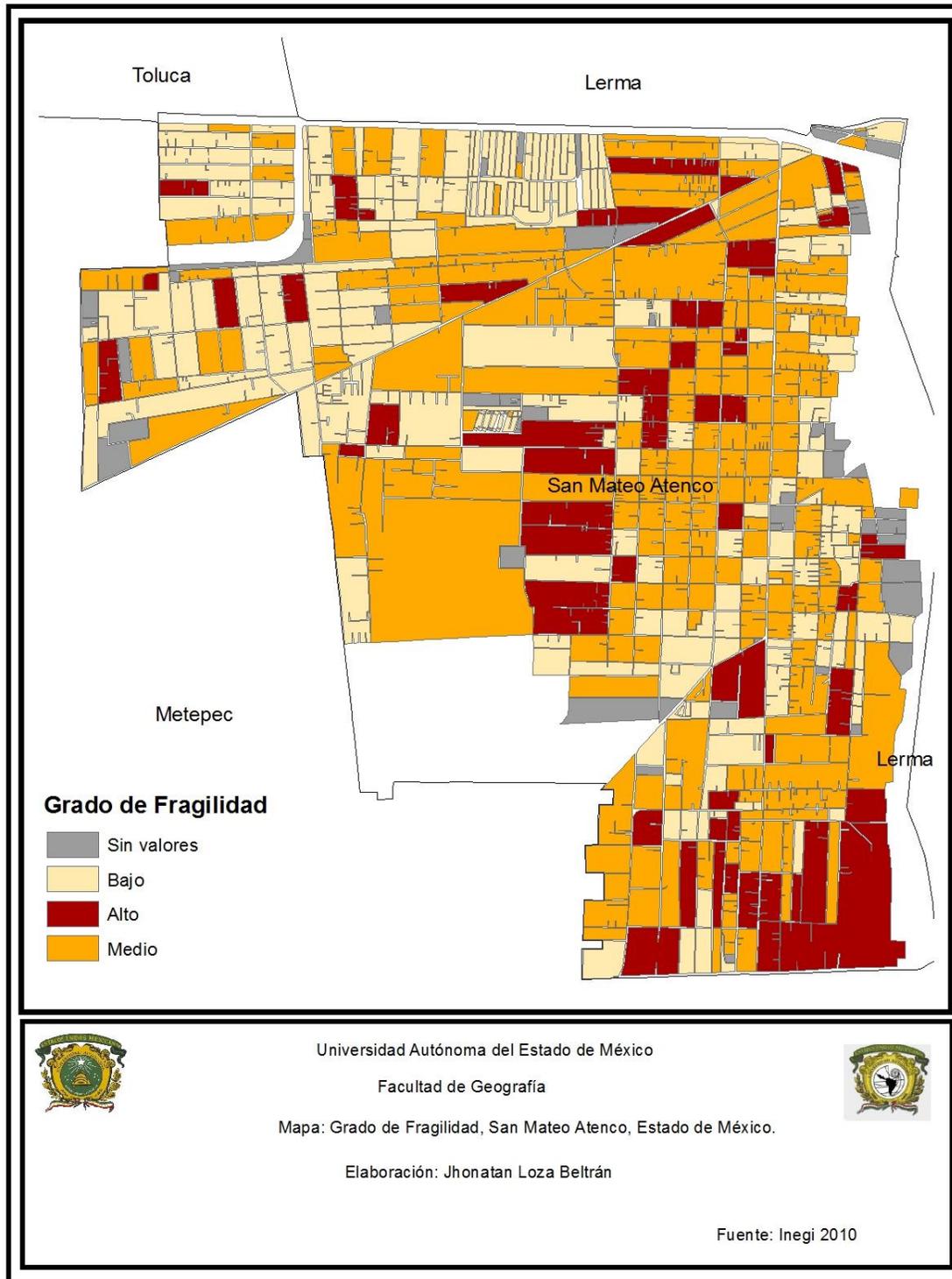
Ficha de identificación 19: Viviendas sin tecnologías de la información y comunicación (TIC)

<p>Nombre del indicador Acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC)</p>
<p>Definición Las sociedades modernas se caracterizan por un amplio uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en casi todos los ámbitos del quehacer humano, distinguiendo a los individuos y sus organizaciones que manejan estas herramientas tecnológicas de carácter global para ver, entender y participar, con formas innovadoras, en el mundo que nos rodea, impulsando cambios sociales y oportunidades de crecimiento. (INEGI, 2014).</p> <p>Fórmula de cálculo</p> $\%VivNTIC = TVNTIC / TVPH * 100$ <p>%VivNTIC: Porcentaje de viviendas sin tecnologías de la información y comunicación TVUC: Total de viviendas particulares habitadas sin TIC TVPH: Total de viviendas particulares habitadas</p> <p>Fuente: Propuesta de inclusión</p> <p>Software de apoyo: con ayuda de JMP, se calculó el porcentaje para después categorizar mediante un clúster a las manzanas, para así otórgales el grado de medio, bajo o alto grado.</p> <p>Interpretación El conocer acerca de las tecnologías amplía nuestra visión de nuestro mundo, con lo cual podemos hacerle frente a nuestros problemas.</p> <p>Utilidad Este indicador ayuda a identificar las características de las manzanas con las que cuenta.</p>

Un mapa temático no es de mejor calidad cuando tiene más clases, ya que cuantas más haya, más difícil es distinguirlas. Como se aprecia en el mapa siguiente, la información es clara y no se confunde ni tampoco se satura

Como se observa en el mapa las manzanas han sido categorizadas de acuerdo al índice de fragilidad el cual es componente del índice de vulnerabilidad prevalente.

Mapa 4: Índice de vulnerabilidad Fragilidad



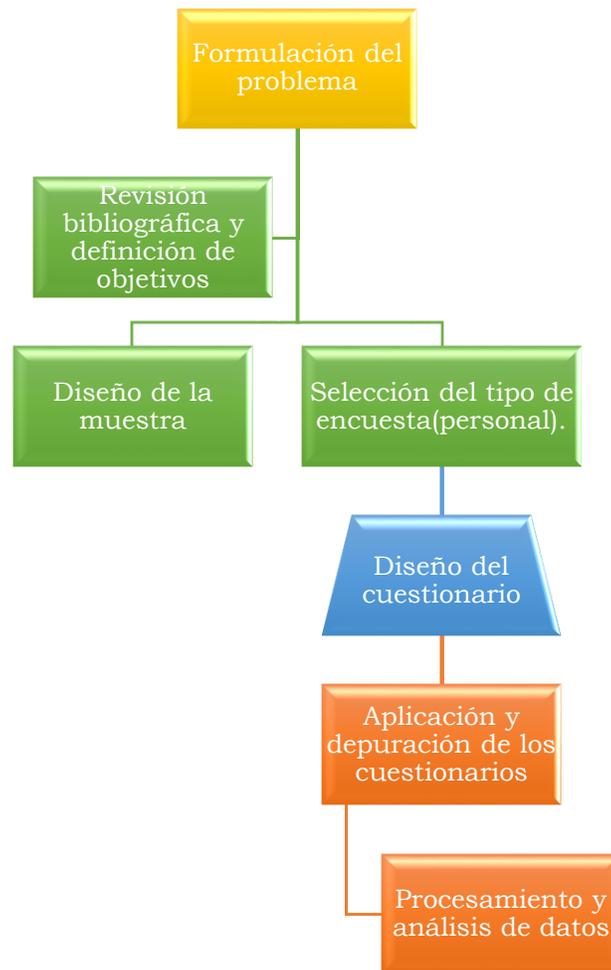
IVR resiliencia

Se ha vendido la idea de la resiliencia cómo una condición poco más o menos extraordinaria que ocurre en algunas personas y sectores sociales, la cual aflora en condiciones extremas de estrés, precariedad, frustración, situaciones aplastantes o problemas persistentes, de donde se surge fortalecido y airoso de dichas experiencias. (Arias, 2005)

Desde ésta perspectiva, la resiliencia se concibe como resistencia y puesta en marcha de mecanismos sutiles de supervivencia...símbolo del aguante, la paciencia, la dureza, adaptados a la descomposición social y transformadores de los peligros del entorno, frente a situaciones de dominación o amenaza.(ídem).

Para abordar el análisis de la resiliencia se partirá de una serie de consideraciones metodológicas que se refiere a las etapas de conformación de la encuesta, o los formatos de preguntas más habituales, la organización y el diseño de los cuestionarios.

Figura No: 16 Formulación del problema



Fuente: Elaboración propia

Revisión Bibliográfica:

Se refiere a ver, analizar las aportaciones y perspectivas de otros autores a este fenómeno y a otros similares. Entre estas aportaciones, además de incluirse análisis teóricos también conviene revisar una realidad similar a

la que se pretende abordar cómo, entre otros estudios cualitativos o entrevistas en profundidad.

Definición de Objetivos:

Recabar datos relevantes sobre el fenómeno meteorológico de inundación, pero en especial el medir la resiliencia existente en San Mateo Atenco.

Selección del tipo de encuesta:

Se eligió la encuesta personal porque tiene la ventaja de ser controladas y guiadas por el encuestador, además se obtiene más información que con otros medios (teléfono y el correo). Su principal desventaja es el tiempo que se tarda para la recolección de datos.

Diseño de la muestra:

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de probabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño tienen la misma probabilidad de ser elegidas. Sólo éstos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables.

Para tener la perspectiva que tienen los habitantes de San Mateo Atenco respecto a las inundaciones y con ello medir la resiliencia se realizó un muestreo por medio de una encuesta a los pobladores de las viviendas afectadas dentro de las zonas de inundación.

Para la selección de la muestra se utilizó la información cartográfica de INEGI 2010 del municipio de San Mateo Atenco,

Para ello se utilizó el Muestreo Aleatorio Simple que consiste en elegir en forma aleatoria “n” unidades muestrales (UM) del universo. El proceso debe otorgarse la misma oportunidad de selección a todas las UM en una sola ocasión. Esta técnica sólo puede ser aplicada cuando se dispone de un marco muestra completo, que incluya a todas las UM, y éstas puedan ser reconocidas e identificadas sin dificultad en el terreno.

Así mismo se utilizó la Calculadora de Tamaño de Muestra para determinar cuántas personas se deben entrevistar para obtener resultados representativos de la población, objetivo con la precisión necesaria. Además permite determinar el nivel de confianza e intervalo de confianza de una determinada muestra.

Intervalo de Confianza: Es la cifra que suele publicarse en los resultados de las encuestas de opinión de periódicos o de televisión u otras que reflejan una estimación de los límites de confianza de una proporción los cuales son dados por un recorrido o desviación.

Nivel de Confianza: Indica el grado de certeza que usted puede tener, se expresa cómo un porcentaje y representa con cuánta frecuencia el porcentaje real de la población que elegiría una respuesta se encuentra dentro del intervalo de confianza.

Para precisar el tamaño de la muestra se tomó en cuenta el número de viviendas afectadas dentro de la zona de inundación del municipio en dónde se obtuvieron en total de viviendas dañadas de la información del SCINE 2010, INEGI.

Figura No: 17 Tamaño de la muestra

Precisar Tamaño de Muestra

Nivel de Confianza: 95% 99%

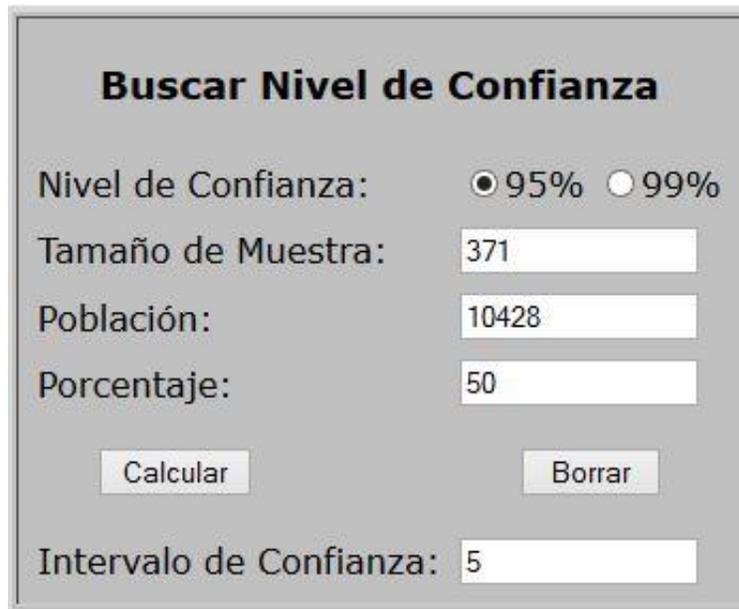
Intervalo de Confianza:

Población:

Tamaño de Muestra preciso:

Fuente: <http://www.surveysoftware.net/sscalce.htm>

Si se utiliza un intervalo de confianza de 4, y el 47% de la muestra elige una respuesta, usted puede estar "seguro" de que si hubiera hecho esa pregunta a toda la población relevante, entre un 43% (47-4) y un 51% (47+4) habría elegido esa respuesta.

Figura No: 18 Nivel de confianza

Buscar Nivel de Confianza

Nivel de Confianza: 95% 99%

Tamaño de Muestra:

Población:

Porcentaje:

Intervalo de Confianza:

Fuente: <http://www.surveyssoftware.net/sscalce.htm>

Un nivel de confianza del 95% quiere decir que se puede tener un 95% de probabilidad de exactitud; un nivel de confianza del 99% implica que se puede tener un 99%.

La mayoría de los investigadores utilizan el nivel de confianza del 95% y se ha convertido en el estándar. Cuando se combinan el nivel de confianza y el intervalo de confianza, se puede hablar de un 95% de certeza de que el porcentaje real de la población se encuentra entre el 43% y el 51% (ejemplo señalado anteriormente). Cuánto más amplio sea el intervalo de confianza que se desee a aceptar, más exactitud podrá tener que las respuestas de toda la población se ubicarían dentro de ese rango.

Una vez obtenido el tamaño de muestra a base con lo anterior se realizó un algoritmo en el software MapBasic para poder distribuir de forma aleatoria el tamaño de la muestra, de las cuales solo se tomaron 360 encuestas.

La ubicación de la cada encuesta se basó en la forma y área de inundación dentro del municipio de las cuáles se distribuyó por cuadrantes para saber la ubicación geográfica de cada una de ellas y así mismo tener una mayor certeza de los testimonios de la población entrevista.

Diseño del Cuestionario

Vea el diseño del cuestionario en la parte de anexos

Administración del Cuestionario (Trabajo de Campo)

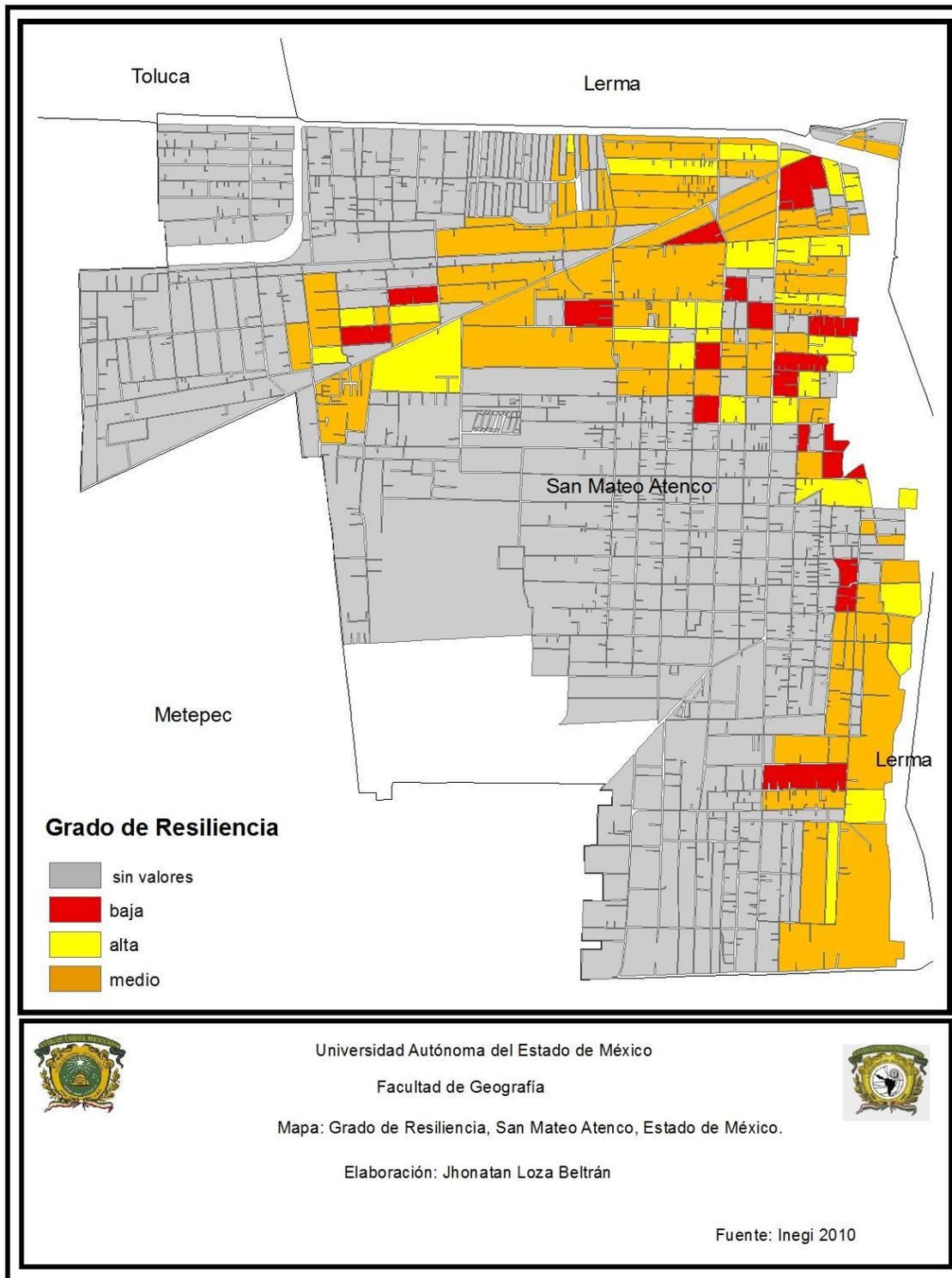
La encuesta personal exige la utilización de la teoría de muestreo de forma suficiente para garantizar un resultado aceptable, además es el instrumento más conocido y utilizado por los investigadores sociales cuando se quiere lograr precisión y representatividad partiendo directamente de consideraciones individuales y no estructurales, para acceder a la conclusión sobre la existencia de regularidades de estructuras sociales y sobre los sujetos insertos en ellas.

La información se recoge de forma estructurada formulando las mismas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los encuestados. Aunque puede utilizarse de manera independiente, sus resultados mejoran cuando se contextualizan previamente en un marco teórico y cuando se acompañan con técnicas cualitativas.

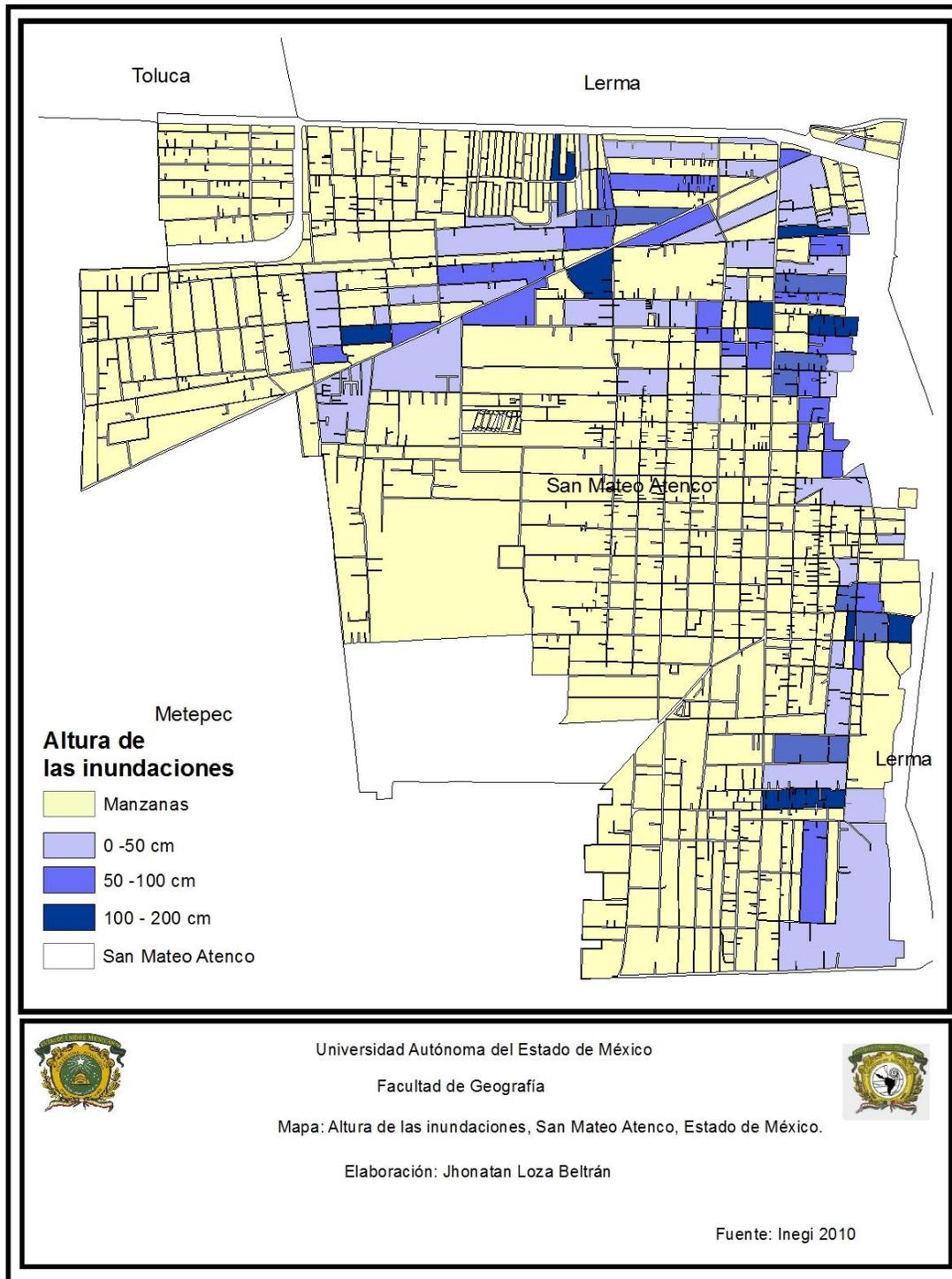
Depuración de Cuestionarios

Supervisión de los cuestionarios utilizados para el estudio del fenómeno de inundación, con la finalidad de asegurarse del comportamiento y la conducta que mantuvo el entrevistador, así como la del entrevistado y comprobar que ambas han sido correctas, y por tanto no han dado lugar a fallos que ocasionarían errores en las estimaciones de la muestra

Mapa 5: Índice de vulnerabilidad Resiliencia



Mapa 6: Altura de las inundaciones

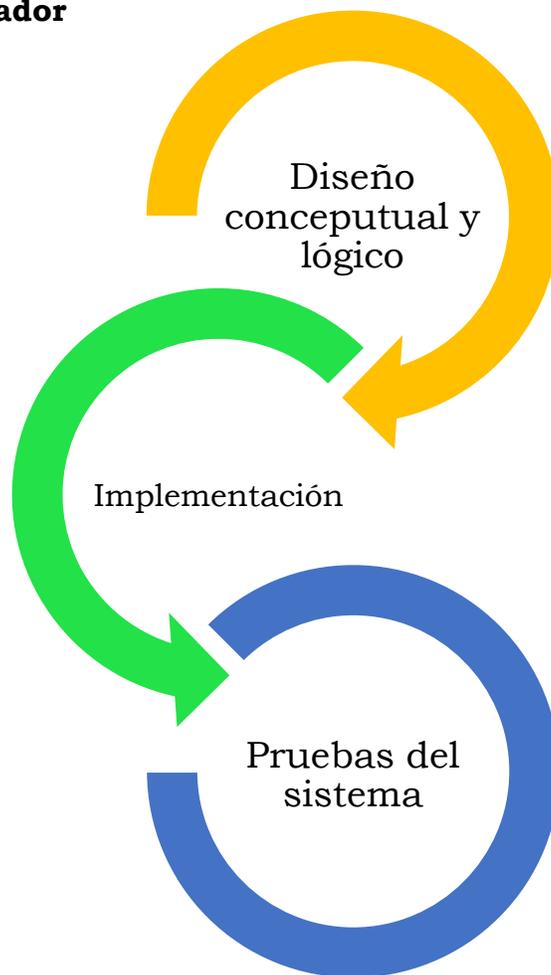


El mapa anterior es el resultado del análisis de las respuestas de los cuestionarios, cómo se puede apreciar los valores más altos alcanzan los dos metros de altura constituyendo esto un enorme problema para los habitantes ya que afecta a las actividades que en esta zona se realizan principalmente las actividades económicas, generando con esto perdidas económicas, pues el municipio es mayormente dedicado a la actividad de producción y distribución del calzado.

Visualizador

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto se utilizó la metodología basada en el desarrollo de tres etapas, las cuales se muestran en la (figura 16) la cual está basada en la ingeniería de software.

Figura No: 19 Generación de la Metodología para el desarrollo del visualizador

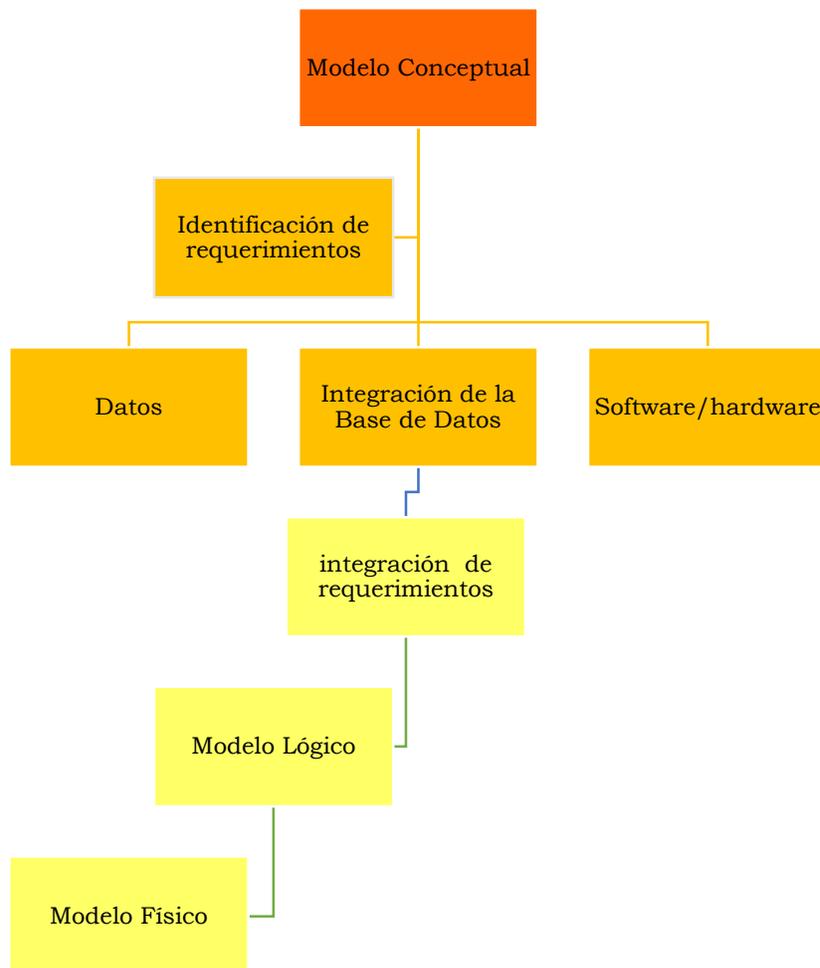


Fuente: Elaboración propia.

MODELO CONCEPTUAL

Para poder entender el funcionamiento y la integración del visualizador resulta necesario conocer las relaciones existentes entre los diferentes componentes. Para satisfacer los requerimientos de este estudio se generó un modelo conceptual dónde se identificaron las variables cartográficas a visualizar.

Figura No: 20 Modelo Conceptual para el desarrollo del visualizador

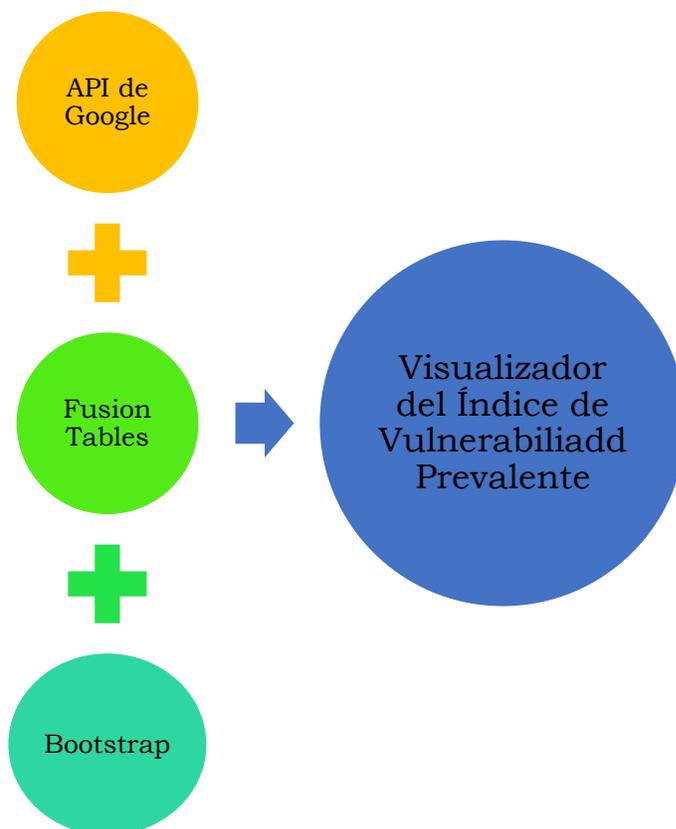


Fuente: Elaboración Propia

Requerimientos de información

Se generó un diagrama el cuál resume de forma práctica la arquitectura tecnológica sobre los componentes principales que ha de utilizar el visualizador.

Figura No: 21 Diagrama de la arquitectura tecnológica del visualizador



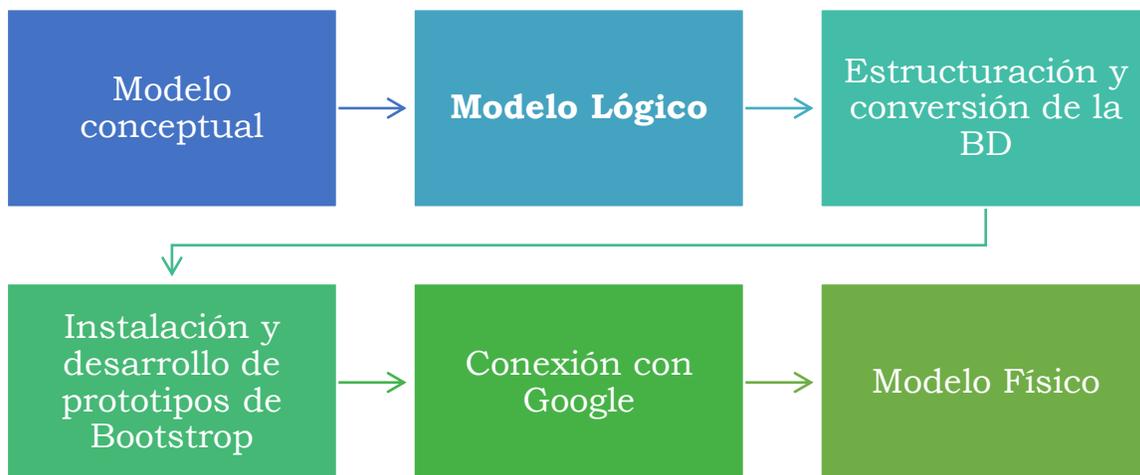
Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo hubo la necesidad de realizar la transformación de formato de la base de datos cartográfica, para la correcta lectura en Fusión Tables de la API de Google. Generando así una estructuración de los datos acorde a los lineamientos establecidos por la corporación.

Modelo Lógico

Para esta etapa del desarrollo se realizarón todas las actividades señaladas en el modelo conceptual sobre los procesos de estructuración y el diseño del visualizador

Figura No: 22 Diagrama de la arquitectura tecnológica del visualizador



Fuente: elaboración propia

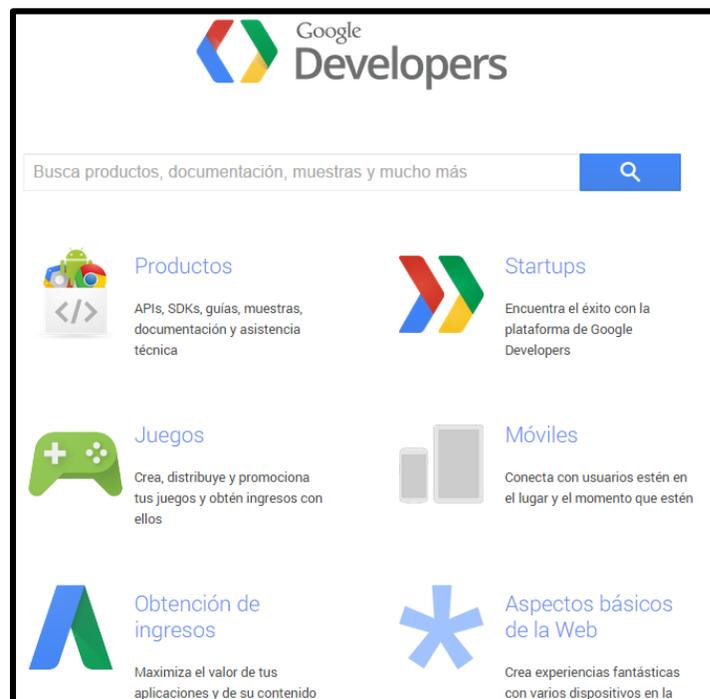
ALOJAMIENTO EN LA NUBE DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PREVALENTE

Las herramientas Geotecnologías para la realización de este proyecto son las siguientes:

La construcción del visualizador se llevó a cabo mediante el empleo de las Apis de google.

El famoso buscador, actual portal, Google tiene una gran política abierta en cuánto a API y la posibilidad de que nuestras aplicaciones se puedan conectar con su servidor y bases de datos. Desde el sitio web code.google.com se tendrá acceso directo a todas las librerías, API, ejemplos y documentación para conectarnos a cada servicio. Ver figura (23) pues el sitio web Google Code es el punto inicial para trabajar con los servicios de google.

Figura No: 23 Conexión con Google

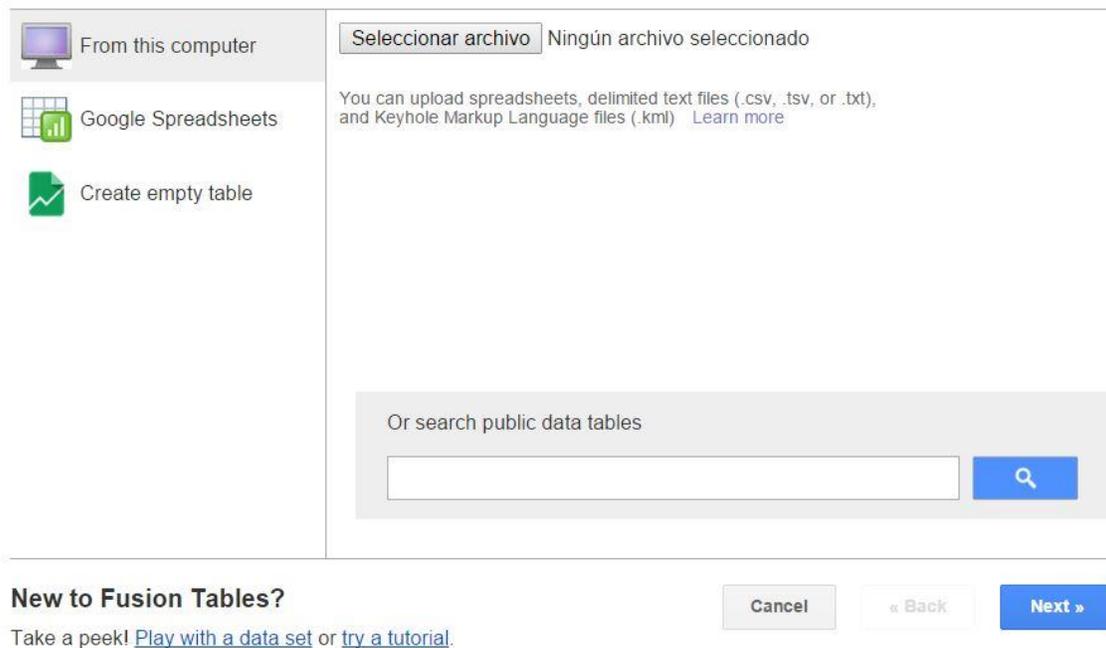


Fuente: <https://developers.google.com/?hl=es>

Resulta necesario guardar nuestras bases de datos en formato kml, para poder hacer uso de la nube y así poder manejar nuestros datos. Cómo se aprecia en la figura siguiente sólo tenemos que seleccionar nuestro archivo y en un instante estará en la nube.

Figura No: 24 Alojamiento en la nube de nuestra base de datos

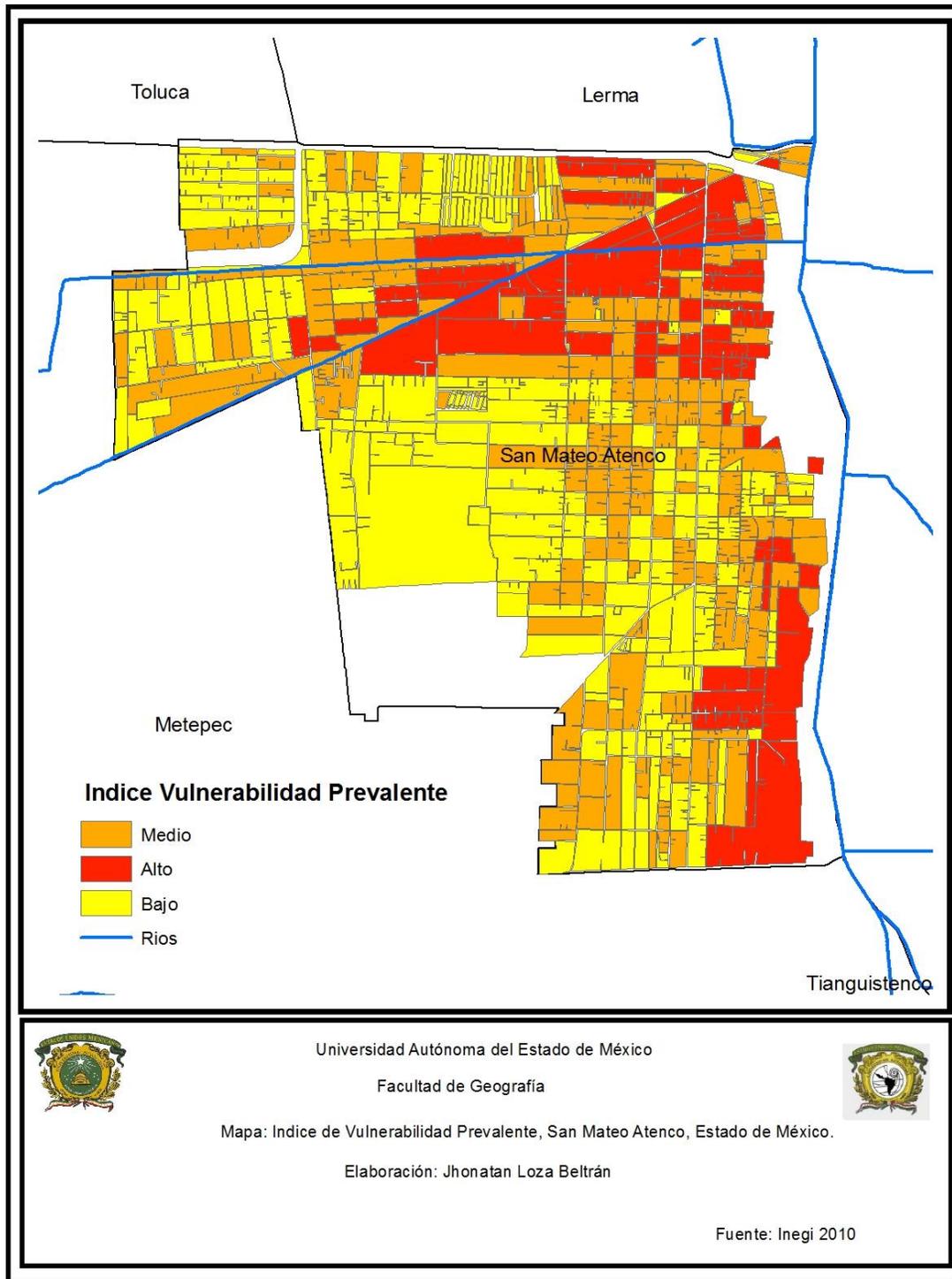
Import new table



Fuente: <https://www.google.com/fusiontables/DataSource?dsrclid=implicit>

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Mapa 7: Índice de Vulnerabilidad Prevalente



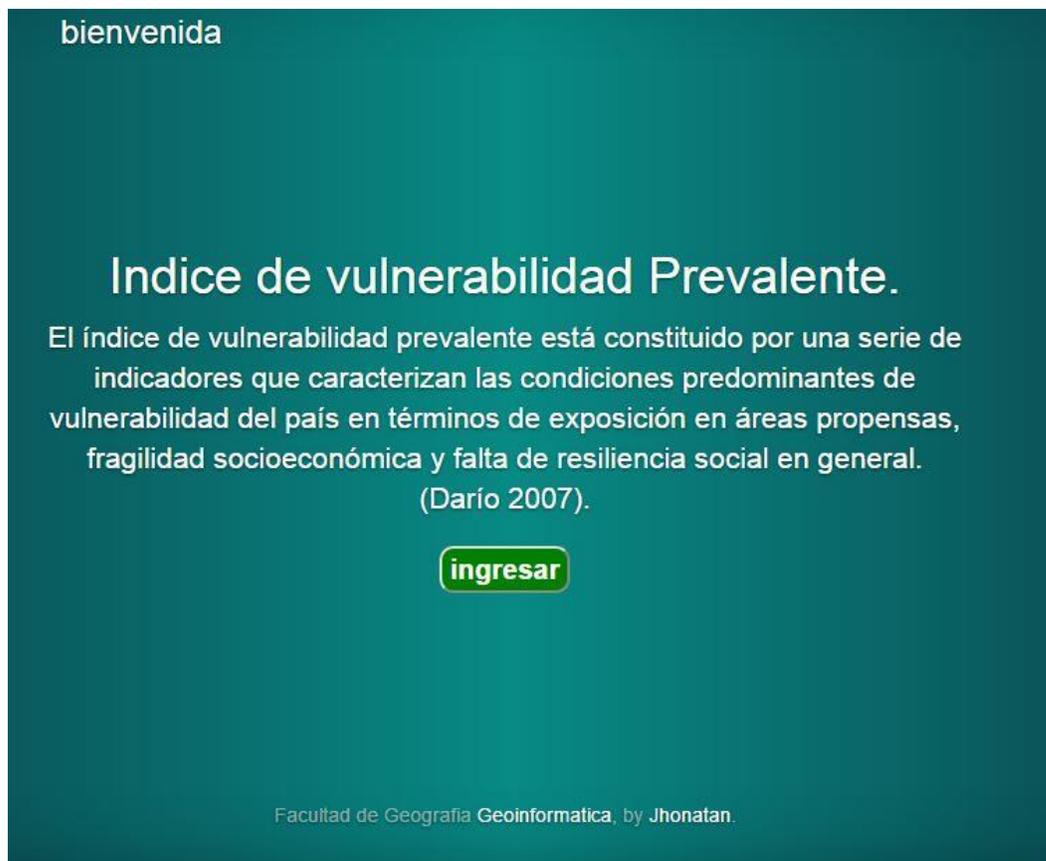
El mapa anterior resume todo el trabajo obtenido, en él se muestra cada una de las manzanas caracterizadas de acuerdo al índice de vulnerabilidad prevalente.

Este índice lo considero una forma de medición más acorde a la realidad pues integra la mayoría de las características del medio urbano y físico.

ESTRUCTURA DEL VISUALIZADOR DEL ÍNDICE

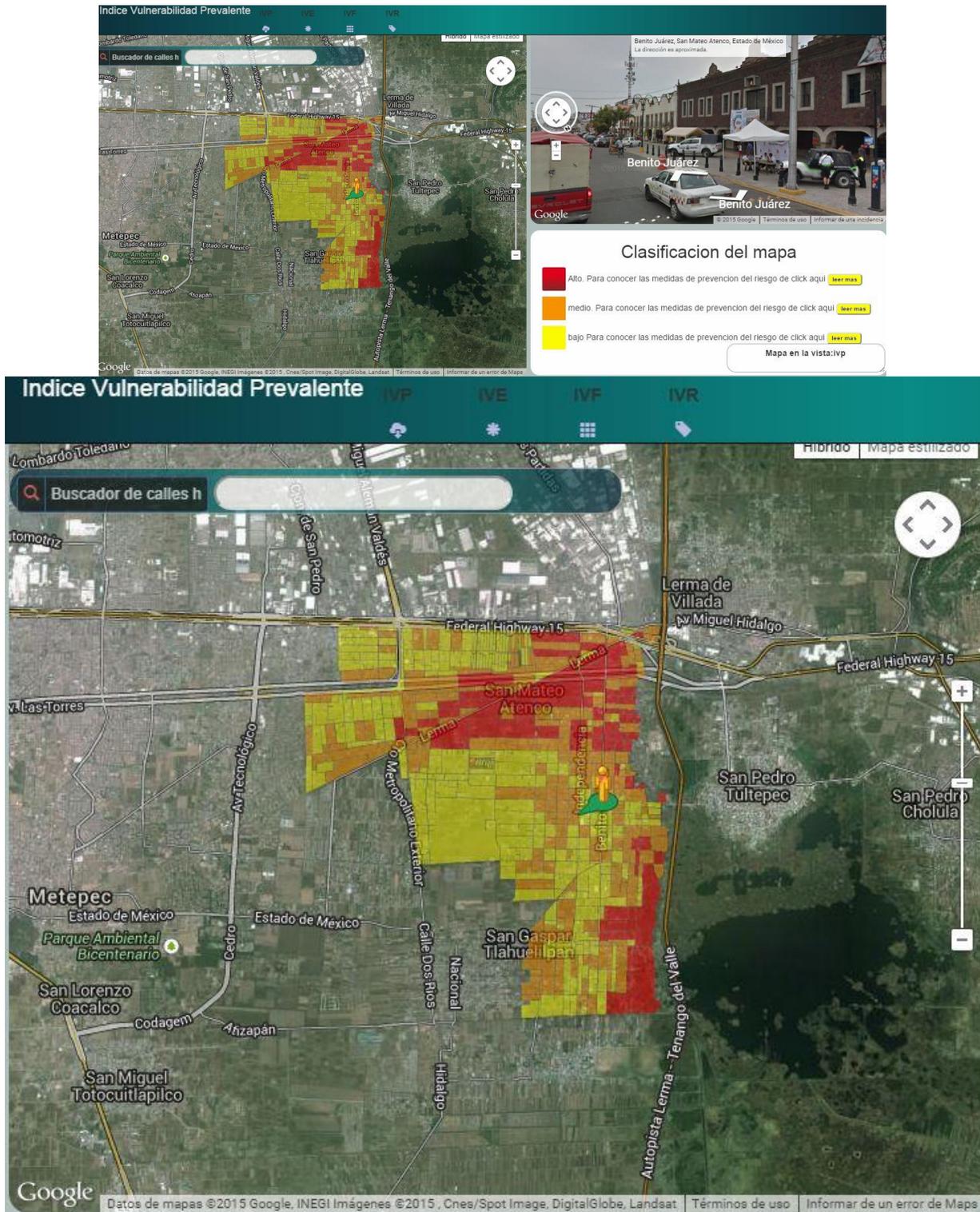
Esta es la forma en la cuál el usuario ingresa por primera vez al sistema. Una vez seleccionada la opción de ingresar podrá acceder a la aplicación de forma más particular.

Figura No: 25 Página principal de la aplicación



Fuente: elaboración propia

Figura No: 26 Aplicación



Fuente: elaboración propia

Figura No: 27 Street View



Fuente: elaboración propia

Figura No: 28 Clasificación de los mapas

Clasificación del mapa

-  Alto. Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)
-  medio. Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)
-  bajo Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)

[Mapa en la vista:ivp](#)

Fuente: elaboración propia

Las medidas de prevención para las zonas con rojo son las siguientes:

- Creación de un programa de concientización y sensibilización acerca del problema en casos extremos.
- Apoyo a las personas con alto grado de vulnerabilidad prevalente para la reconstrucción de sus viviendas así como también apoyo psicológico.
- Apoyo para la construcción de bardas perimetrales a fin de la conservación de sus bienes y en casos extremos la de su vida.
- Creación de un comité vecinal a fin de dar pronto aviso cuando el río se vea por arriba de los niveles normales.
- Tener a la mano y en un lugar seguro los documentos importantes, actas de nacimiento, certificados, cartilla de vacunación escrituras del domicilio.

Las medidas de prevención para las zonas con color naranja son las siguientes:

- La creación de un comité vecinal para mantener a los ciudadanos informados acerca de las causas de las inundaciones, así como también la solución para cada una de ellas.
- Estar al pendiente ante cada evento de lluvias para auxiliar a los vecinos dando las facilidades para el resguardo de sus bienes y de su vida.

Las medidas de prevención para las zonas con color amarillo son las siguientes:

- Estar alerta antes los posibles contratiempos producidos por la inundación (tráfico, quedarse sin luz, pequeños encharcamientos.
- Estar alerta antes las medidas que proponga protección civil del municipio.

ANEXOS

Manual de usuario

Aquí se pueden seleccionar las capas para mostrar

Índice Vulnerabilidad Prevalente

Buscador de calles h

Hibrido Mapa estimado

Benito Juárez, San Mateo Atenco, Estado de México
La dirección es aproximada.

Benito Juárez

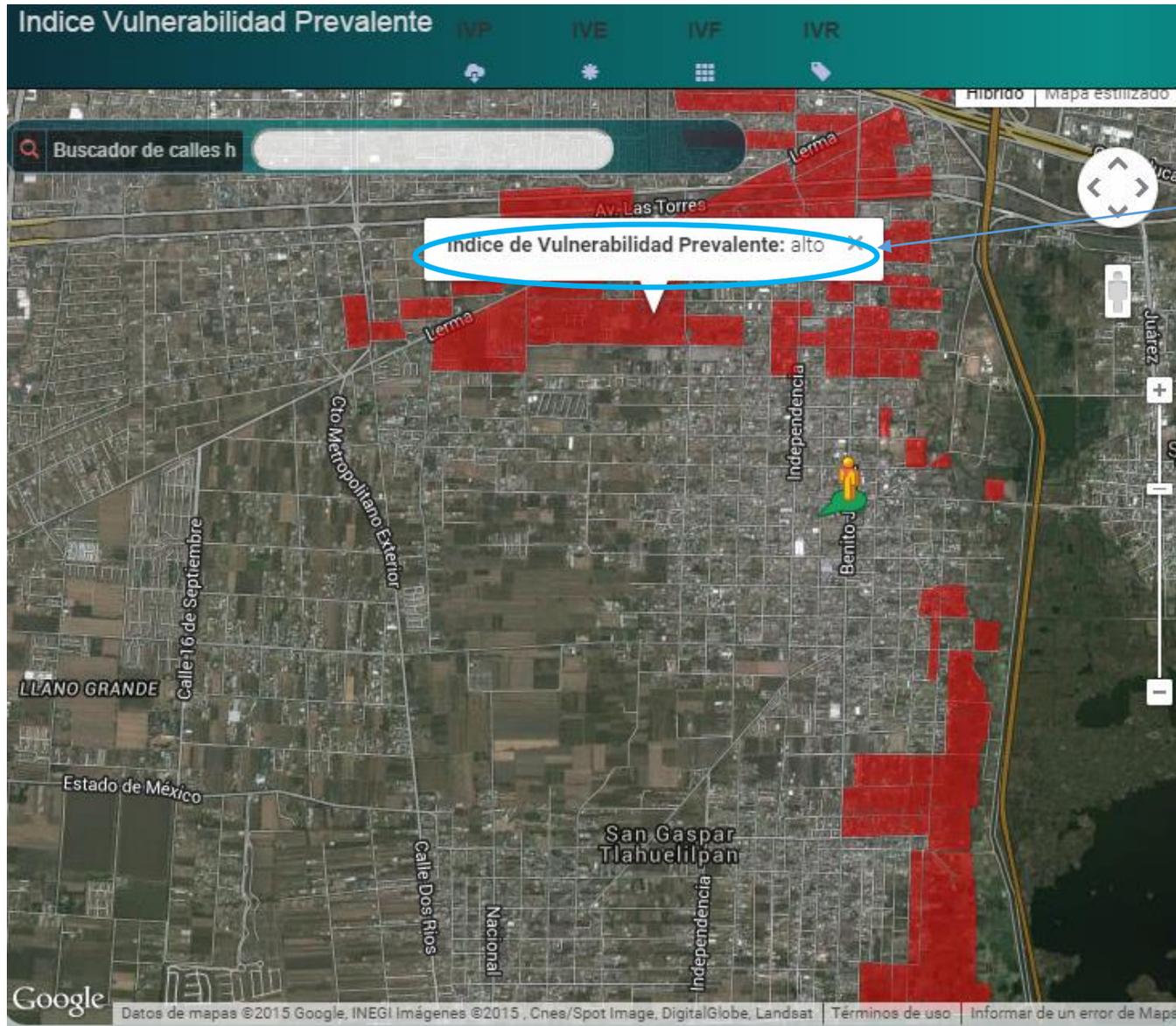
Benito Juárez

Clasificación del mapa

- Alto. Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)
- medio. Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)
- bajo Para conocer las medidas de prevención del riesgo de click aquí [leer mas](#)

Mapa en la vista: ivp

Muestra el nombre de la capa que usted está visualizando



Cada que usted le de click encima de una capa le mostrara información acerca de la misma que usted haya seleccionado

The screenshot displays a web interface for the 'Indice Vulnerabilidad Prevalente' (Prevalent Vulnerability Index). The top navigation bar includes tabs for IVP, IVE, IVF, and IVR. The main area is split into two panels. The left panel shows a map with a grid of streets and colored overlays representing vulnerability levels: red for 'Alto' (High), orange for 'Medio' (Medium), and yellow for 'Bajo' (Low). A yellow stick figure icon is placed on the map, and a tooltip above it reads 'Indice de Vulnerabilidad Prevalente: alto'. The right panel shows a Street View image of a street in San Mateo Atenco, with labels for 'Niño Perdido', 'Niño Perdido', and 'Tultepec'. Below the Street View image is a legend titled 'Clasificación del mapa' with three categories: 'Alto' (red square), 'Medio' (orange square), and 'Bajo' (yellow square). Each category includes a 'leer mas' button. At the bottom right of the legend area, there is a button labeled 'Mapa en la vista: ivp alto'. The bottom of the screenshot shows copyright information for Google and INEGI.

Así mismo para realizar un recorrido virtual de la zona, lo podemos hacer haciendo uso de las herramientas que la misma página nos ofrece y son el uso de Street view.

Para realizar el recorrido virtual solo será necesario tomar el icono del hombrecito amarillo y listo



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



Propuesta de Atlas de Riesgo y un Diseño de Sistema de Alerta Temprana por Inundación para el Municipio de San Mateo Atenco

CUESTIONARIO DE PERPEPCIÓN DE RIESGO POR FENÓMENO HIDROMETEREOLÓGICO

1. ¿Cómo de satisfecho se encuentra con la situación de su vivienda actual? (Marque una cruz en la casilla situado debajo de la opción que más se ajuste a su respuesta).

insatisfecho poco satisfecho indiferente adecuada satisfecho muy satisfecho

2. ¿Hasta qué punto se siente amenazado por los siguientes tipos de catástrofes naturales en su vecindario / zona?

	En absoluto	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho	Totalmente
Fuertes lluvias / Tormentas	<input type="checkbox"/>					
Inundaciones	<input type="checkbox"/>					
Granizo	<input type="checkbox"/>					
Deslizamiento /Corrimiento de tierras	<input type="checkbox"/>					
Terremotos	<input type="checkbox"/>					

3. ¿En qué grado evaluaría el riesgo de inundación para las siguientes categorías?

	Muy bajo	Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-alto	Alto
En mi caso particular	<input type="checkbox"/>					
Para los habitantes de mi vivienda	<input type="checkbox"/>					
Para los ciudadanos de mi vecindario/zona	<input type="checkbox"/>					
Para la ciudad en conjunto	<input type="checkbox"/>					

5. ¿En qué grado evaluaría su conocimiento individual en materia de inundación y sus causas?

Muy bajo Bajo Medio Medio-alto Alto Muy alto

5. ¿Ha sido afectado en alguna ocasión por una inundación en su vivienda actual en el periodo de los últimos 10 años?

Sí
 No En caso de contestar "Sí" → ¿Cuál fue la altura de máxima de inundación? _____
cuestionario a partir de la pregunta 22.

6. En caso afirmativo: ¿Cuántas veces se ha visto afectado por inundaciones en este periodo?

Número de veces _____

7. ¿Cuándo fue la última vez que se vió afectado por una inundación?

Año : _____ Mes : _____

8. ¿Con qué grado definiría el daño personal sufrido durante la última inundación?

	Ninguno	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Extremo
Daños materiales y pérdidas económicas	<input type="checkbox"/>					
Gastos médicos	<input type="checkbox"/>					
Otros: _____	<input type="checkbox"/>					

9. ¿Qué tan satisfecho estuvo con la labor desempeñada por los siguientes servicios de emergencias?				
	Nada	Poco satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho
Departamento de Bomberos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Policía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicios de Rescate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. ¿Se ha sentido bien informado durante el último evento de inundación?					
Nada	Apenas	Poco	Suficiente	Bien	Muy bien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cuánto tiempo le llevó volver a la normalidad diaria, después de la última inundación?

12. ¿Cuánto tiempo necesita para prepararse suficientemente en caso de inundación?	
<input type="checkbox"/> Menos de 2 horas	<input type="checkbox"/> De 4 a 6 horas
<input type="checkbox"/> De 2 a 4 horas	<input type="checkbox"/> Más de 6 horas

13. Estime las siguientes afirmaciones:				
	Totalmente en desacuerdo (=1)		→	Totalmente de acuerdo (=4)
	1	2	3	4
Cuando me trasladé /compré esta vivienda era consciente del riesgo de inundación existente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
He podido superar bien, psicológicamente, las consecuencias/daños debidos a las inundaciones hasta ahora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuando tienen lugar fuertes lluvias, recuerdo episodios anteriores de inundación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Debido a los gastos económicos del desastre, apenas puedo permitirme ir de vacaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mi calidad de vida no se ha visto afectada por el riesgo de inundación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si las inundaciones siguen teniendo lugar, tengo la intención de mudarme a otra zona.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. ¿Cuál de las siguientes medidas considera que pueden ser aplicadas para reducir el riesgo de inundación? Por favor, evalúe cada medida del 1 al 4, siendo 1 = muy razonable y 4 = poco razonable.

	Valor
Sistemas de aviso con anticipación	_____
Medidas de protección individuales (propias)	_____
Estructuras de protección (balsas de retención, diques, encauzamientos, etc.)	_____
Restauración del curso natural de ríos y arroyos	_____

15. ¿Cómo evaluaría el esfuerzo de solidaridad en su vecindario?						
Nulo (=1)			→	Muy bueno (=6)		
1	2	3	4	5	6	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

16. ¿Ha ayudado a alguien durante la última inundación en su vecindario?	
<input type="checkbox"/> Sí	
<input type="checkbox"/> No	En caso de contestar "No" → Por favor, continúe con el cuestionario a partir de la pregunta 51.
<input type="checkbox"/> No sé	En caso de contestar "No sé" → Por favor, continúe con el

17. ¿Estaría dispuesto a formar parte de un equipo voluntario de ayuda ante inundaciones en su comunidad?

Sí

No

No sé

En caso de contestar “No” → Por favor, continúe con el cuestionario a partir de la pregunta 51.

En caso de contestar “No sé” → Por favor, continúe con el

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Localización geográfica de aplicación del cuestionario: Latitud: _____ Longitud: _____



Daños económicos

Tabla No: 5 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
Total				283,448,278.36	301,892,551.98
N.o SM				4,444,853.04	4,734,084.24

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 6 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
Total				280,573,814.49	240,037,223.28

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 7 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
Total				274,989,760.01	292,892,193.20
N.o SM				4,312,212.01	4,592,946.42

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 8 Costos máximos IM MEDIO

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
150760012039 7	239	-0.057879	Medio	33361532.56	35524630.98
Total				33,361,532.56	35,524,630.98
N.o SM				523,154.03	557,074.35

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 9 Costos mínimos IM MEDIO

CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	Altura Laminar del Agua (m)	
				0.3	0.5
150760012039 7	239	-0.057879	Medio	26063365.34	27724424.24
Total				26,063,365.34	27,724,424.24
N.o SM				408,708.88	434,756.54

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 10 Costos más probables IM MEDIO

				Altura Laminar del Agua (m)	
CVEGEO	Viviendas	IM	Grado IM	0.3	0.5
150760012039	239	-0.057879	Medio	32292740.09	34382315.78
7			Total	32,292,740.09	34,382,315.78
			N.o SM	506,393.92	539,161.30

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 11 Costos máximos IM MUY BAJO

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

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 12 Costos mínimos IM MUY BAJO

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

Fuente: Gutiérrez 2015

Tabla No: 13 Costos más probables IM MUY BAJO

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

Fuente: Gutiérrez 2015

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre E. Benigno. Los desastres en Latinoamérica: vulnerabilidad y resistencia. Revista Mexicana de Sociología, 2004. Núm. 3. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rms/article/view/5994>

Arias Villegas, Carlos Enrique Un punto de vista sobre la Resiliencia, Revista virtual Universidad Católica del Norte, Núm. 14, Febrero- Mayo, 2005. Fundación Universitaria Católica del Norte, Colombia.

Arnold Marcelo, Osorio Francisco. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. Departamento de Antropología. Universidad de Chile, 1998.

Bando Municipal de SMA, 04 de fecha 27 Enero 2014, Honorable Ayuntamiento de San Mateo Atenco 2013-2015

Bedolla Lara Sayuri, Diaz Espiritu Juan Carlos, desarrollo e implementación de una aplicación geoinformatica para la valoración económica de daños por inundación en zonas habitacionales, caso práctico valle de chalco solidaridad, 2010. Universidad Autónoma del Estado de México, facultad de geografía.

Beltrán Hernández E. UNAM. Normatividad para el sistema de drenaje pluvial. 2012. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/483/A6.pdf?sequence=6>

Burgos Silva Luis Marcelo, Omar A. Barriga. Creación de un índice de vulnerabilidad social para la provincia de concepción desde una perspectiva teórico- empírica. Sociedad Hoy. 2009. Universidad de concepción chile. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90217096005>

- Buzai Gustavo D. 2011. Geografía y sistemas de información geográfica. Evolución teórico- metodológica hacia campos emergentes. Programas de estudios Geográficos. Universidad Nacional de Lujan.
- Buzai, Gustavo D. 2005: Cartografía automatizada, ciencias de información geográfica y ciencias sociales integradas espacialmente, avances cuantitativos para los estudios territoriales del siglo XX, Fronteras, año4, no. 4, PP. 31-35, Buenos Aires, Argentina.
- Campos Vargas María Milagros Alejandra Toscana Aparicio, José Francisco Monroy Gaytán, Héctor Alonso Reyes López, Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 2011, México.
- CENAPRED. 2013. Inundaciones, serie fascículos, secretaria de gobernación, México DF, versión electrónica. Marco Antonio salas salinas y Martin Jiménez Espinoza. México.
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño. (CIIFEN).Definición del Riesgo. Disponible en http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&id=84&layout=blog&Itemid=111&lang=es
- Chou Yue-Hong, 1997: Exploring Spatial Analysis in Geographical Information System, 1a ed., Onword Press, USA.
- Comisión del agua del Estado de México, secretaria del agua y obra pública. Acerca del atlas de inundaciones xx. Disponible en:http://qacontent.edomex.gob.mx/caem/atlas_inundaciones/acerca_del_atlas/index.htm, consultado el 25/04/14

CONAPO. 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. México, DF. 2011.

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.

Darío Cardona Omar. A. 2007, Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgo, Programa para América Latina y el Caribe.

Díaz Cisneros Luis Rafael. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.

Dirección general de protección civil, secretaria de seguridad ciudadana. Inundaciones, disponible en: http://qacontent.edomex.gob.mx/dgproteccion_civil/prevencion/prevencion/fenomenos_perturbadores/hidrometeorologicos/inundaciones/index.htm. Consultado el 25/04/14

Firtman Maximiliano R, AJAX web 2.0 para profesionales. México 2007, editorial Alfaomega

García Arróliga Norlang, Marín Cambranis Rafael Y Méndez Estrada Karla. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social. CENEPRED. 2006

Gutiérrez Pérez Felipe Alberto, Plata Rebollar José Luis. 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. 2015, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca.

INEGI, 2014. Estadísticas a propósito del “día mundial de internet (17 de mayo”. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2014/internet31.pdf>

INEGI, censo de población y vivienda 2010. Disponible en http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/scince2010.aspx.

INEGI.2005. Derechohabiencia a servicios de salud, Artículo disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/conteo/2005/perfiles/Perfil_Soc_EUMX3.pdf

Irles Melgarejo Álvaro, Álvaro Outerio Moya. Sistemas gestores de bases de datos. Disponible en:

<http://gplsi.dlsi.ua.es/bbdd/bd1/lib/exe/fetch.php?media=bd1:0910:trabajos:aimsgbd.pdf>

Kendall Kenneth E. Kendall Julie E. 2005, Análisis y diseño de sistemas. Sexta edición, editorial Pearson. México. También disponible en, Disponible en <http://www.slideshare.net/Solares8/analisis-ydiseniodesistemaskendallkendall>

Ley General de Protección Civil, Texto Vigente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio 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

Loza Lara Raymundo, Tarango Guadarrama Víctor Manuel, Diseño y programación de un sistema digital de visualización y consulta en google maps acerca de servicios de agencias automotrices ubicadas en

la zona metropolitana de la ciudad de Toluca periodo 2010-2011. agosto 2011.

Marcano Montilla Arismar, Scarlet Cartaya Ríos, La gestión de Riesgos y el Uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG): Algunas consideraciones. Revista Universitaria Arbitrada de Investigación y Dialogo Académico, Vol.6.No.3, 2010.

Marchionini G. 1995. Information seeking in electronic environments, Cambridge University, E.U.A.

Márquez Diaz José, Sampedro Leonardo, Vargas Félix. Instalación y configuración de Apache, un servidor Web gratis. Ingeniería y desarrollo. 2002. Universidad del Norte. Colombia.

Martínez Loic Alonso Fernando Segovia Francisco Javier, 2005. Introducción a la ingeniería de software, Modelos de desarrollo de programas. Editorial delta. Madrid, España.

Moreno Jiménez Antonio.2008. Sistemas y análisis de la información geográfica, Manual de autoaprendizaje con ARCGIS. Alfaomega. Departamento de geografía. Universidad Autónoma de Madrid.

Panorama educativo de México, 2008. Cálculos con base en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008, Modulo de condiciones Socioeconómicas, INEGI. Disponible en: http://www.inee.edu.mx/bie/mapa_indica/2010/PanoramaEducativoDeMexico/CS/CS03/2010_CS03__c-vinculo.pdf

Peña Llopis Juan. 2008. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio entrada, manejo y salidas de datos espaciales. Club Universitario/Cottolengo- San Vicente (Alicante).

Peralta Yesenia Alejandra, Nute Gómez Cesar. 2011. Desarrollo de un visualizador web de información territorial del municipio Zinacantepec, Estado de México. Tesis de licenciatura. UAEM. Ciudad de Toluca. México.

Rodríguez Fernández Guillermo, Santos Cruz Víctor Alfonso, 2007. Diseño e implementación de un módulo hidroegeográfico para la estimación de parámetros fisiográficos de cuencas hidrográficas. Universidad Autónoma del Estado de México.

S. James 1992: Introducción al desarrollo de sistemas de información, 2ª ed., 19-51 pp. Editorial Pearson. México

S. Roger 2005: Ingeniería de software: un enfoque práctico, 6ª ed., Editorial Mac Graw Hill, New York. Editorial Pressman

Síntesis metodológica y conceptual de la infraestructura y características del entorno urbano del censo de población y vivienda. 2010. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. México. Disponible en. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/Sintesis_ent_urbano_cpv2010.pdf

Star, J. y Estes J., 1990: Geographic Information Systems, Englewood cliffs, USA, pp. 303. editorial Pearson. México

Tomlinson Roger. 2007. Pensando en el SIG. Tercera edición. ESRI, New York, Estados Unidos de América.

Uribe Arzate Enrique, Jesús Romero Sánchez, 2008, Vulnerabilidad y Victimización en el Estado Mexicano, Universidad de Guadalajara México.

Vargas Jorge Enrique. Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio- naturales

División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. CEPAL
ECLAC. Santiago de Chile, Abril de 2002.

Vázquez Sánchez Martín. 2011. La vulnerabilidad por inundación en el
municipio de San Mateo Atenco, estado de México 1990-2005.
Facultad de Planeación Urbana y Regional. Toluca estado de México.