ATLAS DE PELIGROS Y RIEGOS

DEL ESTADO DE MORELOS 2017

MORELOS

MORELOS
PODER EJECUTIVO
Secretaría de Gobierno

PROTECCIÓN CIVIL
MORELOS

SOLUCIONES SIG

MORELOS
PODER EJECUTIVO

C. Graco Luis Ram rez Garrido Abreu
Gobernador Constitucional

Lic. `ngel Col n L pez
Secretario de gobierno

Dr. Francisco Javier Bermœdez Alarc n
Titular de la Coordinaci n Estatal de Protecci n Civil Morelos

Dr. V ctor Manuel Mercado Salcedo
Director TØcnico y de Investigaci n

Lic. Edgar Antonio Mayorga R os
Director de Atenci n de Emergencias y Desastres

Coordinaci n Estatal de Protecci n Civil Morelos
Calle Aurora #28, Fraccionamiento Maravillas, Cuernavaca, Morelos. C.P. 62230

CONTENIDO

DIRECTORIO 1
Contenido 1
Presentaci n 4
Fase I. Marco Te rico 5
1.1 Introducci n, Antecedentes y Objetivo 5
Introducci n 5
Antecedentes 6
Objetivo 6
1.2 Caracterizaci n de los Elementos del Medio Natural 7
Fisiograf a 7
Geomorfolog a 7
Geolog a 8
Edafolog a 10
Hidrolog a 12
Formaci n de Cenotes 13
Cuencas y Subcuencas 13
Clima 14
Uso de Suelo 15
`reas Naturales Protegidas 16
1.3 Caracterizaci n de los Elementos 17
Sociales, Econ micos y DemogrÆficos
DinÆmica DemogrÆfica 17
AnÆlisis Comparativo de la Poblaci n 17
Proyecciones de Poblaci n 17
Distribuci n de la Poblaci n 18
Densidad de Poblaci n 19
Caracter sticas de la Poblaci n 20
Caracter sticas Sociales 20
Porcentaje de Analfabetismo 21
Asistencia Escolar 23
Grado Promedio de Escolaridad 25
Poblaci n con Limitaci n en la Actividad (discapacidad) 27
Poblaci n Ind gena 27
Salud 29
Poblaci n sin Derechohabiencia 29
MØdicos por cada mil Habitantes 30
Tasa de Mortalidad Infantil 31
Pobreza 32
Pobreza por Tipos 32
´ndice de Rezago Social 33
Hacinamiento 35
Marginaci n 36
Caracter sticas de la Vivienda 37
Tipolog a de la Vivienda 37
Viviendas con Piso de Tierra 38
Servicios BÆsicos en la Vivienda (Agua Entubada, Luz, Drenaje) 39
Viviendas sin Servicios de Agua Entubada 39
Viviendas sin Servicios de Drenaje 41
Viviendas sin Servicios de Luz ElØctrica 43
DØficit de Vivienda 44
Caracter sticas Econ micas 45
Empleo e Ingresos 45
Sectores de Ocupaci n y Porcentaje de Ingresos de la PEA 46
Raz n de Dependencia Econ mica 47
Tasa de Desempleo Abierto (TDA) 50
Equipamiento e Infraestructura 51
Fase II. Identificaci n de Amenazas y Peligros ante 66
Fen menos de Origen Natural y AntropogØnico
2.1 Fen menos de Origen Geol gico 66
2.1.1 Vulcanismo 66
2.1.1.1 Campos VolcÆnicos 67
2.1.1.2 Densidad de Estructuras VolcÆnicas 68
2.1.1.3 ´ndice de Juventud 69
2.1.1.3 Ca da de Ceniza 71

2.1.1.4 Trazas 72
2.1.1.5 Ca da de Bal sticos 73
2.1.1.6 Flujos de Lava 75
2.1.1.7 Flujos PiroclÆsticos 79
2.1.1.8 Oleadas PiroclÆsticas 82
2.1.1.9 Avalanchas 86
2.1.1.10 Lahares 95
2.1.2 Sismos 100
2.1.3 Tsunamis 105
2.1.4 Inestabilidad de Ladera 105
2.1.4.1 Susceptibilidad de Ladera 105
Componentes F sicos 106
Componentes Antr picos 106
2.1.4.1 Sismicidad como desencadenante de Inestabilidad y Procesos de Remoci n en Masa 106
2.1.4.2 Precipitaci n como desencadenante de Inestabilidad y Procesos de Remoci n en Masa 106
2.1.5 Flujos 111
2.1.6 Ca dos o Derrumbes 111
2.1.7 Hundimientos 114
2.1.8 Subsidencia 117
2.1.9 Agrietamientos 118
2.2 Fen menos de origen Hidrometeorol gico 120
2.2.1 Ondas CÆlidas y GØlidas 120
2.2.1.1 Temperaturas MÆximas 121
2.2.1.2 Temperaturas M nimas 125
2.2.2 Sequ as 130
2.2.3 Heladas 131
2.2.3.1 Heladas por Advecci n 132
2.2.3.2 Heladas por Convecci n 133
2.2.4 Tormentas de Granizo 134
2.2.5 Tormentas de Nieve 135
2.2.6 Tormentas de Polvo 136
2.2.7 Tormentas ElØctricas 137
2.2.8 Lluvias Extremas 139
2.2.9 Inundaciones 142
Inundaciones Pluviales 143
Direcci n de Flujo 143
Acumulaci n de Flujos 144
Clasificaci n de Corrientes por Orden Shreve 144
Acumulaci n de Flujo ponderado por Orden de escorrent a Shreve 146
Inundaciones Fluviales 147
Hidrograma Unitario 148
Hietogramas de Diseæo de Precipitaciones Proyectadas 151
Hidrogramas de Flujo 152
Preparaci n del Terreno 153
Modelaci n de Flujo dinÆmico HEC RAS 5 154
2.3 Fen menos de origen AntropogØnico o Antr pico 156
2.3.3 Socio-Organizativos 156
2.3.2 Qu mico Tecnol gicos 157
2.3.2.1 Incendios 159
2.3.4 Sanitario-Ecol gicos 160
Fase III. Vulnerabilidad 162
3.1 Vulnerabilidad Social 162
Condiciones Socioecon micas por componentes de Vulnerabilidad 162
Vulnerabilidad Social por TemÆtica 163
Componente Salud 163
Componente Educaci n 164
Componente Vivienda 164
Componente Empleo e Ingresos 165
Componente Poblaci n 166
Calificaci n de las caracter sticas Socioecon micas del Estado de Morelos 166
Distribuci n espacial de la Vulnerabilidad Social por componente Socioecon mico 167
Capacidades de Respuesta y Prevenci n 170
Obtenci n del Grado de Vulnerabilidad Social 173
3.2 Vulnerabilidad F sica 174
Susceptibilidad por Exposici n 174
Susceptibilidad del Material de la Vivienda 176
Obtenci n del Grado de Vulnerabilidad F sica 177

3.3 Vulnerabilidad Global 178
Fase IV. Riesgo / Exposici n 179
4.1 Riesgo Exposici n 179
4.1.2 Riesgos ante Fen menos Geol gicos 179
Vulcanismo 180
Sismos 181
Inestabilidad de Ladera 181
Ca dos o Derrumbes 183
Hundimientos 184
Agrietamientos 186
4.1.3 Riesgos ante Fen menos Hidrometeorol gicos 187
Ondas CÆlidas y GØlidas 187
Temperaturas MÆximas 187
Temperaturas M nimas 188
Sequ as 189
Heladas 190
Heladas Advectivas 190
Heladas Convectivas 190
Tormentas de Granizo 191
Tormentas de Nieve 191
Tormentas de Polvo 192
Tormentas ElØctricas 192
Lluvias Extremas 193
Inundaciones 194
Inundaci n Pluvial 194
Inundaci n Fluvial 195
Fase V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones 197
5.1 Planteamiento de Propuestas 197
Uso de Contrapesos 198
Bermas Bajas o Contrabermas 198
Estructuras de Contenci n 199
Drenaje y Subdrenaje 200
La Bioingenier a y la Vegetaci n 200
Manejo de Aguas Superficiales 201
Manejo de Aguas SubterrÆneas 201
Construcci n de Obras de Captaci n, Conducci n y Suministro de Aguas 202
Obras de manejo de Aguas Subsuperficiales y SubterrÆneas 202
Sistemas de Correcci n Torrencial y de Control de Procesos Erosivos en Cauces 202
5.2 Priorizaci n de Estudios, Obras y Acciones 203
Anexos 205
Bibliograf a 205
Fichas de Trabajo de Campo 209
Glosario de TØrminos 220

PRESENTACI N

Como nos los mostr con inusitada intensidad la naturaleza en septiembre de 2017, requerimos mÆs y mejores instrumentos para la toma de decisiones que salvaguarden vida, integridad y patrimonio de los morelenses. El presente Atlas Estatal de Riesgos y Peligros es la pieza fundamental para lograrlo.

Esta actualizaci n contribuye a hacer frente a las afectaciones que nuestro medio ambi - ente sufre por el cambio climÆtico, as como la eventual manifestaci n de fen menos geol gicos que pueden afectar a nuestro territorio, con el consecuente riesgo a la poblaci n, sus bienes y su entorno; da cabal cumplimiento a lo que mandata la Ley General de Protecci n Civil, en su reciente modificaci n de fecha 19 de Enero de 2018: Art culo 83 El Gobierno Federal, con la participaci n de las entidades federativas y el Gobierno del Distrito Federal, promoverÆ la creaci n de las bases que permitan la identificaci n y registro en los Atlas Nacional, Estatales y Municipales de Riesgos de las zonas en el pa s con riesgo para la poblaci n, el patrimonio pœblico y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificaci n de asentamientos

El sistema integra todos los mapas municipales de peligro, exposici n, vulnerabilidad y riesgo, clasificados, segœn el tema, para su visualizaci n y anÆlisis. Ello facilitarÆ la consulta de los fen menos que se generan dentro de nuestra entidad. Se han incluido nuevos estudios que toman en cuenta que nuestra entidad, a partir del 19S, se encuen - tra catalogada como de riesgo alto por sismicidad. Dicho sismo, con epicentro a 12 km del sureste de Axochiapan, demostr que Morelos es altamente susceptible a presentar afectaciones por sismos con epicentros locales, por eso incorporamos en este nuevo Atlas, variables como capas de riesgo, de vulnerabilidad y aceleramiento s smico.

Esta base de datos brinda informaci n a nivel municipal y estatal, permite identificar los fen menos que provocan mayor nœmero de emergencias, desastres y contingencias debido a diversos agentes perturbadores. El Gobierno del Estado de Morelos, brinda informaci n a los municipios a travØs de un acceso individual para cada sistema munici- pal de Protecci n Civil.

Nuestro compromiso con los morelenses ha sido privilegiar a las poblaciones mÆs vulnerables, promover la cultura de la prevenci n y crear conciencia acerca del valor de la autoprotecci n. El presente Atlas confirma nuestra convicci n: la participaci n ciuda - dana es la forma mÆs eficiente para disminuir los riesgos a la poblaci n y lograr el objeti - vo de propiciar comunidades mÆs resilientes en Morelos, con la ayuda de todos.

Graco Ram rez
Gobernador de Morelos

FASE I

Marco Teor co

I.I Introducci n, Antecedentes y Objetivo

Introducci n

Los seres humanos habitamos un planeta sumamente dinÆmico, en Øl, se producen permanentemente diversos fen menos naturales, es decir, diversos procesos complejos de transformaci n del medio ambiente natural que cambian constantemente el entorno en el que vivimos y nos desarrollamos. Tales fen menos son imprescindibles y funda - mentales para la conformaci n de las condiciones que han dado origen y mantienen en equilibrio a toda la vida, en general, y a la de nuestra, en particular.

As , por ejemplo, los fen menos naturales hidrometeorol gicos, son los causantes de la regulaci n del clima y de la distribuci n y saneamiento del agua del planeta, nuestro recurso mÆs valioso. Los fen menos geol gicos, como las erupciones volcÆnicas y los sismos, ademÆs de necesarios para liberar la gran cantidad de energ a que se genera en las capas internas del planeta, son los causantes de la formaci n de las cadenas montaæosas en cuyas partes mÆs elevadas se han formado las corrientes de los r os a orillas de los cuales se han desarrollado las primeras grandes civilizaciones humanas.

Sin embargo, estos fen menos, tan necesarios como inevitables, muchas veces, por su magnitud, ubicaci n o duraci n, son capaces de afectar enormemente la vida de las personas, comunidades y sociedades, si tales afectaciones resultan en graves conse cuencias para el desarrollo o mantenimiento de la vida de los miembros de las comuni- dades humanas se les suele denominar catÆstrofes naturales.

Los fen menos naturales son inevitables y necesarios, pero las catÆstrofes derivadas de ellas muchas veces pueden ser mitigadas, contenidas o prevenidas, si los diferentes rganos de direcci n de la sociedad (ciudadanos, gobiernos, autoridades) se preparan.

Es en este sentido en el cuÆl se destaca el estudio del riesgo y vulnerabilidad social.

Aunque los seres humanos no seamos capaces de evitar los fen menos naturales (muchas veces no ser a ni quiera deseable que los evitÆramos) s somos muchas veces capaces de prevenir que se conviertan en catÆstrofes, para ello, no hay mejor herramien ta que la presente, en donde se presentan los resultados de un estudio, con los mÆs altos estÆndares tØcnicos y cient ficos, sobre los riesgos que los fen menos naturales pueden representar en el estado de Morelos y sobre las condiciones de vulnerabilidad en los que podr a encontrarse la poblaci n en caso de alguna eventualidad natural que pudiera convertirse en catÆstrofe. En otras palabras, el presente Atlas de peligros y riesgos del estado de Morelos es una herramienta fundamental para lograr la Gesti n Integral del Riego (GIR).

La Gesti n Integral del Riesgo (GIR) se define en la Ley General de Protecci n Civil (art culo 2 secci n XVII) como el conjunto de acciones encaminadas a la identificaci n, anÆlisis, evaluaci n, control y reducci n de los riesgos, considerÆndolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcci n, que involucra a los tres niveles de gobierno, as como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realizaci n de acciones dirigidas a la creaci n e implementaci n de pol ticas pœblicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resist encia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificaci n de los riesgos y/o su proceso de formaci n, previsi n, prevenci n, mitigaci n, preparaci n, auxilio, recuperaci n y reconstrucci n. (LGPC, 2014).

La Gesti n Integral del Riesgo tiene seis fases:

1. Prevenci n: La serie de medidas que se toman antes de que ocurran los fen meno que podr an suponer un peligro para evitar que la poblaci n sea afectada en su integridad f sica, patrimonial o ambiental.
2. Mitigaci n: son las acciones que se realizan para suavizar el impacto de los desastres naturales asumiendo que en algunas ocasiones no serÆ posible evitarlos.
3. Preparaci n: son las previsiones tomadas para asegurar la disponibilidad de los recursos y la efectividad de los procedimientos ante una situaci n de emergencia.
4. Atenci n de emergencias: son las medidas que se toman respondiendo a la ocurrencia de adversidades para proteger a la poblaci n y su patrimonio y al medio ambiente.
5. Rehabilitaci n: es el restablecimiento, con la mayor premura posible, de los servicios bÆsicos e infraestructura en las zonas afectadas por eventos adversos.
6 Recuperaci n: es el esfuerzo consciente por restablecer las actividades econ micas y la vida social de las comunidades afectadas por algœn desastre en condiciones de mayor seguridad y menos vulnerabilidad que antes.

En s ntesis, la GIR es un proceso coordinado entre varias instituciones para reducir, prevenir, responder y apoyar la rehabilitaci n y recuperaci n frente a eventuales emer - gencias y desastres (SINAE, 2012) que debe su implementaci n al Sistema Nacional de Protecci n Civil (SINAPROAC), instituci n nacida a ra z del sismo del 19 de septiembre de 1985 en la Ciudad de MØxico.

El SENAPROAC a travØs de los diversos mecanismos de protecci n civil en general, y de la GIR en particular, se ha convertido en una instituci n que pone a salvo miles de vidas a lo largo y ancho del territorio nacional.

El 28 de mayo de 2013, por primera vez en la historia el presidente Enrique Peæa Nieto instal el Consejo Nacional de Protecci n Civil, rgano de consulta y coordinaci n que fomenta la participaci n del Gobierno y los diversos sectores de la sociedad para hacer mÆs fuertes y eficiente los beneficios del SINAPROAC, principalmente en la prevenci n de los desastres a travØs de la GIR. En este sentido se priorizan las acciones de prevenci n en lugar de las de reacci n ante la incidencia de fen menos naturales poten - cialmente catastr ficos.
Es con este marco nacional como referencia que el Estado de Morelos, con fundamento en el art culo 121 de la ley Estatal de Protecci n Civil, expedida por la LIII Legislatura del Estado (publicada el 16 de enero del 2018 en el Per odo Oficial 5569 Tierra y Libertad) publica el presente Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos que, es impor - tante mencionar, estÆ elaborado, cumpliendo el ordenamiento de la ley estatal en su art culo 106, conforme a los mÆs altos estÆndares metodol gicos y cient ficos indicados por el SINAPROAC, la Secretar a de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED).
En tØrminos generales, los Atlas de riesgos son sistemas que recœnen informaci n sobre los fen menos naturales que pueden perturbar la seguridad de los habitantes de una comunidad y su entorno. En espec fico, el presente Atlas de riesgos es una compilaci n de informaci n geogrÆfica que muestra la interacci n de los fen menos naturales del Estado de Morelos con la vulnerabilidad social y la capacidad de gesti n de la entidad, con ello, se constituye una valiosa herramienta para identificar las zonas mÆs suscepti bles a las amenazas naturales espec ficas.

Antecedentes

Todos los aæos el Estado de Morelos es afectado por fen menos naturales diversos que ponen en riesgo las condiciones de vida y el patrimonio de la poblaci n. En los œltimos aæos los fen menos hidrometeorol gicos y geol gicos, espec ficamente las inunda - ciones, sequias y sismos han causado estragos recurrentes en diversas zonas del estado, afectando grave o muy gravemente a la poblaci n civil.
Por una parte, en lo referente a los fen menos hidrometeorol gicos podemos poner como ejemplo que, en 2014, la Secretar a de Gobernaci n declar como zona de desas - tre natural los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Tlaquiltenango y Jojutla en el estado de Morelos que fueron golpeados fuertemente por las lluvias e inundaciones (entre el 13 y el 16 de septiembre) provocadas por el huracÆn Ingrid y la tormenta tropical Manuel. (NOTIMEX, 2013).
TambiØn, en el 2015, la Secretaria de Agricultura declar zona de desastre en el sector agropecuario de 23 de los 33 municipios de Morelos debido a la tremenda sequ a que de junio a octubre se present en la regi n afectando a los cultivos de sorgo, ma z, amaranto y avena. El desastre natural aquella vez provoc un desastre econ mico entre los campesinos afectados que bloquearon la autopista del Sol el nueve de noviembre de 2015 por once horas para exigir al gobierno estatal y federal apoyos por mÆs de 150 millones de pesos para enfren- tar los daæos provocados por la sequ a. (Miranda, 2015).
Por otra parte, la sismicidad en el estado de Morelos ha sido siempre una constante. El Servicio Sismol gico Nacional (SSN) reporta que en el œltimo siglo se han registrado mil noventa y nueve movimientos telœricos entre los estados de Puebla y Morelos. El pasado 19 de septiembre de 2017, se registr un sismo de magnitud 7.1 con epicentro en el sureste de Axochiapan en Morelos, el mÆs intenso y catastr fico en dØcadas. (RAP, 2017).
Los daæos reportados en el estado van desde la pØrdida irreparable de 74 vidas humanas, hasta la afectaci n de mÆs de 10 mil viviendas en 17 municipios, entre los cuales Jojutla y sus alrededores (Tlaquiltenago, Altavista, Pedro Amaro, Unidad Morelos) fueron los mÆs afectados por los derrumbes. (RM, 2018).
El terremoto fue uno de los peores desastres naturales de la historia de Morelos por lo cual la federaci n, a travØs de la Coordinaci n Nacional de Protecci n Civil, declar zona de desastre a los municipios de Amacuzac, Atlatlahucan, Axochiapan, Ayala, CoatlÆn del R o, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jantetelco, Jiutepec, Jojutla, Jonacatepec, Mazatepec, MiacatlÆn, Ocuituco, Puente de Ixtla, Temixco, Temoac, Tepalcingo, TepoztlÆn, Tetecala, Tetela del VolcÆn, Tlalnepantla, TlaltizapÆn, Tlaquiltenan go, Tlayacapan, Totolapan, Xochitepec, Yautepec, Yecapixtla, Zacatepec y Zacualpan en el estado. (DOF, 2017).
Aunado a lo anterior y tambiØn en lo referente a fen menos geol gicos el Estado de Morelos tiene zonas en el Ærea de influencia del PopocatØpetl, por lo que es susceptible a daæos ocasionados por cenizas de las manifestaciones volcÆnicas.

Objetivo

El objetivo principal del presente Atlas de riegos es diagnosticar e identificar los peligros y vulnerabilidades del territorio estatal a travØs de la utilizaci n de criterios estandariza - dos que faciliten la implementaci n de las diversas operaciones de prevenci n, dismi - nuci n y mitigaci n de desastres naturales a travØs de la ejecuci n de las acciones presu - puestales pertinentes para que el territorio del estado de Morelos sea habitable y se desarrolle de una forma segura.

Los objetivos secundarios de este Atlas, en relaci n a la gesti n del riesgo y el desarrollo territorial de Morelos son los siguientes:

1. Auxiliar en el diseæo de las pol ticas pœblicas para el Ordenamiento territorial del estado.
2. Asegurar la observancia y cumplimiento del marco legal nacional y estatal referido a la GIR.
3. Facilitar las declaratorias de desastres y emergencias en el estado de Morelos.
4. Orientar la inversi n pœblica y privada estatal para que estØ en consonancia con la GIR.

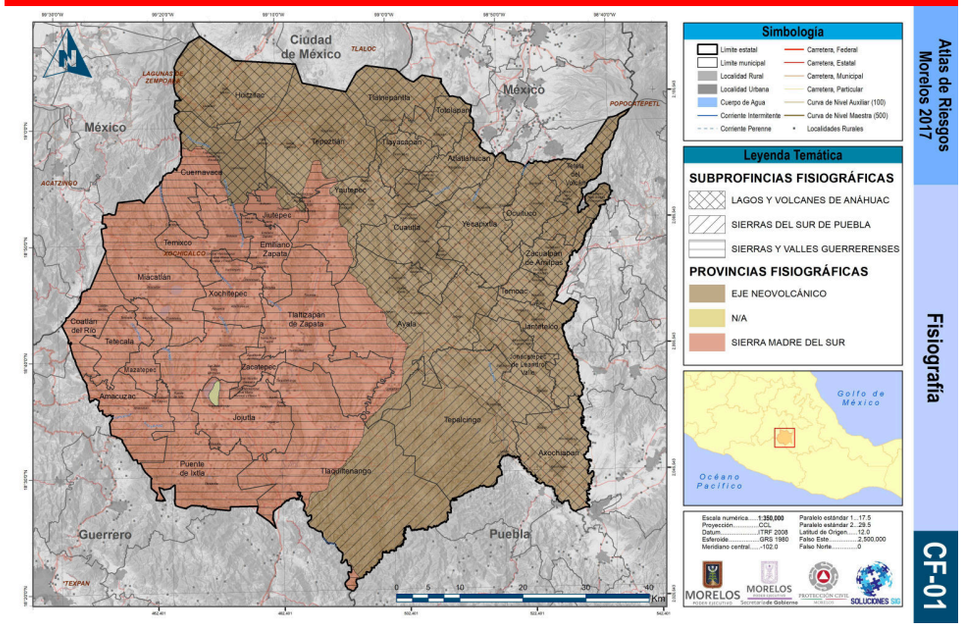
En esta secci n se identifica y describe el conjunto de elementos que conforman el medio f sico natural, con el prop sito de recopilar, incorporar y representar una base de datos e informaci n territorial que contribuirÆ al posterior anÆlisis conjunto de peligros y al estudio de las relaciones sistØmicas naturales. Este apartado ofrece una introducci n a la caracterizaci n del contexto natural en el que se encuentra el estado.

Fisiograf a

La fisiograf a define la estructura y morfolog a del relieve de una determinada regi n; Østas se determinan a partir del anÆlisis integral de la informaci n topogrÆfica, geol gica e hidrol gica, formando unidades relativamente homogØneas llamadas provincias. El territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiogrÆficas, las cuales a su vez se subdivi den en 86 subprovincias, producto del anÆlisis a diferentes escalas.

Desde el punto de vista fisiogrÆfico, el territorio estatal se asienta sobre la provincia del Eje NeovolcÆnico (particularmente a la vertiente que se vincula con la depresi n del Balsas), una cordillera volcÆnica que atraviesa el pa s con direcci n Este-Oeste y que se conforma de un sistema de estructuras de reciente gØnesis; tambiØn pertenece a la provincia fisiogrÆfica Sierra Madre del Sur, la cual es una cadena montaæosa que corre paralela a la costa del OcØano Pac fico y al Eje NeovolcÆnico; ambas provincias estÆn separadas por la depresi n del R o Balsas.

MAPA 1. Fisiograf a



Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Geomorfolog a

El anÆlisis de los sistemas geomorfol gicos permite caracterizar al territorio estatal en cuanto a la conformaci n del relieve, utilizando la informaci n de las topoformas existentes. La distribuci n de los relieves iniciales y secuenciales pone de manifiesto las caracter sticas del suelo, clima, roca y vegetaci n, e incluso la distribuci n de los asentamientos humanos.

La clasificaci n geomorfol gica contempla los tipos de relieve en funci n de su origen geol gico y su composici n petrol gica y estructural; ademÆs, toma en cuenta la config - uraci n de la superficie, la altimetr a (topograf a) y la naturaleza de los procesos erosivos que determinan el paisaje.

El territorio que comprende el estado de Morelos se encuentra distribuido sobre 5 sistemas de topoformas:
a) Sierras: las zonas centro, centro-norte y centro-sur estÆn conformadas por sierras; en la parte norte se encuentra altitudes superiores a 3,000 msnm. Los cerros y serran as presentes en el estado de Morelos muestran una topograf a madura, casi desprovista de terrenos llanos. Las serran as formadas por caliza muestran generalmente un aspecto redondeado, pero las formadas por lutita, rocas volcÆnicas o rocas clÆsticas tienen una apariencia mÆs angular; abarcan el 37.2% del territorio morelense.

b) Llanuras: las corrientes basÆlticas que inundaron el valle situado al oriente de Cuernavaca llegaron hasta el r o Amacuzac, pasaron por Jojutla y prosiguieron por el caæ n del r o; de la misma manera, dichas corrientes recorrieron al valle seguido por el r o Yautepec; como resultado, se originaron amplias llanuras que fueron ampliadas por los aluviones de los valles afluentes; estas topoformas contienen las tierras mÆs ricas y con mayor producci n agr cola en todo el estado; abarcan una superficie que corre - sponde al 24.3% estatal.

c) Lomer os: los lomer os del territorio funcionan como topoformas de transici n entre el relieve de mesetas y llanuras con la serran as ubicadas al norte del estado; abarcan un 20.13% del territorio estatal, con pendientes poco inclinadas, sin zonas con escarpes abruptos.

d) Mesetas: La parte occidental en su mayor a son sierras en forma de mesetas, separa das por lomer os y valles; en Østa zona se encuentra el Lago de Tequesquitengo; abarca un 13.9% del territorio estatal.

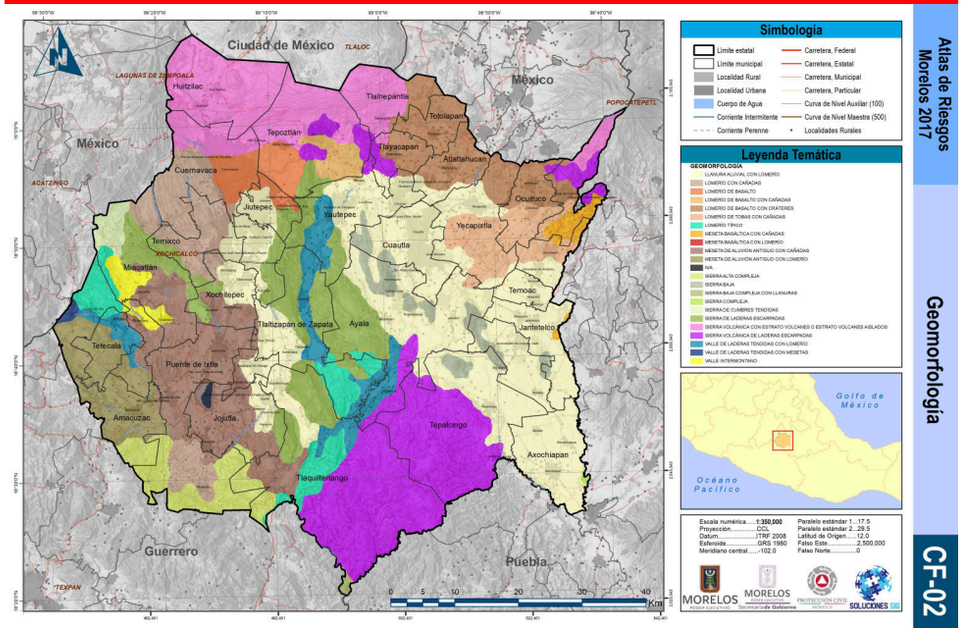
e) Valles: los valles principales de toda la regi n estÆn orientados por lo general entre norte y noroeste, separando las sierras de las mesetas y lomer os; abarcan un 4.45% del territorio estatal.

Tabla 1 Cobertura de Topoformas en el Estado de Morelos

Topoformas	`rea (ha)	`rea (&)
Sierra	181163.93	37.2
Llanura	118336.9	24.3
Lomer os	98021.26	20.13
Meseta	67716.38	13.9
Valle	21699.11	4.45

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

MAPA 2. Geomorfolog a



Atlas de Riesgos Morelos 2017 | Geomorfología | CF-02

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Geolog a

En ese apartado se ponen de manifiesto el sustrato litol gico presente en el estado, los agentes formadores del relieve y la secci n geol gica a la que pertenece el territorio de Morelos. El anÆlisis geol gico determina de manera definitiva el proceso de orogØnesis e identifica eventos importantes en la historia geol gica del estado. En el apartado de Peligros, las condiciones presentadas en esta secci n son de gran ayuda para establecer grados de susceptibilidad frente a fen menos de origen geol gico como primer insumo del anÆlisis de riesgos.

La porci n sur, de carÆcter marino-continental, se integra en general por sedimentos marinos cretÆcicos, dep sitos continentales y rocas volcÆnicas cenozoicas, mientras que la porci n norte del estado de Morelos, de tipo gneo-extrusivo, estÆ constituida en su mayor parte por rocas extrusivas del Cenozoico al Holoceno. Esto conforma dos grandes cuerpos litoestratigrÆficos llamados Plataforma Morelos-Guerrero y Eje VolcÆni co Transmexicano respectivamente, subdivididos por sus correspondientes grupos y unidades geol gicas.

La Plataforma Morelos-Guerrero estÆ formada por dep sitos marinos esencialmente carbonatados del CretÆcico con una cobertura continental del Terciario. La secuencia de rocas que constituyen a la plataforma son las formaciones Xochicalco, Morelos, Cuautla y Mexcala, ademÆs de una cubierta de rocas continentales. La formaci n Xochicalco data del Albiano-Cenomaniano; consiste en paquetes de calizas con espesores variables y planos de estratificaci n bien definidos; las rocas que la componen son arenisca, limolita y lutita calcÆrea. La formaci n Morelos estÆ compuesta por una interestratificaci n de capas de caliza y caliza dolom tica; su espesor es variable debido a que fue depositada sobre una superficie irregular (900 m aprox.) en la parte central del estado de Morelos. El contacto superior de la formaci n es discordante con la formaci n Cuautla. La formaci n Cuautla se compone de un conglomerado basal y tres facies calcÆreas que se suceden de manera gradual, sugiriendo ambientes de dep sito diferentes. La primera de ellas muestra calizas con estratificaci n media a gruesa, lo cual indica un dep sito de plataforma carbonatada; la segunda es una secuencia de caliza laminada delgada, sugiriendo un dep sito de cuenca carbonatada; y la tercera se compone de capas delgadas de caliza clÆstica, indicando dep sito de cuenca pr xima a la l nea de costa. La œltima de estas secuencias es la formaci n Mexcala, compuestas por capas interestratificadas de arenisca, limolita y lutita; presenta una deformaci n debida a procesos tect nicos regionales, formando pliegues y fallas inversas.

Sobre la Plataforma Morelos-Guerrero existe una amplia cobertura de dep sitos continentales de origen sedimentario y volcÆnico que cubren las formaciones antes mencionadas. El Terciario continental estÆ compuesto de conglomerados con clastos de calizas, rocas volcÆnicas con interestratificaciones de areniscas, lutitas, limolitas, brechas tobÆceas y derrames volcÆnicos. Las rocas de origen gneo continental en la plataforma pueden subdividirse en riolitas, intrusivos y andesitas del Oligoceno.

En la zona norte del estado de Morelos se encuentran los cuerpos intrusivos mÆs antiguos que corresponden a diques mÆficos; al suroeste del estado, se encuentra otro cuerpo intrusivo con rocas de composici n intermedia; en la zona oriente de Morelos se halla el cuerpo volcÆnico de Chalcatzingo, compuesto de andesita porf dica; en la localidad de Tlayca un cuerpo intrusivo de diorita intrusiona a las formaciones Morelos y Cuautla, produciendo una zona con afloramientos de granate y granodiorita. Al sureste del estado aflora una secuencia de rocas extrusivas, compuesta por lavas andes ticas, dac ticas y riol ticas intercaladas con capas de material volcanoclÆstico.

Los dep sitos de rocas relacionados al Eje NeovolcÆnico se pueden subdividir en tres tipos diferentes: rocas volcÆnicas del Mioceno-Plioceno (flujos andes ticos, lahares y arenas), dep sitos continentales del Plioceno (dep sitos clÆsticos, andes ticos, dac ticos y tobas; afloran en la zona correspondiente a las faldas del PopocatØpetl) y los dep sitos de rocas volcÆnicas del Plioceno-Holoceno (lahares y grupos andes ticos).

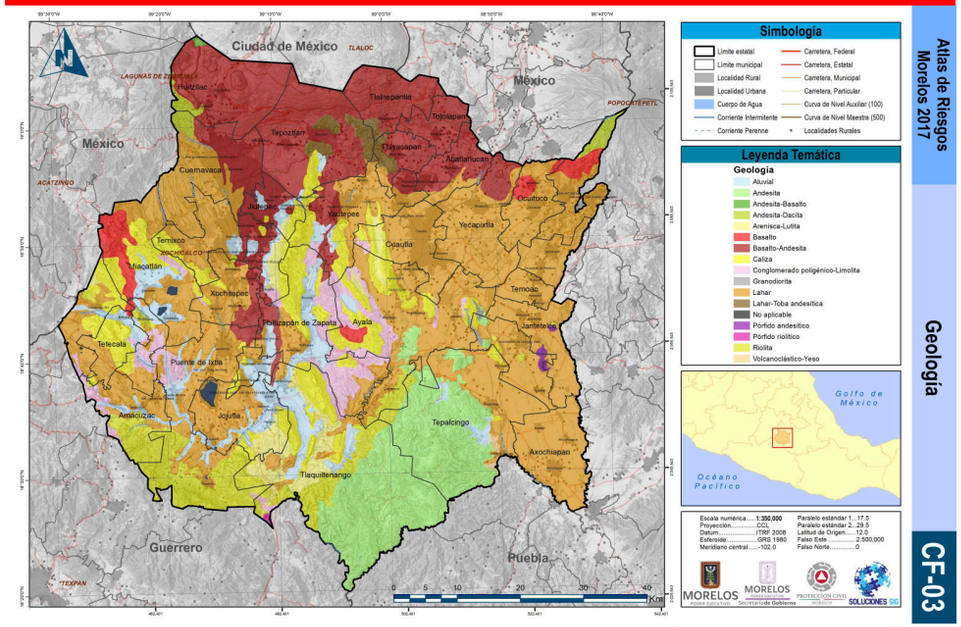
La Sierra del Chichinautzin, compuesta por mÆs de 1 domos, conos volcÆnicos y derrames de lava, presenta una secuencia de corrientes de lava basÆltica a andes tica intercaladas con material volcanoclÆstico; estas rocas corresponden al Pleistoceno tard o-Holoceno y se encuentran cubiertas por material clÆstico reciente, marga y turba (dep sitos aluviales).

Tabla 2 Cobertura de Sustrato Geol gico en el Estado de Morelos

Unidad litol gica	`rea (ha)	`rea (%)
Lahar	194,639.50	39.89
Basalto-Andesita	90,928.62	18.63
Andesita	50,375.47	10.32
Caliza	43,197.70	8.85
Aluvial	30,347.18	6.22
Riolita	27,143.57	5.56
Conglomerado polig nico-Limolita	19,181.27	3.93
Arenisca-Lutita	11,405.35	2.33
Basalto	8,608.16	1.76
Lahar-Toba andes tica	5,038.31	1.03
Andesita-Dacita	3,824.14	0.78
NA	1,122.34	0.23
P rfido andes tico	627.99	0.12
Granodiorita	549.52	0.11
VolcanoclÆstico-Yeso	498.98	0.1
Andesita-Basalto	235.64	0.04
P rfido riol tico	165.75	0.03

Fuente: Servicio Geol gico Mexicano 2013

MAPA 3. Geolog a



Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Edafolog a

La caracterizaci n del sustrato edÆfico del territorio estatal permite enlistar las caracter sticas de los suelos, con el fin de identificar posteriormente zonas con mayor susceptibilidad a procesos erosivos y estructurales. Se analizan los suelos principales y su subtipo con el objeti vo de identificar propiedades f sicas y qu micas, las cuales se califican para definir su grado de vulnerabilidad o susceptibilidad.

El estado de Morelos pertenece a la provincia del Eje NeovolcÆnico, particularmente a la vertiente que se vincula con la depresi n del r o Balsas. Por el emplazamiento de la vertiente ubicada frente al ecuador, se propicia un alto grado de insolaci n; esto origina una mayor variedad y cantidad de suelos con suficiente humedad.

De acuerdo con el sistema de clasificaci n FAO-UNESCO (2007), se localizan 12 unidades de suelos en el estado: andosoles (hœmico, m lico, crico), litosol, phaeozems (calcÆrico, hÆplico, lœvico), regosoles (calcÆrico, d strico, Øutrico), vertisol pØlico, rendzina, luvisol cr-mi co, castaæozems (hÆplico, cÆlcico), cambisol cÆlcico, acrisol hœmico y chernozem cÆlcico.

a) Vertisol pØlico: Los vertisoles son suelos muy arcillosos con alta proporci n de arcillas expandibles; forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayor a de los aæos. El material parental estÆ compuesto de sedimentos que contienen elevada proporci n de arcillas expandibles, o- arcillas expandibles producidas por neoformaci n a partir de meteorizaci n de rocas. Es el suelo que representa la mayor extensi n de la superficie estatal (24.24%).
expandibles producidas por neoformaci n a partir de meteorizaci n de rocas. Es el suelo que representa la mayor extensi n de la superficie estatal (24.24%).

b) Regosol. Los regosoles son suelos minerales muy dØbilmente desarrollados en mate riales no consolidados que no tienen un horizonte m lico o œmbrico, no son muy somer - os ni muy ricos en gravas, arenosos o con materiales flœvicos.
Los regosoles estÆn extendidos en tierras erosionadas, particularmente en Æreas Æridas y semiÆridas; el desarrollo del perfil es m nimo como consecuencia de edad joven y lenta formaci n del suelo.

El regosol de tipo Øutrico (8.6%) tiene una saturaci n con bases (por H4OAc 1 M) de 50% o mÆs en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida; el d strico (0.87%) tiene una satura- ci n con bases (por NH4OAc 1 M) menor de 50% en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endure - cida; y el calcÆrico (0.7%) presenta fuerte efervescencia con HCl 1 M en la mayor parte de la tierra fina (material calcÆrico).

c) Litosol: Los litosoles (7.5% del territorio estatal) son suelos muy someros sobre roca continua, extremadamente gravillosos o pedregosos. El material parental lo componen varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20% (en volumen) de tierra fina. Son un recurso potencial para el pastoreo en estaci n hœmeda y tierra forestal.

d) Rendzina: Este tipo de suelo se caracteriza por ser poco profundo (10-15 cm), sobreyacen directamente al material carbonatado; representa el 9.83% de la superficie estatal.
e) Cambisol cÆlcico: esta categor a combina suelos con formaci n de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformaci n del material parental es evidente por la formaci n de estructura y decoloraci n principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla o remoci n de carbonatos; representa el 1.82% de la superficie estatal.

f) Acrisol hœmico: Los acrisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenØticos (espe- cialmente migraci n de arcilla) que llevan a un horizonte Ærgico en el subsuelo; tienen en determinadas profundidades, baja saturaci n con bases y arcillas de baja actividad. Representa el 1.08% del territorio morelense.

La preservaci n del suelo superficial (materia orgÆnica) y prevenir la erosi n son condi- ciones para cultivar los acrisoles. El de tipo hœmico tiene contenido de carbono orgÆnico en la fracci n tierra fina como promedio ponderado.

g) Chernozem cÆlcico: Es un suelo negro, rico en materia orgÆnica (del ruso chernij, negro; y zemlja, tierra). El material parental estÆ compuesto principalmente de sedimen- tos e licos

retrabajados; se ubica en regiones con un clima continental con inviernos fr os y veranos calientes, en planicies llanas a onduladas con vegetaci n de pastos altos; el desarrollo del perfil consiste en un horizonte superficial m lico pardo oscuro a negro, con carbonatos secundarios o un horizonte cÆlcico en el subsuelo; representa el 0.39% del territorio estatal.

h) Phaeozem (Feozem): el tØrmino feozem deriva del vocablo griego phaios (oscuro) y del ruso zemlja (tierra), haciendo alusi n al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgÆnica. El material parental lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los dep sitos glaciares y el loess con predominio de los de carÆcter bÆsico.

Se asocian a regiones con un clima suficientemente hœmedo para que exista lavado pero con una estaci n seca; el clima puede ir de cÆlido a fr o y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetaci n de mator - ral tipo estepa o de bosque.

El feozem lœvico (3.45%), tiene un horizonte subsuperficial rico en material arcilloso (textura fina); en el de tipo hÆplico (17.88%) no aplican otros calificadores asociados o integrados; y el de tipo calcÆrico (6.2%) presenta un subhorizonte asociado a material carbonatado.

i) Luvisol cr mico: suelos que presentan mayor contenido de arcillas de alta actividad y una alta saturaci n con base a la profundidad; su nombre proviene del lat n luere (lavar); el material parental lo compone una amplia variedad de materiales no consolidados, como dep sitos e licos, aluviales y coluviales; se ubica en tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cÆlidas, con estaci n seca y hœmeda marcadas. El de tipo cr mico (0.03%, el menor porcentaje del estado) presenta dep sitos coluviales de meteor - izaci n de calizas, ademÆs de un color rojizo.

j) Andosol: es un suelo caracter stico de zonas volcÆnicas; su nombre deriva de los vocablos japoneses an (negro) y do (suelo); el material parental lo constituyen fundamentalmente cenizas volcÆnicas, pero tambiØn pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de origen volcÆnico. Se encuentran en Æreas onduladas a montaæosas de las regiones hœmedas, desde el Ærtico al tr pico, bajo un amplio rango de formaciones vegetales.

El perfil es de tipo AC o ABC. La rÆpida alteraci n de los materiales volcÆnicos porosos, provoca una acumulaci n de complejos organometÆlicos estables con una elevada relaci n cati n/ani n; estos suelos se cultivan de forma intensiva, con una gran variedad de plantas. El andosol de tipo hœmico (9.19%) presenta contenido de carbonato orgÆnico en la fracci n tierra fina; el m lico (0.67%; del lat n mollis, blando) presenta un subhorizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturaci n de bases y moderado a alto conteni - do de materia orgÆnica; el de tipo crico (1.94%) se vuelve mÆs oscuro por humedecimien to, tiene un contenido de carbono orgÆnico menor de 0.4%.

k) Castaæozem: son suelos pardos oscuros, ricos en materia orgÆnica; su nombre proviene del lat n castanea y ruso kashtan (castaæa), y zemlja (tierra); estÆ compuesto de un rango amplio de materiales no consolidados; es comœn encontrarlos en ambientes secos y continentales, con inviernos relativamente fr os y veranos cÆlidos. El perfil del castaæozem cÆlcico tiene alto contenido de carbonatos secundarios o un horizonte cÆlcico en el subsuelo, en algunos casos con yeso secundario.

Son suelos potencialmente ricos; la falta peri dica de humedad es el obstÆculo principal para alcanzar altos rindes. El riego es necesario casi siempre para altos rendimientos (hÆplico 1.34%, cÆlcico 3.79%).

La erosi n e lica adquiere importancia en las Æreas desprovistas de vegetaci n. Su poder erosivo crece a medida que se incrementa la velocidad del viento en la Øpoca de secas, en particular durante febrero, marzo y abril.
La erosi n fluvial se manifiesta en las cabeceras de las cuencas hidrogrÆficas, sobre pendientes deforestadas, surcos agr colas descuidados y terraplenes de v as de comunicaci n no protegidas, donde se concentra agua en la temporada de lluvias.

Tabla 3 Cobertura de Suelo en el Estado de Morelos

Tipo	Subtipo	`rea (ha)	`rea (%)
Vertisol	PØlico	118,265.38	24.24
Feozem	HÆplico	87,237.81	17.88
Rendzina	NA	48,005.07	9.83
Andosol	Hœmico	44,840.17	9.19
Regosol	utrico	41,993.80	8.6
Litosol	NA	34,927.31	7.15
Feozem	CalcÆrico	30,253.99	6.2
Castaæozem	CÆlcico	18,537.95	3.79
Feozem	Lœvico	16,857.58	3.45
Andosol	crico	9,482.11	1.94
Cambisol	CalcÆrico	8,901.53	1.82
Castaæozem	HÆplico	6.557	1.34
Acrisol	Hœmico	5,314.33	1.08
Regosol	D strico	4,248.06	0.87
NA	NA	3,691.94	0.75
Regosol	CalcÆrico	3,438.32	0.7
Andosol	M lico	3,282.05	0.67
Chernozem	CalcÆrico	1,905.40	0.39
Luvisol	Cr mico	149.7	0.03

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:250,000

MAPA 4. Edafolog a

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:250,000

Hidrolog a

Este apartado tiene por objetivo analizar la situaci n de los cuerpos de agua dentro del estado, con el fin de identificar las escorrent as por su condici n y categor a en escalas de intensidad; tambiØn se examinan los acu feros explotados actualmente en el estado, para hacer un estudio de la disponibilidad de acu feros.

Las principales corrientes en la entidad son los r os Amacuzac, Cuautla, Yautepec, Apatlaco, Tembembe, Chalma, Salado, El Sabino-Colotepec, Tejaltepec, Tepalcingo, Grande y Agua Dulce. TambiØn cuenta con cuatro cuerpos lagunares, los cuales son: Lago de Tequesquitengo, Laguna el Rodeo, Laguna de Coatetelco y el complejo de Lagunas de Zempoala.

Gran parte de la regi n desagua en el r o Amacuzac, cuyos principales afluentes nacen en los terrenos altos que forman los arcos sureæos de la Zona NeovolcÆnica y se extienden desde el Nevado de Toluca hasta el PopocatØpetl. Al sur de Jojutla y Zacatep - ec, el Amacuzac vira hacia el sur y llega a ser uno de los principales afluentes del Balsas.

El r o Yautepec estÆ ubicado al sur del estado; nace en ItzamatitlÆn y despuØs de un largo recorrido, se une con el r o Amacuzac; el nacimiento de este r o se da en un manantial de aguas cristalinas que se conoce como Poza Azul. Entre los arroyos de caudal permanente mÆs importantes estÆ el de Atongo, el de la Barranca del Esconde, el de Huasosoyucan y La Villa. TambiØn existen ramales intermitentes como el Ignacio Bastida, el ItzamatitlÆn y la Barranca del Bosque, de aguas fr as potables, ademÆs del manantial de aguas sulfurosas de Oaxtepec. Existen tres bordos, y 34 pozos para extrac- ci n de agua, que llegan hasta la comunidad de Bonifacio Garc a.

MAPA 5. Hidrograf a

Fuente: INEGI, SIATL,1:50,000

MAPA 6. Hidrogeolog a

Fuente: Instituto de GeografÆf a, 2007

Formaci n de Cenotes

Algunas formas cÆrsticas se han desarrollado en zonas donde abunda el terreno calizo; algunas de las formas mÆs grandes son poljes desarrollados por disoluci n de las rocas carbonatadas adyacentes; el mayor de ellos es el lago Tequesquitengo; otros poljes ocupados por lagos son El Rodeo, Coatetelco y Tuxpan. Otros poljes no ocupados por lagos se encuentran en las Æreas aluviales situadas cerca de Cuautitla, al poniente de Alpuyeca, al sur de Xochitepec, al poniente y al norte de Puente de4 Ixtla y al oriente de Tlaltizapan. A dos kil metros de Tilzapotla, se encuentran 4 dolinas; los poljes y las dolinas se formaron en tiempos posteriores al Pleistoceno.

La disoluci n de la caliza ha causado en muchos lugares el derrumbe de flancos calcÆreos con elevada pendiente, as como la formaci n de r os subterrÆneos, como el ChontalcoatlÆn y el San Jer nimo.

Cuencas y Subcuencas

Morelos se ubica en la Regi n Hidrol gica No. 18 Balsas, que se subdivide en 3 subregiones: Alto, Medio y Bajo Balsas. El estado se ubica en la subregi n Alto Balsas y a nivel de cuencas, queda comprendida la mayor parte de su territorio en la cuenca del r o Amacuzac, mientras que el resto se encuentra en la cuenca del r o Nexapa, con superficies de 4,121 km† y 880 km†, respectivamente. La subcuenca mÆs grande del estado es la del r o Yautepec, con 1,249 km†, que representa el 25.19% de la superficie territorial.

Tabla 4 Cuencas y Subcuencas que forman parte del `rea de Captaci n de las Escorrent as

Clave Subcuenca	Regi n hidrol gica	Cuenca	Subcuenca	`rea (ha)	Tipo	Drenaje
RH18Fc	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o Yautepec	122,258.87	Abierta	RH18
RH18Fb	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o Cuautla	101,300.05	Abierta	RH18
RH18Fd	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o Apatlaco	66,006.54	Abierta	RH18
RH18Ae	Balsas	R o Atoyac	R o Nexapa	64,461.09	Abierta	RH18
RH18Fa	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o Bajo Amacuzac	48,096.87	Abierta	RH18
RH18Fe	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o CoatlÆn	47,735.67	Abierta	RH18
RH18Ff	Balsas	R o Grande de Amacuzac	R o Alto Amacuzac	34,905.51	Abierta	RH18
RH18Fg	Balsas	R o Grande de Amacuzac	Lago Tequesquitengo	2,842.24	Cerrada	RH18
RH18Bg	Balsas	R o Balsas-Mexcala	R o Tepecuacuilco	213.5	Abierta	RH18
RH26Dp	PÆnuco	R o Moctezuma	Lagos Texcoco y Zumpango	69.2	Cerrada	RH26

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

MAPA 7. Cuencas y Subcuencas

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Tabla 5 Tipos de clima en el estado de Morelos

Tipo	`rea (ha)	`rea (%)
CÆlido subhœmedo	332524.03	68.15
SemicÆlido subhœmedo	91997.95	18.85
Templado subhœmedo	47348.88	9.7
Fr o	10942.03	2.24
Semifr o subhœmedo	5076.72	1.04

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Clima

En el estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climÆticos: cÆlido subhœmedo, semicÆlido subhœmedo, templado subhœmedo, semifr o subhœmedo y fr o.
El clima cÆlido subhœmedo abarca aproximadamente el 68% de la superficie de More los; se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22 C, con lluvias en verano y una precipitaci n del mes mÆs seco menor de 60 mm; en este tipo de clima se presenta vegetaci n de selva baja caducifolia.

La zona correspondiente al clima semicÆlido subhœmedo se localiza en una franja hacia el norte del estado y comprende aproximadamente un 18% de su superficie. Presenta una temperatura media anual entre 18 y 22 C con lluvias en verano, una precipitaci n media anual de 800 a 1,500 mm; la precipitaci n mÆxima ocurre en junio, siendo febrero y diciembre los de menor precipitaci n.

La zona con clima templado subhœmedo cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se localiza en los municipios del norte como Huitzilac, Tlalnepantla, Totolap - an, Tetela del VolcÆn y parte de Cuernavaca, TepoztlÆn, Ocuituco, Tlayacapan y Miacat lÆn; Østos se encuentran entre 1,600 y 1,800 msnm, con temperaturas medias anuales de 10 C a 15 C y con una precipitaci n de 1,200 a 1,500 mm anuales. En Morelos, los bosques mixtos de pino y encino se desarrollan en este tipo de clima.

El clima semifr o subhœmedo se localiza en pequeæas zonas de la entidad, en los l mites con el Distrito Federal, Estado de MØxico y Puebla; cubre solamente una superficie estatal aproximada del 2%; en esta zona se distribuyen los bosques de con feras y praderas de alta montaæa, en particular bosque de pinus y abies.

La zona de clima fr o se presenta en las partes altas del PopocatØpetl que le corresponden a la entidad. Se caracteriza por tener una temperatura media anual menor de 5 C y con alta incidencia de heladas; le corresponde una vegetaci n dominante de zacatonal y pradera alpina; representa el 1% de los climas de estado.

De acuerdo con los registros hist ricos de precipitaci n acumulada mensual de la Direc - ci n TØcnica del Organismo de Cuenca Balsas, la precipitaci n media anual de los œltimos 30 aæos en la entidad es de 1,009.9 mm, que supera en aproximadamente un 30.1% a la media anual del pa s, que es de 771.8 mm. Los periodos de lluvia estÆn comprendidos entre los meses de junio a septiembre, por lo cual en el estado llueve intensamente en per odos cortos de tiempo, causando algunas lluvias torrenciales.

Los rangos de precipitaci n media anual en Morelos se concentran en un promedio de los 800 a 1,200 mm. Las precipitaciones de 1,200 mm y superiores se presentan regularmente en la regi n norte del estado (municipios de Huitzilac, TepoztlÆn), y la mÆs baja, comprendida entre los 600 y 800 mm, se presenta en la regi n sur (municipios de Tlaqui - ltenango, Jojutla y Zacatepec).

MAPA 8. Clima

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Uso de Suelo

El anÆlisis del Uso de Suelo y la Vegetaci n permite identificar la ocupaci n territori - al actual en el territorio estatal, con el objetivo de exponer la relaci n existente entre cobertura antr pica y cobertura natural, as como la distribuci n de las activi - dades econ micas en el estado.

La vegetaci n es variable y abundante gracias a las precipitaciones que se registran anualmente. Aproximadamente el 55% del territorio estatal es utilizado para el cultivo, y se produce principalmente cebolla, calabacita, arroz y pepino; cultivos de temporal como sorgo, ma z, jitomate, tomate y avena, caæa de azœcar, durazno, alfalfa, nopal y aguacate. Las Æreas naturales protegidas ocupan mÆs del 27% del territorio de Estado, y principalmente consisten en bosques de encino, pino, oyamel y selva baja caducifolia y subcaducifolia.

Tabla 6 Uso de Suelo y Vegetaci n del Estado de Morelos

Uso de suelo	`rea (ha)	`rea (%)
Agricultura de temporal anual	149,841.02	30.71
Vegetaci n secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	99,879.14	20.47
Agricultura de riego anual y semipermanente	61,609.12	12.63
Pastizal inducido	29,180.50	5.98
Vegetaci n secundaria arb rea de selva baja caducifolia	25,905.11	5.31
Asentamientos humanos	16,368.44	3.35
Zona urbana	16,043.79	3.29
Agricultura de riego anual	15,133.11	3.10
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque de encino	13,754.07	2.82
Bosque de pino	10,234.10	2.10
Agricultura de temporal anual y permanente	7,778.62	1.59
Bosque de pino-encino	5,243.96	1.07
Bosque mes filo de montaæa	4,613.81	0.95
Bosque de encino	4,338.59	0.89
Agricultura de riego semipermanente	3,097.51	0.63
Agricultura de riego anual y permanente	2,479.07	0.51
Selva baja caducifolia	2,467.79	0.51
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque de pino	2,461.07	0.50
Bosque de oyamel	2,395.16	0.49
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque de pino-encino	2,028.95	0.42
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	1,778.39	0.36
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque de encino	1,774.74	0.36
Agricultura de temporal anual y semipermanente	1,532.99	0.31
Bosque de encino-pino	1,499.81	0.31
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	1,327.12	0.27
Cuerpo de agua	1,202.83	0.25
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque mes filo de montaæa	1,067.73	0.22
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque de pino	973.81	0.20
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque de oyamel	901.52	0.18
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque de encino-pino	358.06	0.07
Matorral desØrtico roset filo	246.48	0.05
Agricultura de riego permanente	205.69	0.04
Vegetaci n secundaria arbustiva de bosque mes filo de montaæa	76.49	0.02
Sin vegetaci n aparente	50.12	0.01
Pradera de alta montaæa	40.67	0.01
Vegetaci n secundaria arb rea de bosque de oyamel	20.7	0.00

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de INEGI, Serie V 1:250,000

MAPA 9. Uso de Suelo y Vegetaci n

Fuente: INEGI, Serie V 1:250,000

MAPA 10. `reas Naturales Protegidas

Fuente: CONANP 2017

`reas Naturales Protegidas

Las `reas Naturales Protegidas (ANP) son grandes zonas naturales que no han sido significativamente afectadas por la actividad humana, o que han sido rescatadas del embate de la misma. En estos sitios se resguarda el equilibrio ecol gico y la diversidad genØtica y biol gica.

a) Sierra Montenegro: con casi 8 mil hectÆreas de selva, la Sierra Montenegro es uno de los relictos mejor conservados de la Selva Baja Caducifolia en el estado de Morelos donde se conservan muchos manantiales, pues es zona de recarga de los mantos acu feros.

b) El Texcal: Esta ANP se encuentra dentro del municipio de Jiutepec, donde se ubica la importante Laguna de Hueyapan, lugar de reproducci n de especies nativas y endØmi - cas. Sus paisajes son desØrticos y su clima es semicÆlido, con pocas lluvias. Su fauna estÆ compuesta por venados, conejos, tlacuaches y otros animales propensos a habitar zonas semihœmedas.

c) Las Estacas: es una zona de manantiales, con una gran diversidad de flora y fauna que tiene diversos usos y cuya conservaci n es sumamente importante.

d) Cerro de la Tortuga: este cerro se encuentra al centro-sur del estado, en el municipio de Zacatepec. Es una importante reserva de aves, pues alberga aproximadamente a 50 especies, tanto comunes como endØmicas.

e) Parque Estatal R o Cuautla: Los Sabinos, Santa Rosa y San Crist bal son las Æreas que conforman esta ANP de vital importancia, pues por ellas pasa el r o Cuautla. Toda esta zona consta de 152 hectÆreas y es un patrimonio compartido por los municipios de Cuautla, Ciudad Ayala y Yecapixtla, del cual dependen, en gran medida los recursos hidrol gicos que se utilizan en estos poblados.

f) Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec: de estas seis reservas, la de Barranca de Chapultepec es la œnica ubicada dentro de una ciudad; se encuentra en la ciudad de Cuernavaca. Este pulm n tiene tambiØn un manantial, el de Chapultepec, el cual recarga los mantos acu feros del Corredor Biol gico Chichinautzin.

1.3 Caracterizaci n de los Elementos Sociales, Econ micos y DemogrÆficos

Este apartado desarrolla la informaci n de las principales caracter sticas sociales, econ mi - cas y demogrÆficas presentes en el estado de Morelos a partir de los datos oficiales obteni- dos del Anuario estad stico y geogrÆfico de Morelos 2015, el censo de poblaci n y vivien - da 2010, la encuesta intercensal del aæo 2015, el Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas (DENUE) 2017 del Instituto Nacional de Estad stica y Geograf a (INEGI), y de las instituciones que realizan estudios directamente a partir de los datos del INEGI, es decir, CONAPO y CONEVAL, entre otras.
La presente caracterizaci n otorga el panorama general de las condiciones prevalecientes en la poblaci n y las viviendas de los distintos municipios del territorio estatal y es œtil para estimar parte de su vulnerabilidad social y f sica, informaci n que en cap tulos posteriores se analiza con los distintos peligros calculados ante los respectivos tipos de fen menos perturbadores expuestos en este documento para definir los diferentes riesgos del estado de Morelos.

DinÆmica DemogrÆfica

AnÆlisis Comparativo de la Poblaci n

El estado de Morelos en el aæo 2015 tiene una poblaci n de 1,903,811 personas donde 914,906 son hombres y 988,905 son mujeres, las cuales habitan en 523,231 viviendas. Esta poblaci n representa el 1.59% respecto de la poblaci n total de la Repœblica Mexicana que es de 119,530,753 personas. Morelos tiene una densidad poblacional de 390 habit - antes por km2 , considerando la superficie estatal reconocida por el INEGI, que es de 4879 km2, lo que representa el 0.2% de la superficie total del pa s. El ndice actual de masculini - dad, es decir la cantidad de varones que existe por cada 100 mujeres, es de 92.5.
La siguiente pirÆmide poblacional muestra por grupos quinquenales el comportamiento demogrÆfico de la entidad, en ella se puede apreciar que la poblaci n femenina con respecto a la masculina es un ligeramente mayor en casi todos los grupos de edad, distin - guiØndose su aumento del grupo de 20 aæos de edad en adelante. Es a partir de este grupo que la pirÆmide muestra un comportamiento progresivo lo que indica una estructura de poblaci n joven y con perspectivas de crecimiento.

Proyecciones de Poblaci n

De acuerdo con las proyecciones de poblaci n del Consejo Nacional de Poblaci n (CON - APO), la poblaci n del estado de Morelos hacia el aæo 2030 habrÆ aumentado 14.35%, hasta alcanzar la cifra de 2,222,863 habitantes. Observar el aumento de la poblaci n estatal favorece la planificaci n de acciones y pol ticas encaminadas a anticipar los requerimientos sociales venideros como empleo, vivienda, infraestructura, educaci n, salud, etc.
La siguiente tabla muestra por dØcadas de 1990 a 2030 los incrementos estimados por la proyecci n del CONAPO (las cifras anuales se pueden consultar en la pÆgina web de dicha instituci n).

ILUSTRACI N 1: PirÆmide de Poblaci n de Morelos 2015

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de INEGI, CONAPO 2015

Tabla 7 Proyecciones de Poblaci n Total al 1990 - 2030 para el Estado de Morelos

Aæo	1990	2000	2010	2020	2030
Hombres	701041	777972	870988	978270	1067760
Mujeres	696659	814094	932352	1052309	1155103
Total	1397700	1592066	1803340	2030580	2222863

Fuente: CONAPO, 2017-12-06

Distribuci n de la Poblaci n

La poblaci n del estado de Morelos se distribuye en 33 municipios. Los cinco municipi - os mÆs poblados son Cuernavaca (366,321 habitantes), Jiutepec (214,137 habitantes), Cuautla (194,786 habitantes), Temixco (116,143 habitantes), y Yautepec (102,690 habit antes), quienes en conjunto representan el 52.22% de toda la poblaci n de la entidad. Los cinco menos poblados son Tlalnepantla (7,166 habitantes), Tetecala (7,772 habit- antes), Zacualpan de Amilpas (9,370 habitantes), CoatlÆn del R o (9,768 habitantes) y Mazatepec (9,967 habitantes), representando el 2.31% de la poblaci n de la entidad. En el mapa de distribuci n demogrÆfica a nivel municipal se aprecian dichas diferencias. La siguiente tabla muestra los municipios con su respectiva poblaci n.

Tabla 8 Municipios segœn Poblaci n Total, 2015

Municipio	Total	Hombres	Mujeres
001 Amacuzac	17772	8692	9080
002 Atlatlahucan	22079	10814	11265
003 Axochiapan	35689	17588	18101
004 Ayala	85521	40878	44643
005 CoatlÆn del R o	9768	4777	4991
006 Cuautla	194786	93893	100893
007 Cuernavaca	366321	169466	196855
008 Emiliano Zapata	99493	48658	50835
009 Huitzilac	19231	9548	9683
010 Jantetelco	17238	8372	8866
011 Jiutepec	214137	102901	111236
012 Jojutla	57121	27510	29611
013 Jonacatepec	15690	7498	8192
014 Mazatepec	9967	4887	5080
015 MiacatlÆn	26713	13004	13709
016 Ocuituco	18580	9136	9444
017 Puente de Ixtla	66435	32039	34396
018 Temixco	116143	56675	59468
019 Tepalcingo	27187	13329	13858
020 TepoztlÆn	46946	22923	24023
021 Tetecala	7772	3897	3875
022 Tetela del VolcÆn	20698	10074	10624
023 Tlalnepantla	7166	3600	3566
024 TlaltizapÆn de Zapata	52110	25132	26978
025 Tlaquiltenango	33844	16477	17367
026 Tlayacapan	17714	8711	9003
027 Totolapan	11992	5876	6116
028 Xochitepec	68984	33837	35147
029 Yautepec	102690	49363	53327
030 Yecapixtla	52651	25830	26821
031 Zacatepec	36159	17185	18974
032 Zacualpan de Amilpas	9370	4550	4820
033 Temoac	15844	7786	8058
Total	1903811	914906	988905

MAPA 11. Distribuci n de la Poblaci n del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Como se puede apreciar en el mapa a nivel municipal, la distribuci n demogrÆfica dentro del estado de Morelos no es equitativa a lo largo de su territorio, la mayor cantidad de personas se asienta principalmente en las zonas urbanas; al noroeste del estado de Morelos: Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec y, mÆs al este: Cuautla, con una cantidad mayor a 23007 habitantes concentrados en dichos municipios. En la mayor a del territorio del estado la cantidad pobladores es baja.

MAPA 12. Distribuci n de la Poblaci n del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Densidad de Poblaci n

El valor de densidad demogrÆfica es la relaci n de la cantidad total de poblaci n con la superficie de un municipio, exhibe el grado de ocupaci n que tiene el territorio municipal, indica que zonas del estado tienen mayor y menor presi n sobre el suelo. El indicador muestra por Km2 la intensidad de ocupaci n actual dentro de un municipio. Tal como se visualiza en el mapa el municipio con mayor densidad es Jiutepec con una concentraci n de habitantes superior a 2009 personas por Km2, (3,824 hab/Km2).
A continuaci n se presentan los valores de densidad demogrÆfica por km2 por cada municipio de la entidad.

Tabla 9 Municipios segœn Densidad DemogrÆfica por km2, 2015

Clave	Municipio	Densidad demogrÆfica por km²
17001	Amacuzac	152
17002	Atlatlahucan	279
17003	Axochiapan	253
17004	Ayala	233
17005	CoatlÆn del R o	118
17006	Cuautla	1610
17007	Cuernavaca	1841
17008	Emiliano Zapata	1463
17009	Huitzilac	102
17010	Jantetelco	169
17011	Jiutepec	3824
17012	Jojutla	383
17013	Jonacatepec	174
17014	Mazatepec	172
17015	MiacatlÆn	124
17016	Ocuituco	216
17017	Puente de Ixtla	224
17018	Temixco	1139
17019	Tepalcingo	74
17020	TepoztlÆn	195
17021	Tetecala	116
17022	Tetela del VolcÆn	211
17023	Tlalnepantla	67
17024	TlaltizapÆn	219
17025	Tlaquiltenango	62
17026	Tlayacapan	311
17027	Totolapan	200
17028	Xochitepec	742
17029	Yautepec	574
17030	Yecapixtla	306
17031	Zacatepec	1166
17032	Zacualpan	174
17033	Temoac	428

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 13. Densidad de la Poblaci n del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Caracter sticas de la Poblaci n

Caracter sticas Sociales

La situaci n educativa de una poblaci n muestra las oportunidades que en tal poblaci n hay tiene de alcanzar una mejor calidad de vida. Esto se debe a que las personas con mayores niveles educativos tienen mejores oportunidades de obtener trabajos bien remunerados. En este sentido, se destaca la relaci n existente entre el desarrollo social e individual de un territorio y la preexistencia de infraestructura educativa en el mismo. Esta infraestructura estar a conformada por las escuelas, su equipamiento bÆsico, los profesores que las atienden y por la accesibilidad (la posibilidad de que la poblaci n tenga acceso a las instalaciones educativas y a los maestros).

Porcentaje de Analfabetismo

Un analfabeta se define en MØxico como aquella persona mayor de 15 aæos (edad en la cual en nuestro pa s se supone debe haberse terminado ya la educaci n primaria y secundaria) que no sabe leer ni escribir. En el estado de Morelos 94,337 habitantes se encuentran en esta situaci n segœn datos de la encuesta intercensal INEGI (2015), lo que representa el 4.96% de la poblaci n total de la entidad.

Los municipios con mayor porcentaje de analfabetismo son Axochiapan, Tepalcingo, Miacat - lÆn, CoatlÆn del R o Amacuzac y Puente de Ixtla con mÆs del 8%. No obstante ningœn municipio tiene mÆs de 10% de poblaci n de 15 aæos y mÆs analfabeta, tal como se aprecia en el mapa a nivel municipal y en la siguiente tabla.

MAPA 14. Porcentaje de poblaci n de 15 aæos y mÆs Analfabeta del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Por lo que respecta al analfabetismo, se puede apreciar la presencia de este fen meno entre sus habitantes a lo largo del estado en un porcentaje entre 11 a 26 %. La mayor concentraci n de poblaci n analfabeta se localiza hacia el oeste del estado. Cabe mencionar que el mayor porcentaje de poblaci n analfabeta se localiza hacia el sur de los muncipios de Tepalcingo, Tlaquiltenango y Amacuzac.

Tabla 10 Municipios segœn Porcentaje de Poblaci n de 15 aæos y mÆs Analfabeta, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de poblaci n de 15 aæos y mÆs analfabeta
17001	Amacuzac	9
17002	Atlatlahucan	6
17003	Axochiapan	10
17004	Ayala	7
17005	CoatlÆn del R o	9
17006	Cuautla	4
17007	Cuernavaca	3
17008	Emiliano Zapata	5
17009	Huitzilac	3
17010	Jantetelco	6
17011	Jiutepec	3
17012	Jojutla	5
17013	Jonacatepec	6
17014	Mazatepec	8
17015	MiacatlÆn	9
17016	Ocuituco	7
17017	Puente de Ixtla	8
17018	Temixco	6
17019	Tepalcingo	9
17020	TepoztlÆn	5
17021	Tetecala	7
17022	Tetela del VolcÆn	6
17023	Tlalnepantla	6
17024	TlaltizapÆn	7
17025	Tlaquiltenango	7
17026	Tlayacapan	6
17027	Totolapan	5
17028	Xochitepec	5
17029	Yautepec	5
17030	Yecapixtla	6
17031	Zacatepec	3
17032	Zacualpan	4
17033	Temoac	6

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 15. Porcentaje de Poblaci n de 15 aæos y mÆs Analfabeta del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

MAPA 16. Porcentaje de Poblaci n Femenina de 15 aæos y mÆs Analfabeta del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Con respecto al comportamiento del indicador segœn el sexo, la poblaci n masculina posee mayores niveles de analfabetismo que la poblaci n femenina. En ambos casos la mayor concentraci n de personas analfabetas se ubica hacia el oeste del estado de Morelos. Los municipios de Tetecala, MiacatlÆn y Amacuzac representan ser las zonas con mayores afectaciones de analfabetismo tanto en hombres como en mujeres.

MAPA 17. Porcentaje de Poblaci n Masculina de 15 aæos y mÆs Analfabeta del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: INEGI, Recursos Naturales 1:1,000,000

Asistencia Escolar

El abandono escolar refleja la falta de oportunidades para el desarrollo social de una poblaci n, particularmente en lo referente a los ingresos y las capacidades estructurales. Esto es especialmente visible en la poblaci n infantil, comprendida entre los 3 y los 14 aæos de edad, pues su inasistencia a las aulas refleja una impor tante carencia de oportunidades para el desarrollo econ mico y f sico futuro. El porcentaje de asistencia escolar a nivel estatal de dicha poblaci n es del 87.51%, lo que refleja que la mayor a de la poblaci n de la entidad tiene acceso a la educaci n bÆsica. La siguiente tabla y su respectivo mapa identifican por municipio dicha condici n.

Tabla 11 Municipios segœn Porcentaje de Poblaci n de 3 a 14 aæos que asiste a la Escuela, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de poblaci n de 3 a 14 aæos que asiste a la escuela
17001	Amacuzac	86.8
17002	Atlatlahucan	86.3
17003	Axochiapan	84.0
17004	Ayala	84.7
17005	CoatlÆn del R o	86.2
17006	Cuautla	87.8
17007	Cuernavaca	91.6
17008	Emiliano Zapata	85.6
17009	Huitzilac	89.1
17010	Jantetelco	84.8
17011	Jiutepec	91.0
17012	Jojutla	87.4
17013	Jonacatepec	86.1
17014	Mazatepec	88.0
17015	MiacatlÆn	82.9
17016	Ocuituco	86.9
17017	Puente de Ixtla	84.2
17018	Temixco	84.8
17019	Tepalcingo	87.5
17020	TepoztlÆn	88.4
17021	Tetecala	86.4
17022	Tetela del VolcÆn	85.0
17023	Tlalnepantla	84.9
17024	TlaltizapÆn	86.1
17025	Tlaquiltenango	87.0
17026	Tlayacapan	87.0
17027	Totolapan	83.7
17028	Xochitepec	85.3
17029	Yautepec	85.4
17030	Yecapixtla	86.3
17031	Zacatepec	88.9
17032	Zacualpan	91.8
17033	Temoac	87.4

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 18. Porcentaje de Poblaci n de 3 a 14 aæos que asiste a la escuela del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Que en una regi n determinada la poblaci n de 15 aæos o mÆs asista con regularidad a la escuela es un indicio de que dicha poblaci n estÆ en posibilidad de acceder a la educaci n media superior o superior lo cual pone en ventaja clara a esas regiones con respecto a las que no son capaces de hacer lo mismo. Dentro del territorio de Morelos, el mayor ndice de asistencia escolar se concentra principalmente en las localidades urbanas, destacando a los municipios de Jiutepec y Cuernavaca. Asimismo, los municipios de TepozotlÆn, Huitzilac, Temoc y Tlaquiltenango, en la mayor a de su territorio, concentran un alto porcentaje de alumnos que asisten a la escuela. Por otro lado, Ayala y el centro de Yecapixtla representan las zonas con el menor porcentaje de alumnado presente en las instituciones educativas dentro del estado de Morelos.

MAPA 19. Porcentaje de Poblaci n de 15 aæos y mÆs que asiste a la escuela del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

El nivel de asistencia escolar entre mujeres y hombres se concentra principalmente en las zonas urbanas por igual, sin embargo, a lo largo de todo el estado, se pueden apreciar niveles mayores de asistencia escolar en el gØnero femenino, como se observa en los siguientes mapas.

Tabla 20. Porcentaje de Poblaci n Femenina de 15 aæos y mÆs que asiste a la escuela del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Mapa 21. Porcentaje de Poblaci n Masculina de 15 aæos y mÆs que asiste a la escuela del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Grado Promedio de Escolaridad

El nivel de educaci n de una poblaci n determinada es indicado por el grado promedio de escolaridad, estÆ variable se obtiene, segœn el INEGI, a travØs del cÆlculo del promedio de los aæos que un grupo de individuos ha estudiado. En tØrminos mÆs espec ficos, el grado de escolaridad promedio es la sumatoria de todos los aæos escolares aprobados por una determinada poblaci n dividida entre el nœmero de integrantes de dicha poblaci n. Con este indicador es posible determinar el nivel de instrucci n de una poblaci n como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 12 Nivel de Instrucci n por Grado de Escolaridad

Nivel de instrucci n		Aæos acumulados (grado de escolaridad)
Sin instrucci n		0
Primaria	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	6
Estudios tØcnicos o comerciales con primaria terminada y secundaria.	1	7
	2	8
	3	9
Preparatoria, estudios tØcnicos o comerciales con secundaria terminada y normal bÆsica.	1	10
	2	11
	3	12
	4	13

Fuente: INEGI, 2015 http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P

El grado promedio de escolaridad en Morelos es de 9.3 lo que representa poco mÆs del tercer aæo de secundaria, lo que de acuerdo con la encuesta intercensal 2015 de INEGI lo identifica ligeramente por encima del grado promedio a nivel nacional el cual es de 9.2.
La siguiente tabla y su respectivo mapa distinguen esta condici n para cada municipio.

MAPA 22. Grado Promedio de Escolaridad del Estado de Morelos por municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

El grado promedio de escolaridad es muy alto en las localidades urbanas, y alto, en su mayor a, hacia el norte del estado de Morelos. Los municipios con un grado medio y bajo de escolarizaci n son Tepalcingo, Tatela del volcÆn Hueyapan y la zona sur de Puente de Ixtla.

Tabla 13 Municipios segœn Grado Promedio de Escolaridad, 2015

Clave	Municipio	Grado Promedio de Escolaridad
17001	Amacuzac	7.83
17002	Atlatlahucan	8.47
17003	Axochiapan	7.54
17004	Ayala	8.28
17005	CoatlÆn del R o	7.25
17006	Cuautla	9.52
17007	Cuernavaca	10.86
17008	Emiliano Zapata	9.19
17009	Huitzilac	9.16
17010	Jantetelco	8.36
17011	Jiutepec	10.07
17012	Jojutla	9.30
17013	Jonacatepec	8.51
17014	Mazatepec	8.47
17015	MiacatlÆn	7.52
17016	Ocuituco	7.77
17017	Puente de Ixtla	8.18
17018	Temixco	8.55
17019	Tepalcingo	7.66
17020	TepoztlÆn	9.21
17021	Tetecala	8.49
17022	Tetela del VolcÆn	7.55
17023	Tlalnepantla	7.77
17024	TlaltizapÆn	8.47
17025	Tlaquiltenango	8.52
17026	Tlayacapan	8.56
17027	Totolapan	8.30
17028	Xochitepec	8.58
17029	Yautepec	8.83
17030	Yecapixtla	8.52
17031	Zacatepec	9.88
17032	Zacualpan	8.95
17033	Temoac	8.11

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 23. Grado Promedio de Escolaridad del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Poblaci n con Limitaci n en la Actividad (discapacidad)

En 2001, la Clasificaci n Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud defini a las personas discapacitadas como aquellas que tienen una o mÆs deficiencias f sicas, mentales, intelectuales o sensoriales y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participaci n plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demÆs (INEGI, 2010a). En este sentido la poblaci n que experimenta dificultad para realizar ciertas acciones o labores es considerada poblaci n con limitaci n en la actividad y se le considera un conjunto demogrÆfico vulnerable.

De acuerdo con Anuario estad stico y geogrÆfico de Morelos 2015, al 12 de junio del 2010 dentro del estado 112,705 personas presentaban algœn tipo de discapacidad esto representa el 6.34% del total de su poblaci n. Como se aprecia en el siguiente mapa, la presencia de habitantes con limitaci n en la actividad es poca a lo largo del estado de Morelos. Los municipios que concentran un mayor nœmero de personas con limitaci n en la actividad son Tepalcingo, Axochiapan, Tetecala y Atlatlahucan alcanzando porcentajes mayores al 10%.

MAPA 24. Poblaci n con limitaci n en la actividad del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Poblaci n Ind gena

En Morelos existen 37,709 hablantes de alguna lengua ind gena, un 1.98% del total de la entidad, esto considerando a la poblaci n 3 aæos y mÆs de acuerdo al dato de la encuesta intercensal 2015 de INEGI. La mayor a de los municipios presentan una baja concentraci n de hablantes de lengua ind gena, tal como se indica en la siguiente cartograf a y tabla a nivel municipal.

Tabla 14 Municipios segœn Porcentaje de Poblaci n de habla Ind gena (3 aæos y mÆs), 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de poblaci n de habla ind gena (3 aæos y mÆs)
17001	Amacuzac	0
17002	Atlatlahucan	3.81
17003	Axochiapan	1.22
17004	Ayala	2.88
17005	CoatlÆn del R o	0
17006	Cuautla	2.57
17007	Cuernavaca	1.33
17008	Emiliano Zapata	1.26
17009	Huitzilac	2.12
17010	Jantetelco	0
17011	Jiutepec	1.59
17012	Jojutla	0
17013	Jonacatepec	0
17014	Mazatepec	0
17015	MiacatlÆn	0
17016	Ocuituco	0
17017	Puente de Ixtla	3.54
17018	Temixco	4.18
17019	Tepalcingo	0
17020	TepoztlÆn	6.21
17021	Tetecala	0
17022	Tetela del VolcÆn	13.29
17023	Tlalnepantla	0
17024	TlaltizapÆn	1.33
17025	Tlaquiltenango	0
17026	Tlayacapan	5.80
17027	Totolapan	1.81
17028	Xochitepec	0.91
17029	Yautepec	1.17
17030	Yecapixtla	0.99
17031	Zacatepec	0
17032	Zacualpan	0
17033	Temoac	0

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 25. Poblaci n de Hablante de Lengua Ind gena (3 aæos y mÆs) del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

En Morelos las personas hablantes de alguna lengua ind gena de 5 aæos y mÆs se localizan en pequeæas localidades distribuidas a lo largo del estado. Cuentepec, Tenextepango, Tetela del VolcÆn, Hueyapan y una pequeæa zonificaci n en TepozotlÆn concentran el mayor porcentaje de hablantes de una lengua ind gena siendo Øste de entre el 55 al 100%. Cabe mencionar que en la mayor a del estado el porcentaje de hablantes de lenguas ind genas es bajo

MAPA 26. Poblaci n de Hablante de Lengua Ind gena (5 aæos y mÆs) del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Salud

El nivel de acceso a servicios de salud de una poblaci n se puede conocer medi - ante los siguientes indicadores: poblaci n derechohabiente, personal mØdico disponible en una regi n y mortalidad municipal. El acceso a servicios de salud es fundamental al momento de determinar el bienestar pues reduce la vulnerabilidad de una poblaci n.

Poblaci n sin Derechohabiencia

Las personas que declararon tener derecho a servicios mØdicos en alguna Instituci n pœblica o privada, son consideradas derechohabientes, por el INEGI, siempre y cuando su acceso a tales servicios se deba, ya sea a una prestaci n laboral como pensionados, jubilados o familiares inscritos como beneficiarios, o a la adquisici n de un seguro mØdico pœblico o privado.

Tabla 15 Municipios segœn Porcentaje de la Poblaci n No Derechohabiente, 2015

Clave	Municipio	% Poblaci n no derechohabiente
17001	Amacuzac	9.97
17002	Atlatlahucan	20.63
17003	Axochiapan	15.62
17004	Ayala	14.84
17005	CoatlÆn del R o	7.29
17006	Cuautla	19.81
17007	Cuernavaca	17.70
17008	Emiliano Zapata	15.04
17009	Huitzilac	16.85
17010	Jantetelco	10.00
17011	Jiutepec	16.21
17012	Jojutla	13.95
17013	Jonacatepec	9.93
17014	Mazatepec	9.29
17015	MiacatlÆn	10.22
17016	Ocuituco	9.97
17017	Puente de Ixtla	12.47
17018	Temixco	15.02
17019	Tepalcingo	12.33
17020	TepoztlÆn	19.48
17021	Tetecala	6.00
17022	Tetela del VolcÆn	13.08
17023	Tlalnepantla	14.11
17024	TlaltizapÆn	13.27
17025	Tlaquiltenango	11.97
17026	Tlayacapan	12.74
17027	Totolapan	13.53
17028	Xochitepec	15.50
17029	Yautepec	12.31
17030	Yecapixtla	16.09
17031	Zacatepec	14.04
17032	Zacualpan	14.36
17033	Temoac	10.98

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 27. Porcentaje de la Poblaci n No Derechohabiente del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

La Poblaci n sin Derechohabiencia en el estado de Morelos es de 295,606 personas lo que representa el 15.53% del total de la entidad, el municipio con mÆs poblaci n en esta condici n es Atlatlahucan con 20.63% del total de sus habitantes y en contraste el municipio de Tetecala presenta solo el 6% de su poblaci n en dicha situaci n. A contin - uaci n se presenta la tabla y el mapa de la poblaci n sin derechohabiencia de los munic - ipios del estado.

El nivel de personas sin derechohabiencia dentro de Morelos fue alto en el aæo 2010, principalmente en el norte y oeste del estado. Con un porcentaje entre 38 a 100 % se ubican los municipios de TepozotlÆn, Tetecala, Tetela del VolcÆn Hueyapan, Axochiapan y la zona este de Cuernavaca lo cual, posiciona a dichas zonificaciones como las mÆs afectadas dentro de Morelos

MAPA 28. Porcentaje de la Poblaci n No Derechohabiente del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

MØdicos por cada mil Habitantes

La informaci n sobre cobertura de servicios de salud, manifiesta la cantidad de personal mØdico disponible dentro de un municipio, el indicador mØdicos por cada mil habit - antes se obtuvo al dividir el nœmero de mØdicos entre el total de habitantes y multipli - carlo por 1000. La informaci n representada en la siguiente tabla y mapa incluye personal adscrito al IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA, SEMAR, IMSS-Oportunidades, SSA y otras. La mayor cobertura se encuentra en el municipio de Tetecala con alrededor de nueve mØdicos por cada mil habitantes.

Tabla 16 Municipios segœn MØdicos por cada mil Habitantes, 2010

Clave	Municipio	MØdicos por cada mil habitantes
17001	Amacuzac	0.65
17002	Atlatlahucan	0.48
17003	Axochiapan	2.20
17004	Ayala	0.66
17005	CoatlÆn del R o	1.37
17006	Cuautla	2.00
17007	Cuernavaca	3.29
17008	Emiliano Zapata	3.81
17009	Huitzilac	0.75
17010	Jantetelco	0.58
17011	Jiutepec	0.41
17012	Jojutla	3.18
17013	Jonacatepec	1.44
17014	Mazatepec	0.53
17015	MiacatlÆn	0.76
17016	Ocuituco	1.72
17017	Puente de Ixtla	0.37
17018	Temixco	0.90
17019	Tepalcingo	0.87
17020	TepoztlÆn	0.65
17021	Tetecala	9.14
17022	Tetela del VolcÆn	0.84
17023	Tlalnepantla	0.90
17024	TlaltizapÆn	0.57
17025	Tlaquiltenango	0.86
17026	Tlayacapan	1.03
17027	Totolapan	0.56
17028	Xochitepec	0.54
17029	Yautepec	1.31
17030	Yecapixtla	0.77
17031	Zacatepec	3.14
17032	Zacualpan	0.77
17033	Temoac	0.48

Fuente: SIMBAD, INEGI, 2010

MAPA 29. Cobertura de Servicios de Salud del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD) del INEGI, 2010

Tasa de Mortalidad Infantil

De acuerdo con datos del INEGI la mortalidad infantil en el estado de Morelos pas de 309 a 346 muertes infantiles del 2015 al 2016, lo que marca una tasa del 0.83 en el 2015 a 0.96 para el aæo 2016. El municipio con mayor mortalidad infantil en el 2016 es Emiliano Zapata con una tasa de 4, a continuaci n se presentan los valores municipales en su respectiva tabla y mapa.

Tabla 17 Municipios segœn Tasa de Mortalidad Infantil TMI, 2015-2016

Clave	Municipio	TMI 2015	TMI 2016
17001	Amacuzac	0.43	0.30
17002	Atlatlahucan	0.83	0
17003	Axochiapan	1.23	0.69
17004	Ayala	0.25	0.27
17005	CoatlÆn del R o	0	0
17006	Cuautla	1.44	1.33
17007	Cuernavaca	1.51	1.53
17008	Emiliano Zapata	2.38	3.74
17009	Huitzilac	0.20	0.61
17010	Jantetelco	0	0.72
17011	Jiutepec	0.08	0.12
17012	Jojutla	2.02	1.93
17013	Jonacatepec	0.28	0.77
17014	Mazatepec	0.53	0.00
17015	MiacatlÆn	0.18	0.19
17016	Ocuituco	0.25	0.25
17017	Puente de Ixtla	0.25	0.07
17018	Temixco	0.28	0.66
17019	Tepalcingo	0.19	0.00
17020	TepoztlÆn	0	0.30
17021	Tetecala	2.29	1.35
17022	Tetela del VolcÆn	0.20	0.56
17023	Tlalnepantla	0.00	0.00
17024	TlaltizapÆn	0.11	0.37
17025	Tlaquiltenango	0.31	0.00
17026	Tlayacapan	0.00	0.26
17027	Totolapan	0.31	0.43
17028	Xochitepec	0.07	0.08
17029	Yautepec	0.95	2.50
17030	Yecapixtla	0.18	0.76
17031	Zacatepec	0.67	0.33
17032	Zacualpan	0.51	0.00
17033	Temoac	0.35	0

Fuente: INEGI, 2015-2016

MAPA 30. Tasa de Mortalidad Infantil del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos del INEGI, 2016

Pobreza

Si un individuo o comunidad estÆ en condici n de pobreza es porque carece de los recur - sos necesarios para satisfacer sus necesidades bÆsicas. La pobreza es una de las mayores causas de vulnerabilidad por lo que trabajar en su reducci n siempre apremia. En MØxico, el Consejo Nacional de Evaluaci n de la Pol tica de Desarrollo Social (CONEVAL) es el rgano encargado de definir, identificar y medir la pobreza, conforme a lo dispuesto en el Art culo 36 de la Ley General de Desarrollo Social (CONEVAL, 2018a).

Pobreza por Tipos

EL CONEVAL identifica a la poblaci n en condici n de pobreza mediante su falta de seguri - dad social, servicios de salud, calidad en la vivienda, educaci n, ingresos y alimentaci n adecuada. Con esta informaci n, segœn lo intensa que sea se clasifica en pobreza y pobreza extrema. La siguiente tabla muestra las cifras en porcentaje y cantidad de personas en los indicadores de pobreza estimados por el CONEVAL pertinentes a la entidad de Morelos en comparaci n con el nivel nacional, como se aprecia Morelos presenta mayor porcentaje de pobreza que el indicador nacional, no obstante el nivel nacional en pobreza extrema es mayor que en la entidad.

Tabla 18 Tipo de Pobreza a Nivel Nacional y en el Estado de Morelos, 2016

Entidad	Pobreza		Pobreza extrema	
	Porcentaje	Miles de personas	Porcentaje	Miles de personas
Estados Unidos Mexicanos	43.56	53418	7.64	9376
Morelos	49.54	966	5.92	115

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, 2012, 2014 y el MEC 2016 del MCS-ENIGH

´ndice de Rezago Social

El ndice de rezago social es una medida ponderada por el CONEVAL que resume cuatro indicadores de carencias sociales de su medici n de pobreza: el rezago educati - vo, el acceso a los servicios de salud, los servicios bÆsicos y espacios en la vivienda (CONEVAL, 2018b). Las variables que componen dicho ndice, de las cuales se conside ra su valor porcentual y fueron tomadas del Censo de Poblaci n y Vivienda 2010, INEGI, son:

- Poblaci n de 15 aæos o mÆs analfabeta
- Poblaci n de 6 a 14 aæos que no asiste a la escuela
- Poblaci n de 15 aæos y mÆs con educaci n bÆsica incompleta
- Poblaci n sin derechohabiencia a servicios de salud
- Viviendas con piso de tierra
- Viviendas que no disponen de escusado o sanitario
- Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pœblica
- Viviendas que no disponen de drenaje
- Viviendas que no disponen de energ a elØctrica
- Viviendas que no disponen de lavadora
- Viviendas que no disponen de refrigerador

De acuerdo con el CONEVAL en el 2015 el estado de Morelos presenta un Grado Bajo de Rezago Social (con un ndice de -0.2088349) y ocupa el lugar 16 en el contexto nacional. La tabla siguiente expresa el grado de rezago social y el lugar que ocupa en el contexto nacional cada municipio de la entidad. Los tres municipios con menor rezago social (muy bajo) son Cuernavaca, Jiutepec y Zacatepec, los municipios con mayor rezago catalogados con un grado medio son Axochiapan, MiacatlÆn, Ocuituco, Tetela del VolcÆn,Tlalnepantla y Totolapan, tal como se observa en la respectiva cartograf a.

Tabla 19 Municipios segœn Poblaci n Total, 2015

CVEGEO	Municipio	´ndice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
17001	Amacuzac	-0.58986	Bajo	1630
17002	Atlatlahucan	-0.40390	Bajo	1429
17003	Axochiapan	-0.29815	Medio	1318
17004	Ayala	-0.64906	Bajo	1696
17005	CoatlÆn del R o	-0.44152	Bajo	1469
17006	Cuautla	-0.96999	Bajo	2064
17007	Cuernavaca	-1.32041	Muy bajo	2369
17008	Emiliano Zapata	-0.95716	Bajo	2049
17009	Huitzilac	-0.60011	Bajo	1644
17010	Jantetelco	-0.61492	Bajo	1650
17011	Jiutepec	-1.19646	Muy bajo	2292
17012	Jojutla	-0.97953	Bajo	2078
17013	Jonacatepec	-0.65560	Bajo	1700
17014	Mazatepec	-0.78912	Bajo	1856
17015	MiacatlÆn	-0.29110	Medio	1310
17016	Ocuituco	-0.28391	Medio	1301
17017	Puente de Ixtla	-0.48559	Bajo	1516
17018	Temixco	-0.82319	Bajo	1891
17019	Tepalcingo	-0.42521	Bajo	1451
17020	TepoztlÆn	-0.51040	Bajo	1550
17021	Tetecala	-0.62930	Bajo	1674
17022	Tetela del VolcÆn	-0.15788	Medio	1185
17023	Tlalnepantla	0.13510	Medio	905
17024	TlaltizapÆn	-0.67861	Bajo	1727
17025	Tlaquiltenango	-0.75459	Bajo	1804
17026	Tlayacapan	-0.55069	Bajo	1589
17027	Totolapan	-0.10264	Medio	1137
17028	Xochitepec	-0.65822	Bajo	1703
17029	Yautepec	-0.81870	Bajo	1887
17030	Yecapixtla	-0.65552	Bajo	1699
17031	Zacatepec	-1.13401	Muy bajo	2243
17032	Zacualpan	-0.75245	Bajo	1799
17033	Temoac	-0.46297	Bajo	1484

Fuente: Datos del ndice de rezago social CONEVAL, 2015

MAPA 31. Rezago Social (Pobreza) del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos del ndice de rezago social CONEVAL, 2015

MAPA 32. Rezago Social (Pobreza) del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del ndice de rezago social CONEVAL, 2010

Hacinamiento

El hacinamiento hace referencia a la concentraci n de personas que habitan una vivienda, en este apartado se considera como hacinamiento al promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas de cada localidad dentro de cada uno de los municipios del estado de Morelos. La condici n revela una relaci n estrecha con situaciones de pobreza, pues el hacinamiento deteriora significativamente el medio social en el que los individuos se desarrollan y empeora por ello su calidad de vida. En el 2010 en el estado de Morelos existen 460,868 viviendas particulares habitadas, el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.79 habitantes y 1.04 por cuarto. La mayor concentraci n de habitantes por cuarto se ubica en pequeæas localidades distribuidas a lo largo del estado de Morelos, algunas de ellas son TepozotlÆn, Santa Catarina, la Unidad Habitacional Rinconada Acolapa, Temixco, la Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n, Coatetelco, Xoxocotla, Zacatepec de Hidalgo, Yecapixtla, XochitlÆn, Tlacotepec y Cuautla. Los municipios con el menor nœmero de ocupantes por cuatro son Tlalnepantla y la zona sur de Puente de Ixtla.

MAPA 33. Hacinamiento del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

MAPA 34. Marginaci n del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del ndice de Marginaci n de CONAPO, 2010

Marginaci n

La marginaci n se define como un problema estructural de la sociedad, en donde no estÆn presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situaci n se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida (CON - APO, 2010). En este sentido la marginaci n de una poblaci n con respecto a otra muestra su grado de vulnerabilidad.

El ndice de Marginaci n del Consejo Nacional de Poblaci n (CONAPO) toma en cuenta tres dimensiones socioecon micas: Educaci n, Vivienda y Disponibilidad de bienes, con los cuales a travØs de 8 indicadores observa las intensidades de exclusi n que posee determinada y que juntas componen la intensidad global de la margin - aci n socioecon mica, su distinto grado de Marginaci n. Los indicadores antes referi - dos son:

- Porcentaje de la Poblaci n de 15 aæos o mÆs analfabeta
- Porcentaje de la Poblaci n de 15 aæos o mÆs sin primaria completa
- Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin excusado
- Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin energ a elØctrica
- Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada
- Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
- Porcentaje de Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
- Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador

El mapa de marginaci n muestra la distribuci n espacial de dicho ndice en todo el estado de Morelos tomando en cuenta la informaci n proporcionada por CONAPO a nivel de localidad. El ndice de marginaci n dentro del estado de Morelos es en su mayor a alto, œnicamente algunas localidades cuentan con ndices menores tales como: Jiutepec; Tres de Mayo, Emiliano Zapata, crucero Tezoyuca en Emiliano Zapata; fraccionamiento las lomas en Atlatlahucan; TicumÆn en TlatizapÆn de Zapata; Zacatepec de hidalgo; TepoztlÆn y; Jaloxtoc en Ayala.

Caracter sticas de la Vivienda

La calidad de la vivienda de una poblaci n indica sus condiciones de vida, en este sentido es un valioso indicador de vulnerabilidad. A mayor o menor calidad de las viviendas mayor o menor serÆ la vulnerabilidad de las mismas ante los fen menos naturales o sociales potencialmente daæinos.

Tipolog a de la Vivienda

La tipolog a de la vivienda se basa en la clasificaci n del CENAPRED para la estimaci n del grado de vulnerabilidad F sica y Social, donde a partir de la informaci n disponible en la encuesta intercensal 2015 a nivel municipal es posible clasificar la vivienda de acuerdo a las caracter sticas que ella posee, en la clasificaci n propuesta por el CENAPRED se definen, tomando en cuenta el tipo de material de las paredes y techos de las viviendas, cinco tipos los cuales son:

Viviendas con Muros de mamposter a con techos r gidos.
Viviendas con Muros de mamposter a con techos flexibles.
Viviendas con Muros de adobe con techo r gidos.
Viviendas con Muros de adobe con techos flexibles.
Viviendas con Muros de materiales dØbiles con techos flexibles.

Para la tipolog a de la vivienda de este documento se aæade a dicha clasifi caci n la condici n de viviendas con piso de tierra o piso firme (mosaico, concreto, etc.), esto debido a que generalmente cuando una construcci n no tiene piso firme no posee una cimentaci n s lida y por tanto el material de la vivienda ostenta una menor consolidaci n. La clasificaci n de la tipolog a de la vivienda identifica distintos grados de vulnerabilidad del material de la vivienda, de esta forma el municipio que cuente con mayor porcentaje de viviendas con las caracter sticas antes mencionadas se evalœa con un mayor grado de vulnerabilidad.

El grado de vulnerabilidad del material en las viviendas es muy alto en los municipios de Totolapan, Ocuituco, Tetela del VolcÆn y Temoac. Con un grado alto les siguen las localidades de Atlatlahucan, Zacualpan de Amilpas, Tlacayapan, MiacatlÆn, Tetecala, CoatlÆn del R o y Tepalcingo. Por otro lado, las zonas urbanas son las menos afectadas, ya que su grado de vulnerabilidad es bajo o muy bajo, entre ellas se encuentran Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Zacatepec y Jojutla.

MAPA 35. Tipolog a de la Vivienda del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Viviendas con Piso de Tierra

Si el suelo de la vivienda es de tierra el propietario es, con muy alta probabilidad, de muy escasos recursos lo cual lo hace a Øl y a los que lo acompaæan en la vivienda altamente vulnerables no s lo por la repercusi n que el piso de tierra tiene en el valor de la vivienda sino porque ese suelo en general acarrea problemas de salud y susceptibilidad a enfermedades.

Del total de viviendas particulares habitadas en Morelos 70,668 tienen piso de tierra, lo que representa el 3.71%. El municipio con mayor porcentaje de viviendas en dicha condici n es MiacatlÆn con 9.12%, en contraste el municipio con menos viviendas con piso de tierra es Cuernavaca, quien presenta œnicamente el 1.17%. A continuaci n se presenta la tabla y el mapa con los porcentajes de viviendas con piso de tierra de cada municipio dentro del estado.

Tabla 20 Municipios segœn Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de viviendas con piso de tierra
17001	Amacuzac	5.07
17002	Atlatlahucan	8.77
17003	Axochiapan	7.84
17004	Ayala	5.97
17005	CoatlÆn del R o	3.84
17006	Cuautla	3.66
17007	Cuernavaca	1.17
17008	Emiliano Zapata	3.46
17009	Huitzilac	3.43
17010	Jantetelco	3.39
17011	Jiutepec	1.89
17012	Jojutla	4.32
17013	Jonacatepec	3.11
17014	Mazatepec	3.22
17015	MiacatlÆn	9.12
17016	Ocuituco	6.30
17017	Puente de Ixtla	8.54
17018	Temixco	2.88
17019	Tepalcingo	5.19
17020	TepoztlÆn	4.68
17021	Tetecala	5.43
17022	Tetela del VolcÆn	7.36
17023	Tlalnepantla	5.31
17024	TlaltizapÆn	6.39
17025	Tlaquiltenango	5.50
17026	Tlayacapan	5.72
17027	Totolapan	5.70
17028	Xochitepec	6.42
17029	Yautepec	3.36
17030	Yecapixtla	3.99
17031	Zacatepec	3.02
17032	Zacualpan	2.91
17033	Temoac	4.78

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 36. Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

A nivel localidad el porcentaje de viviendas que cuentan con piso de tierra dentro del estado de Morelos se halla en general bajo; sin embargo, en las localidades de Puente de Ixtla, Jojutla, Ayala, Yautepec, Axochiapan y Tlaquiltenango coexisten algunas comu - nidades con un porcentaje alto de viviendas con piso de tierra.

MAPA 37. Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Servicios BÆsicos en la Vivienda (Agua Entubada, Luz, Drenaje)

Segœn la Comisi n Nacional de Vivienda (CONAVI) para que una vivienda no se encuen- tre en condici n de carencia debe contar con los servicios bÆsicos de electricidad, drenaje y agua potable entubada. Si alguno de estos servicios faltara la calidad de vida de los habitantes de la vivienda se ver a gravemente afectada.

Viviendas sin Servicios de Agua Entubada

En el 2015 dentro de Morelos el 5.74% del total de viviendas particulares habitadas no cuentan con servicio de agua entubada, 109,266 viviendas en dicha condici n. La mayor cantidad de viviendas en estas condiciones adversas se presentan en el municipio de Tlalnepantla con 54.81%, cantidad importante que refleja una falta de oportunidades en los miembros de dicha comunidad. La siguiente tabla y su respectivo mapa indican por municipio el porcentaje de viviendas sin este servicio bÆsico.

Tabla 21 Municipios segœn Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Agua Entubada, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada
17001	Amacuzac	4.08
17002	Atlatlahucan	17.02
17003	Axochiapan	14.95
17004	Ayala	4.47
17005	CoatlÆn del R o	2.32
17006	Cuautla	4.42
17007	Cuernavaca	2.08
17008	Emiliano Zapata	2.48
17009	Huitzilac	22.75
17010	Jantetelco	12.66
17011	Jiutepec	2.50
17012	Jojutla	3.33
17013	Jonacatepec	5.02
17014	Mazatepec	1.74
17015	MiacatlÆn	3.87
17016	Ocuituco	4.12
17017	Puente de Ixtla	6.76
17018	Temixco	2.92
17019	Tepalcingo	11.69
17020	TepoztlÆn	27.32
17021	Tetecala	5.00
17022	Tetela del VolcÆr	1.21
17023	Tlalnepantla	54.81
17024	TlaltizapÆn	6.37
17025	Tlaquiltenango	7.08
17026	Tlayacapan	11.92
17027	Totolapan	39.91
17028	Xochitepec	7.27
17029	Yautepec	6.99
17030	Yecapixtla	12.10
17031	Zacatepec	1.46
17032	Zacualpan	8.43
17033	Temoac	10.52

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 38. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Agua Entubada del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Los municipios que concentran un mayor nœmero de localidades con viviendas sin agua entubada son TepoztlÆn, Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan, Temoac, Zacualpan de Amilpas, Axochiapan y el norte de Puente de Ixtla, ya que concentran un porcentaje mayor a 61%. Las localidades de Cuernavaca, CoatlÆn del R o y Tetela del VolcÆn son las menos afectadas.

MAPA 39. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Agua Entubada del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Viviendas sin Servicios de Drenaje

La entidad asume 45,482 viviendas sin servicio de drenaje, lo que representa el 2.39% del total de viviendas particulares habitadas. Ocuituco con el 16.71% de viviendas sin drenaje es el municipio del estado con mayor deficiencia en este servicio, seguido por Tetela del VolcÆn (14.95%), Tlalnepantla (14.04%) y Tepalcingo (13.16%). Por su parte Temixco (0.87%), Jiutepec (0.71%), Zacatepec (0.69%) y Cuernavaca (0.50%) presentan menos del 1% del total de sus viviendas habitadas en esta adversidad. Lo anterior se observa en la siguiente tabla y en su respectivo mapa.

Tabla 21 Municipios segœn Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Agua Entubada, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje
17001	Amacuzac	4.99
17002	Atlatlahucan	5.35
17003	Axochiapan	5.89
17004	Ayala	4.38
17005	CoatlÆn del R o	7.93
17006	Cuautla	1.01
17007	Cuernavaca	0.50
17008	Emiliano Zapata	1.32
17009	Huitzilac	4.22
17010	Jantetelco	3.90
17011	Jiutepec	0.71
17012	Jojutla	1.82
17013	Jonacatepec	2.93
17014	Mazatepec	2.23
17015	MiacatlÆn	4.43
17016	Ocuituco	16.71
17017	Puente de Ixtla	2.61
17018	Temixco	0.87
17019	Tepalcingo	13.16
17020	TepoztlÆn	6.33
17021	Tetecala	5.39
17022	Tetela del VolcÆn	14.95
17023	Tlalnepantla	14.04
17024	TlaltizapÆn	2.54
17025	Tlaquiltenango	2.59
17026	Tlayacapan	4.02
17027	Totolapan	9.60
17028	Xochitepec	2.49
17029	Yautepec	1.87
17030	Yecapixtla	2.83
17031	Zacatepec	0.69
17032	Zacualpan	4.43
17033	Temoac	3.82

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 40. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Drenaje del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 41. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Drenaje del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

En el mapa por localidad se pueden apreciar zonas dispersas dentro del estado de Morelos que cuentan con viviendas sin drenaje. La falta de drenaje afecta principal - mente a localidades de los municipios de Tlaquiltenango, Tepalcingo, Yecapixtla, Jojutla y TepozotlÆn. Las zonas menos afectadas, en relaci n al problema antes mencionado, son las urbanas, entre ellas se encuentran los municipios de Cuernavaca, Jiutepec y Yautepec.

Viviendas sin Servicios de Luz ElØctrica

El estado de Morelos tiene 10,781 viviendas sin servicio de electricidad, es decir el 0.57% de sus viviendas no cuentan con dicho servicio. A nivel municipal la carencia del servicio es baja, menor al tres por ciento, es Atlatlahucan con 2.15% quien asume la mayor deficiencia. La condici n de este servicio se aprecia en la siguiente tabla y su contigua cartograf a.

Tabla 10 Municipios segœn Porcentaje de Poblaci n de 15 aæos y mÆs Analfabeta, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de viviendas sin servicio de luz elØctrica
17001	Amacuzac	0.66
17002	Atlatlahucan	2.15
17003	Axochiapan	1.15
17004	Ayala	0.97
17005	CoatlÆn del R o	1.21
17006	Cuautla	0.46
17007	Cuernavaca	0.23
17008	Emiliano Zapata	0.11
17009	Huitzilac	0.89
17010	Jantetelco	0.50
17011	Jiutepec	0.32
17012	Jojutla	0.50
17013	Jonacatepec	0.56
17014	Mazatepec	0.50
17015	MiacatlÆn	0.72
17016	Ocuituco	0.82
17017	Puente de Ixtla	1.00
17018	Temixco	0.49
17019	Tepalcingo	0.46
17020	TepoztlÆn	1.19
17021	Tetecala	1.21
17022	Tetela del VolcÆr	0.62
17023	Tlalnepantla	0.78
17024	TlaltizapÆn	1.30
17025	Tlaquiltenango	0.49
17026	Tlayacapan	1.07
17027	Totolapan	0.93
17028	Xochitepec	1.06
17029	Yautepec	0.71
17030	Yecapixtla	0.76
17031	Zacatepec	0.42
17032	Zacualpan	0.54
17033	Temoac	0.25

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 42. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Luz ElØctrica del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

La presencia de viviendas que no cuentan con luz elØctrica se distribuye a lo largo del estado, aunque con menor medida. Como se observa en el mapa a nivel localidad el centro y este del territorio estatal se concentran algunas zonificaciones con un alto porcentaje de viviendas sin luz elØctrica, entre ellas se encuentran las localidades de Tlaquiltenango, Jojutla, Puente de Ixtla y Totolapan.

MAPA 43. Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Luz ElØctrica del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

DØficit de Vivienda

El dØficit de la vivienda, segœn la Direcci n General de Equipamiento Urbano y Vivienda, se define como el total de las necesidades no satisfechas de una poblaci n en un territorio en lo referente a materia habitacional. Las personas que sufren este dØficit se encuentran en condiciones econ micas adversas que les impiden conseguir un lugar para vivir por los elevados costos que las viviendas les representan.

El dØficit de vivienda aqu presentado se obtiene de acuerdo a la metodolog a propuesta por el CENAPRED, en la estimaci n de la vulnerabilidad social, la cual se aplic œnicamente para el nivel municipal debido a la falta de informaci n disponible a nivel localidad de la variable del material de construcci n de la vivienda. El proce - so de elaboraci n del indicador es obtener la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, donde Øste resultado constituya el nœmero de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A dicho resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lÆmina de cart n y las viviendas con piso de tierra. El resultado representa las viviendas que determinado territorio requiere junto con aquellas viviendas que necesitan algœn tipo de mejoramiento y se presenta como un valor porcentual.

A nivel estatal el indicador representa el 4.86%, por lo que la situaci n en la condici n de la mayor a de vivien - das en Morelos no es tan alta, no obstante tres municipios reflejan mÆs del 10% de dØficit en sus viviendas; Puente de Ixtla con 11.14%, Atlatlahucan con 11.09% y MiacatlÆn con 10.08%. Los municipios de Cuernavaca, Jiutepec y Zacualpan de Amilpas concentran el menor dØficit de vivienda. La siguiente tabla y mapa representan dicha condici n para cada municipio dentro del estado.

Tabla 24 Municipios segœn DØficit de Vivienda, 2015

Clave	Municipio	DØficit de Vivienda
17001	Amacuzac	5.75
17002	Atlatlahucan	11.09
17003	Axochiapan	9.15
17004	Ayala	7.22
17005	CoatlÆn del R o	4.57
17006	Cuautla	5.44
17007	Cuernavaca	1.75
17008	Emiliano Zapata	4.40
17009	Huitzilac	3.92
17010	Jantetelco	3.96
17011	Jiutepec	3.11
17012	Jojutla	5.17
17013	Jonacatepec	3.76
17014	Mazatepec	4.08
17015	MiacatlÆn	10.08
17016	Ocuituco	6.87
17017	Puente de Ixtla	11.14
17018	Temixco	3.96
17019	Tepalcingo	6.53
17020	TepoztlÆn	6.47
17021	Tetecala	6.30
17022	Tetela del VolcÆn	7.77
17023	Tlalnepantla	5.93
17024	TlaltizapÆn	7.43
17025	Tlaquiltenango	5.75
17026	Tlayacapan	6.86
17027	Totolapan	6.79
17028	Xochitepec	8.63
17029	Yautepec	5.12
17030	Yecapixtla	4.66
17031	Zacatepec	3.81
17032	Zacualpan	3.15
17033	Temoac	5.28

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 44. DØficit de Vivienda del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Caracter sticas Econ micas

Empleo e Ingresos

Indicadores como el nivel de empleo y el nivel de ingresos muestran las condiciones de desarrollo social a las que puede acceder una poblaci n ademÆs de informar sobre su poder adquisitivo. Si el nivel de empleo e ingresos es bueno la vulnerabilidad serÆ menor, si, por el contrario el nivel estos indicadores son negativos la vulnerabilidad se eleva.
Sectores de ocupaci n y Porcentaje de ingresos de la PEA

La siguiente tabla expone los sectores de ocupaci n con su respectiva producci n bruta total en millones de pesos, personal ocupado remunera - do en valores brutos y porcentuales y el promedio y porcentaje de ingresos de la PEA presentes en el estado de Morelos.

Tabla 25 Sectores de Ocupaci n y Porcentaje de Ingresos de la PEA en el Estado de Morelos, 2016						
Sector	Producci n bruta total (millones de pesos)	Personal ocupado remunerado	Porcentaje Producci n bruta total	Porcentaje Personal ocupado remunerado	Promedio de ingresos de la PEA	Porcentaje de ingresos de la PEA
11 Agricultura, cr a y explotaci n de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	53.5	261	0.04	0.18	0.21	1.85
21 Miner a	132.686	255	0.09	0.18	0.52	4.70
22 Generaci n, transmisi n y distribuci n de energ a elØctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	668.119	2343	0.46	1.66	0.29	2.57
23 Construcci n	2380.242	3910	1.65	2.77	0.61	5.49
31-33 Industrias manufactureras	95804.448	33041	66.27	23.38	2.90	26.17
43 Comercio al por mayor	6,180.8	10,068	4.28	7.12	0.61	5.54
46 Comercio al por menor	12,624.6	24,782	8.73	17.54	0.51	4.60
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	6,939.1	6,358	4.80	4.50	1.09	9.85
51 Informaci n en medios masivos	1,999.3	1,843	1.38	1.30	1.08	9.79
52 Servicios financieros y de seguros	1,455.1	2,556	1.01	1.81	0.57	5.14
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	666.7	1,439	0.46	1.02	0.46	4.18
54 Servicios profesionales, cient ficos y tØcnicos	708.4	2,445	0.49	1.73	0.29	2.61
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediaci n	2,292.1	10,794	1.59	7.64	0.21	1.92
61 Servicios educativos	2,583.3	12,317	1.79	8.72	0.21	1.89
62 Servicios de salud y de asistencia social	1,728.4	5,148	1.20	3.64	0.34	3.03
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	755.7	1,666	0.52	1.18	0.45	4.09
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparaci n de alimentos y bebidas	5,061.5	15,876	3.50	11.23	0.32	2.88
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	2,540.7	6,223	1.76	4.40	0.41	3.69
Total	144,574.8	141,325.0			11.1	

Fuente: INEGI. Censos Econ micos 2014, Fecha de actualizaci n: 03/05/2016

Sectores de Ocupaci n y Porcentaje de Ingresos de la PEA

El sector con mayor producci n bruta y de trabajadores en el estado de Morelos es el de Industrias manufactureras, pues aporta el 66.27% de la producci n total estatal y asume el 23.38% del personal ocupado de toda la entidad. Los ingresos de la PEA son los mejores con un promedio de ingresos de sus trabajadores de 2.90 millones de pesos, lo que equivale al 26.17% del total de ingresos de la PEA de todo el estado.

El sector de actividades primarias, de ocupaci n de la Agricultura, cr a y explotaci n de animales, aprovechamiento forestal, pesca y es el que genera menores ganancias dentro de la entidad con 53.5 millones de pesos, lo que equivale solo al 0.04% del total de ingresos del estado, ademÆs es el segundo sector con menor cantidad de personal ocupado con el 0.18% del total en la entidad, con 261trabajadores, solo superado en menor cantidad de personal remunerado por el sector Miner a quien asume el mismo porcentaje pero su nœmero de personal es de 255.

El promedio de ingresos de la PEA mÆs bajo equivale al 0.21% y son los sectores de Agricultura, cr a y explotaci n de animales, aprovechamiento forestal, pesca, los Servici - os educativos y los Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediaci n quienes asumen dicho promedio.
Con respecto a los ingresos de la poblaci n de acuerdo con la encuesta intercensal de INEGI 2015, 40.17% de la poblaci n econ micamente activa de Morelos recibe ingresos de menos de 2 salarios m nimos, lo que habla de un bajo poder adquisitivo en la regi n y un posible aspecto de mejora. La siguiente tabla expresa los valores porcentuales de dicha condici n a nivel municipal.

Tabla 26 Municipios segœn % de la PEA que recibe Ingresos de menos de 2 Salarios M nimos, 2015

Clave	Municipio	Porcentaje de la PEA que recibe ingresos de menos de 2 salarios m nimos
17001	Amacuzac	45.64
17002	Atlatlahucan	45.13
17003	Axochiapan	66.04
17004	Ayala	47.94
17005	CoatlÆn del R o	57.16
17006	Cuautla	43.25
17007	Cuernavaca	27.02
17008	Emiliano Zapata	38.79
17009	Huitzilac	41.29
17010	Jantetelco	51.08
17011	Jiutepec	35.68
17012	Jojutla	41.93
17013	Jonacatepec	47.42
17014	Mazatepec	52.91
17015	MiacatlÆn	53.31
17016	Ocuituco	67.21
17017	Puente de Ixtla	41.37
17018	Temixco	40.74
17019	Tepalcingo	56.98
17020	TepoztlÆn	39.93
17021	Tetecala	46.33
17022	Tetela del VolcÆn	65.05
17023	Tlalnepantla	58.59
17024	TlaltizapÆn	47.61
17025	Tlaquiltenango	46.67
17026	Tlayacapan	49.20
17027	Totolapan	55.17
17028	Xochitepec	41.51
17029	Yautepec	40.77
17030	Yecapixtla	49.28
17031	Zacatepec	36.74
17032	Zacualpan	57.07
17033	Temoac	60.68

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

En el siguiente mapa se puede observar que las localidades de Tetela del VolcÆn, Axochiapan, CoatlÆn del R o y Temoac presentan un porcentaje mayor al 58% de su PEA con ingresos de menos de dos salarios m nimos. Sin embargo, Cuernavaca, Jiutepec y Zactepec se posicionan como las comunidades con el menor porcentaje de dicha condici n con menos del 38%.

MAPA 45. Porcentaje de la PEA que recibe Ingresos de menos de 2 Salarios M nimos del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Raz n de Dependencia Econ mica

A la relaci n entre PEA y PEI se le llama Raz n de dependencia, este indicador mide el grado de carga que una persona en edad y capacidad de producir y trabajar debe soportar en promedio. En este sentido la raz n de dependencia son la cantidad de individuos inactivos que cada 100 activos deben sostener (Palacio, J. L., SÆnchez, M. T. et al., 2004).

Segœn el mØtodo de J. L. Palacio la poblaci n se divide en tres rangos: 1) Poblaci n infantil y juvenil: de 0 a 14 aæos, 2) PEA: poblaci n de 15 a 64 aæos y 3) Poblaci n de 65 aæos y mÆs. Los rangos uno y tres conform an la PEI. A la PEA se le suele llamar poblaci n activa o activos y a la PEI poblaci n inactiva o inactivos. Es importante aclarar que, dado el desempleo, es sabido que no todos los activos trabajan, aun as , la raz n de dependencia da una buena idea de quØ cantidad de fuerza de trabajo se deber a unir a la produc - ci n de bienes y servicios.

Entre los muchos factores demogrÆficos que pueden aumentar o reducir la raz n de dependencia se encuentran, entre otros, los cambios en los niveles de fecundidad y mortalidad y los cambios poblacionales debidos a los movimientos migratorios.

En el estado de Morelos 491,588 pertenecen al grupo de poblaci n infantil, de 0 a 14 aæos, 1,253,775 tienen de 15 a 64 aæos (son PEA) y 157,027 pertenecen al rango pobła cional de 65 aæos y mÆs. Por tanto la raz n de dependencia es de 51.73 dependientes por cada cien activos, es decir que por cada cien personas en edad de trabajar un poco mÆs de la mitad no se encuentra en edad de laborar. A continuaci n se presentan los tres rangos de edad para cada municipio junto con su respectiva raz n de dependencia, la cartograf a contigua identifica la raz n de dependencia municipal y los distintos tipos de dependencia (general, infantil y envejecida) a nivel localidad.

Tabla 27 Municipios segœn Rangos de Edad y Raz n de Dependencia Econ mica, 2015

Clave	Municipio	Poblaci n de 0 a 14 aæos	Poblaci n de 15 a 64 aæos	Poblaci n de 65 aæos y mÆs	Raz n de Dependencia
17001	Amacuzac	4889	11135	1730	59.44
17002	Atlatlahucan	6277	13785	1998	60.03
17003	Axochiapan	10509	22514	2656	58.47
17004	Ayala	24108	54383	6921	57.06
17005	CoatlÆn del R o	2530	6008	1213	62.30
17006	Cuautla	49671	129130	15680	50.61
17007	Cuernavaca	77907	250032	38131	46.41
17008	Emiliano Zapata	27767	65371	6326	52.15
17009	Huitzilac	5339	12683	1197	51.53
17010	Jantetelco	4888	11089	1245	55.31
17011	Jiutepec	53577	145839	14640	46.78
17012	Jojutla	13752	37879	5454	50.70
17013	Jonacatepec	4026	10216	1422	53.33
17014	Mazatepec	2614	6409	944	55.52
17015	MiacatlÆn	7322	16941	2419	57.50
17016	Ocuituco	5802	11508	1259	61.36
17017	Puente de Ixtla	18588	43079	4659	53.96
17018	Temixco	31994	75652	8421	53.42
17019	Tepalcingo	7420	17316	2413	56.79
17020	TepoztlÆn	12152	31236	3552	50.28
17021	Tetecala	1997	5030	743	54.47
17022	Tetela del VolcÆn	6740	12567	1391	64.70
17023	Tlalnepantla	2169	4486	505	59.61
17024	TlaltizapÆn	14100	33543	4414	55.19
17025	Tlaquiltenango	8453	22020	3371	53.70
17026	Tlayacapan	4880	11408	1412	55.15
17027	Totolapan	3583	7533	876	59.19
17028	Xochitepec	19454	44944	4563	53.44
17029	Yautepec	27825	66362	8469	54.69
17030	Yecapixtla	15516	33426	3654	57.35
17031	Zacatepec	8751	24081	3306	50.07
17032	Zacualpan	2522	5934	905	57.75
17033	Temoac	4466	10236	1138	54.75

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 46. Raz n de Dependencia Econ mica del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

En general a nivel localidad, el nœmero de dependientes econ micos por cada 100 PEA gira alrededor de 60 hasta 400 habitantes, incluyendo niæos, adolescentes y personas de la tercera edad en la mayor a del estado. Huitzilac, TepozotlÆn, el este de Cuernavaca, Temixco, Jiutepec, Puente de Ixtla, Totolapan, Tlayacapan, Yautepec, Tlaquiltenango, Axiochiapan, Tetela del VolcÆn Hueyapan y Tepalcingo son los munic ipios que concentran, en la mayor a de su territorio, una cantidad mayor de dependi - entes por la poblaci n econ micamente activa.

Por su parte tal como se muestra en el mapa de Raz n de Dependencia econ mica Infantil y Juvenil (de 0 a 14 aæos) el mayor nœmero de personas dependientes econ micas por cada 100 PEA relativas a la poblaci n infantil y juvenil, se encuentran principalmente en los municipios de Cuautla, Temixco, Tlaquiltenango, Huitzilac, Axochiapan y Temixco, con una cantidad aproximada de 69 a 233 personas.

MAPA 47. Raz n de Dependencia Econ mica del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

MAPA 48. Raz n de Dependencia Econ mica Infantil y Juvenil (de 0 a 14 aæos) del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

El nœmero de personas adultas mayores dependientes econ micamente por cada 100 PEA es menor al de la poblaci n infantil y juvenil. Sin embargo, el mayor nivel de dependencia econ mica se concentra en Tetecala y en una pequeæa zonificaci n al sur de Puente de Ixtla alcanzando cantidades de entre 195 a 398 dependientes.

MAPA 49. Raz n de Dependencia Econ mica Poblaci n Envejecida (de 65 aæos y mÆs) del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Tasa de Desempleo Abierto (TDA)

Todos los individuos en edad de trabajar que carecen de empleo o lo buscan en el per odo de referencia conforman a la poblaci n en desempleo abierto, esto de acuerdo a los criterios de la Organizaci n Internacional del Trabajo (OIT) y del INEGI. Para calcular la Tasa de Desempleo Abierto (TDA) se utiliza la siguiente formula:

TDA = (Desempleados/PEA)*100

As , se entiende que la TDA es la proporci n de la PEA que, en el per odo de referencia, no estÆ ocupada.

La entidad tiene 802,856 Poblaci n Econ micamente Activa (PEA) total, de los cuales 766,564 son PEA ocupada y 36,292 son PEA desocupada, 708,201 son Poblaci n no econ micamente activa. Con lo anterior resulta que la entidad asume una tasa abierta de desempleo en el aæo 2015 equivalente a 4.52. La siguiente tabla muestra la poblaci n econ micamente activa (PEA) total, la ocupada y desocupada y su respectivo tasa de desempleo abierto (TDA) por cada municipio. Los mapas identifican la Tasa de Desempleo Abierto (TDA) dentro del Estado.

Tabla 28 Municipios segœn PEA total, Ocupada, Desocupada y Tasa de Desempleo Abierto (TDA), 2015

Clave	Municipio	Poblaci n Total (2015)	Poblaci n econ micamente activa total	Poblaci n econ micamente activa Ocupada	Poblaci n econ micamente activa Desocupada	Poblaci n no econ micame nte activa	Tasa de desempleo abierto
17001	Amacuzac	17,772	6063	5689	374	7826	6.17
17002	Atlatlahucan	22,079	8744	8508	236	8296	2.70
17003	Axochiapan	35,689	12953	12283	670	14215	5.17
17004	Ayala	85,521	31715	29743	1972	34548	6.22
17005	CoatlÆn del R o	9,768	3700	3552	148	3997	4.00
17006	Cuautla	194,786	86301	83078	3223	68766	3.73
17007	Cuernavaca	366,321	169220	161323	7897	134725	4.67
17008	Emiliano Zapata	99,493	43703	41931	1772	33826	4.05
17009	Huitzilac	19,231	8365	8124	241	6601	2.88
17010	Jantetelco	17,238	6607	6244	363	6769	5.49
17011	Jiutepec	214,137	98439	93875	4564	73395	4.64
17012	Jojutla	57,121	24253	23049	1204	21963	4.96
17013	Jonacatepec	15,690	6006	5666	340	6494	5.66
17014	Mazatepec	9,967	3965	3838	127	3910	3.20
17015	MiacatlÆn	26,713	10350	9796	554	10485	5.35
17016	Ocuituco	18,580	6267	5952	315	7633	5.03
17017	Puente de Ixtla	66,435	24929	23542	1387	26481	5.56
17018	Temixco	116,143	47538	45364	2174	42456	4.57
17019	Tepalcingo	27,187	9567	8997	570	11621	5.96
17020	TepoztlÆn	46,946	20605	19956	649	16908	3.15
17021	Tetecala	7,772	3022	2870	152	3135	5.03
17022	Tetela del VolcÆn	20,698	7219	6976	243	8127	3.37
17023	Tlalnepantla	7,166	2683	2674	9	2702	0.34
17024	TlaltizapÆn	52,110	19724	18844	880	21067	4.46
17025	Tlaquiltenango	33,844	12962	12101	861	14230	6.64

Fuente: Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 50. Tasa de Desempleo Abierto (TDA) del Estado de Morelos por Municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 51. Tasa de Desempleo Abierto (TDA) del Estado de Morelos por Localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

La tasa de desempleo abierto a nivel localidad es alta en varios sitios del estado de Morelos y trastoca comunidades urbanas y rurales. Las localidades mÆs afectadas en relaci n con la falta de empleo son Axochiapan, Tetecala, Jiutepec, Jantetelco, comuni - dades al este de Ayala, Tres Mar as en Huitzilac, Atlatlahucan entre otros.

Equipamiento e Infraestructura

Junto con la infraestructura, la vivienda y el suelo, el equipamiento es un componente citadino primordial en las comunidades humanas por su importante papel en el desar - rollo econ mico y social. El equipamiento estÆ directamente relacionado, ademÆs, con el bien de la sociedad y el desempeæo de las labores de producci n de los seres humanos en general.

Por equipamiento urbano podemos entender al conglomerado de espacios y construc - ciones, primordialmente de uso pœblico, en donde se llevan a cabo labores complementa - rias a las de trabajo y habitaci n que proveen a los habitantes de una regi n servicios de bienestar social y de ayuda en el desarrollo econ mico, cultural, recreativo y social (SEDESOL, 1999); El equipamiento urbano es componente fundamental de las zonas rurales y urbanas, su adecuada dotaci n es determinante en la calidad de vida de la poblaci n y le permite realizarse cultural, social y econ micamente.

En este sentido, el objetivo del presente segmento es identificar el nivel de suficiencia y dotaci n de infraestructura y equipamiento dentro del espacio geogrÆfico del estado para ubicar las regiones de mayor interØs y prioridad en lo referente a la ampliaci n o dotaci n de las edificaciones que se necesiten para que la calidad de vida sea adecuada.

La tabla de equipamiento e infraestructura por municipio se realiz a travØs de un anÆlisis de los insumos cartogrÆficos aportados por el DENUE y la encuesta intercensal 2015. INEGI.
La columna dotaci n es el resultado de dividir la poblaci n total entre las unidades registradas para cada sector, tiene la intensi n de estimar el total de poblaci n a la cual ofrece servicios cada unidad de equipamiento o infraestructura.

Tabla 29 Dotaci n de Equipamiento e Infraestructura

Municipio	Poblaci n	Sector	Unidades	Dotaci n
AMACUZAC	17772	Educativo	13	1367
	17772	Salud y asistencia social	18	987
	17772	Administraci n pœblica y seguridad	10	1777
	17772	Servicios especializados	78	228
	17772	Cultural y religioso	13	1367
	17772	Recreaci n y deporte	66	269
	17772	Sanitario	4	4443
	17772	Movilidad urbana	1	17772
	17772	Infraestructura estratØgica	2	8886
	17772	Comercios y abasto	230	77
ATLATLAHUCAN	22079	Educativo	12	1840
	22079	Salud y asistencia social	28	789
	22079	Administraci n pœblica y seguridad	7	3154
	22079	Servicios especializados	106	208
	22079	Cultural y religioso	24	920
	22079	Recreaci n y deporte	73	302
	22079	Sanitario	2	11040
	22079	Movilidad urbana	5	4416
	22079	Infraestructura estratØgica	5	4416
	22079	Comercios y abasto	289	76
AXOCHIAPAN	35689	Educativo	34	1050
	35689	Salud y asistencia social	84	425
	35689	Administraci n pœblica y seguridad	11	3244
	35689	Servicios especializados	359	99
	35689	Cultural y religioso	47	759
	35689	Recreaci n y deporte	237	151
	35689	Sanitario	4	8922
	35689	Movilidad urbana	21	1699
	35689	Infraestructura estratØgica	8	4461
	35689	Comercios y abasto	919	39
AYALA	85521	Educativo	58	1474
	85521	Salud y asistencia social	63	1357
	85521	Administraci n pœblica y seguridad	50	1710
	85521	Servicios especializados	362	236
	85521	Cultural y religioso	72	1188
	85521	Recreaci n y deporte	395	217
	85521	Sanitario	8	10690
	85521	Movilidad urbana	16	5345
	85521	Infraestructura estratØgica	9	9502
	85521	Comercios y abasto	1222	70
COATL N DEL R O	9768	Educativo	6	1628
	9768	Salud y asistencia social	13	751
	9768	Administraci n pœblica y seguridad	7	1395
	9768	Servicios especializados	25	391
	9768	Cultural y religioso	7	1395
	9768	Recreaci n y deporte	33	296
	9768	Sanitario	2	4884
	9768	Movilidad urbana	1	9768
	9768	Infraestructura estratØgica	4	2442
	9768	Comercios y abasto	91	107
CUAUTLA	194786	Educativo	330	590
	194786	Salud y asistencia social	532	366
	194786	Administraci n pœblica y seguridad	153	1273
	194786	Servicios especializados	2546	77
	194786	Cultural y religioso	251	776
	194786	Recreaci n y deporte	2095	93
	194786	Sanitario	29	6717
	194786	Movilidad urbana	174	1119
	194786	Infraestructura estratØgica	60	3246
	194786	Comercios y abasto	6525	30
CUERNAVACA	366321	Educativo	806	454
	366321	Salud y asistencia social	1006	364
	366321	Administraci n pœblica y seguridad	318	1152
	366321	Servicios especializados	4878	75
	366321	Cultural y religioso	370	990
	366321	Recreaci n y deporte	3063	120
	366321	Sanitario	63	5815
	366321	Movilidad urbana	309	1186
	366321	Infraestructura estratØgica	82	4467
	366321	Comercios y abasto	9137	40

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Municipio	Poblaci n	Sector	Unidades	Dotaci n
EMILIANO ZAPATA	99493	Educativo	92	1081
	99493	Salud y asistencia social	108	921
	99493	Administraci n pœblica y seguridad	43	2314
	99493	Servicios especializados	622	160
	99493	Cultural y religioso	104	957
	99493	Recreaci n y deporte	532	187
	99493	Sanitario	8	12437
	99493	Movilidad urbana	19	5236
	99493	Infraestructura estratØgica	12	8291
	99493	Comercios y abasto	1903	52
HUITZILAC	19231	Educativo	14	1374
	19231	Salud y asistencia social	17	1131
	19231	Administraci n pœblica y seguridad	5	3846
	19231	Servicios especializados	143	134
	19231	Cultural y religioso	12	1603
	19231	Recreaci n y deporte	194	99
	19231	Sanitario	1	19231
	19231	Movilidad urbana	12	1603
	19231	Infraestructura estratØgica	6	3205
	19231	Comercios y abasto	459	42
JANETETELCO	17238	Educativo	17	1014
	17238	Salud y asistencia social	31	556
	17238	Administraci n pœblica y seguridad	23	749
	17238	Servicios especializados	159	108
	17238	Cultural y religioso	19	907
	17238	Recreaci n y deporte	99	174
	17238	Sanitario	2	8619
	17238	Movilidad urbana	7	2463
	17238	Infraestructura estratØgica	5	3448
	17238	Comercios y abasto	363	47
JIUTEPEC	214137	Educativo	269	796
	214137	Salud y asistencia social	295	726
	214137	Administraci n pœblica y seguridad	106	2020
	214137	Servicios especializados	2109	102
	214137	Cultural y religioso	210	1020
	214137	Recreaci n y deporte	1303	164
	214137	Sanitario	19	11270
	214137	Movilidad urbana	63	3399
	214137	Infraestructura estratØgica	41	5223
	214137	Comercios y abasto	4493	48
JOJUTLA	57121	Educativo	92	621
	57121	Salud y asistencia social	153	373
	57121	Administraci n pœblica y seguridad	63	907
	57121	Servicios especializados	710	80
	57121	Cultural y religioso	112	510
	57121	Recreaci n y deporte	610	94
	57121	Sanitario	16	3570
	57121	Movilidad urbana	72	793
	57121	Infraestructura estratØgica	14	4080
	57121	Comercios y abasto	1830	31
JONACATEPEC DE LEANDRO VALLE	15690	Educativo	23	682
	15690	Salud y asistencia social	33	475
	15690	Administraci n pœblica y seguridad	21	747
	15690	Servicios especializados	138	114
	15690	Cultural y religioso	26	603
	15690	Recreaci n y deporte	105	149
	15690	Sanitario	2	7845
	15690	Movilidad urbana	2	7845
	15690	Infraestructura estratØgica	4	3922
	15690	Comercios y abasto	415	38
MAZATEPEC	9967	Educativo	8	1246
	9967	Salud y asistencia social	14	712
	9967	Administraci n pœblica y seguridad	6	1661
	9967	Servicios especializados	63	158
	9967	Cultural y religioso	12	831
	9967	Recreaci n y deporte	64	156
	9967	Sanitario	3	3322
	9967	Movilidad urbana	3	3322
	9967	Infraestructura estratØgica	4	2492
	9967	Comercios y abasto	184	54
MIACATL`N	26713	Educativo	26	1027
	26713	Salud y asistencia social	38	703
	26713	Administraci n pœblica y seguridad	14	1908
	26713	Servicios especializados	166	161
	26713	Cultural y religioso	24	1113
	26713	Recreaci n y deporte	150	178
	26713	Sanitario	2	13356
	26713	Movilidad urbana	4	6678
	26713	Infraestructura estratØgica	9	2968
	26713	Comercios y abasto	609	44

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Municipio	Poblaci n	Sector	Unidades	Dotaci n
OCUITUCO	18580	Educativo	13	1429
	18580	Salud y asistencia social	29	641
	18580	Administraci n pœblica y seguridad	35	531
	18580	Servicios especializados	67	277
	18580	Cultural y religioso	14	1327
	18580	Recreaci n y deporte	40	464
	18580	Sanitario	4	4645
	18580	Movilidad urbana	4	4645
	18580	Infraestructura estratØgica	8	2322
	18580	Comercios y abasto	258	72
PUENTE DE IXTLA	66435	Educativo	65	1022
	66435	Salud y asistencia social	74	898
	66435	Administraci n pœblica y seguridad	37	1796
	66435	Servicios especializados	483	138
	66435	Cultural y religioso	70	949
	66435	Recreaci n y deporte	424	157
	66435	Sanitario	5	13287
	66435	Movilidad urbana	26	2555
	66435	Infraestructura estratØgica	9	7382
	66435	Comercios y abasto	1532	43
TEMIXCO	116143	Educativo	130	893
	116143	Salud y asistencia social	163	713
	116143	Administraci n pœblica y seguridad	45	2581
	116143	Servicios especializados	953	122
	116143	Cultural y religioso	165	704
	116143	Recreaci n y deporte	722	161
	116143	Sanitario	10	11614
	116143	Movilidad urbana	23	5050
	116143	Infraestructura estratØgica	15	7743
	116143	Comercios y abasto	2744	42
TEMOAC	15844	Educativo	16	990
	15844	Salud y asistencia social	22	720
	15844	Administraci n pœblica y seguridad	10	1584
	15844	Servicios especializados	80	198
	15844	Cultural y religioso	21	754
	15844	Recreaci n y deporte	64	248
	15844	Sanitario	3	5281
	15844	Infraestructura estratØgica	1	15844
	15844	Comercios y abasto	288	55
TEPALCINGO	27187	Educativo	23	1182
	27187	Salud y asistencia social	35	777
	27187	Administraci n pœblica y seguridad	10	2719
	27187	Servicios especializados	160	170
	27187	Cultural y religioso	38	715
	27187	Recreaci n y deporte	197	138
	27187	Sanitario	2	13594
	27187	Movilidad urbana	6	4531
	27187	Infraestructura estratØgica	3	9062
	27187	Comercios y abasto	645	42
TEPOZTL`N	46946	Educativo	42	1118
	46946	Salud y asistencia social	57	824
	46946	Administraci n pœblica y seguridad	20	2347
	46946	Servicios especializados	196	240
	46946	Cultural y religioso	34	1381
	46946	Recreaci n y deporte	348	135
	46946	Sanitario	2	23473
	46946	Movilidad urbana	30	1565
	46946	Infraestructura estratØgica	10	4695
	46946	Comercios y abasto	695	68
TETECALA	7772	Educativo	13	598
	7772	Salud y asistencia social	17	457
	7772	Administraci n pœblica y seguridad	31	251
	7772	Servicios especializados	68	114
	7772	Cultural y religioso	11	707
	7772	Recreaci n y deporte	57	136
	7772	Movilidad urbana	3	2591
	7772	Infraestructura estratØgica	4	1943
	7772	Comercios y abasto	202	38
TETELA DEL VOLC`N	20698	Educativo	35	591
	20698	Salud y asistencia social	45	460
	20698	Administraci n pœblica y seguridad	14	1478
	20698	Servicios especializados	140	148
	20698	Cultural y religioso	33	627
	20698	Recreaci n y deporte	106	195
	20698	Sanitario	3	6899
	20698	Movilidad urbana	4	5174
	20698	Infraestructura estratØgica	3	6899
	20698	Comercios y abasto	510	41

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Municipio	Poblaci n	Sector	Unidades	Dotaci n
TLANEPANTLA	7166	Educativo	4	1792
	7166	Salud y asistencia social	4	1792
	7166	Administraci n pœblica y seguridad	2	3583
	7166	Servicios especializados	17	422
	7166	Cultural y religioso	9	796
	7166	Recreaci n y deporte	13	551
	7166	Movilidad urbana	2	3583
	7166	Infraestructura estratØgica	1	7166
	7166	Comercios y abasto	101	71
TLATIZAP' N DE ZAPATA	52110	Educativo	43	1212
	52110	Salud y asistencia social	57	914
	52110	Administraci n pœblica y seguridad	27	1930
	52110	Servicios especializados	316	165
	52110	Cultural y religioso	86	606
	52110	Recreaci n y deporte	344	151
	52110	Sanitario	9	5790
	52110	Movilidad urbana	14	3722
	52110	Infraestructura estratØgica	17	3065
	52110	Comercios y abasto	944	55
TLAQUITENANGO	33844	Educativo	18	1880
	33844	Salud y asistencia social	31	1092
	33844	Administraci n pœblica y seguridad	18	1880
	33844	Servicios especializados	196	173
	33844	Cultural y religioso	43	787
	33844	Recreaci n y deporte	180	188
	33844	Sanitario	3	11281
	33844	Movilidad urbana	3	11281
	33844	Infraestructura estratØgica	12	2820
	33844	Comercios y abasto	476	71
TLAYACAPAN	17714	Educativo	12	1476
	17714	Salud y asistencia social	30	590
	17714	Administraci n pœblica y seguridad	14	1265
	17714	Servicios especializados	100	177
	17714	Cultural y religioso	27	656
	17714	Recreaci n y deporte	141	126
	17714	Sanitario	2	8857
	17714	Movilidad urbana	9	1968
	17714	Infraestructura estratØgica	2	8857
	17714	Comercios y abasto	364	49
TOTOLAPAN	11992	Educativo	12	999
	11992	Salud y asistencia social	12	999
	11992	Administraci n pœblica y seguridad	7	1713
	11992	Servicios especializados	46	261
	11992	Cultural y religioso	9	1332
	11992	Recreaci n y deporte	38	316
	11992	Sanitario	1	11992
	11992	Movilidad urbana	2	5996
	11992	Infraestructura estratØgica	3	3997
	11992	Comercios y abasto	173	69
XOCHITEPEC	68984	Educativo	73	945
	68984	Salud y asistencia social	76	908
	68984	Administraci n pœblica y seguridad	56	1232
	68984	Servicios especializados	508	136
	68984	Cultural y religioso	76	908
	68984	Recreaci n y deporte	449	154
	68984	Sanitario	10	6898
	68984	Movilidad urbana	22	3136
	68984	Infraestructura estratØgica	15	4599
	68984	Comercios y abasto	1383	50
YAUTEPEC	102690	Educativo	130	790
	102690	Salud y asistencia social	169	608
	102690	Administraci n pœblica y seguridad	85	1208
	102690	Servicios especializados	993	103
	102690	Cultural y religioso	139	739
	102690	Recreaci n y deporte	765	134
	102690	Sanitario	13	7899
	102690	Movilidad urbana	25	4108
	102690	Infraestructura estratØgica	18	5705
	102690	Comercios y abasto	2276	45

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Municipio	Poblaci n	Sector	Unidades	Dotaci n
YECAPIXTLA	52651	Educativo	42	1254
	52651	Salud y asistencia social	43	1224
	52651	Administraci n pœblica y seguridad	20	2633
	52651	Servicios especializados	326	162
	52651	Cultural y religioso	36	1463
	52651	Recreaci n y deporte	254	207
	52651	Sanitario	6	8775
	52651	Movilidad urbana	22	2393
	52651	Infraestructura estratØgica	7	7522
	52651	Comercios y abasto	961	55
ZACATEPEC	36159	Educativo	45	804
	36159	Salud y asistencia social	77	470
	36159	Administraci n pœblica y seguridad	38	952
	36159	Servicios especializados	388	93
	36159	Cultural y religioso	63	574
	36159	Recreaci n y deporte	357	101
	36159	Sanitario	7	5166
	36159	Movilidad urbana	7	5166
	36159	Infraestructura estratØgica	7	5166
	36159	Comercios y abasto	953	38
ZACUALPAN DE AMILPAS	9370	Educativo	18	521
	9370	Salud y asistencia social	29	323
	9370	Administraci n pœblica y seguridad	8	1171
	9370	Servicios especializados	64	146
	9370	Cultural y religioso	15	625
	9370	Recreaci n y deporte	54	174
	9370	Sanitario	2	4685
	9370	Movilidad urbana	2	4685
	9370	Infraestructura estratØgica	2	4685
	9370	Comercios y abasto	210	45

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La informaci n descrita en la tabla anterior se mapeo para identificar las zonas mÆs propensas a afectaci n en caso de desastres, ya que la concentraci n observada en los mapas define irremediablemente una densificaci n de sistemas expuestos, la cual es importante considerar en los escenarios de gesti n de emergencias.

MAPA 52. Densidad de Equipamiento de Administraci n Pœblica y Seguridad

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Dentro del estado de Morelos la densidad del equipamiento de Administraci n Pœblica y Seguridad se concentra de manera muy alta y alta dentro de la zona urbana de los municipios de Cuernavaca, Yautepec, Tlayacapan, TepoztlÆn y Jiutepec; sin embargo, cabe mencionar que dicho indicador no concentra en su totalidad a todo el territorio urbano, ya que se pueden encontrar niveles de densidad medios o bajos en los l mites de cada zona urbanizada.

MAPA 53. Densidad de Equipamiento Educativo

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Con relaci n al equipamiento de educaci n, el territorio urbanizado concentra la mayor densidad de dotaci n y, la menor se distribuye hacia la mayor parte del estado. En la zona centro de la cabecera municipal de Cuernavaca se concentra una densidad muy alta, asimismo, dentro de la zona urbana de Cuautla, al sureste del municipio se ubica una densidad muy alta y alta respectiva al equipamiento de educaci n.

MAPA 54. Densidad de Equipamiento Comercial

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La densidad de equipamiento comercial en el estado de Morelos es baja o muy baja en la mayor parte del territorio, œnicamente las zonas urbanas mantienen una densidad mayor. Las cabeceras municipales de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Yautepec concentran una densidad muy alta, seguidos por pequeæas zonificaciones dentro de los municipios de Axochiapan, TepoztlÆn, Jojutla Jonacatepec de Leandro Valle y Yecapixtla.

MAPA 55. Densidad de Equipamiento de Servicios Especializados

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

El equipamiento de servicios especializados concentra la mayor densidad en los municipios de Cuautla, Cuernavaca, Jiutepec y Temixco. Asimismo, Jonacatepec de Leandro Valle, Axochiapan, MiacatlÆn y Puente de Ixtla concentran niveles altos, sin embargo el equipamiento se reduce œnicamente a las cabeceras municipales de dichos municipios.

MAPA 56. Densidad de Equipamiento Cultural y Religioso

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La densidad respectiva al equipamiento de cultura y religi n es en su mayor a baja dentro del estado, incluyendo varias zonas urbanizadas. Las localidades de Cuernavaca, Cuautla y Yautepec de Zaragoza son las que concentran el mayor nivel de densidad de dotaci n del equipamiento de cultura y religi n.

MAPA 57. Densidad de Equipamiento de Salud

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

En el mapa se puede observar, con respecto a la dotaci n del equipamiento de salud, una densidad muy baja y baja a lo largo del estado, œnicamente pequeæas zonifica ciones ubicadas dentro de la cabecera de Cuernavaca, Cuautla, Jiutepec y Axochiapan concentran niveles superiores con una densidad alta o muy alta.

MAPA 58. Densidad de Equipamiento de Movilidad Urbana

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

El equipamiento de Movilidad urbana concentra densidades altas o muy altas dentro del territorio urbano. La mayor concentraci n de densidad de equipamiento de movilidad se encuentra al sureste de la cabecera municipal de Cuautla, al sur de la de Cuernavaca y en pequeæas zonificaciones al centro de los municipios de TepoztlÆn, Tlanepantla, Jojutla, Axochiapan, Tlayacapan y Yautepec.

MAPA 59. Densidad de Equipamiento de Recreaci n y Deporte

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Al respecto del equipamiento de recreaci n y deporte la densidad de dotaci n del equipamiento es en su mayor a muy baja a lo largo del estado, inclusive las zonificaciones urbanas concentran niveles bajos, œnicamente las localidades de Cuautla, Cuernavaca y Jiutepec se concentran una densidad mayor de dotaci n del equipamiento.

MAPA 60. Densidad de Equipamiento Sanitario

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La densidad del equipamiento sanitario se concentra en su mayor a al centro de las cabeceras municipales de los municipios de Cuernavaca, Cuautla, Jiutepec, Yautepec y Axochiapan Por otro lado, es importante mencionar que los l mites de las zonificaciones urbanas cuentan con una densidad media y baja respectivamente.

Asimismo, con la informaci n de la tabla densidad de equipamiento e infraestructura se realiz la representaci n cartogrÆfica de la dotaci n de equipamiento entendido como la relaci n existente entre la poblaci n municipal y el nœmero de unidades para cada sector.

MAPA 61. Dotaci n de Equipamiento de Administraci n Pœblica y Seguridad

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La mayor cantidad de personas por unidad de equipamiento de administraci n pœblica y seguridad se concentra en los municipios de Huitzilac, Tlalnepantla y Atlatlahucan, tales comunidades, por ende, necesitan mayores unidades de equipamiento para cubrir con las necesidades de la poblaci n de dichos municipios. Por otro lado los municipios con el menor nœmero de personas por dotaci n de equipamiento se encuentran en los municipios de Jojutla, Jonacatepec de Leandro Valle, Jantetelco, Tetecala y Ocuituco.

MAPA 62. Dotaci n de Equipamiento Educativo

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Con respecto al equipamiento educativo, la mayor cantidad de personas cubiertas por unidad se concentra en los municipios de Tlaquiltenango, Atlatlahucan, Tlalnepantlan y CoatlÆn del R o con una cantidad aproximada de 1477 a 1880 personas por unidad. Los municipios con la menor cantidad de personas atendidas por equipamiento educativo son Jojutla, Cuernavaca, Cuautla, Jonacatepec de Leandro Valle, Zacualpan de Amilpas, Tetela del VolcÆn.

MAPA 63. Dotaci n de Equipamiento Comercial

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La mayor cantidad de poblaci n atendida por unidad de equipamiento comercial se concentra en CoatlÆn del R o, TepoztlÆn, Tlalnepantla, Totolapan, Atlatlahucan, Amacuz ac, Ocuituco y Tlaquiltenango. Las localidades que atienden a un menor nœmero de personas por equipamiento comercial son Tetecala, Jonacatepec de Leandro Valle, Jojutla, Cuautla y Axochiapan.

MAPA 64. Dotaci n de Equipamiento de Servicios Especializados

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Con respecto a la dotaci n de servicios especializados, la mayor cantidad de personas atendidas por unidad de equipamiento se ubica en los municipios de CoatlÆn del R o y Tlalnepantla, con una cantidad de entre 278 a 422 personas. Las localidades con la menor cantidad de personas por unidad de equipamiento son Axochiapan, Jonacatep - ec de Leandro Valle, Jantetelco, Cuautla, Tetecala, Jojutla, Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca.

MAPA 65. Dotaci n de Equipamiento Cultural y Religioso

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Los municipios de Huitzilac, TepoztlÆn, Totolapan, Yecapixtla, Ocuituco, CoatlÆn del R o y Amacuzac son los municipios que contienen una mayor cantidad de personas por unidad de equipamiento cultural y religioso. Las localidades con menos personas por unidad de equipamiento son TlaltizapÆn de Zapata, Jonacatepec de Leandro Valle y Tlayacapan.

MAPA 66. Dotaci n de Equipamiento de Salud

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Con respecto al equipamiento de salud la mayor cantidad de personas por unidad de equipamiento se concentran en Ayala y Tlalnepantla, atendiendo aproximadamente una cantidad mayor a 1225 personas por unidad. Por otro lado, la menor cantidad de perso - nas por unidad de equipamiento abarcando una cantidad entre 323 a 475 personas se encuentran los municipios de Cuautla, Jojutla, Cuernavaca, Cuernavaca, Zacualpan de Amilpas, Tetela del VolcÆn y Tetecala.

MAPA 67. Dotaci n de Equipamiento de Movilidad Urbana

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

El municipio que atiende la cantidad mayor de poblaci n por unidad de equipamiento de movilidad urbana es Amacuzac con una cantidad de entre 11282- 17772 personas. Asimismo, les siguen los municipios de Tlaquiltenango, Jonacatepec de Leandro Valle y CoatlÆndel r o, con una cantidad mayor a 6679 personas. La menor cantidad de perso- nas por unidad de equipamiento se concentran en Axochiapan, Jojutla, Cuautla, Tlaya - capan, TepoztlÆn, Huitzilac, Cuernavaca, entre otros.

MAPA 68. Dotaci n de Equipamiento de Recreaci n y Deporte

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

La menor cantidad de personas atendidas por unidad de equipamiento de recreaci n y deporte se ubica dentro de las localidades de Axochiapan, Temoac, Cuautla, Tlayaca - pan y Jojutla. Los municipios que concentran un mayor nœmero de poblaci n atendida por unidad de equipamiento son Amacuzac, Tlaquiltenango, CoatlÆn del R o y Jonacatepec de Leandro Valle.

MAPA 69. Dotaci n de Equipamiento Sanitario

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

En el mapa se puede apreciar que la mayor cantidad de personas atendidas por unidad de equipamiento sanitario se concentra en los municipios de Huitzilac y TepoztlÆn, en dichos municipios la dotaci n de equipamiento sanitario atiende una cantidad superior de 13595 personas por unidad, lo cual revela la necesidad de mayores equipamientos sanitarios en las mismas. Cabe mencionar que las comunidades de Tetecala y Tlalnepantla no existen personas atendidas por el equipamiento sanitario.

MAPA 70. Infraestructura

Fuente: Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas, ver.2017; Encuesta Intercensal 2015. INEGI

Identificaci n de Amenazas y Peligros ante

2.1 Fen menos de Origen Geol gico

La complejidad y el cambio son dos caracter sticas que definen a la dinÆmica terrestre. Con el paso del tiempo, los fen menos naturales constituyen y moldean el relieve de la superficie del planeta, obteniendo como resultado cambios en el paisaje terrestre. En adici n a lo anterior, a causa del crecimiento poblacional el ser humano ha buscado su expansi n, aumentando la significancia de los peligros geol gicos. El desarrollo de los centros poblacionales expone a mÆs personas y bienes materiales a los peligros conse cuentes de la utilizaci n de zonas marginales de elevado riesgo y de la ocupaci n no planificada.

En los l mites de las ciudades la degradaci n de los sistemas naturales representa un hecho trascendental en las condiciones medioambientales de las comunidades urbanas, por lo que es relevante entender y reconocer los sistemas naturales para la construcci n del hÆbitat humano sin embargo, cuando la poblaci n se extiende sin criterios de sostenibilidad, los v nculos con estos sistemas se tornan con mayor precariedad y los recursos se vuelven escasos para la enorme cantidad de residentes concentrados en cada territorio; con ello las relaciones entre el medio urbano y los procesos naturales del medio ambiente se ven claramente perturbados. Es as que por medio de un Atlas se buscarÆn hallar los diversos peligros existentes identificando dichos fen menos para la reducci n de impactos negativos.

Con el Atlas se perciben y registran las particularidades de los fen menos perturbadores que impactan en el territorio y la forma en que estos inciden en los asentamientos humanos, el entorno y en la infraestructura. AdemÆs, contiene informaci n valiosa para la elaboraci n de procedimientos de actuaci n en caso de emergencia en el estado de Morelos, para optimizar la coordinaci n con los integrantes del Sistema de Protecci n Civil en la estima de los recursos necesarios ante fen menos antropogØnicos o naturales y en la toma de decisiones.

Los fen menos geol gicos son manifestaciones naturales recurrentes cuyo origen reincide en la dinÆmica interna y externa de las capas concØntricas de la tierra: el nœcleo, manto y corteza, en ellas la liberaci n de energ a es registrada de distintas maneras (Secretar a de Protecci n Civil, 2012).

Es preciso conocer cuÆles son las diversas formas en las que se puede manifestar el peligro para poder identificarlo, con ello resulta necesario el entendimiento de cada peligro geol gico que serÆ abordado en el Atlas de Peligros y Riesgos de Morelos.

2.1.1 Vulcanismo

El vulcanismo es un fen meno geol gico que se expresa en una manifestaci n de la energ a interna de la Tierra que afecta principalmente las zonas inestables de la corteza terrestre. Esta expresi n inicia con el ascenso de magma y/o productos hidrogaseosos a travØs de la corteza hasta llegar a la superficie por medio de fisuras; por estas, fluye lava hacia el exterior, as como material piroclÆstico, gases y vapores ardientes. Con el paso del tiempo la acumulaci n de materiales al exterior de la fisura forma los volcanes.

Dentro de los fen menos asociados al vulcanismo se encuentran los flujos de lava, ca da de ceniza o tefra, flujos y oleadas piroclÆsticas, ca da de materiales como bombas y lahares entre otros.

ILUSTRACI N 2: Fen menos relacionados con la Actividad VolcÆnica

Fuente: SEGOB/CENAPRED, 2016a.

En MØxico, la mayor parte del vulcanismo se encuentra relacionado con la zona de subducci n formada por las placas de Rivera y Cocos con la placa norteamericana, y tiene su mayor expresi n volcÆnica en la Faja VolcÆnica Transmexicana o Cintur n VolcÆnico Transmexicano (CVTM).

Es en esta provincia fisiogrÆfica donde se localiza la mayor concentraci n de formas volcÆnicas como campos de conos monogenØticos, estratovolcanes con elevaciones cercanas a los 4000

msnm, volcanes escudo, volcanes compuestos, calderas, lavas fisurales y domos, los cuales se extienden desde los estados de Colima y Nayarit hasta Veracruz.

Su vulcanismo es muy variado, desde actividad efusiva cuyos productos mÆs impor tantes son los derrames de lava, hasta erupciones altamente explosivas con predominio de dep sitos piroclÆsticos tanto de flujo como de ca da.

Como se coment con anterioridad, parte del CVTM se extiende a lo largo de la porci n norte del estado de Morelos, dando origen los aparatos volcÆnicos y sus grandes espesores de lava, las cuales son las estructuras geol gicas mÆs j venes y notables del territorio estatal.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED) existen en MØxico mÆs de 2,000 volcanes, de los cuales alrededor de 15 se consideran peligrosos. Un volcÆn se considera activo cuando ha desarrollado algœn tipo de actividad eruptiva en tiempos geol gicamente recientes o hist ricos. Un intervalo de tiempo comœnmente aceptado es 10,000 aæos (holoceno).

MAPA 71. Mapa Principales Volcanes Activos de MØxico

QuizÆ el volcÆn activo que mÆs peligro representa para el estado de Morelos es el PopocatØpetl ya que funge de l mite natural con el estado de Puebla en la porci n noreste del territorio estatal

Sus exhalaciones de ceniza han alcanzado las ciudades de Puebla, Cuernavaca y de MØxico y poblaciones incluso mÆs distantes como QuerØtaro y Veracruz. Los fragmentos incandescentes lanzados por sus explosiones han llegado a casi 5 km de distancia del crÆter y a unos 3.5 km de las poblaciones mÆs cercanas al volcÆn. TambiØn ha presentado en dos ocasiones flujos piroclÆsticos y lahares, que llegaron incluso hasta Santiago Xalitz intla, Puebla, el poblado mÆs cercano. A lo largo de su historia reciente, el volcÆn Popoc atØpetl ha presentado actividad recurrente con erupciones de distintos tipos, y diversas magnitudes.

Con la reactivaci n de su actividad se ha requerido la elaboraci n inmediata de mapas de peligros actualizados elaborados con base en los estudios que hasta ahora se han realiza do en los dep sitos derivados del VolcÆn PopocatØpetl. Hasta ahora se han identificado los siguientes peligros potenciales para las poblaciones aledaæas al volcÆn: Flujos piroclÆsticos, oleadas piroclÆsticas, flujos de lodo (lahares) y sus transformaciones; derrumbes gigantes (avalancha de escombros) del edificio volcÆnico; ca da de material piroclÆstico y proyectiles bal sticos; y emisi n de derrames de lava y posibles domos asociados.

El siguiente trabajo se bas en los nuevos mapas de peligros el volcÆn PopocatØpetl elaborados por el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED) en conjunto con la Universidad Nacional Aut noma de MØxico (UNAM). Estos mapas se elaboraron a partir de la reconstrucci n de la historia geol gica del volcÆn. A travØs de trabajos de campo y revisi n de bibliograf a y archivos hist ricos se reconocieron los distintos estilos de erupci n, sus extensiones y recurrencia en tiempos geol gicos.

Con estos datos se proyectaron escenarios de peligro a travØs de mœltiples simulaciones por computadora. Estos escenarios se basan en la magnitud de las erupciones y su probabilidad de ocurrencia

2.1.1.1 Campos VolcÆnicos

El vulcanismo que se ha presentado dentro de los l mites del estado de Morelos se concentra principalmente en la zona correspondiente al Campo VolcÆnico del Chichinaut zin (CVC) el cual estÆ ubicado en la porci n central del CVTM a una distancia aproximada de 340 kil metros de la Fosa Mesoamericana.

El CVC forma un terreno volcÆnico de tipo monogenØtico, elevado por encima de 3000 m.s.n.m., alargado en la misma direcci n E-W que la CVTM, extendiØndose desde los flancos del volcÆn PopocatØpetl en el oriente, hasta el Nevado de Toluca en el occidente.

Su l mite norte se extiende desde zonas del D. F. y el Estado de MØxico y en el sur hasta el norte del estado de Morelos. El CVC posee una de las densidades mÆs altas de volcanes monogenØticos del CVTM, es decir, de nœmero de volcanes por unidad de Ærea. Contiene al menos 220 estructuras volcÆnicas cuaternarias que incluyen volcanes escudo, flujos de lava, conos de lava, conos de escoria y de ceniza, cuyos productos abarcan desde basaltos hasta dacitas y estÆn intercalados con sedimentos aluviales que, en su conjunto, llegan a cubrir un Ærea de aproximadamente 2,500 km cuadrados.

A diferencia de los grandes estratovolcanes, donde se establece una cÆmara magmÆtica que emite sus materiales por un sistema definido de conductos, en los campos volcÆnicos monogenØticos (CVM) el fracturamiento de la corteza es tan intenso que, con cada ascenso de magma, se establece un nuevo sistema de conductos alimentadores, que siguen el patr n estructural de la zona. As , cada evento eruptivo en vez de alimentar y hacer crecer un solo sistema volcÆnico, como en el caso del PopocatØpetl y Fuego de Colima, permite el nacimiento de un nuevo volcÆn relativamente pequeæo.

Siempre existe la posibilidad de que un volcÆn aparezca en cualquier sitio de un CVM, lo que hace que sea sumamente dif cil identificar las zonas en las que se pueda generar la siguiente erupci n y por tanto generar mapas de peligro relativo en CVM.

En este sentido, el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED) propone una metodolog a para conocer la evoluci n espacio-temporal de un campo monogenØtico, e identificar patrones espaciales que permiten inferir d nde es probable que se presente actividad en el futuro.

MAPA 72. Campo VolcÆnico Chichinautzin

Fuente: SEGOB/CENAPRED, 2018.

La metodolog a propuesta se basa en la hip tesis de que existe una relaci n entre el grado de erosi n de un cono y su edad. Los volcanes monogenØticos adquieren una forma c nica en el momento de su formaci n y Østa se modifica con el paso del tiempo debido a la erosi n.

2.1.1.2 Densidad de Estructuras VolcÆnicas

Los campos volcÆnicos evolucionan a lo largo del tiempo y se extienden de manera variable en funci n del nœmero de centros eruptivos activos en diferentes periodos. La mayor a de los campos muestran una distribuci n agrupada de sus centros eruptivos. Esto podr a indicar que los mecanismos de generaci n de magma son similares a los que controlan su propagaci n a travØs de la lit sfera. Con base en lo anterior, en la metodolog a utilizada se propone cuantificar la

densidad de estructuras volcÆnicas dentro del campo, con el fin de reconocer zonas con mayor actividad eruptiva.

Para esto se construy una cuadr cula de 10x10 km alrededor del campo volcÆnico. Se cont el nœmero de estructuras volcÆnicas presentes en cada cuadro de 100 km2, esto permiti identificar las zonas con mayor densidad de estructuras volcÆnicas. Este primer trabajo sirvi para definir los patrones de distribuci n dentro del campo.

MAPA 73. Conteo de Estructuras VolcÆnicas por cada 100 km†

Fuente: Elaboraci n propia.

MAPA 74. Densidad de Estructuras VolcÆnicas por cada 100 km†

Fuente: Elaboraci n propia.

En el mapa resultado se puede apreciar que la mayor densidad se encuentra en la porci n norte del estado de Morelos, exactamente a lo largo de la llamada Sierra del Chichinautzin, donde se notan densidades de hasta 20 estructuras por cada 100 kil met - ros cuadrados. Este panorama de la distribuci n de los centros eruptivos dentro de un campo permite identificar las zonas en las que las erupciones volcÆnicas son mÆs frecuentes o donde se presenta mÆs el fen meno de formaci n de dichas estructuras.

2.1.1.3 ´ndice de Juventud

La metodolog a propuesta en por CENAPRED se basa en que algunos parÆmetros geomorfol gicos de los conos de escoria estÆn relacionados con su edad. De acuerdo con la metodolog a, la relaci n (Hco/Wco); donde Hco es la altura de cono y Wco su diÆmetro, determina que volcanes j venes tienen una relaci n Hco/Wco alta, mientras que en los volcanes viejos la

relaci n es mÆs baja; a esta relaci n se le conoce como ndice de juventud y estÆ dada por la expresi n:

Donde:
Ij= ndice de juventud
Hco= altura del cono
Wco= diÆmetro del volcÆn

ILUSTRACI N 3: ParÆmetros Geomorfol gicos de un Cono de Escoria

Fuente: Nieto, 2015.

Esta expresi n se realiz para cada uno de los volcanes dentro del campo utilizando imÆgenes de satØlite, el modelo digital de elevaci n de INEGI con 5 metros de resolu - ci n y el sistema de informaci n geogrÆfica (SIG) ArcGis 10.3 para realizar las medi- ciones.

Tabla 30 ParÆmetros Geomorfol gicos e ´ndice de Juventud para algunas Estructuras VolcÆnicas de la Zona de Estudio

Id del volcÆn	Altitud	Altura del cono	DiÆmetro del volcÆn	´ndice de juventud
0	3042.20682	221	1910	0.1157
1	3467.93475	288	1565	0.184
2	3321.17777	410	2285	0.1794
3	3304.01502	404	2296	0.176
4	3030.75329	326	1549	0.2105
5	3015.07251	343	1195	0.287
6	3338.75276	105	560	0.1875
7	3408.45805	229	1652	0.1386
8	2799.35329	100	595	0.1681
9	3343.60334	178	1229	0.1448
10	3039.33414	298	971	0.3069
11	2612	38	589	0.0645
12	2768.24372	146	1006	0.1451
13	2716.36064	42	418	0.1005
14	3239.32156	68	505	0.1347
15	3220.23248	218	962	0.2266
16	3167.89389	227	1042	0.2179
17	2939.81822	272	849	0.3204
18	3382.61224	208	785	0.265
19	3251.29715	97	997	0.0973
20	2744.44918	164	671	0.2444

Fuente: Elaboraci n propia

DespuØs de calcular el ndice de juventud para cada estructura volcÆnica de la cuadr cula se realiz el mapa interpolando los valores por medio del sistema geoestad stico Natural Neighbor el cual es un mØtodo de interpolaci n espacial en 2D, que se basa en la teselaci n de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este mØtodo proporciona una aproximaci n mÆs suave con relaci n a los datos reales, pero proporcio - na un modelado mÆs coherente con el espacio.

La ecuaci n bÆsica en 2D es la siguiente:

Donde f(x) es el valor interpolado del punto x, para cualquier x, el valor de wi(x) serÆ siempre de entre 0 y 1. El mØtodo usado en el SIG propone una medida estÆndar para el cÆlculo de los pesos, y la selecci n de los puntos vecinos para la interpolaci n.

En el mapa obtenido es posible observar los resultados de la interpolaci n espacial hecha para los datos de ndice de juventud en el campo volcÆnico del Chichinautzin. En este mapa se muestran en colores cÆlidos las regiones con ndice de juventud mayor. Dentro de un campo volcÆnico es mÆs probable que en el futuro se produzca actividad en las zonas donde se ha presentado actividad volcÆnica mÆs reciente.

El anÆlisis de la distribuci n de los centros eruptivos dentro de un campo permite identi - ficar zonas en las que son mÆs frecuentes las erupciones volcÆnicas. Estas zonas con mayor densidad, en algunos casos contienen a los volcanes mÆs j venes (con mayor ndice de juventud).

MAPA 75. ˝ndice de Juventud calculado para el Campo VolcÆnico Chichinautzin

Fuente: Elaboraci n propia.

2.1.1.3 Ca da de Ceniza

Como se coment con anterioridad, las erupciones volcÆnicas pueden producir varios tipos de peligros; algunos se manifiestan a pocas distancias del crÆter, mientras que otros se pueden extender a cientos de kil metros desde el punto de emisi n, como es el caso de la ceniza volcÆnica.
Las cenizas volcÆnicas son part culas de roca y cristales menores a 2 mm, las cuales se genern an comœnmente en las erupciones de tipo explosivas. Son transportadas por el viento y pueden caer a diferentes distancias del crÆter en funci n de su tamaæo y peso.

ILUSTRACI N 4: Exhalaci n de Ceniza del PopocatØpetl el d a 24 de Noviembre de 2017

Fuente: http://www.eluniversal.com.mx/estados/popocatepetl-exhala-fumarola-de-4-mil-metros-cae-ceniza-en-puebla

Durante un evento de exhalaci n de cenizas, los fragmentos mÆs gruesos se precipitan en las cercan as del volcÆn, mientras que las part culas mÆs finas son arrastradas por el viento hasta cubrir grandes distancias que van de cientos hasta miles de kil metros.
La ca da de ceniza puede provocar varios efectos negativos para la salud como el agravamiento de enfermedades pulmonares, trastornos gastrointestinales por la ingesti n de agua y alimentos contaminados con flœor y posiblemente con metales pesados, daæos oculares como conjuntivitis y abrasiones en la c rnea.
AdemÆs, puede causar perturbaciones al medio ambiente contaminando cuerpos de agua, sepultando capas vegetales en caso de formarse capas gruesas; puede reducir la transmisi n solar a la superficie, necrosis de las puntas y mÆrgenes de las hojas, clorosis, deformaci n de los frutos y la disminuci n del crecimiento de las ra ces.
Asimismo, afecta a las actividades econ micas y puede daæar la infraestructura y equipamiento de las poblaciones afectadas.
A partir del reinicio de actividad del volcÆn PopocatØpetl el 21 de diciembre de 1994, se ha observado un lento incremento en la actividad fumar lica del volcÆn, el cual ha tenido etapas efusivas y explosivas asociadas con el crecimiento y destrucci n de domos de lava en el interior del crÆter. Las cenizas que ha exhalado se han extendido hasta los estados de Puebla, Morelos y de MØxico, as como poblaciones mÆs distantes como QuerØtaro y Veracruz.

MAPA 76. Ltimas exhalaciones de ceniza que afectaron municipios del Estado de Morelos

Fuente: NOAA, 2017.

Debido a la cercan a del volcÆn con los l mites del estado de Morelos, la mayor a de sus municipios son susceptibles de ser afectados por la ca da de ceniza, siendo los municipios de Tetela del VolcÆn, Totolapan, Atlatlahuacan, Ocuituco, Zacualpan de Amilpas, Temoac, Tlayacalpan y Yecapixtla los mÆs afectados.

Para la delimitaci n del peligro por ca da de ceniza en el estado de Morelos se consider el nuevo mapa de Peligros del VolcÆn PopocatØpetl, realizado por el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED) en conjunto con el Instituto de Geof sica de la UNAM en 2016.

Este fue elaborado considerando la extensi n mÆxima de los dep sitos originados por erupciones volcÆnicas pasadas, modelaciones por computadora, trabajo de campo y con informaci n de las distintas alturas de las columnas eruptivas. Estas œltimas fueron clasificadas de la siguiente manera:

Tabla 31 Probabilidad de Ca da de Ceniza de acuerdo con la altura de la Columna Eruptiva

Altura de la columna eruptiva	Escenarios
< de 10 km	Mayor probabilidad
10 20 km	Probabilidad intermedia
>20 km	Probabilidad menor

Fuente: CENAPRED, 2004.

Los mapas resultantes muestran los escenarios de probabilidad intermedia y mayor de ca da de ceniza, con acumulaciones de 1 mm, 1 y 10 cm para la primera, mientras que para la segunda de 1 mm y 1 cm.

2.1.1.4 Trazas

Los fragmentos de rocas mÆs grandes y pesados generalmente caen al suelo o cerca del volcÆn, y los fragmentos cada vez mÆs ligeros y pequeæos son arrastrados por el viento a mayores distancias. Las cenizas volcÆnicas, las part culas mÆs pequeæas, pueden viajar decenas o miles de kil metros a sotavento de un volcÆn, dependiendo de la velocidad del viento, el volumen de ceniza que estall y la altura de la columna de erupci n. De esta forma, el tamaæo de las part culas de ceniza que caen, generalmente decrece exponencialmente con el incremento de la distancia al volcÆn. Es as que, los dep sitos de ceniza tienen radios variables donde las trazas de ceniza se ubican en los per metros mÆs exter nos de la influencia de los dep sitos piroclÆsticos.

ILUSTRACI N 5: Tamaæo de Part cula y Distribuci n respecto a la Distancia

Fuente: http://geotecnia-sor.blogspot.mx/2010/11/

Las zonas de influencia observados hist ricamente en datos de CENAPRED, muestran per metros de circunferencia de entre 100 y 200 km donde existen cenizas y trazas de cenizas.

MAPA 77. Itimas exhalaciones de ceniza que afectaron municipios del Estado de Morelos

Fuente: CENAPRED, 2016b.

ILUSTRACI N 6: Proyectil Bal stico expulsado por el volcÆn PopocatØpetl

Fuente: http://www.cenapred.unam.mx/reportesVolcanGobMX/Procesos

2.1.1.5 Ca da de Bal sticos

Las explosiones volcÆnicas producen fragmentos de roca que son expulsados hacia la atm s fera a grandes velocidades para luego caer sobre la superficie terrestre siguiendo trayectorias aproximadamente parab licas. A dichos fragmentos se les conoce como proyectiles bal sti - cos, los cuales pueden llegar a tener tamaæos superiores a 64 ms.

En el caso de que los materiales expulsados hayan estado en forma l quida o semi-l qui- da al momento de la explosi n, los fragmentos adquieren forma de bolillos al solidific - arse en el aire, nombrÆndoseles bombas volcÆnicas.

Existen otros fragmentos conocidos como bloques volcÆnicos, los cuales tambiØn son expulsados al momento de una explosi n. Estos son fragmentos de rocas antiguas que formaron parte del crÆter, las paredes de los conductos o los cuerpos de lava que han salido con anterioridad.

Durante las explosiones volcÆnicas los proyectiles bal sticos son expulsados del crÆter con velocidades que pueden acercarse a los 1000 km/ha, alcanzando a recorrer distan- cias considerables en menos de un minuto. Antes de caer al suelo, estos productos volcÆnicos describen una trayectoria parab lica, la cual, es modificada por la fuerza y direcci n del viento provocando que la ca da de los proyectiles sea mÆs vertical.

Ilustraci n 7: Trayectoria de un Proyectil Bal stico

La fuerza de arrastre del aire disminuye el alcance de los proyectiles provocando que la ca da sea mÆs vertical.
Fuente: UNAM, 1997.

El alcance de los proyectiles bal sticos depende de la magnitud de la explosi n que les dio origen, aunque dif cilmente tienen un alcance superior a 10 km. No obstante, Østos representan un peligro para la vida por la fuerza de impacto con la que caen y por sus elevadas temperaturas. A continuaci n, se muestran algunas propiedades f sicas de los proyectiles bal sticos:

Tabla 32 Propiedades f sicas estimadas de los Proyectiles Bal sticos

Distancias hasta las cuales se han experimentado efectos		`rea afectada		Velocidad		Temperatura (C)
Promedio (km)	MÆximo (km)	Promedio (km2)	MÆximo (km2)	Promedio (m/s)	MÆximo (m/s)	
2	15	10	80	10 - 50	100	100

Fuente: CENAPRED, 2004.

El mapa de peligros por ca da de productos bal sticos del estado de Morelos se funda - menta en los elaborados por el Centro Nacional de Prevenci n de Desastres en conjun - to con el Instituto de Geof sica de la UNAM. Los escenarios mostrados fueron calibrados mediante observaciones hechas durante los eventos que han ocurrido, modelaciones matemÆticas por computadora de la gravedad y la fuerza de arrastre del viento, la topograf a del crÆter del volcÆn y trabajo de campo.

Este mapa presenta las Æreas mÆximas aproximadas que pueden ser alcanzadas por los proyectiles bal sticos lanzados por el volcÆn PopocatØpetl de acuerdo a tres escenarios. En el caso mÆs probable y por tanto de mayor peligro, el Ærea de afectaci n es seæalada en color rojo. En el caso menos probable y por tanto de menor peligro, correspondiente a los eventos explosivos plinianos, el alcance es mayor y el Ærea de afectaci n se muestra en color verde.

MAPA 78. Peligros por ca da de Proyectiles Bal sticos

Fuente: CENAPRED, 2016b.

De acuerdo con la informaci n de los mapas, el œnico municipio del estado de Morelos con probabilidades de presentar ca da de proyectiles bal sticos es Tetela del VolcÆn, ya que es el mÆs cercano al edificio volcÆnico. Cuatro localidades de este municipio se encuentran dentro del Ærea con menor probabilidad de ca da de bal sticos, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 33 Localidades con probable afectaci n por Ca da de Bal sticos

Clave	Localidad	Poblaci n 2010	`mbito
170220060	El Salto	Sin dato	Rural
170220059	Aguayocan	Sin dato	Rural
170220041	Cualetzxoca	Sin dato	Rural
170220025	Tzitzicastla (Rancho las Flores)	Sin dato	Rural

Fuente: Elaboraci n propia

2.1.1.6 Flujos de Lava

Los flujos o coladas de lava son derrames de roca fundida que pueden ser emitidos desde un crÆter superior o alguno secundario; a partir de fracturas de una ladera del volcÆn o desde una fisura en el suelo. Estos descienden por gravedad siguiendo la topograf a de los flancos y las barrancas a velocidades bajas.

Generalmente se producen en erupciones de explosividad baja o intermedia o en las llama - das fuentes de lava explosivas. La velocidad a la cual se mueve la lava a travØs de la superficie depende de varios factores, incluyendo:

- Tipo y viscosidad de la lava;
- Inclinaci n del terreno sobre el cual viaja;
- Si la lava fluye como una hoja ancha, a travØs de un canal confinado, o por un tubo de lava
- Tasa de producci n de lava en el respiradero.

ILUSTRACI N 8: Flujo de Lava del volcÆn Kilauea (Hawai) en 2007

Fuente: USGS, 2009.

Los flujos de basalto pueden extenderse a decenas de kil metros desde un respiradero en erupci n. Los bordes delanteros pueden viajar tan rÆpido como 10 km/h (2.7 m/s) en pendi - entes pronunciadas, pero generalmente avanzan a menos de 1 km/h (0.27 m/s) en pendi- entes suaves. Sin embargo, cuando se confinan dentro de un canal o tubo de lava en una pendiente pronunciada, el cuerpo principal del flujo puede alcanzar velocidades mayores a 30 km/h (8.3 m/s).

Los flujos viscosos de andesita se mueven solo unos pocos kil metros por hora y raramente se extienden mÆs de 8 km de sus respiraderos. Los flujos viscosos de dacita y riolita a menudo forman mont culos llamados domos de lava sobre un respiradero en erupci n. Estos domos crecen a menudo por la extrusi n de muchos flujos individuales alcanzando espesores mayores a 30 metros durante un per odo de varios meses o aæos.

ILUSTRACI N 9: Domo de lava identificado por CENAPRED en el crÆter del volcÆn PopocatØpetl en 2013

Fuente: http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/05/14/899090#imagen-4

Las distintas temperaturas y composiciones de la lava pueden originar diversos tipos de flujos. Dos de los mÆs observados alrededor de numerosos volcanes basÆlticos o andes tico-basÆlticos de distintas partes del mundo son aa y pahoehoe (palabras de origen hawaiano).

Los flujos de tipo aa se caracterizan por presentar una superficie de bloques Æsperos y desiguales con bordes afilados y rugosidades. Las coladas aa activas son relativamente fr as y gruesas y avanzan a velocidades de 5 a 50 metros por hora. AdemÆs, los gases que escapan fragmentan la superficie fr a y producen numerosos huecos y agudas rugos- idades en la lava que se solidifica.

Por otra parte, los flujos pahoehoe tienen una corteza de textura relativamente suave, que se dobla y arruga a medida que la lava situada debajo de la superficie, todav a fundida, sigue avanzando. Durante su desarrollo, la superficie del flujo de lava se enfr a y alcanza un estado semis lido, permitiendo la formaci n de una corteza plÆstica, y que en su interior siga fluyendo la lava l quida, lo cual forma en ocasiones largos tubos (o tœneles) de lava.

La lava de bloques es otro tipo de flujo muy comœn en volcanes con productos mÆs Ækidos y viscosos. Estos bloques de lava, con su interior incandescente, descienden por la pendiente de un volcÆn en forma de pequeæas avalanchas, las cuales ruedan cuesta abajo formado lenguas de lava similares a las de un flujo l quido. Un ejemplo de este tipo de flujo puede observarse en el VolcÆn de Fuego de Colima, donde desde 1975 se han producido varias lenguas de lava de bloques que ha continuado, en forma intermitente hasta la fecha.

ILUSTRACI N 10: Flujos de lava mÆs comunes

(A) Flujo tipo aa; (B) Pahoehoe y (C) Lava de bloques.
Fuente: http://volcano.si.edu/learn_galleries.cfm?p=12; https://wordlesstech.com/kilauea-lava/

Tabla 34 Propiedades f sicas estimadas de los Flujos de Lava

Distancias hasta las cuales se han experimentado efectos		`rea afectada		Velocidad		Temperatura (C)
Promedio (km)	MÆximo (km)	Promedio (km2)	MÆximo (km2)	Promedio (m/s)	MÆximo (m/s)	
3 4	>100	2	>1,000	5	30	700 - 1150

Fuente: CENAPRED, 2004.

Todo lo que se encuentre en el camino de un flujo de lava en avance serÆ derribado, sitiado, sepultado o encendido por la temperatura extremadamente caliente de la lava. Si el flujo ingresa a un cuerpo de agua o el agua entra en un tubo de lava, puede hervir violentamente y provocar una lluvia explosiva de salpicaduras fundidas en un Ærea amplia.

AdemÆs, el gas metano, que se produce cuando la lava sepulta la vegetaci n, puede moverse en los huecos subterrÆneos y explotar cuando se calienta. Los flujos espesos de lava viscosa, especialmente aquellos que forman un domo, pueden colapsar para formar flujos piroclÆsticos de rÆpido movimiento.

Las pØrdidas humanas causadas directamente por los flujos de lava son poco comunes ya que la mayor a se mueven lo suficientemente lento como para que las personas puedan alejarse con facilidad.

La muerte y las lesiones pueden producirse cuando los espectadores se acercan demasiado a un flujo de lava que avanza o su retirada queda interrumpida por otros flujos, a explosiones que ocurren cuando la lava interactœa con el agua; al colapso de un delta de lava activo que se forma cuando la lava entra en un cuerpo de agua, asfixia debido a gases t xicos, flujos piroclÆsticos del colapso de un domo y lahares de agua derretida.

ILUSTRACI N 11: Casas destruidas por un flujo de bloques de lava en Cabo Verde en 1995

Fuente: https://mitierrasemueve.files.wordpress.com/2014/12/fogo-lava.jpg

A lo largo de la historia, el PopocatØpetl ha mostrado un amplio espectro de formas de actividad eruptiva. A grandes rasgos puede decirse que, en el pasado, este volcÆn ha producido numerosas erupciones de carÆcter menor, algunas mayores y un nœmero pequeæo de grandes eventos. De las categor as mayores persisten evidencias geol gicas en forma de dep sitos volcÆnicos que permiten inferir muchos de los aspectos de la naturaleza del PopocatØpetl y de sus erupciones.

Para la identificaci n de las zonas afectadas por flujos de lava en el estado de Morelos, se utiliz el Mapa de Peligros del VolcÆn PopocatØpetl, elaborado por el CENAPRED en conjunto con la UNAM y actualizado en 2016. Fue elaborado basÆndose en la informaci n geol gica disponible considerando la extensi n mÆxima de los dep sitos originados por erupciones volcÆnicas pasadas, los productos originados por estas erupciones y en las distancias mÆximas de los flujos modelados por computadora.

Dicho mapa muestra tres Æreas que delimitan la probabilidad de presentar derrames de lava, su posible direcci n, volumen y el alcance que podr an tener los flujos. En la parte mÆs elevada del

volcÆn se muestra en color rojo las zonas con mayor probabilidad de ser afectadas en caso de que la lava sobrepase los bordes mÆs bajos del crÆter. Se estima que Østos podr an tener longitudes de hasta 2 km y su alcance estar a restringido a la parte alta del cono en los flancos norte, este y sureste. En caso se presentarse este escenario, los flujos no alcanzar an ninguna zona del estado de Morelos.

MAPA 79. Zona de mayor probabilidad de afectaci n por Flujos de Lava

Fuente: CENAPRED, 2018.

El Ærea delimitada en color amarillo es clasificada con una probabilidad intermedia, ya que, en caso de emitirse un volumen mayor de lava, se producir an derrames con alcances de hasta 10 km desde el crÆter. La zona con propensi n a ser afectada por estos derrames se extender a por toda la parte alta del cono en los sectores norte, este y sur. TambiØn podr an producirse derrames de lava desde algunas bocas eruptivas laterales con direcci n noreste-suroeste. Estos flujos no afectar an a ninguna poblaci n del estado de Morelos.

MAPA 80. Zona de probabilidad intermedia de afectaci n por Flujos de Lava

Fuente: CENAPRED, 2018

La zona con probabilidad menor es representada en color verde la cual demarca la zona susceptible a derrames de lava de gran espesor que se generar an en las laderas del volcÆn, en bocas eruptivas situadas alrededor de los 4,000 metros de altitud y que podr an tener alcances de hasta 23 km.

Si se presentara un flujo de lava de acuerdo con este escenario, se ver an afectados los municipios de Atlatlahucan, Yecapixtla, Ocuituco, Tetela del VolcÆn y Zacualpan de Amilpas.

MAPA 81. Zona de probabilidad menor de afectaci n por Flujos de Lava

Fuente: CENAPRED, 2018.

Tabla 35 Localidades urbanas de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por Flujos de Lava

Municipio	Clave de la localidad	Localidad	Poblaci n	Grado de marginaci n 2010
Atlatlahucan	170020028	Asociaci n de Colonos Hacienda la Alborada	70	Muy bajo
	170020070	Colonia Pozo Mancera	412	Alto
Ocuituco	170160002	Huecahuasco	1,785	Alto
	170160007	Ocoxaltepec	1,338	Alto
	170160012	La Ponderosa	91	Medio
Yecapixtla	170300001	Yecapixtla	16,811	Medio
	170300002	Achichipico	2,288	Medio
	170300015	Texcala	1,444	Alto
	170300016	Tezontetelco	163	Alto
	170300018	XochitlÆn	2,606	Alto
	170300020	Los Capulines	289	Alto
	170300116	XochitlÆn	41	Medio
Zacualpan de Amilpas	170320006	Tlacotepec	5,087	Alto
	170320010	La Presa (El Cerro de la Era)	212	Alto
		Total	32637	

Fuente: INEGI, 2010.

Tabla 36 Localidades rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por Flujos de Lava

Municipio	Clave de la localidad	Localidad	Poblaci n	Grado de marginaci n 2010
Atlatlahucan	170020057	Rancho Santa Cruz	63	Alto
	170020016	Santa InØs	85	Alto
Ocuituco	170160011	Colonia Colinas del Sol	Sin Dato	Sin Dato
	170160024	Cuayuca	Sin Dato	Sin Dato
	170160026	Temaxquiticla	Sin Dato	Sin Dato
	170160027	Tomayo	Sin Dato	Sin Dato
	170160060	El Rancho	Sin Dato	Sin Dato
Tetela del VolcÆn	170220031	Olinco	Sin Dato	Sin Dato
	170220011	El Chupamirto	31	Alto
	170220010	Amialtenco	6	Sin Dato
	170220043	Cuitlamila	5	Sin Dato
	170220020	Potrero del Frijol (Temoaya)	Sin Dato	Sin Dato
	170220040	Chachiltepec	Sin Dato	Sin Dato
	170220019	Paluca	6	Muy alto
	170220061	Huacaltepoxco [Parque de los Venados]	Sin Dato	Sin Dato
	170220051	Telpantlale	Sin Dato	Sin Dato
	170220062	El Zapote [Paraje]	Sin Dato	Sin Dato
	170220041	Cualetzxoca	1	Sin Dato
	170220059	Aguayocan	Sin Dato	Sin Dato
	170220060	El Salto	Sin Dato	Sin Dato
Yecapixtla	170300024	El Izote	35	Medio
	170300092	Rancho Valdepeæa	16	Alto
	170300083	Campo el Avelar	Sin Dato	Sin Dato
	170300082	Barranca Xochiteca	1	Sin Dato

	170300026	Zacahuacatla	67	Alto
	170300031	La Hacienda	51	Alto
	170300051	El Matadero	8	alto
Zacualpan de Amilpas	170320025	Agua Tepechi	23	alto
	170320030	Rancho de Fidel SÆnchez	Sin Dato	Sin Dato
	170320031	Campo Potrerillo	7	Sin Dato
	170320023	Rancho Mayolo VelÆzquez	Sin Dato	Sin Dato
	170320032	Colonia Emiliano Zapata	25	Alto
	170320028	Colonia Mariano Escobedo (Campo las Trancas)	Sin Dato	Sin Dato
	170320019	La Compuerta	15	Muy alto
	170320022	Rancho Vicente Sandoval	Sin Dato	Sin Dato
	170320021	Rancho Ebodio Molina	Sin Dato	Sin Dato
	170320016	Las Flores (Contlapalco)	Sin Dato	Sin Dato
	170320017	Campo las Trancas	6	Sin Dato
	Total		451	

Fuente: INEGI, 2010.

2.1.1.7 Flujos PiroclÆsticos

Los flujos piroclÆsticos son uno de los fen menos mÆs destructivos que se pueden presentar en un volcÆn en actividad. Estos se componen por mezclas calientes de gases, cenizas y fragmentos de roca solida o fundida, que descienden por los flancos del volcÆn a velocidades de hasta mÆs de 100 km por hora, con altas temperaturas que pueden comportarse como liquido de gran movilidad y poder destructivo.

ILUSTRACI N 12: Los flujos piroclÆsticos descienden por el flanco sur-oriental del volcÆn Mayon, Filipinas en 1984

Fuente: USGS, 2009

La parte inferior y mÆs densa del flujo se desplaza por el fondo de las barrancas y los valles, mientras que la parte superior, menos densa, puede sobrepasar los valles y alcanzar alturas importantes e inclusive sobrepasar relieves topogrÆficos importantes.

Los flujos piroclÆsticos se pueden formar de diferentes maneras:

Colapso de la columna de erupci n: Durante una erupci n altamente explosi va, la columna expulsada hacia arriba a la atm sfera pierde calor y puede volverse demasiado fr a y densa para mantener el impulso ascendente.

"Ebullici n" de la ventila eruptiva (cualquier abertura en la superficie de la Tierra a travØs de la cual el magma entra en erupci n o se emiten gases volcÆnicos): Durante una erupci n explosiva, el material entra en erupci n sin formar una pluma alta y se mueve rÆpidamente cuesta abajo.

Colapso de los domos o flujos de lava: Los frentes de los flujos de lava o las cœpulas pueden llegar a ser tan abruptos que se colapsen debido a la fuerza de la gravedad.

Tabla 37 Propiedades f sicas estimadas de los flujos piroclÆsticos

Distancias hasta las cuales se han experimentado efectos		`rea afectada		Velocidad		Temperatura (C)
Promedio (km)	MÆximo (km)	Promedio (km2)	MÆximo (km2)	Promedio (m/s)	MÆximo (m/s)	
10	100	5 - 20	10,000	20 - 30	100	600 - 800

Fuente: CENAPRED, 2004.

Tabla 38 Periodos de alerta de los flujos piroclÆsticos y capacidad para causar daæo

Periodo de alerta	Capacidad para causar daæo severo	Probabilidad de lesiones severas o muerte	Efecto en construcciones e infraestructura
Segundos	Extremo	Extremo	Daæos a estructuras. Incendios. Recubrimiento por cenizas

Fuente: CENAPRED, 2004

ILUSTRACI N 13: Daæos causados por el flujo piroclÆstico durante la erupci n del volcÆn El Chich n en 1982.

Remanente de construcci n en el municipio chiapaneco de Francisco Le n destruido por oleadas y flujos piroclÆsticos durante la erupci n del volcÆn El Chich n en 1982. Las varillas de refuerzo en concreto se doblan en la direcci n del flujo.

Fuente: USGS, 2009.

El registro geol gico del PopocatØpetl, elaborado en mœltiples estudios, muestra que un gran nœmero de flujos piroclÆsticos y oleadas piroclÆsticas asociadas han sido geпer ados en el pasado. Al menos dos eventos cuya distribuci n se restringe a las partes mÆs elevadas del edificio volcÆnico han ocurrido cada 1,000 aæos.

Para la delimitaci n de las zonas afectadas por este fen meno en el estado de Morelos, se utiliz el mapa de peligros por flujos piroclÆsticos elaborado por el CENAPRED y la UNAM, donde se zonifican aquellas Æreas que presentan una mayor probabilidad de presentar este tipo de fen meno volcÆnico.

Este mapa es el resultado de levantamiento de informaci n directamente en campo, reconstrucci n de la historia geol gica y eruptiva del volcÆn, recurrencia y extensi n de las erupciones y la realizaci n de proyecciones por computadora para estimar los escenarios de peligro de este fen meno.

Este mapa muestra en tono naranja la probabilidad intermedia de presencia de flujos piroclÆsticos, los cuales se podr an generar durante una erupci n de mediana magnitud y alcanzar una longitud de hasta 12 kil metros. En esta zona no se encuentran pobla - ciones del estado de Morelos en peligro.

MAPA 82 Zona de probabilidad intermedia de afectaci n por flujos piroclÆsticos

Fuente: CENAPRED, 2018.

En color amarillo se delimita la zona que tiene una menor probabilidad de ser afectada por flujos piroclÆstico, los cuales, en una erupci n de gran magnitud, podr an tener un alcance de aproximadamente 30 km del crÆter.

Los municipios del Estado que ser an afectados por este escenario son Yecapixtla, Ocuituco y Tetela del VolcÆn. Este œltimo con un total de 8 localidades rurales afectadas.

MAPA 83. Zona de probabilidad menor de afectaci n por flujos piroclÆsticos

Fuente: CENAPRED, 2018.

Tabla 39 Localidades rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por flujos de piroclastos

Municipio	Clave de la localidad	Localidad	Poblaci n	Grado de marginaci n 2010	
Tetela del VolcÆn	170220023	Tlalamayocan	108	Alto	
	170220017	Zacapechpa (Zacapezuca)	94	Alto	
	170220061	Huacaltepoxco [Parque de los Venados]		Sin dato	Sin dato
	170220051	Telpantlale		Sin dato	Sin dato
	170220062	El Zapote [Paraje]		Sin dato	Sin dato
	170220041	Cualetzxoca		1	Sin dato
	170220059	Aguayocan		Sin dato	Sin dato
	170220060	El Salto		Sin dato	Sin dato
	Total	203			

Fuente: INEGI, 2010

Tabla 40 Localidades urbano - rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por flujos de piroclastos

Municipio	Clave de la localidad	Localidad	Poblaci n	Grado de marginaci n 2010
Ocuituco	170160002	Huecahuasco	1,785	Alto
	170160007	Ocoxaltepec	1,338	Alto
Tetela del VolcÆn	170220001	Tetela del VolcÆn	10,199	Alto
	170220003	Tlalmimilulpan (San Pedro)	1,637	Alto
Yecapixtla	170300015	Texcala	1,444	Alto
	170300016	Tezontetelco	163	Alto
	Total	16,566		

Fuente: INEGI, 2010

Es necesario mencionar que la cifra de poblaci n total afectada de la tabla anterior, contempla a toda la poblaci n de la cabecera municipal de Tetela del VolcÆn, sin embar - go, solo algunas manzanas se encuentran dentro del pol gono de afectaci n. En este sentido se utiliz la densidad de poblaci n del municipio para calcular de manera general el nœmero aproximado de personas dentro de dicho pol gono. De acuerdo con las CØdu- las de Informaci n Municipal publicadas por la Secretar a de Desarrollo Social (SEDES- OL), para el 2010 la densidad de poblaci n del municipio fue de 193.74 Habitantes/Km†. Con este dato se procedi a medir œnicamente las zonas pobladas dentro del pol gono de probabilidad para obtener la cifra de personas. Con esto se calcula que aproximada - mente 386 personas se encuentran en peligro por flujos piroclÆsticos dentro de la cabec- era municipal de Tetela del VolcÆn.

De esta manera la cifra de la poblaci n total de localidades urbano rurales con probabil - idad menor de ser afectados por flujos de piroclastos baj de 16,566 a 6,753 habitantes.

MAPA 84. Manzanas de la cabecera municipal de Tetela del VolcÆn dentro de la zona de probabilidad menor de afectaci n por flujos piroclÆsticos

Fuente: Elaboraci n propia.

ILUSTRACI N 14: Oleada piroclÆstica formada durante la erupci n del Monte Santa Helena en 1980

Fuente: USGS, 2009.

2.1.1.8 Oleadas PiroclÆsticas

Las oleadas piroclÆsticas son las versiones menos densas y mÆs turbulentas de los flujos piroclÆsticos. BÆsicamente se dividen en dos categor as: oleadas calientes y oleadas fr as. Las oleadas piroclÆsticas calientes son generadas por muchos de los mismos procesos que dan lugar a los flujos piroclÆsticos. Las oleadas piroclÆsticas fr as son generadas por explosiones hidromagmÆticas o hidrotermales.

Las oleadas piroclÆsticas calientes estÆn sumamente asociadas a los flujos piroclÆsticos y pueden formarse de las siguientes maneras:

Delante del frente de avance de un flujo piroclÆstico;
Colapso de una columna eruptiva que puede o no producir flujos piroclÆsticos;
Por la nube de ceniza que se forma a partir del flujo piroclÆstico.

Si bien los flujos piroclÆsticos pueden estar controlados por la topograf a, las oleadas derivadas de los mismos tienen una movilidad mÆs alta y por lo tanto pueden afectar Æreas bastante alejadas de los l mites del flujo piroclÆstico.

ILUSTRACI N 15: Dep sitos originados por una oleada piroclÆstica en el Campo VolcÆnico de Calatrava, Espaæa

Fuente: https://previa.uclm.es/profesorado/egcardenas/oleadas.htm

Por lo tanto, mientras los flujos piroclÆsticos estar an restringidos a los fondos de los valles, las oleadas piroclÆsticas que los acompaæan podr an afectar Æreas ubicadas en las partes altas de las paredes de los valles y hasta alcanzar valles aledaæos. Las oleadas piroclÆsticas calientes pueden afectar Æreas localizadas a varias decenas de kil metros de los centros de emisi n.

Por otra parte, las oleadas piroclÆsticas fr as, u oleadas basales, se originan en explosiones hidrovolcÆnicas, en las cuales, agua subterrÆnea somera o agua superficial interactœa con el magma. Estas oleadas generalmente contienen agua y/o vapor y se encuentran a temperaturas inferiores al punto de ebullici n del agua.

Es comœn que las oleadas basales se encuentren restringidas a un radio de 10 km de sus centros de emisi n. TambiØn se pueden generar explosiones y oleadas asociadas a Østas por el calentamiento de agua atrapada debajo de flujos de lava o flujos piroclÆsticos, especialmente a lo largo de r os, lago, brazos de mar y campos de nieve y hielo. Estas oleadas se distinguen por ser pequeæas, aunque han resultado explosiones muy grandes al entrar en el mar flujos piroclÆsticos voluminosos.

Tabla 41 Diferencias entre flujos y oleadas piroclÆsticas

Flujos piroclÆsticos	Oleadas piroclÆsticas
Son mÆs densos que las oleadas, en consecuencia, tienden a seguir la topograf a a lo largo de caminos predecibles.	Son menos densas, se mueven mÆs rÆpido y puede superar la topograf a, como colinas y crestas. Por lo tanto, sus efectos son mÆs generalizados y menos predecibles.
A menudo ocurren juntos. Un flujo puede generar una oleada, que puede adelantarse o alejarse de el flujo	

Fuente: Tarbuck, 2005.

Las oleadas piroclÆsticas representan una serie de amenazas o peligros, los cuales incluyen destrucci n por nubes de ceniza que se mueven a gran velocidad, el impacto de fragmentos de roca y el enterramiento por dep sitos dejados por la oleada. Las oleadas piroclÆsticas calientes presentan algunos peligros adicionales, como son la incineraci n, los gases t xicos y la asfixia.

Las zonas con probabilidad de presentar oleadas piroclÆsticas producto de una eventual erupci n del volcÆn PopocatØpetl, fueron delimitadas dentro del conjunto de mapas de peligros volcÆnicos elaborados por CENAPRED y la UNAM. Como se mencion con anterioridad, las oleadas piroclÆsticas poseen caracter sticas similares a los flujos, por lo que la metodolog a para su elaboraci n es bÆsicamente la misma, solo los factores topogrÆficos fueron trabajados de forma distinta.

Este mapa fue utilizado para ubicar las Æreas con probabilidad de ser afectadas por oleadas piroclÆsticas dentro del estado de Morelos. El escenario de probabilidad intermedia es donde se podr an generar despuØs de una erupci n de mediana magni - tud, oleadas piroclÆsticas con alcances de hasta 12 kil metros de longitud a partir del crÆter principal.

Dentro de esta zona se encuentra una porci n del territorio del municipio de Tetela del VolcÆn y dos de sus localidades rurales, El salto y Aguayocan.

MAPA 85. Zona de probabilidad intermedia de afectaci n por oleadas piroclÆsticas

Fuente: Elaboraci n propia.

La zona de probabilidad menor se extiende a lo largo de 5 municipios del estado: Atlatlahucan, Ocuituco, Yecapixtla, Tetela del VolcÆn y Zacualpan de Amilpas. La superficie aproxima da de afectaci n a nivel estatal es de 280 km2. Un total de 127 localidades catalogadas como rurales se encuentran dentro del pol gono con una poblaci n de 1,451 habitantes. Asimismo, en este escenario, se podr an afectar un total de 32 localidades catalogadas como urbano-ru - rales con una poblaci n aproximada de 70,316 habitantes.

MAPA 86. Zona de probabilidad intermedia de afectaci n por flujos piroclÆsticos

Fuente: Elaboraci n propia.

Tabla 42 Localidades urbano - rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por oleadas piroclÆsticas.

Clave del municipio	Municipio	Clave de la localidad	Nombre	Poblaci n
2	Atlatlahucan	170020002	Telchicayac (El Cabellito)	147
		170020008	Colonia Kil metro 88	654
		170020014	San Diego Tepantongo	404
		170020021	Tlaltetelco (San Miguel Tlaltetelco)	1424
		170020028	Asociaci n de Colonos Hacienda la Alborada	70
		170020029	El Astillero	291
		170020046	Fraccionamiento Jardines de Jeric	5
		170020062	Jag eycillos (Colonia 10 de Mayo)	32
		170020070	Colonia Pozo Mancera	412
		170020071	Colonia Rancho Santa Cruz	144
16	Ocuituco	170160001	Ocuituco	4846
		170160002	Huecahuasco	1785
		170160004	Huepalcalco (San Miguel)	1094
		170160005	Jumiltepec	3859
		170160006	Metepec	2581

		170160007	Ocoxaltepec	1338
		170160012	La Ponderosa	91
22	Tetela del VolcÆn	170220001	Tetela del VolcÆn	10199
		170220002	Hueyapan (San AndrØs Hueyapan)	6478
		170220003	Tlalmimilulpan (San Pedro)	1637
		170220005	Lomas Lindas	183
30	Yecapixtla	170300001	Yecapixtla	16811
		170300002	Achichipico	2288
		170300015	Texcala	1444
		170300016	Tezontetelco	163
		170300018	XochitlÆn	2606
		170300020	Los Capulines	289
		170300100	Colonia Para so las Flores	209
		170300116	XochitlÆn	41
32	Zacualpan de Amilpas	170320001	Zacualpan de Amilpas	3492
		170320006	Tlacotepec	5087
		170320010	La Presa (El Cerro de la Era)	212
		Total		70316

Fuente: INEGI, 2010.

Tabla 43 Localidades rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por oleadas piroclÆsticas

Clave del municipio	Municipio	Clave de la localidad	Nombre	Poblaci n
2	Atlatlahucan	170020059	Bordo de la Presa	1
		170020030	Centro Asturiano de MØxico	0
		170020042	Cerrito del Goyero	1
		170020024	El Oasis	18
		170020049	Loma de Malpa s	11
		170020050	Malpa s	5
		170020053	Puntas de Malpa s (Malpa s)	14
		170020009	Rancho Malpa s	0
		170020057	Rancho Santa Cruz	63
		170020016	Santa InØs	85
16	Ocuituco	170160031	Calderas	0
		170160049	Campo Calderas de Ortiz	0
		170160059	Campo el Llano	2
		170160058	Campo el Ocote	1
		170160032	Casahuatitla	21
		170160046	Cerrito Colorado	27
		170160009	Chignahuapan	16
		170160011	Colonia Colinas del Sol	0
		170160016	Cruz de Lima	1
		170160034	Cuamolco (Montenci n)	0
		170160021	Cuatepoxco	0
		170160024	Cuayuca	0
		170160035	Cuestepec	12
		170160060	El Rancho	0
		170160025	Huauscuautla	4
		170160037	Huazotepec	0
		170160023	La Cebada	9
		170160036	La Finca	10
		170160010	La Higuera	14
		170160018	La Isla Chica	1
		170160047	La Ixtla	29
		170160038	La Magueyera	0
		170160048	La Rosita (Rancho el Para so)	14
		170160039	Mahoma	1
		170160033	Ninguno [CBTA]	4
		170160057	Nopaltitla	10
		170160040	Ocotitla	0
		170160041	Puxtla	11
		170160051	Rancho de Jaime SÆnchez	0
		170160056	Rancho de Valente Montenegro	0
		170160017	Rancho los Espino	25
		170160042	San Juan	0
		170160013	Santa Helena de la Cruz	1
		170160014	Santa M nica	38
		170160026	Temaxquiticla	0
		170160044	Tezantecoma	0
		170160020	Tlacuatzingo	34
		170160027	Tomayo	0
		170160055	Xala	0
		170160045	Yetecom	0
		170160015	Zacamilpa	0
22	Tetela del VolcÆn	170220036	AhuazutlÆn	14
		170220010	Amialtenco	6
		170220056	Apantenco	0
		170220037	Cacapola	39
		170220039	Campo Oaxaca	0
		170220058	Cerro de Chiconqu huitl	45
		170220040	Chachiltepec	0
		170220041	Cualetzxoca	1
		170220042	Cuaucorra	0
		170220043	Cuitlamila	5
		170220038	El Calabazo	0

		170220018	El Capul n	1
		170220033	El Chilar Tepeyehualco	29
		170220011	El Chupamirto	31
		170220055	El Encinal	50
		170220044	El Espinal	0
		170220012	El Malinal	17
		170220045	El Montecillo	10
		170220062	El Zapote [Paraje]	0
		170220061	Huacaltepoxco [Parque de los Venados]	0
		170220013	Las Mesas	9
		170220021	Los Rodr guez	0
		170220006	Matlacotla	49
		170220031	Olinco	0
		170220019	Paluca	6
		170220053	Potrero de Le n (Rancho el Le n)	5
		170220046	Potrero de los Bueyes	0
		170220020	Potrero del Frijol (Temoaya)	0
		170220047	Rancho Juan YÆæez	0
		170220035	Rancho los Tejocotes	3
		170220015	San Miguel	12
		170220048	San Pablo	0
		170220049	San SebastiÆn	0
		170220050	Tecamachalco	0
		170220022	Tecla	25
		170220051	Telpantlale	0
		170220054	Tepetomayo	4
		170220052	Tlahuatzinco	0
		170220023	Tlalamayocan	108
		170220009	Tlalcomulco	71
		170220024	Tlaquexchpanco	0
		170220025	Tzitzicastla (Rancho las Flores)	0
		170220026	Yiganechxco	7
		170220017	Zacapechpa (Zacapezuca)	94
30	Yecapixtla	170300082	Barranca Xochiteca	1
		170300068	Campo Amazongo	0
		170300083	Campo el Avelar	0
		170300069	Campo Zacanopal	2
		170300099	Colonia Aquiles SerdÆn	50
		170300024	El Izote	35
		170300051	El Matadero	8
		170300031	La Hacienda	51
		170300049	Los Paredones	0
		170300109	Rancho el Aguilucho	0
		170300046	Rancho la Cruz	6
32	Zacualpan de Amilpas	170320025	Agua Tepechi	23
		170320026	Campo del Anono	8
		170320017	Campo las Trancas	6
		170320031	Campo Potrerillo	7
		170320007	Chololoaya	0
		170320032	Colonia Emiliano Zapata	25
		170320019	La Compuerta	15
		170320016	Las Flores (Contlapalco)	0
		170320020	Poza Larga	0
		170320030	Rancho de Fidel SÆnchez	0
		170320021	Rancho Ebodio Molina	0
		170320023	Rancho Mayolo VelÆzquez	0
		170320024	Rancho Toribio Rivera	0
		170320022	Rancho Vicente Sandoval	0
Total				1,451

2.1.1.9 Avalanchas

Un deslizamiento o avalancha de escombros es un movimiento rÆpido pendiente abajo de material rocoso, nieve y/o hielo. Este tipo de fen meno puede producirse por una erupci n, por una intrusi n de magma en el edificio volcÆnico, por un sismo de gran magnitud, por lluvias intensas o por el debilitamiento de la estructura del volcÆn, produciØndose la destrucci n parcial del mismo. Los deslizamientos volcÆnicos var an en tamaæo, desde movimientos pequeæos de escombros poco consolidados hasta colapsos masivos de la cima completa o de los flancos de un volcÆn.

ILUSTRACI N 16: Avalancha de escombros durante la erupci n del Monte Santa Helena en 1980

Fuente: http://www.mshslc.org/gallery/debris-avalanche/

Tabla 44 Propiedades f sicas estimadas de las avalanchas

Distancias hasta las cuales se han experimentado efectos		`rea afectada		Velocidad		Temperatura (C)
Promedio (km)	MÆximo (km)	Promedio (km2)	MÆximo (km2)	Promedio (m/s)	MÆximo (m/s)	
10	100	5 - 20	10,000	20 - 30	100	600 - 800

Fuente: CENAPRED, 2004.

Tabla 45 Periodos de alerta de los peligros volcÆnicos y capacidad para causar daæo

Periodo de alerta	Capacidad para causar daæo severo	Probabilidad de lesiones severas o muerte	Efecto en construcciones e infraestructura
Segundos	Extremo	Extremo	Arrastre de materiales. Recubrimientos por derrumbes. Daæos a estructuras.

Fuente: CENAPRED, 2004.

Los volcanes de pendientes inclinadas son susceptibles a los deslizamientos o derrumbes porque estÆn construidos parcialmente de capas de fragmentos de roca suelta. Algunas rocas de volcanes tambiØn han sido transformadas en minerales de arcilla resbalosa debido al constante ataque del agua subterrÆnea Ækida y caliente. Por lo general, la cicatriz creada por la avalancha deja un crÆter en forma de herradura en el lado del volcÆn.

Las avalanchas pueden alcanzar grandes dimensiones que provocan la destrucci n total de lo que encuentra a su paso. El alcance es de pocas decenas de kil metros, aunque en ocasiones, debido a la acci n de la gravedad, el material puede llegar a recorrer distancias de hasta 100 km y cubrir extensas Æreas.

Este tipo de eventos se han presentado dentro de la historia eruptiva del PopocatØpetl. De acuerdo con los estudios realizados por CENAPRED durante la crisis de 1994-1995, el cono del VolcÆn PopocatØpetl fue destruido por eventos de este tipo hace aproximadamente 23,000 aæos. Diversos afloramientos de estos dep sitos existen en la porci n sur del volcÆn, en el Ærea de Tetela del VolcÆn, Cuautla, etc.

Aunque un evento de este tipo es poco probable, existe la remota posibilidad de que una parte del cono actual del PopocatØpetl se desplome, particularmente hac a el flanco sur del volcÆn lo que podr a causar la formaci n de una avalancha de escombros de gran tamaæo.

ILUSTRACI N 17: La geomorfolog a del Iztaccihuatl revela que se han presentado estos fen menos anteriormente

CrÆter en forma de herradura abierto hacia el Sureste localizado en la parte sur del VolcÆn Iztaccihuatl. Probablemente es aqu donde se origin el dep sito de avalancha que se encuentra al pie del PopocatØpetl en el Valle de Puebla.

Fuente: CENAPRED, UNAM, 1995, I p. 195-220

ILUSTRACI N 18: Dep sitos de una antigua avalancha de escombros

Afloramiento del dep sito de avalancha proveniente probablemente del PopocatØpetl en un corte de la carretera que comunica los poblados de Atlixco y Tianguismanalco en el Estado de Puebla.

Fuente: CENAPRED, UNAM, 1995, I p. 195-220

Para la identificaci n del peligro por avalanchas en el estado de Morelos, se utiliz el Mapa de Peligros del VolcÆn PopocatØpetl, editado por el CENAPRED en conjunto con la UNAM en 1997 y actualizado en 2016. Este fue elaborado considerando la extensi n mÆxima de los dep sitos originados en el pasado, definiØndose una zona espec fica de impacto, levantamiento de informaci n en campo y modelados por computadora.

En este mapa se muestra en color amarillo la zona que podr a verse afectada por una avalancha de escombros. Cabe seæalar que estos eventos de gran magnitud podr an ocurrir en el escenario de menor probabilidad.

De acuerdo con esta delimitaci n, 14 municipios del Estado se encuentran dentro del Ærea afectable: Cuautla, Yecapixtla, Ayala, Atlatlahucan, Temoac, Jonacatepec de Leandro Valle, Tlayacapan, Zacualpan de Amilpas, Tepalcingo, Axochiapan, Jantetelco, Ocuituco, Tetela del VolcÆn y Yautepec.

Debido a la dinÆmica del fen meno y a la topograf a del territorio, este podr a cubrir una extensa superficie del Estado, aproximadamente 1,052 kil metros cuadrados. De presentarse este escenario afectar a aproximadamente 52 localidades catalogada como urbanas rurales, mismas que tienen en su conjunto una poblaci n de 429,406 habit - antes.

MAPA 87. Zona con probabilidad de ser afectada por una avalancha de escombros

Fuente: http://www.mshslc.org/gallery/debris-avalanche/

Tabla 46 Localidades urbano - rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por avalanchas de detritos

Clave del municipio	Municipio	Clave de la localidad	Nombre	Poblaci n
2	Atlatlahucan	170020025	Colonia San Francisco	1004
3	Axochiapan	170030001	Axochiapan	17508
		170030010	Telixtac	4554
		170030003	Atlacahualoya	3330
		170030009	Quebrantadero	2273
		170030007	Marcelino Rodr guez (San Ignacio)	1868
4	Ayala	170040005	San Pedro Apatlaco	12630
		170040004	Anenecuilco	10773
		170040001	Ciudad Ayala	6777
		170040012	Jaloxtoc	3566
		170040027	Tlayecac	2548
		170040011	Huitzililla	2535
		170040023	San Juan Ahuehueyo	2325
		170040070	Unidad Habitacional 10 de Abril	1531
		170040073	Colonia las Arboledas	1409
		170040022	El Salitre	1104
		170040049	Unidad Habitacional Mariano Matamoros	1056
6	Cuautla	170060001	Cuautla	154358
		170060032	Peæa Flores (Palo Verde)	3867
		170060014	Ex-Hacienda el Hospital	2053
		170060040	Narciso Mendoza	1612
		170060021	Puxtla	1476
		170060078	Tierra Larga	1052
10	Jantetelco	170100002	Amayuca	5287
		170100001	Jantetelco	4645
		170100003	Chalcatzingo	2449
		170100006	Tenango (Santa Ana)	1856
13	Jonacatepec de Leandro Valle	170130001	Jonacatepec de Leandro Valle	8123
		170130006	Tetelilla	3182
		170130002	Amacuitlapilco	2332
16	Ocuituco	170160001	Ocuituco	4846
		170160006	Metepec	2581
		170160007	Ocoxaltepec	1338
		170160004	Huepalcalco (San Miguel)	1094
19	Tepalcingo	170190001	Tepalcingo	12053

		170190005	Ixtlilco el Grande	3274
		170190002	Atotonilco	3175
22	Tetela del VolcÆn	170020001	Tetela del VolcÆn	7941
29	Yautepec	170290001	Yautepec de Zaragoza	42731
		170290005	Cocoyoc	9663
		170290013	Oaxtepec	6939
		170290003	Los Arcos	5446
		170290008	ItzamatitlÆn	1297
30	Yecapixtla	170300001	Yecapixtla	16811
		170300008	Juan Morales	12756
		170300018	XochitlÆn	2606
		170300014	Tecajec	1665
		170300040	Mixtlalcingo	1257
		170300009	Yecapixteca	1110
32	Zacualpan de Amilpas	170320006	Tlacotepec	5087
		170320001	Zacualpan de Amilpas	3492
33	Temoac	170330001	Temoac	5799
		170330003	Huazulco	3847
		170330002	Amilcingo	3515
	Total			429406

Fuente: INEGI, 2010.

Tabla 47 Localidades rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por avalanchas de detritos

Clave del municipio	Municipio	Clave de la localidad	Nombre	Poblaci n
2	Atlatlahucan	170020045	Fraccionamiento Framboyanes	29
		170020022	Barranca Seca	7
		170020040	Techichititla	20
		170020059	Bordo de la Presa	1
		170020043	Colonia el Salto	68
		170020053	Puntas de Malpa s (Malpa s)	14
3	Axochiapan	170030071	Rancho la Piedra Colorada	0
		170030070	Los L mites	2
		170030079	Patuala [Paraje]	12
		170030042	Sistema Uno de Bombeo	0
		170030023	El Guamœchil	0
		170030019	Puente del Muerto	0
		170030057	Rancho Mar a de Jesœs Barrera	30
		170030050	El Ojito de Agua Dulce	0
		170030056	Rancho Isa as	19
		170030054	Rancho Cabrera	4
		170030028	Juan Ortega SÆnchez	9
		170030072	Campo el Papayo	1
		170030075	Colonia las Palmas	74
		170030082	Colonia Florida	2
		170030026	5 de Mayo	90
		170030022	La Estaci n	7
		170030074	Colonia el CBTA	92
		170030036	Barranca del Ahuehuete	7
		170030039	Campo el Pajarito (Sistema de Agua Potable)	0
		170030064	Campo la Laguna	15
		170030055	Rancho el Mirador	4
		170030058	Colonia RubØn Carrillo	144
		170030024	El Puente del Pajarito	17
		170030067	Colonia los Tres Reyes	13
		170030081	Colonia la Guadalupana	41
		170030053	El Pozo Siete	0
		170030069	El EdØn [Rancho]	0
		170030016	Las Tinajas	8
		170030077	Almolonca	12
		170030051	Las Palmas (La Poza del Pajarito)	4
		170030049	El Mezquital	14
		170030048	Los Linderos (FÆbrica de Yeso)	41
		170030044	Santa Mar a	13
		170030043	Los Estanques	0
		170030083	Colonia Cuatecomates	0
		170030031	La Bomba Uno	0
		170030046	La Joya del Zompa	2
		170030061	Ampliaci n Juan GonzÆlez y Aæo 2000	23
		170030045	La Huerta (La Bomba Dos)	23
		170030063	Campo la Comunidad	33

		170030059	Campo el Pedregal	11
		170030068	Colonia Nueva Esperanza	0
		170030034	Palo Amarillo	0
		170030014	Coayuca Colonia de Morelos	32
		170030052	Piedra del Burro	0
		170030037	Campo el Coyul	0
		170030065	Caseta de Vigilancia	0
		170030004	Los Carros	43
		170030085	Presa los Carros	0
		170040077	Rancho Chicapa (Teteltitla)	5
		170040112	Rancho de Roberto YÆæez	0
		170040093	Campo el Salto	0
		170040071	Los Pinos	0
		170040104	Granja Huitzililla 2	0
		170040111	Rancho Antonio Orozco	0
		170040143	Rancho Epifanio Sotelo	0
		170040069	Rancho el Paæuelo	96
		170040061	Unidad Pisc cola San Juan Ahuehueyo	0
		170040116	Rancho la Herradura	1
		170040135	La Bodega del Programa Nacional de Semilla	0
		170040078	Granja la Esperanza	0
		170040170	Rancho Chalpa	0
		170040040	Rancho Rosa y Manuel (Casa Blanca)	5
		170040120	Rancho los Aviæa	4
		170040100	Campo Ojo de Agua	0
		170040090	Campo del Tescalamate	0
		170040068	Rancho JosØ Barreto	0
		170040065	Granja las Cebollas	34
		170040037	Rancho la Barranquilla	10
		170040137	Campo Huizachera 2	26
		170040088	Campo Amate Amarillo	0
		170040044	Finca Guadalupe	0
		170040102	Finca el Claustro	1

		170040079	El Jag ey	11
		170040067	Campo la Huizachera	0
		170040124	El Sif n de la Cuera	19
		170040118	Rancho las Huertas	0
		170040076	Granja las Codornices (La FÆbrica	6
		170040110	Rancho Agua Limpia	7
		170040062	Presa San Esteban	0
		170040166	Campo Puente de Fierro	1
		170040105	Granja Tlayecac	0
		170040121	Rancho Santana 1	8
		170040122	Rancho Santana 2	0
		170040021	La SÆbana	42
		170040115	Rancho el Pedregal	0
		170040114	Rancho el Amate	3
		170040113	Rancho Guamuchilar	13
		170040089	Campo Bustamante	0
		170040153	Rancho el Naranjo (La Escondida)	13
		170040119	Rancho las Torres	0
		170040144	Rancho Palomar Grande	20
		170040082	La Doncella	41
		170040163	Parada a Huexca	24
		170040087	Campo Palomar Chico	129
		170040174	Unidad Pisc cola San Pedro Apatlaco	0
		170040150	Campo los Pedros	2
		170040099	Campo los Pilares	23
		170040149	Anenecuilco	93
		170040169	El Barreal	0
		170040151	Campo San Miguel	0
		170040123	Casa de Campo [Restaurante-Bar]	1
		170040079	El Jag ey	11
		170040193	Campo Tlalzayanca	7
		170040131	Tener as	4
6	Cuautla	170060062	Tinajas	0
		170060114	Campo Carrizal	24
		170060103	Rancho San NicolÆs	0
		170060150	Plan de Ayala	3
		170060128	Ampliaci n Francisco I. Madero	58

		170060123	Campo el Fresnal	39
		170060120	Rancho el Para so	15
		170060113	Campo Ahuehuepan	10
		170060115	Campo la Calavera	117
		170060118	Las Granjas	0
		170060065	Colonia el Sif n	70
		170060092	Santa Cruz (Campo Santa Cruz)	13
		170060061	Tierra y Libertad	0
		170060141	Campo Santa Rosa	49
		170060096	Ampliaci n Santa Cruz	78
		170060100	La Loma	22
		170060044	Rancho Guadalupe	0
		170060142	Casasano	12
		170060148	Campo San Pedro	0
10	Jantetelco	170100021	Peæ n de los Baæos	0
		170100018	Azteca [Rancho]	5
		170100043	Rancho la Huerta	6
		170100041	Colonia Emiliano Zapata (La Granja)	14
		170100007	La Laja	9
		170100038	Caseta de Inspecci n Sanitaria	0
		170100050	Zull Ayot	2
		170100019	Nuevo Xochimilco	33
		170100027	El Ranchito (El Jag ey)	7
		170100055	El Chumil	0
		170100017	Colonia Mariano Matamoros (Puente Colorado)	29
		170100052	El Rastro	0
		170100016	Fraccionamiento Alondra	19
		170290011	La Nopalera	768
		170100054	Huamuchilito	0
		170100039	Chalpa (El Puente)	1
		170100033	Campo Chalpa	59
		170100042	Colonia Manuel Alarc n	12
		170100035	Campo de los Mezquites	0

		170100034	Campo Cupatitlan	8
		170100036	Campo el Amate	18
		170100023	Seraf n Marcial Bonilla	16
		170100029	Amilcingo	23
		170100032	Campo Amatzongo	53
		170100053	Corral Grande (Rancho el Coral)	19
		170100044	Los Bordos	19
		170100048	San Mart n	12
		170100045	El Granadillo	10
13	Jonacatepec	170130049	El Rancho de Chabelo	4
		170130006	Tetelilla	3182
		170130034	La Granja	0
		170130053	Colonia San Mart n	14
		170130025	Campo Pastor Abandonado	0
		170130030	Ninguno [Estaci n Pastor Abandonado]	0
		170130032	Uni n de Ejidos Emiliano Zapata	0
		170130019	El Puente Colorado	15
		170130018	El Puente Angosto (Rancho el Pitayo)	0
		170130014	La Cuenca Lechera	34
		170130045	Campo Piedra Rajada	0
		170130024	Campo del Barro	4
		170130010	Las Bugambilias	13
		170130021	La Yesera	4
		170130036	Rancho la Misi n	4
		170130042	Rancho el Abrevadero (Campo Mata Redonda)	4
		170130011	La Divina Providencia	16
		170130050	Rancho de los Quintana (El Porvenir)	3
		170130046	La Casa de Piedra	0
		170130040	Las Granjas (Cuezcomata)	0
		170130052	Barrio de San Mart n	9
		170130039	El Carrizal	0
		170130041	Rancho los Mangos	7
		170130022	Rancho Monte Calvario (Rancho los `ngeles)	0

		170130033	Granja Celerino Vidal	0
		170130013	Fraccionamiento Zull Ayot	5
		170130027	Colonia JuÆrez	5
		170130035	Puente Colorado	3
16	Ocuituco	170160054	Rancho de Fidel Argandar	0
		170160050	Piedra Rajada	0
		170160053	El Encinal	0
		170160049	Campo Calderas de Ortiz	0
		170160039	Mahoma	1
		170160056	Rancho de Valente Montenegro	0
		170160042	San Juan	0
		170160016	Cruz de Lima	1
		170160031	Calderas	0
		170160033	Ninguno [CBTA]	4
		170160059	Campo el Llano	2
		170160046	Cerrito Colorado	27
		170160038	La Magueyera	0
		170160032	Casahuatitla	21
		170160044	Tezantecoma	0
		170160011	Colonia Colinas del Sol	0
		170160037	Huazotepec	0
		170160020	Tlacuatzingo	34
		170160013	Santa Helena de la Cruz	1
		170160047	La Ixtla	29
		170160014	Santa M nica	38
		170160058	Campo el Ocote	1
		170160048	La Rosita (Rancho el Para so)	14
		170160018	La Isla Chica	1
		170160051	Rancho de Jaime SÆnchez	0
		170160009	Chignahuapan	16
		170060021	Puxtla	1476
		170160035	Cuestepec	12
19	Tepalcingo	170190021	Las Joyas	93
		170190035	Agua Fr a	0
		170190019	Rancho el Bambœ (La Presa)	10

		170190017	Mano Pintada	7
		170190050	Tener a	5
		170190048	Los Tajonar	0
		170190049	Rancho los Tepetates	0
		170190036	Campo Agostadero	0
		170190030	Rancho las `guilas	3
		170190055	Pozo Nœmero 39	1
		170100043	Rancho la Huerta	6
		170190029	Rancho Covadonga	0
		170190020	Rancho los Hidalgo	0
		170190037	Paraje el Espejo	1
		170190053	El Rosal Norte	0
		170190027	Campo las Pilas	2
		170190033	La V a	33
		170190044	Colonia Francisco I. Madero	12
		170190036	Campo Agostadero	0
22	Tetela del VolcÆn	170220013	Las Mesas	9
		170220047	Rancho Juan YÆæez	0
		170220015	San Miguel	12
		170220046	Potrero de los Bueyes	0
		170220050	Tecamachalco	0
		170220021	Los Rodr guez	0
		170220018	El Capul n	1
		170220053	Potrero de Le n (Rancho el Le n)	5
		170220054	Tepetomayo	4
		170220044	El Espinal	0
		170220049	San SebastiÆn	0
		170220031	Olinco	0
		170220009	Tlalcomulco	71
		170220033	El Chilar Tepeyehualco	29
		170220011	El Chupamirto	31
		170220036	AhuazutlÆn	14
		170220048	San Pablo	0
		170220010	Amialtenco	6
		170220043	Cuitlamila	5
		170220020	Potrero del Frijol (Temoaya)	0
		170220006	Matlacotla	49
		170220045	El Montecillo	10

		170220038	El Calabazo	0
		170220042	Cuaucorra	0
		170220040	Chachiltepec	0
		170220022	Tecla	25
		170220058	Cerro de Chiconqu huitl	45
		170220019	Paluca	6
		170220039	Campo Oaxaca	0
		170220037	Cacapola	39
		170220023	Tlalamayocan	108
		170220035	Rancho los Tejocotes	3
		170220024	Tlaquexchpanco	0
		170220017	Zacapechpa (Zacapezuca)	94
		170220061	Huacaltepoxco [Parque de los Venados]	0
		170220052	Tlahuatzinco	0
		170220025	Tzitzicastla (Rancho las Flores)	0
		170220026	Yiganechxco	7
		170220012	El Malinal	17
		170220051	Telpantlale	0
		170220062	El Zapote [Paraje]	0
		170220056	Apantenco	0
		170220041	Cualetzxoca	1
		170220059	Aguayocan	0
29	Yautepec	170290167	Campo el Pared n	0
		170290030	Campo los Limones	4
		170290130	Rancho las Trancas Amarillas	10
		170290156	Vivero Huichilobos	0
		170290092	Lucio Moreno	109
		170290058	Colonia el `ngel (Kil metro 33)	55
		170290105	Campo el Partidor	97
		170290178	Campo los Huajes	0
		170290098	Campo Coatetelco	15
		170290091	Los Ojos de Ahuilican	19
30	Yecapixtla	170300080	Rancho Tenejal	0
		170300074	Rancho el Capricho	0
		170300078	Rancho Rodeo	0
		170300041	Rancho 55 (Campo el Pochote)	21

30	Yecapixtla	170300067	Rancho TezontitlÆn	0
		170300112	Rancho el Aguacate	0
		170300095	Campo el Zapote (La Y)	12
		170300062	Campo el Indio	32
		170300073	Rancho el Calabazo	0
		170300076	Rancho del Carmen	0
		170300079	Rancho San Marcos	0
		170300110	Rancho el Indio	0
		170300105	Puente Caj n	0
		170300114	La Noria Imperial	0
		170300093	Campo de las Yeguas	0
		170300064	Campo los Amates	0
		170010012	Campo Nuevo	40
		170300117	Joyas de Salazar	0
		170300104	Rancho del Pollo	0
		170300089	Rancho Lorenzo Violante	0
		170300091	Rancho la Mora de Pedro Carrillo	0
		170300072	Rancho Ecatepec	0
		170300071	Rancho Puente Negro	2
		170300087	Rancho Humberto YÆæez	1
		170300109	Rancho el Aguilucho	0
		170300039	General Paulino Navarro	0
		170300013	Rancho el Rosedal (Rancho el Tal n)	0
		170300070	Cerro los Alacranes	2
		170300085	Rancho Galicia CÆzares	4
		170300038	Rancho el Pared n	5
		170300090	Rancho Merced Pacheco	0
		170300022	Agua Zarca	7
		170300108	Parque Industrial Yecapixtla	0
		170300048	Granja Huchonea	0
		170300084	Rancho Casa de Piedra	0
		170300024	El Izote	35
		170300052	Rancho la Orqu dea	0

		170300048	Granja Huchonea	0
		170300084	Rancho Casa de Piedra	0
		170300024	El Izote	35
		170300052	Rancho la Orqu dea	0
		170300044	Cerro del Diablo	0
		170300055	Rancho Piedra de la Cruz	8
		170300102	Rancho Santa Teresa	89
		170300011	Piedra de la Cruz	0
		170300050	Marino Galicia	4
		170300004	La Estaci n de Yecapixtla	63
		170300103	Xalpa	0
32	Zacualpan de Amilpas	170320014	Curiel	5
		170320012	Barranca Amatzinac	42
		170320018	Campo San AndrØs	2
		170320026	Campo del Anono	8
		170320029	Las Presas	4
		170320025	Agua Tepechi	23
		170320030	Rancho de Fidel SÆnchez	0
		170320020	Poza Larga	0
		170320031	Campo Potrerillo	7
		170320007	Chololoaya	0
		170320023	Rancho Mayolo VelÆzquez	0
		170320028	Colonia Mariano Escobedo (Campo las Trancas)	0
		170320024	Rancho Toribio Rivera	0
		170320019	La Compuerta	15
		170320022	Rancho Vicente Sandoval	0
		170320021	Rancho Ebodio Molina	0
		170320016	Las Flores (Contlapalco)	0
		170320017	Campo las Trancas	6
33	Temoac	170330015	El Puente Nuevo	56
		170330019	Campo las Arenas	29
		170330009	El Encumbre (El Corralito)	1
		170330016	Rancho los Caporales	41
		170330020	Campo Santa Luc a	6
		170330017	Barrio San Mart n	0
		170330012	Rancho de Amancio Vara	0
		170330014	El Tecorralito	0
		170330017	Barrio San Mart n	0
		170330021	Villarruel [Rancho]	9
		170330007	La Joya [Campo]	0
	Total			9,949

Fuente: INEGI, 2010

2.1.1.10 Lahares

Los lahares son flujos de una mezcla de materiales volcÆnicos (rocas, cenizas, p mez, escoria), mayoritariamente cenizas, movilizadas por el agua proveniente de la fusi n del casquete glaciar, de un lago cratØrico o por fuertes lluvias. El agua se mezcla con el mate- rial volcÆnico suelto que se encuentra en su camino y se transforma rÆpidamente en un flujo muy m vil con caracter sticas similares al concreto utilizado en la industria de la construcci n. Estos flujos pueden llevar escombros volcÆnicos fr os o calientes, o una mezcla de ambos, dependiendo del origen del material fragmentario.

ILUSTRACI N 19: Lahar tras la erupci n del monte Santa Helena, Estados Unidos

Fuente: USGS, 2009.

En tØrminos generales, un lahar se puede formar por los siguientes procesos:

- Por el brusco drenaje de un lago cratØrico, causado por una erupci n explosiva o por el colapso de una pared del crÆter;
- Por la fusi n de la nieve o hielo, causada por la ca da de material volcÆnico a alta temperatura;
- Por la entrada de un flujo piroclÆstico en un r o y la mezcla inmediata de Øste con el agua;
- Por movimiento de un flujo de lava sobre la cubierta de nieve o hielo en la parte superior y flancos de un volcÆn;
- Por avalanchas de escombros, de roca saturada de agua, originadas en el mismo volcÆn;
- Por la ca da torrencial de lluvias sobre los dep sitos de material fragmentario no consolidado en la zona del crÆter o los flancos del volcÆn.

Las trayectorias de los lahares y su longitud, al igual que otros fen menos mencionados como los flujos piroclÆsticos o avalanchas de derrubios, se ven afectadas por la configuraci n de la topograf a del volcÆn, por lo que las Æreas de afectaci n siguen preferentemente las Æreas de bajo relieve topogrÆficos.

Por ejemplo, un valle angosto con pendiente permitirÆ que un cierto volumen de lahar se pueda mover a gran distancia; mientras que un valle amplio y de poca pendiente darÆ lugar a que el mismo se disperse lentamente y se detenga dentro de una distancia mÆs corta. Las velocidades de estos flujos tambiØn se encuentran determinadas por las pendientes y por la forma de los cauces, por la relaci n s lidos-agua y, de alguna manera, por el volumen. Pueden recorrer distancias muy grandes, logrando superar fÆcilmente los 300 km, se han observado velocidades de 40 a 100 km/h en lahares hist ricos.

Tabla 48 Propiedades f sicas estimadas de los lahares

Distancias hasta las cuales se han experimentado efectos		`rea afectada		Velocidad		Temperatura (C)
Promedio (km)	MÆximo (km)	Promedio (km2)	MÆximo (km2)	Promedio (m/s)	MÆximo (m/s)	
10	300	5 - 20	200 - 300	3 - 10	>30	100

Fuente: CENAPRED, 2004.

Tabla 49 Periodos de alerta de los peligros volcÆnicos y capacidad para causar daæo

Periodo de alerta	Capacidad para causar daæo severo	Probabilidad de lesiones severas o muerte	Efecto en construcciones e infraestructura
Minutos a horas	Muy alto	Muy alto	Daæos a estructuras. Arrastres de materiales. Recubrimiento por barros.

Fuente: CENAPRED, 2004

Debido a la densidad de esta mezcla de materiales, los lahares pueden transportar grandes bloques de roca (de hasta varios metros de diÆmetro) y otros objetos como puentes, casas, Ærboles y veh culos. AdemÆs, pueden daæar poblados, agricultura, bosques, infraestructura y afectar las actividades econ micas.

El principal peligro para la vida humana es el enterramiento o el impacto de bloques y otros escombros. Las edificaciones y otros bienes que estØn en el camino del flujo son destrozados, enterrados o arrasados. Se debe evacuar, aunque en ocasiones basta subir unos cuantos metros para estar a salvo.

Durante la historia eruptiva del PopocatØpetl, se han registrado en campo numerosos lahares que se encuentran asociados a dep sitos piroclÆsticos en la circunferencia del volcÆn, como en San NicolÆs de los Ranchos en el estado de Puebla. En el estado de Morelos se encuentran expuestos grandes espesores de lahares en las barrancas cercanas a las ciudades de Cuautla, Yecapixtla, Izœcar de Matamoros, y muchos otros sitios en la falda sur del volcÆn.

ILUSTRACI N 20: Secuencia de dep sitos de lahar localizado entre Yecapixtla y Cuautla

Fuente: CENAPRED, UNAM, 1995.

Para conocer las zonas susceptibles a presentar estos fen menos dentro de los l mites del estado de Morelos se utilizaron los mapas de peligros del volcÆn PopocatØpetl actualizados en 2016 por el CENAPRED y la UNAM. En estos se pueden identificar tres zonas que podr an verse afectadas en caso que sucediera una corriente de escombros de este tipo.

En color rojo se delimitan las Æreas que tienen una mayor probabilidad de ser afectadas por lahares de pequeæa magnitud que pueden alcanzar hasta 15 kil metros de distancia con distintos volœmenes de material en las barrancas mÆs estrechas. En este escenario solamente 7 localidades del municipio de Tetela del VolcÆn podr an verse afectadas: El Salto, Aguayocan, Cualetzxoca, El Zapote, Telpantlale, Huacaltepoxco y Zacapechpa. Mismas que en su conjunto albergan a una poblaci n de 94 habitantes aproximada - mente.

MAPA 88. Localidades rurales con mayor probabilidad de ser afectadas por un lahar

MAPA 89. Localidades urbanas y rurales con menor probabilidad de ser afectadas por un lahar

Fuente: Elaboraci n propia.

Las zonas con una probabilidad intermedia y menor delimitan las franjas donde los lahares podr an alcanzar distancias de hasta 50 kil metros en diversos sectores del volcÆn, espesores de 30 metros en las barrancas mÆs profundas y de 2 a 6 metros en las planicies circundantes.

En caso de presentarse este escenario, 15 municipios del Estado serian afectados, as como un total de 144 localidades urbanas y 89 rurales, mismas que concentran 438,167 y 1,869 habitantes respectivamente.

Fuente: Elaboraci n propia.

Tabla 50 Principales localidades urbano - rurales de Morelos con probabilidad menor de ser afectados por lahares

Clave del municipio	Municipio	Clave de la localidad	Nombre	Poblaci n
2	Atlatlahucan	170020062	Jag eycillos (Colonia 10 de Mayo)	32
		170020028	Asociaci n de Colonos Hacienda la Alborada	70
		170020031	Rancho Zacanco (La Cueva)	144
		170020071	Colonia Rancho Santa Cruz	144
		170020002	Telchicayac (El Cabellito)	147
		170020044	Los Cerritos	178
		170020067	Colonia la Guadalupana	194
		170020070	Colonia Pozo Mancera	412
		170020008	Colonia Kil metro 88	654
		170020068	Las Minas	837
		170020025	Colonia San Francisco	1004
		170020033	Fraccionamiento Lomas de Cocoyoc	2716
		170020001	Atlatlahucan	7941
3	Axochiapan	170030041	Campo la Zacatera	79
		170030015	Los Gavilanes	102
		170030020	La Toma	189
		170030002	Ahuaxtla	190
		170030017	La Nopalera	200
		170030005	CayehuacÆn	272
		170030006	Joaqu n Camaæo	411
		170030011	Tlalayo	698
		170030007	Marcelino Rodr guez (San Ignacio)	1868
		170030003	Atlacahualoya	3330
4	Ayala	170040172	Fraccionamiento Villa Dorada	7
		170040183	Residencial Villa de los Arcos	13
		170040182	Residencial la Cantera	28
		170040030	Parque Industrial Cuautla	32
		170040164	Colonia las Flores	33
		170040184	Residencial los Sauces	73
		170040043	Colonia la Libertad	93
		170040058	El AlmacØn	93
		170040033	Fraccionamiento Para so Tlahuica	162
		170040142	El Mirador	331
		170040006	Benito JuÆrez	346
		170040038	Buena Vista	363
		170040025	Tecomalco	387
		170040084	Loma Bonita	496
		170040054	Colonia Ejidal Rafael Merino	521
		170040031	Fraccionamiento Huertas de Cuautla	884
		170040103	Fraccionamiento las Llaves	953
		170040024	San Vicente de JuÆrez (Las Piedras)	1375
		170040002	Abelardo L. Rodr guez	1948
		170040023	San Juan Ahuehueyo	2325
		170040027	Tlayecac	2548
		170040012	Jaloxtoc	3566
		170040001	Ciudad Ayala	6777
		170040026	Tenextepango	8083
		170040004	Anenecuilco	10773
		170040005	San Pedro Apatlaco	12630
6	Cuautla	170060149	Santa Isabel	62
		170060073	Los Cerritos	87
		170060056	Colonia Polvor n 18 de Septiembre 94	151
		170060124	El Polvor n	204
		170060099	La Esperanza	207
		170060133	Colonia el Para so	272
		170060064	HØroe de Nacozari	278
		170060145	Eusebio JÆuregui (La Angostura)	278
		170060109	Campo Partidor Zumpango	311
		170060083	Colonia 12 de Diciembre	325
		170060143	Colonia Ampliaci n Tepeyac	337
		170060130	Colonia Ampliaci n 10 de Abril	349
		170060030	Empleado Municipal	557
		170060047	3 de Mayo	804
		170060051	19 de Febrero de 1812	871
		170060111	Ampliaci n Narciso Mendoza	985
		170060078	Tierra Larga	1052
		170060021	Puxtla	1476
		170060040	Narciso Mendoza	1612
		170060014	Ex-Hacienda el Hospital	2053
		170060032	Peæa Flores (Palo Verde)	3867
		170060001	Cuautla	154358
10	Jantetelco	170100049	La Y	30
		170100013	Campo de las Rentas	48
		170100047	La Renta	148
		170100051	Colonia Cuatro Caminos	164
		170100005	San Antonio la Esperanza	234

		170100006	Tenango (Santa Ana)	1856
		170100003	Chalcatzingo	2449
		170100001	Jantetelco	4645
		170100002	Amayuca	5287
13	Jonacatepec	170130037	Santa Cruz	213
		170130002	Amacuitlapilco	2332
		170130006	Tetelilla	3182
		170130001	Jonacatepec de Leandro Valle	8123
16	Ocuituco	170160004	Huepalcalco (San Miguel)	1094
		170160007	Ocoxaltepec	1338
		170160007	Ocoxaltepec	1338
		170160007	Ocoxaltepec	1338
		170160002	Huecahuasco	1785
		170160002	Huecahuasco	1785
		170160006	Metepec	2581
		170160001	Ocuituco	4846
33	Temoac	170330006	Campo el Lim n	85
		170330004	PopotlÆn (Barrio Santo TomÆs)	869
		170330002	Amilcingo	3515
		170330003	Huazulco	3847
		170330001	Temoac	5799
19	Tepalcingo	170190004	Ixtlilco el Chico	1340
		170190011	Zacapalco	1714
		170190005	Ixtlilco el Grande	3274
		170190001	Tepalcingo	12053
22	Tetela del VolcÆn	170220003	Tlalmimilulpan (San Pedro)	1637
		170220001	Tetela del VolcÆn	10199
24	TlaltizapÆn de Zapata	170240016	San Rafael Zaragoza	1226
26	Tlayacapan	170260041	Rancho de Cart n Kil metro 10	35
		170260048	Colonia el Partidor	63
		170260005	Ex-Hacienda PantitlÆn	162
29	Yautepec	170290069	Ampliaci n Vicente Guerrero	199
		170290173	Rancho Cuachixolotera	660
		170290013	Oaxtepec	6939
		170290005	Cocoyoc	9663
30	Yecapixtla	170300060	Noche Buena	39
		170300116	XochitlÆn	41
		170300098	Cerro del Temecate	53
		170300023	Los Chichicastles	69
		170300043	Campo Piedra Colorada	103
		170300047	Fraccionamiento Xalpa	112
		170300094	Colonia Girasoles (Campo el Guaje)	173
		170300057	Valle Xalpa (El Crucero del Libramiento)	191
		170300100	Colonia Para so las Flores	209
		170300115	Ampliaci n Yecapixteca	309
		170300037	Colonia Para so Escondido	367
		170300097	TlacotitlÆn	416
		170300017	Tlamomulco	417
		170300021	Adolfo L pez Mateos	444
		170300010	Pazulco	565
		170300009	Yecapixteca	1110
		170300015	Texcala	1444
		170300015	Texcala	1444
		170300014	Tecajec	1665
		170300002	Achichipico	2288
		170300002	Achichipico	2288
		170300018	XochitlÆn	2606
		170300018	XochitlÆn	2606
		170300008	Juan Morales	12756
		170300001	Yecapixtla	16811
		170300001	Yecapixtla	16811
32	Zacualpan de Amilpas	170320027	Colonia Guadalupe Victoria	159
		170320010	La Presa (El Cerro de la Era)	212
		170320001	Zacualpan de Amilpas	3492
		170320001	Zacualpan de Amilpas	3492
		170320006	Tlacotepec	5087
	Total			438,167

Fuente: INEGI, 2010.

2.1.2 Sismos

La litosfera estÆ dividida en varias placas, cuya velocidad de desplazamiento es del orden de varios cent metros por aæo. En los l mites entre placas, donde Østas hacen contacto, se gener an fuerzas de fricci n que impiden el desplazamiento de una placa respecto a la otra, generÆndose grandes esfuerzos en el material que las constituye. Si dichos esfuerzos sobre pasan la resistencia de la roca, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberaci n repentina de la energ a acumulada. Desde el foco (o hipocentro), Østa se irradia en forma de ondas que, a travØs del medio s lido de la Tierra, se propagan en todas direcciones. Se les conoce como ondas s smicas.

Al ocurrir un sismo, tres tipos bÆsicos de ondas producen la sacudida que se siente y causa daæos; s lo dos se propagan en todas direcciones en el interior de la Tierra; por ello se les denomina ondas internas. La mÆs rÆpida de Østas es la onda primaria u onda P, cuya velo ci dad var a dependiendo del tipo de roca, entre 1,100 y 8,000 m/s.

La caracter stica principal de esta onda es que alternadamente comprime y expande la roca, en la misma direcci n de su trayectoria. Es capaz de propagarse a travØs de rocas (s lidos) y de l quidos; por ejemplo, el magma y los ocØanos. AdemÆs, se puede transmitir a travØs de la atm sfera; en ocasiones, personas y animales la perciben como un sonido grave y profun - do. La segunda onda, llamada secundaria u onda S, viaja a menor velocidad que la P (normal mente entre 500 y 4,400 m/s). Mientras se propaga, deforma el material lateralmente respec - to de su trayectoria. Por esta raz n no se transmite en fluidos (l quidos y gases).

Cuando ocurre un terremoto primero se siente, en un sitio a cierta distancia del epicentro, la onda P, con un efecto de retumbo que hace vibrar paredes y ventanas. Unos segundos despuØs llega la onda S, con movimiento vertical de arriba hacia abajo -y viceversa- y de lado a lado, de tal manera que sacude la superficie del terreno vertical y horizontalmente. Este es el movimiento responsable del daæo a las construcciones, en zonas cercanas al epicentro e incluso a distancias considerables.

El tercer tipo de ondas s smicas es el de las llamadas ondas superficiales, cuya caracter stica es propagarse por la parte mÆs superficial de la corteza terrestre; a medida que la profundi dad aumenta disminuye la amplitud de su movimiento. Las ondas superficiales generadas por el terremoto se pueden clasificar en dos grupos: las ondas Love (llamadas as en honor de su descubridor, el f sico A.E.H. Love), deforman las rocas similarmente a las ondas S, aunque œnicamente en direcci n horizontal; y las ondas Rayleigh (en honor de Lord Rayleigh), producen movimiento vertical, similar al de las olas marinas. Las ondas superficiales viajan mÆs despacio que las internas.

Dependiendo de la magnitud e intensidad del temblor y de la cercan a al punto de origen, las amplitudes de las ondas var an. Pueden ser muy pequeæas imperceptibles por el ser humano, detectables s lo con instrumentos altamente sensibles, o bien tan grandes que pueden alterar de manera permanente el terreno, deformando tuber as, v as fØrreas, etc. Durante la ocurrencia de un gran temblor se podr a observar c mo se deforma la superficie del terreno ante el paso de las ondas s smicas.

Las ondas s smicas de temblores moderados o grandes alcanzan a ser detectadas con claridad en observatorios de todo el mundo ya que se propagan a travØs del interior de la tierra y en la superficie de Østa, hasta por varias horas.

Los sismos naturales se generan por interacci n de placas tect nicas. De estos sismos se han definido dos clases: los interplaca, ocasionados por la fricci n en las zonas de contacto entre las placas, y los intraplaca, que se generan en la parte interna de las placas, aun en zonas donde se ha llegado a suponer un nivel nulo de sismicidad. Estos terremotos, consecuencia de deformaciones continentales, menos frecuentes que los interplaca, pueden tener profundidades similares a Østos (15-30 km) o mayores, por ejemplo, 60 o 70 km. Un tipo particular de sismos intraplaca son los llamados locales, que son producto de deformaciones del material terrestre, debido a concentraci n de fuerzas en una regi n limitada.

La peligrosidad s smica se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determina - do emplazamiento y durante un periodo de tiempo dado.

La correcta evaluaci n de la peligrosidad requiere conocer dos caracter sticas impor - tantes de la zona de estudio: la sismicidad de la regi n circundante o Ærea de influencia, con identificaci n de zonas s smicas en la misma y la atenuaci n s smica regional. Combinando los dos aspectos se llega a determinar la intensidad del movimiento en un emplazamiento como consecuencia de los terremotos que puedan afectar al mismo, integrando el efecto de la fuente y la propagaci n de energ a de Østa al emplazamiento.

Nuestro pa s estÆ integrado a una gran zona generadora de sismos, los cuales han ocurrido durante millones de aæos. Los epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores de 7, por ejemplo), que ocasionan grandes daæos, se ubican en la costa del Pac fico, a lo largo de Jalisco, Colima, MichoacÆn, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, tambiØn han ocurrido grandes sismos en el centro y el sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, Estado de MØxico y la pen nsula de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos.

En los estados de Zacatecas, Durango, Sinaloa y Sonora, la sismicidad es escasa; a fines del siglo XIX, en este œltimo estado ocurri un sismo de magnitud 7.3. En los estados restantes no se han originado movimientos s smicos de importancia, aunque algunos (por ejemplo, Nayarit, Morelos, Guanajuato, QuerØtaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco) llegan a ser afectados por los grandes sismos que se originan en otras regiones, de interplaca o intraplaca.

Aunque las zonas epicentrales se localizan en diversos puntos del Pac fico, el estado de Morelos, aunque no se encuentre sobre la costa, se ha convertido en el receptor de la actividad s smica debido a que se encuentra lo suficientemente cercana a la costa oeste para experimentar sus efectos. Con fines de diseæo antis smico, la Repœblica Mexicana se dividi en cuatro zonas s smicas, utilizÆndose los catÆlogos de sismos del pa s desde inicios de siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros hist ricos de sismos, no se han reportado movimientos telœricos en los œltimos 80 aæos y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleraci n de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleraci n del suelo (dentro de ellas se encuentra el estado de Morelos).

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos hist ricos, donde la ocurren - cia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleraci n de la gravedad.
Para la generaci n de la cartograf a relativa a sismicidad se utiliz un Sistema de Informaci n GeogrÆfica (SIG) y cuatro coberturas de anÆlisis espacial. Las primeras dos coberturas se integraron a partir de la informaci n de los epicentros determinados por el Servicio Sismol gico Nacional entre 1999 y el 2017 sobre los cuales se realizaron dos principales productos cartogrÆficos: densidad de Kernel de aquellos epicentros menores a 5 grados magnitud y densidad de Kernel de aquellos eventos mayores a 5 grados magnitud.
Los grados de magnitud se distinguen ya que de acuerdo al Servicio Sismol gico Nacional esta escala tiene diferencias circunstanciales en cuanto al comportamiento s smico, consider- ando aquellos menores de 5 grados como microsismicidad.
La metodolog a de densidad de Kernel se utiliza debido a que calcula la densidad y proximi - dad de cada uno de los puntos de epicentros (mayores y menores a 5 grados magnitud), por lo que identifica las Æreas de mayor concentraci n de epicentros y permite ponderar cada punto (de los epicentros) de acuerdo a un valor determinado (grados del epicentro), por lo que un punto resalta sobre otro, lo que permite distinguir las caracter sticas de cada punto de epicentro.
El algoritmo que el Sistema de Informaci n GeogrÆfica emplea para determinar el radio de proximidad entre los distintos puntos de informaci n (en este caso epicentros), se conoce como ancho de banda. A continuaci n una breve descripci n de este algoritmo:
Primero, calcula el centro medio de los puntos de informaci n; despuØs, calcula la distancia desde el centro medio (informaci n ponderada) para todos los punto; por œltimo, calcula la distancia media (ponderada) de las distancias entre los puntos y el respectivo valor de la distancia estÆndar (ponderada). Con todo lo anterior listo se debe aplicar la siguiente f rmula para calcular el ancho de banda:

Donde:

- SD es la distancia estÆndar
- Dm es la mediana de la distancia
- n es el nœmero de puntos integrados al cÆlculo si no se especifica o pondera una informaci n; si s , se especifica, se identifica (en este caso la magnitud del epicentro) y n representa la suma de los valores de la magnitud del epicentro.

El s mbolo min de la ecuaci n significa que se utilizarÆ cualquiera de las dos opciones que dØ como resultado el valor menor. Esta forma de calcular un radio en cada punto evita el fen meno de generar "anillos alrededor de puntos", lo que suele suceder en informaci n de puntos dispersos.
Las otras dos coberturas de anÆlisis s smico son la Densidad y la interpolaci n IDW de aceleraci n. A partir de 2015 el Servicio Sismol gico Nacional en conjunto con SIGSA y el Instituto de Geof sica estiman para cada evento s smico superior a los 5 grados en magnitud cuÆl es el comportamiento de la aceleraci n. La aceleraci n es la transmisi n en vertical de las ondas longitudinales resultantes de los esfuerzos s smicos. Con esta informaci n se establecen varios mapas en los cuales se representa el comportamiento de la aceleraci n.
En el anÆlisis aqu presentado se realiz un mallado sobre el territorio para integrar los puntos de intersecci n de cada uno de los eventos registrados hasta la actualidad en el Servicio Sismol gico Nacional con la aceleraci n que los componen.
Con este mallado se establecieron los dos productos principales antes mencionados: Densidad de aceleraci n, que indica la concentraci n de puntos donde es mÆs frecuente la mayor sensaci n de aceleraci n s smica y una interpolaci n IDW de aceleraci n para poder establecer las zonas de mayor y menor aceleraci n.
Con la integraci n de los cuatro productos elaborados, el anÆlisis de epicentros antes mencionado (densidad de Kernel de epicentros menores y mayores a 5 grados magni - tud) y la densidad e interpolaci n IDW de aceleraci n, se defini una capa de microsis - micidad la cual evalœa la tasa de reincidencia del fen meno y la intensidad del mismo.

MAPA 90. Densidad de Epicentros Nacionales

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

MAPA 91. Densidad de Epicentros Locales

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

Para el estado de Morelos, las zonas donde hay mayor grado de incidencia de epicentros locales se encuentran al oeste, en los municipios de Ayala, Puente de Ixtla, Jojutla, MiacatlÆn, Amacuzac; y al norte, en los municipios de Tlalnepantla y Huitzilac. En estas zonas son muy comunes los microsismos, que son temblores de poca intensidad desarrollados en las zonas con mayor profundidad de la lit sfera o bien, en la zona del manto con mayor altura; son producidos por escapes o liberaciones de energ a emanadas desde las zonas mÆs profundas a las de mayor altura. En la mayor a de los casos provienen de procesos espontÆneos y s lo pueden ser detectados por sism grafos

MAPA 92. Aceleraci n S smica 2015-2017

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

MAPA 93. Densidad Kernel Aceleraciones 2015-2017

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

Para la evaluaci n de la peligrosidad existe un mØtodo probabilista desarrollado por Woo (1996), el cual caracteriza cada punto del Ærea de influencia por una funci n que da la raz n media de actividad. Esta funci n representa el nœmero anual de eventos de magnitud que se esperan para la zona de estudio; se construye considerando cada terremoto como un automodelo de una secuencia de otros terremotos futuros. Teniendo en cuenta el nœmero de eventos ocurridos en cada punto durante un tiempo de observaci n, la densidad de aceleraci n se estima estad sticamente realizando un suavizado con una funci n de Kernel, que es una densidad de probabilidad dependiente de la magnitud. La densidad Kernel de aceleraci n marca un grado muy alto para el municipio de Ayala, y alta en Yautepec, Cuautla, TepoztlÆn, Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlalquiltenango y Tepalcingo.

En el estado de Morelos, la susceptibilidad a los daæos provocados por la actividad s smica siempre ha sido alta; hist ricamente, se pueden encontrar registros muy antiguos de la ocurrencia de estos fen menos en cr nicas, diarios oficiales y diversas instituciones. Es importante recopilar toda la informaci n existente sobre los daæos de terremotos hist ricos; la revisi n cuidadosa de estos documentos permite reevaluar intensidades y localizaciones.

Uno de los mÆs antiguos se present el primero de mayo de 1678 cuando, en medio de la mÆs completa oscuridad, el pequeæo poblado de Tequesquitengo se estremeci con tal intensidad que las pequeæas y mÆs endebles casas del pueblo empezaron a desplo marse. Este hecho qued registrado, desde la Ciudad de MØxico, en el diario del padre Juan Antonio Rivera, capellÆn del hospital de Jesœs de Nazareno que ese d a escribi en su diario: Mayo, d a primero. A las diez de la noche tembl la tierra de MØxico, por espacio de seis credos... (L pez, 2017).

Ya en la Øpoca actual, el Servicio Sismol gico Nacional (SSN) reporta que en el œltimo siglo se han registrado mil noventa y nueve movimientos telœricos entre los estados de Puebla y Morelos.

El 19 de septiembre de 1985 a las 7:17 horas se registr un sismo de 8.1 grados en la escala de Richter que provoc un gran daæo humano y material en la Ciudad de MØxico. Sin embrago, en Morelos s lo hubo algunas afectaciones en pequeæas casas y algunas iglesias, como en la de Yautepec, en donde se cay el campanario. Las cifras oficiales seæalaron que en nuestro estado solo hubo una persona muerta. (L pez, 2017).

Exactamente 32 aæos despuØs, el pasado 19 de septiembre de 2017, a las 13:14 horas se registr un sismo de magnitud 7.1 con epicentro en el sureste de Axochiapan en Morelos, este ha sido el mÆs intenso y catastr fico del que se tienen registros en la entidad.(RAP, 2017).

Los daæos reportados en el estado van desde la pØrdida irreparable de 74 vidas humanas, hasta la afectaci n de mÆs de 10 mil viviendas en 17 municipios, entre los cuales Jojutla y sus alrededores (Tlaquiltenago, Altavista, Pedro Amaro, Unidad Morelos) fueron los mÆs afecta dos por los derrumbes.(RM, 2018).

El terremoto, gran desastre natural, forz a la federaci n, a travØs de la Coordinaci n Nacion - al de Protecci n Civil, a declarar zona de desastre a los municipios de Amacuzac, Atlatlahu - can, Axochiapan, Ayala, CoatlÆn del R o, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jantetelco, Jiutepec, Jojutla, Jonacatepec, Mazatepec, MiacatlÆn, Ocuituco, Puente de Ixtla, Temixco, Temoac, Tepalcingo, TepoztlÆn, Tetecala, Tetela del VolcÆn, Tlalnepantla, TlaltizapÆn, Tlaquiltenango, Tlayacapan, Totolapan, Xochitepec, Yautepec, Yecapixtla, Zacatepec y Zacualpan. (DOF, 2017).

MAPA 94. Susceptibilidad S smica

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

Uno de los aspectos que condiciona la magnitud de los daæos producidos por los terremotos es la susceptibilidad s smica, que comprende las caracter sticas propias del medio f sico que tienen incidencia directa en el potencial de licuefacci n de los sedimen - tos sueltos, siendo esta una de las principales causas de destrucci n de edificios e infrae - structuras de servicios. En el mapa de susceptibilidad, los municipios que muestran grados de susceptibilidad altos y muy altos son Jojutla, Amacuzac, Puente de Ixtla, Xochitepec, Mazatepec, Cuautla, Yautepec, Ayala, Tepalcingo, Yecapixtla, Ocuituco y una parte al norte de TepoztlÆn. Para la valoraci6n de la susceptibilidad s smica se deben considerar factores relacionados con el medio f sico, como la litolog a, geomorfolog a y profundidad del nivel freÆtico. Desde este punto de vista, y para la obtenci n de las unidades cartogrÆficas de susceptibilidad, se elabor el mapa donde las unidades se definieron teniendo en cuenta rasgos estructurales, litol gicos y morfol gicos, todos ellos relacionados genØticamente.

Tabla 51 Nivel de Susceptibilidad por Sismicidad (Municipio)

Nivel de Suceptibilidad por Sismicidad (Municipio)					
Municipio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Amacuzac	844.660	4738.756	4391.838	1717.017	31.757
Atlatlahucan	68.347	5846.141	2022.778	0.000	0.000
Axochiapan	0.000	6574.978	7563.311	12.892	0.000
Ayala	1070.436	16787.078	11229.026	7430.352	317.523
CoatlÆn del R o	4957.216	2908.052	474.582	0.000	0.000
Cuautla	890.764	4193.369	3805.102	3016.019	283.104
Cuernavaca	3023.494	12168.662	4390.721	388.632	0.000
Emiliano Zapata	3.349	828.493	5852.120	141.982	0.000
Huitzilac	4165.215	13163.601	1557.833	24.284	0.000
Jantetelco	0.000	7878.938	1784.192	563.557	0.000
Jiutepec	2534.731	2866.306	191.675	0.000	0.000
Jojutla	247.336	2075.267	7824.658	4602.345	154.575
Jonacatepec de Leandro Valle	0.000	8889.381	143.489	0.000	0.000
Mazatepec	153.501	1370.901	3277.831	981.534	7.221
MiacatlÆn	3463.291	8654.086	8357.653	1026.205	44.016
Ocuituco	154.585	3339.056	4398.209	763.087	0.000
Puente de Ixtla	1.551	9692.416	11574.866	8275.792	211.258
Temixco	183.123	7191.796	2868.117	32.718	0.000
Temoac	57.307	2927.691	723.582	0.000	0.000
Tepalcingo	0.000	25403.292	8425.174	2808.843	227.123
TepoztlÆn	6422.801	12774.738	4059.113	982.510	0.000
Tetecala	3478.181	3032.258	257.900	0.000	0.000
Tetela del VolcÆn	1455.132	5008.179	3283.044	100.974	0.000
Tlalnepantla	905.439	3693.439	4900.221	1262.833	24.415
TlaltizapÆn de Zapata	2166.407	12369.608	9294.947	15.195	0.000

Tlaquiltenango	347.785	28798.684	21846.998	3399.799	1.081
Tlayacapan	205.366	4626.060	779.608	99.293	10.087
Totolapan	2663.268	3276.612	57.753	0.000	0.000
Xochitepec	126.097	1463.084	4737.487	2577.205	419.137
Yautepec	73.520	7763.545	7159.712	2473.861	489.094
Yecapixtla	1008.792	8648.048	7074.197	589.908	0.000
Zacatepec	195.974	822.772	1494.922	504.185	57.011
Zacualpan de Amilpas	764.934	4002.571	608.047	0.000	0.000

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
NEGI, SGN, SSN, 2017

2.1.3 Tsunamis

El tØrmino tsunami es japonØs; internacionalmente se usa para designar el fen meno que en espaæol se denomina maremoto. Es una secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del ocØano ocurre un terremoto; a las costas pueden arribar con gran altura y provo - car efectos destructivos: pØrdida de vidas y daæos materiales. La gran mayor a de los tsuna mis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del OcØano Pac fico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tect nicas que constituyen la corteza del fondo marino.
El estado de Morelos no es una regi n de incidencia de tsunamis por su situaci n geogrÆfica muy alejada de los cuerpos oceÆnicos del Pac fico y el AtlÆntico, por lo tanto, no representan un peligro para las comunidades.

2.1.4 Inestabilidad de Ladera

Uno de los peligros latentes en las comunidades asentadas en zonas de laderas abruptas son los movimientos de remoci n o inestabilidad de laderas, los cuales afectan al ser humano y sus propiedades. Este peligro se ha incrementado en el œltimo siglo por el sobrecrecimiento de la poblaci n y el aumento del Ærea necesaria para obtener espacios habitables a costa del paisaje abrupto original. La alteraci n que sufren las laderas y la conjunci n con los elemen - tos naturales facilitan la movilizaci n superficial o profunda de la capa alterada o suelo, que se produce sobre todo con precipitaciones intensas (GuitiØrrez-Erloza, 2008).
Un vasto nœmero de mecanismos ocurren en los movimientos de ladera, algunas causas que los provocan son las antr picas, morfol gicas, geol gicas y f sicas (Petley, 2010). La deforestaci n o la implantaci n de sistemas de drenaje son algunos efectos derivados de las causas antr picas y en ellas se aceleran los procesos de remoci n del material. Con respecto a la causa morfol gica, la de mayor incidencia es la correspondiente al Ængulo de inclinaci n de una ladera. Entre las causas geol gicas se da la presencia de materiales dØbiles y erosio- nados o conjuntos densos de fracturamiento, de igual manera se presenta la incidencia en sismos
Por œltimo, con las causas f sicas, se incluyen la saturaci n de l quidos en el material que compone a la ladera o la falta de recubrimiento que impida filtraciones.
La inestabilidad de laderas estÆ condicionada, tanto en su origen y desarrollo, por diferentes mecanismos, los cuales ayudan a clasificar los tipos de procesos de ladera existentes; siguiendo estos parÆmetros, dichos procesos se agrupan en cuatro categor as principales y una derivada de la combinaci n de Østas. Los mecanismos bÆsicos de inestabilidad de laderas son los ca dos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expan- siones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro, se presenta un movimiento complejo.
Cruden y Varnes (1996) mencionan que un deslizamiento es un movimiento de ladera de una masa de roca o suelo que acontece sobre zonas de deformaci n por cizallamiento o por superficies de rotura. Con grietas superficiales se ubican las primeras seæales de movimiento del terreno y a lo largo de ellas puede desencadenarse el deslizamiento, por lo que se trata de un movimiento progresivo en el que mÆs allÆ de la superficie original de rotura sobre la superficie original la masa desplazada puede deslizarse, constituyendo de esta manera una superficie de separaci n.
Los deslizamientos se subdividen en dos: los rotacionales y los de traslaci n; en los deslizamientos rotacionales la principal superficie de cizallamiento es c ncava, precisan - do un movimiento rotacional en la masa de detritos y rocas (GutiØrrez-Elorza, 2008). Las laderas con bloques densamente fracturados, las que no tienen vegetaci n y sustratos rocosos con estratificaci n horizontal y las laderas con dep sitos morrØnicos y de regoli - tos, son algunas condiciones que favorecen la existencia de este tipo de movimientos (Gracia. 1985, citado en GutiØrrez-Elorza, op. cit.).
Con respecto a los deslizamientos de traslaci n los fragmentos de rocas y masa de suelo se desplazan hacia afuera y abajo a lo largo de una superficie relativamente plana (CENA- PRED, 2013). La presencia de los deslizamientos de traslaci n resulta mÆs comœn donde las pendientes se componen de materiales homogØneos, como en las arcillas. El material puede moverse como un solo bloque, aunque generalmente se rompen en muchos segmentos separados por fisuras transversales (Summerfield, 2000).

2.1.4.1 Susceptibilidad de Ladera

La susceptibilidad frente a los movimientos de ladera expresa la mayor o menor la tendencia del terreno a la generaci n de movimientos. Es la condici n general de estabil - idad del terreno.
El mapa de susceptibilidad de ladera es un insumo que se genera a partir del anÆlisis multicriterio de los elementos geogrÆficos identificados como condicionantes de la estabilidad de las laderas; cabe mencionar que la clasificaci n de las laderas mediante el mØtodo remoto tiene un cierto sesgo asociado a la falta de conocimiento de algunas condiciones inherentes a la ladera que aceleran o detienen el proceso, principalmente la estratificaci n y el acomodo de las capas, su Ængulo de inclinaci n y su tirado con respec - to al plano de la ladera; sin embargo, el anÆlisis si identifica las zonas con el potencial de inestabilidad asociado al juego de condiciones geogrÆficas observables y cuantificables; lo que ayuda a tomar decisiones que fomenten el uso y apropiaci n ordenada del territo - rio municipal.

La susceptibilidad es el primer elemento para la evaluaci n de los procesos gravitacionales geof sicos y proporciona la base para la identificaci n final del peligro como elemento de condicionamiento territorial.
Las zonas marcadas con nivel alto en el mapa se originan cuando existe la conjunci n de los elementos que provocan una susceptibilidad alta, como el tipo de suelo (suelos blandos), la pendiente elevada y su geometr a y la geolog a de la regi n.

Componentes F sicos

Los componentes f sicos que condicionan la inestabilidad en laderas estÆn relacionados con las caracter sticas de los materiales litol gicos que componen a los taludes y laderas; la pendiente es un factor condicionante de gran importancia debido a que la gravedad actœa directamente en la ladera. Otros componentes f sicos son la presencia de precipitaciones, sismicidad, la incisi n de r os y cuerpos de agua, actividad volcÆnica y las caracter sticas geomorfol gicas del terreno.

Componentes Antr picos

Algunos de los factores desencadenantes de la inestabilidad de laderas pueden ser propicia - dos por el ser humano, ya que Øste ha transformado el equilibrio natural del entorno, de tal modo que la actividad humana es uno de los elementos mÆs importantes en la modificaci n de la inestabilidad de laderas. Por ejemplo, la actividad mineral mal planeada y la excavaci n en zonas no adecuadas para construcci n modifican sustancialmente la geometr a de las laderas, ocasionando inestabilidad. Por otro lado, la deforestaci n altera la estructura e hidrolog a del suelo al quitar la cobertura vegetal de una ladera y permitir una mayor cantidad de infiltraci n de l quidos y fluidos. Un ambiente altamente modificado por la activi - dad humana es en gran medida susceptible a la ocurrencia de procesos de remoci n.

2.1.4.1 Sismicidad como Desencadenante de Inestabilidad y procesos de Remoci n en Masa

Los deslizamientos activados por sismos han causado grandes pØrdidas humanas y econ mi- cas en varios pa ses del mundo, entre los que podemos mencionar Costa Rica (1888, 1911, 1912, 1924, 1952, 1955, 1973, 1983), China (1920), Perœ (1970), Jap n (1984), TayikistÆn (1989), Filipinas (1990), Colombia (1994), El Salvador (2001), entre otros.
El 15 de junio de 1999 se registr un sismo de magnitud de 6.7 grados, cuyo epicentro se ubic en la comunidad de ZapotitlÆn Salinas, a una profundidad variable entre 60 a 80 km; la ciudad importante mÆs pr xima al epicentro es TehuacÆn, ubicada al sur del estado de Puebla. En la colonia Miguel Hidalgo municipio de ZapotitlÆn de Salinas, localizada al sur del estado y limitando con el estado de Oaxaca, ocurri un deslizamiento de laderas como consecuencia del evento antes mencionado, que la destruy completamente.
Cuando se presenta un sismo, se generan fuerzas inerciales dentro de la ladera, las cuales aumentan los esfuerzos cortantes actuantes en la superficie de deslizamiento; lo anterior puede provocar desprendimientos de bloques, deslizamientos, flujo de suelos y avalanchas, dependiendo de las caracter sticas intr nsecas de la ladera como son su topograf a, el tipo y propiedades de las rocas, los suelos de cobertura superficial, el nivel freÆtico y el tipo de vegetaci n, ademÆs de la magnitud del sismo y de la distancia al epicentro.
A ra z del terremoto del 19 de septiembre de 2017, durante los œltimos meses del aæo y los primeros de 2018, se registraron en el estado de Morelos varios fen menos de agriet - amiento y derrumbes. As , en Ocoxaltepec, el cerro y sus alrededores presentan agrieta- mientos que ponen en peligro a la poblaci n que vive cerca de sus faldas (Valasis, 2017).
Las laderas de esta zona estÆn compuestas principalmente de ceniza volcÆnica y dep si- tos de lahar, es decir, material litol gico carente de cohesi n e inestable; ademÆs, la pendiente de las laderas va de los 60 a los 80 aproximadamente.

MAPA 95. Sismicidad

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales INEGI, SGN, SSN, 2017

2.1.4.2 Precipitaci n como Desencadenante de Inestabilidad y procesos de Remoci n en Masa

Cuando la lluvia es abundante o intensa (presencia de una gran cantidad de agua en corto tiempo), o cuando se presenta una combinaci n de ambas (como ocurre en un cicl n tropical), se puede infiltrar una importante cantidad de agua en el suelo hasta llegar a los estratos que alojan el agua subterrÆnea, cuya frontera superior se llama nivel freÆtico.

La entrada de agua al subsuelo en la ladera puede llegar al punto en que Østa œltima se desestabiliza. Esto se explica porque el agua que se infiltra empuja a las part culas del suelo, de modo que Øste reduce su resistencia (incluso bajo su peso). De igual manera, cuando las gotas de lluvia tocan la superficie terrestre y comienza a escurrir el agua hasta formar arroyos, r os y lagos (escurrimiento superficial), es posible que la fuerza y el volumen de agua provoquen erosi n en las orillas de los r os que en ocasiones son laderas de una montaæa.

Durante el mes de diciembre de 1999, en la franja costera de Venezuela, se registraron precipitaciones extraordinarias durante casi 20 d as como resultado de la presencia de una vaguada; d as antes de la ocurrencia de estas lluvias, el huracÆn Lenny hab a afectado la costa oriental. Debido al exceso de agua infiltrada, hubo una saturaci n del suelo, lo que causo su reblandecimiento y los movimientos consecuentes de inestabilidad de ladera. En la regi n central de la costa norte del pa s ocurrieron deslizamientos de dimensiones enormes en la parte mÆs alta de la cordillera, generando avalanchas violentas y destrucci n en la franja costera. Estos eventos cobraron la vida de 30,000 personas y afectaron mÆs de 81,000 viviendas. Las pØrdidas materiales ascendieron a 3,211 millones de d lares y se report un alto nivel de deforestaci n.

En nuestro pa s, las lluvias torrenciales de octubre de 1999 ocasionaron cientos de deslizamientos y flujos en los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo. En la Sierra Norte de Puebla, las consecuencias fueron particularmente catastr ficas en varias poblaciones de la regi n. En TeziutlÆn, Puebla, un solo deslizamiento en la colonia La Aurora ocasion la pØrdida de 120 vidas, ademÆs de otras v ctimas en colonias aledaæas.

Al ser la precipitaci n un factor de importancia para los procesos gravitacionales en el estado, condici n derivada del clima, se obtuvo el grado de afectaci n que existe, para diferentes temporalidades sobre las laderas susceptibles por principio de recepci n de agua precipitada.

Para dicho fin se requirieron dos insumos bÆsicos; la precipitaci n media anual, y la precipitaci n mÆxima acumulada en 24 horas para los periodos de retorno 5, 10, 20, 50 y 100 aæos.

La informaci n primaria de la precipitaci n a futuro son las isolineas calculadas por el CENAPRED en 2013 para todo el pa s.

Se interpolo la precipitaci n a partir de las isolineas mediante una red de triangulaci n irregular la cual se transform en un insumo tipo rÆster para cada periodo. La calificaci n de la precipitaci n en intensidad de peligro tiene por principio la relaci n entre el valor proyectado y el umbral definido a partir de la precipitaci n media anual.

El umbral se estim conforme a lo desarrollado por la Gu a de Contenido M nimo para Atlas de Riesgos elaborada por CENAPRED a principios de 2017, en donde se estima, que, bajo estudios a nivel nacional, existe un valor constante que representa el margen del umbral entre el peligro medio y el alto, y es que, si la precipitaci n acumulada en 24 horas rebasa el 25% de la precipitaci n media anual, la probabilidad de desencadenar un evento gravitacional se expone de manera considerable; fue a ra z de este dato genØrico hist rico que se desarroll la clasificaci n de los periodos de retorno con base en el umbral.

Mediante algebra de mapas se multiplico la precipitaci n media anual por el valor de umbral genØrico nacional y se obtuvieron los valores mÆximos permitidos para mantener la estabilidad geol gica a modo de producto rÆster.

El rÆster se sustrajo de la precipitaci n interpolada para cada periodo de retorno y se obtuvo un insumo con valores por encima y por debajo del umbral de precipitaci n acumulada en 24 horas en cual, en atenci n a lo desarrollado por CENAPRED rigi la clasificaci n en intensidad de peligro como lo muestra el mapa siguiente.

MAPA 96. Lluvias Extremas (24 hrs)

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de CENAPRED, 2012INEGI, SGN, SSN, 2017

Una vez clasificados dichos mapas se cruzaron con la Susceptibilidad de Ladera para definir los escenarios de Peligros de Inestabilidad para los periodos de retorno.

La entrada de agua al subsuelo en la ladera puede llegar al punto en que Østa œltima se desestabiliza. Esto se explica porque el agua que se infiltra empuja a las part culas del suelo, de modo que Øste reduce su resistencia (incluso bajo su peso). De igual manera, cuando las gotas de lluvia tocan la superficie terrestre y comienza a escurrir el agua hasta formar arroyos, r os y lagos (escurrimiento superficial), es posible que la fuerza y el volumen de agua provoquen erosi n en las orillas de los r os que en ocasiones son laderas de una montaæa.

Durante el mes de diciembre de 1999, en la franja costera de Venezuela, se registraron precipitaciones extraordinarias durante casi 20 d as como resultado de la presencia de una vaguada; d as antes de la ocurrencia de estas lluvias, el huracÆn Lenny hab a afectado la costa oriental. Debido al exceso de agua infiltrada, hubo una saturaci n del suelo, lo que causo su reblandecimiento y los movimientos consecuentes de inestabilidad de ladera. En la regi n central de la costa norte del pa s ocurrieron deslizamientos de dimensiones enormes en la parte mÆs alta de la cordillera, generando avalanchas violentas y destrucci n en la franja costera. Estos eventos cobraron la vida de 30,000 personas y afectaron mÆs de 81,000 viviendas. Las pØrdidas materiales ascendieron a 3,211 millones de d lares y se report un alto nivel de deforestaci n.

En nuestro pa s, las lluvias torrenciales de octubre de 1999 ocasionaron cientos de deslizamientos y flujos en los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo. En la Sierra Norte de Puebla, las consecuencias fueron particularmente catastr ficas en varias poblaciones de la regi n. En TeziutlÆn, Puebla, un solo deslizamiento en la colonia La Aurora ocasion la pØrdida de 120 vidas, ademÆs de otras v ctimas en colonias aledaæas.

Al ser la precipitaci n un factor de importancia para los procesos gravitacionales en el estado, condici n derivada del clima, se obtuvo el grado de afectaci n que existe, para diferentes temporalidades sobre las laderas susceptibles por principio de recepci n de agua precipitada.

Para dicho fin se requirieron dos insumos bÆsicos; la precipitaci n media anual, y la precipitaci n mÆxima acumulada en 24 horas para los periodos de retorno 5, 10, 20, 50 y 100 aæos.

La informaci n primaria de la precipitaci n a futuro son las isolineas calculadas por el CENAPRED en 2013 para todo el pa s.

Se interpolo la precipitaci n a partir de las isolineas mediante una red de triangulaci n irregular la cual se transform en un insumo tipo rÆster para cada periodo. La calificaci n de la precipitaci n en intensidad de peligro tiene por principio la relaci n entre el valor proyectado y el umbral definido a partir de la precipitaci n media anual.

El umbral se estim conforme a lo desarrollado por la Gu a de Contenido M nimo para Atlas de Riesgos elaborada por CENAPRED a principios de 2017, en donde se estima, que, bajo estudios a nivel nacional, existe un valor constante que representa el margen del umbral entre el peligro medio y el alto, y es que, si la precipitaci n acumulada en 24 horas rebasa el 25% de la precipitaci n media anual, la probabilidad de desencadenar un evento gravitacional se expone de manera considerable; fue a ra z de este dato genØrico hist rico que se desarroll la clasificaci n de los periodos de retorno con base en el umbral.

Mediante algebra de mapas se multiplico la precipitaci n media anual por el valor de umbral genØrico nacional y se obtuvieron los valores mÆximos permitidos para mantener la estabilidad geol gica a modo de producto rÆster.

El rÆster se sustrajo de la precipitaci n interpolada para cada periodo de retorno y se obtuvo un insumo con valores por encima y por debajo del umbral de precipitaci n acumulada en 24 horas en cual, en atenci n a lo desarrollado por CENAPRED rigi la clasificaci n en intensidad de peligro como lo muestra el mapa siguiente.

MAPA 97. Lluvias extremas (24 hrs)

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de CENAPRED, 2012INEGI, SGN, SSN, 2017

Una vez clasificados dichos mapas se cruzaron con la Susceptibilidad de Ladera para definir los escenarios de Peligros de Inestabilidad para los periodos de retorno.

MAPA 98. Peligro por Inestabilidad de ladera 10, 20, 50 y 100 aæos

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales CENAPRED, 2012, INEGI, SGN, SSN, 2017

MAPA 99. Peligro por Inestabilidad de Ladera 200 aæos

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales CENAPRED, 2012, INEGI, SGN, SSN, 2017

La susceptibilidad por inestabilidad de Laderas calculada para un periodo de retorno desde 10 a 200 aæos tiene mayor presencia en las localidades ubicadas al centro del estado de Morelos, cabe mencionar que la intensidad de dicho fen meno tiene la proba - bilidad de extenderse hacia el sur y este del estado. Por otro lado, las Æreas ubicadas al noroeste se concentran como las de menor susceptibilidad por inestabilidad de Laderas, ya que la intensidad se enmarca en un nivel muy bajo y bajo.

En los mapas se puede observar que la susceptibilidad por inestabilidad de ladera aumentarÆ en intensidad y se extenderÆ a lo largo del territorio del estado. Los municipi os que se calcula que concentran los niveles mÆs altos de intensidad son Yautepec, Ayala y Yecapixtla; los municipios que concentran la menor intensidad son Huitzilac, TepoztlÆn, Tlalnepantla, Totolapan y Atlatlahucan.

En el mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas se observa la probabilidad de que el terreno presente algœn tipo de movimiento (fen meno de remoci n en masa); Østa dependerÆ de las condiciones naturales en las que se encuentra el terreno. Con esta herramienta se pueden localizar, por medio de los Sistemas de Informaci n GeogrÆfica las zonas donde se presenta una mayor propensi n a que se presenten estos fen menos y, por lo tanto, requieren de una mayor supervisi n y monitoreo, en particular donde existen asentamientos humanos.

Al haber una mayor energ a del relieve, los procesos erosivos producto de la gravedad, son mÆs intensos en pendientes abruptas y escarpes. El potencial erosivo estÆ en funci n de la morfolog a del relieve: a mayor diferencia entre cotas altimØtricas, el transporte de materiales de las partes altas hacia las partes bajas serÆ mayor. La densidad de las corrientes es fundamental en el anÆlisis de las Æreas susceptibles a inestabilidad del terreno, debido a que el agua es el principal agente de transporte de materiales.

El comportamiento proyectado de la inestabilidad de ladera tiene por principio bÆsico ser un instrumento de planeaci n, el cual fomente el cuidado y la aplicaci n de restricciones territoriales que prevengan las pØrdidas humanas y materiales al mediano y largo plazo, incidiendo de manera preventiva en la ocupaci n del suelo y la intensidad de uso, objetivo finalmente de Øste instrumento.

Se cruzaron los insumos componentes de la Inestabilidad para definir una serie de mapas de peligro, el primero, de amenaza compuesto por la susceptibilidad y la precipitaci n media anual; y la serie de riesgos con la precipitaci n clasificada con base en el umbral de inestabilidad.

Para la inestabilidad de ladera se realiz un anÆlisis en dos fases: primero se analizaron los componentes condicionantes de la ladera y posteriormente se analizaron los factores detonantes de los procesos de remoci n de masa.

El primer anÆlisis (componentes condicionantes de ladera) evalœa tanto las condiciones superficiales de una ladera como su composici n geol gica. En este sentido, se evaluaron cinco variables: composici n geol gica, sustrato edafol gico, textura del suelo, capacidad de infiltraci n y pendiente. Con estas cinco variables se realiz el mapa de inestabilidad de ladera, este mapa muestra la susceptibilidad al fen meno. El cruce se realiz mediante un proceso de calificaci n binomial, esto significa que solamente se asignaron valores de uno y cero dependiendo si era susceptible o no a la erosi n el elemento evaluado.

Posteriormente, una vez definida la inestabilidad de ladera como susceptibilidad, se integraron dos parÆmetros como elementos que van a detonar los procesos de inestabilidad de ladera: por un lado el parÆmetro de sismicidad (la capa que se obtuvo en el anÆlisis s smico) y, por otro, el parÆmetro de precipitaci n (se analiz a travØs de las isoyetas del CENAPRED para diferentes per odos de retorno en cinco per odos: 10, 20, 50, 100 y 200 aæos).

La precipitaci n se clasific en intensidad con base en su relaci n con un umbral de afectaci n, dicho umbral conforme a un estudio realizado por el CENAPRED el aæo 2017 tiene que ver con el comportamiento de las lluvias mÆximas acumuladas en 24 horas y la precipitaci n media anual. En tal estudio se determin , bajo una serie de estimaciones probabil sticas y estad sticas, que el 24% del total de la precipitaci n media anual si escurre en menos de 24 horas es muy probable que tenga una incidencia de afectaci n alta sobre subsistemas expuestos o que aumente de manera gradual la energ a del relieve fomentando la carga cinØtica del suelo y propiciando laderas inestables.

En el mapa de peligro por susceptibilidad de laderas se observa la probabilidad de que el terreno presente algœn tipo de movimiento (fen meno de remoci n en masa); Østa dependerÆ de las condiciones naturales en las que se encuentra el terreno. Con esta herramienta se pueden localizar, por medio de los Sistemas de Informaci n GeogrÆfica las zonas donde se presenta una mayor propensi n a que se presenten estos fen menos y, por lo tanto, requieren de una mayor supervisi n y monitoreo, en particular donde existen asentamientos humanos.

MAPA 100. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales NEGI, SGN, SSN, 2017

Tabla 52 Nivel de Susceptibilidad por Inestabilidad de Ladera (Municipio)

Nivel de Suceptibilidad por Inestabilidad de Laderas (Munic ipio)					
Municipio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Amacuzac	1140.067	3468.339	3988.662	2339.719	787.041
Atlatlahucan	3201.099	3968.341	561.400	185.264	21.161
Axochiapan	2481.627	7893.724	3427.737	305.670	34.604
Ayala	5156.811	16064.429	9254.789	5620.329	738.057
CoatlÆn del R o	940.783	1803.691	3498.679	1685.073	49.994
Cuautla	2599.253	4988.755	3266.863	1083.027	250.460
Cuernavaca	3708.686	5266.250	6520.441	2914.909	1561.223
Emiliano Zapata	1657.312	2165.251	1740.727	938.307	324.346
Huitzilac	13992.622	4393.560	427.079	89.938	7.668
Jantetelco	2190.497	1746.993	5214.349	939.884	134.964
Jiutepec	1454.751	2048.522	1194.633	630.662	264.143
Jojutla	1931.676	6015.730	4468.576	2074.761	413.437
Jonacatepec de Leandro Valle	2042.450	3951.134	2547.906	437.428	53.951
Mazatepec	827.712	2741.419	1734.880	412.560	74.417
MiacatlÆn	2393.376	7316.985	7240.774	3590.368	1003.672
Ocuituco	867.547	2312.331	3741.217	1551.901	181.941
Puente de Ixtla	3389.589	11229.482	10386.259	4308.684	441.457
Temixco	660.488	2198.143	4014.912	2221.560	1180.652
Temoac	1623.037	522.129	1464.247	81.279	17.887
Tepalcingo	8028.446	14109.435	11476.079	2902.013	348.461
TepoztlÆn	12538.537	5918.224	4152.357	1391.705	238.338
Tetecala	1612.714	1869.809	2475.476	694.242	116.098
Tetela del VolcÆn	2522.631	2869.062	2347.998	1285.534	673.615
Tlalnepantla	6542.297	2906.552	793.952	461.986	81.549
TlaltizapÆn de Zapata	3148.205	9399.037	5660.043	4503.264	1135.607
Tlaquiltenango	9609.669	16729.397	17775.767	8734.293	1544.154
Tlayacapan	1469.603	3087.020	683.649	389.061	91.081
Totolapan	1404.916	3857.597	592.375	125.921	16.824
Xochitepec	2012.112	3084.591	2544.134	1214.687	467.485
Yautepec	901.899	5553.221	6705.013	3365.082	1434.518
Yecapixtla	2752.161	3703.334	5718.283	3860.038	1287.130
Zacatepec	309.417	1667.521	756.882	304.020	37.024
Zacualpan de Amilpas	1225.584	2026.345	1693.160	331.597	98.865

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales INEGI, SGN, SSN, 2017

Al haber una mayor energ a del relieve, los procesos erosivos producto de la gravedad, son mÆs intensos en pendientes abruptas y escarpes. El potencial erosivo estÆ en funci n de la morfolog a del relieve: a mayor diferencia entre cotas altimØtricas, el transporte de materiales de las partes altas hacia las partes bajas serÆ mayor. La densidad de las corrientes es fundamental en el anÆlisis de las Æreas susceptibles a inestabilidad del terreno, debido a que el agua es el principal agente de transporte de materiales. El insumo base para el anÆlisis de los fen menos de remoci n es el mapa de Inestabilidad de ladera, el cual, sirve para definir las zonas de mayor propensi n a Deslizamientos, pues la inestabilidad se asocia a pronunciadas pendientes y se definen Æreas con poten cial importante de deslizamiento en el municipio de acuerdo con las condiciones evalua - das.

Los fen menos asociados a la inestabilidad de ladera se presentan mediante 3 mecanis - mos principales; los flujos, de mayor viscosidad, los deslizamientos de grandes bloques de material removido por la erosi n y los ca dos o derrumbes que son desprendimientos sœbitos de los materiales que constituyen una ladera; como proceso, los deslizamientos son el mecanismo de mayor simplicidad en la inestabilidad de ladera, pues el material se mueve sobre una superficie de desplazamiento y falla en bloques gracias al efecto del agua u otro motor detonante que impacta en el peso y punto de reposo de la ladera.

2.1.5 Flujos

Los flujos consisten en un tipo de movimiento en masa fluidificada por l quidos. Los movimientos tienen lugar sobre un gran nœmero de pequeæas superficies de cizalla o porque el contenido en agua de la masa es tan alto que llega a comportarse como un fluido (Bromhead, 1986).

Los flujos se subdividen en varios tipos en funci n del material al que afectan: flujos de detritos (debris flow), flujos de suelos y flujos de roca (Dikau et al., 1996). Los debris flows movilizan fragmentos de roca, bloques y cantos en una matriz arenosa con escaso contenido de arcillas. Los flujos de suelo se desarrollan en arenas, limos y arcillas satura dos en agua o licuefactados, que adquieren un comportamiento de fluido (mudflow); para que un flujo se considere mudflow el material movilizado debe contener mÆs del 50% de part culas finas.

Dentro de los flujos existe un tipo de movimiento llamado lahar, el cual es un flujo de suelos o detritos que se originan en el talud de un volcÆn, generalmente disparado por lluvias intensas que erosionan dep sitos volcÆnicos, deshielo repentino por actividad volcÆnica, rotura de represas o desbordamiento de agua represada u ocurrencia de sismos.

2.1.6 Ca dos o Derrumbes

Cuando se presenta el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes aproximadamente verticales o completamente verticales en terrenos desnivelados o la presencia de una ca da libre, se presenta un fen meno geol gico denominado derrumbe. ste se distingue de los deslizamientos al tener como movimiento principal a la ca da libre y por la nula existencia de una superficie de deslizamiento delimitada.

Los derrumbes se pueden presentar en suelos y rocas; los primeros suelen ser de baja magnitud, pues con su poca consolidaci n se impide la formaci n de cortes de gran altura en el suelo, por el contrario, los segundos (rocas) pueden desencadenar en grandes desniveles y riscos.

Un derrumbe representa el movimiento repentino de rocas o suelos por acci n y efecto de la gravedad, favorecido por una pendiente abrupta y la presencia de escarpes con pendiente fuerte, usualmente mayores a 40 (AlcÆntara y Echeverr a, 2001). Consiste en una rotaci n hacia afuera de la ladera de una masa de roca o suelo en torno a un punto o eje por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada. Se desarrollan sobre materiales con estructuras verticales, formadas por planos de discontinuidad de la roca. Un derrumbe puede movi - lizar hasta mil millones de metros cœbicos (Dikau et al., 1996).

Los ca dos o ca da de rocas son desprendimientos de un talud abrupto o cantil de material rocoso consolidado; pueden movilizarse una o hasta miles de unidades rocosas en un solo desprendimiento. Los materiales descienden por ca da libre si la ladera es subvertical; en Ængulos menores las part culas se mueven por saltaci n; en laderas con pendientes menores a 45 las part culas se movilizan rodando. Son fen menos comunes en terrenos caracterizados por laderas rocosas con cortes verticales profundos y acantilados. Cuando los fragmentos de roca que caen son de gran tamaæo acumulan una significante energ a cinØtica en el momento en el que se desprenden, chocando con la ladera y rompiØndose en fragmentos de menor tamaæo, convirtiØndolos en un agente erosivo.

En el estado de Morelos se pueden documentar, a travØs de la prensa y las autoridades, diversas afectaciones debidas a la inestabilidad de laderas. Por ejemplo, el diez de agosto de 2016, la carretera Cuernavaca Cuautlixco fue cerrada a la circulaci n por un derrumbe en el kil metro 20 (REU, 2017). En esa ocasi n el derrumbe fue causado por el reblandecimiento de tierra provocado por las fuertes lluvias.

En 2017, precipitaciones at picas tambiØn provocaron algunos derrumbes y hundimientos, como los que fueron reportados el 30 de agosto de 2017 en Cuernavaca, Puente de Ixtla y Ayala MiacatlÆn. En Tetela del VolcÆn se suscit un derrumbe sobre la carretera Tetela del VolcÆn-Alpanocan; en Tlaquiltenango hubo un derrumbe en Palo Grande y en la carretera a Buena Vista del Monte se present otro derrumbe mÆs (Romero, 2017).

Los derrumbes, al ser fen menos de inestabilidad de ladera, se integran en este mismo apartado y se refieren a la identificaci n de sustratos rocosos expuestos, en proceso bajo ciertas condiciones erosivas al desprendimiento de sus materiales.

Los derrumbes pueden ser de origen e lico, h drico o asociado a algœn fen meno geol gico tal como los sismos. Actualmente, despuØs del sismo del 19 de septiembre en Morelos, para la identificaci n de derrumbes el œnico cambio circunstancial que hay con respecto a la inestabilidad de ladera es que la identificaci n de las variables para la susceptibilidad va a ser diferente ya que los elementos evaluados involucran la geomorfolog a para identificar las zonas donde las formaciones geol gicas y el sustrato litol gico estØn presenten en sistemas rocosos expuestos.

MAPA 101. Susceptibilidad a derrumbe

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales INEGI, SGN, SSN, 2017

En el centro del estado de Morelos, en un periodo de retorno de 10 a 200 aæos, se calcula el mayor nivel de susceptibilidad de presencia de derrumbes. Los municipios que con el paso del tiempo concentran un nivel de intensidad muy alto son TlaltizapÆn de Zapata, Yautepec y Ayala. Las zonificaciones menos afectadas son las ubicadas al norte de Morelos; Huitzilac y Totolapan son los municipios con la menor intensidad.

La posibilidad de que se haga presente algœn derrumbe en el estado de Morelos aumenta paulatinamente en los pr ximos aæos en cuanto a intensidad y extensi n territorial. En los mapas anteriores se puede apreciar lo anterior, ya que entre cada periodo de retorno los niveles bajos pasan a ser medios en la mayor a del estado.

MAPA 102. Peligro por Derrumbes 10, 20, 50 y 100 aæos

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

MAPA 103. Peligro por Derrumbes

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
INEGI, SGN, SSN, 2017

Tabla 53 Nivel de Susceptibilidad por Derrumbes (Municipio)

Nivel de Suceptibilidad por Derrumbes (Municipio)					
Municipio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Amacuzac	292.17	5509.25	4179.37	1662.88	80.17
Atlatlahucan	2601.15	5066.02	244.58	23.78	1.73
Axochiapan	0.00	13130.34	901.57	111.14	0.31
Ayala	1104.49	17756.55	13603.42	4043.72	326.24
CoatlÆn del R o	10.67	1643.75	5515.36	1120.24	48.21
Cuautla	2428.94	5821.44	3709.92	224.89	3.16
Cuernavaca	2191.73	6649.48	8429.41	2291.40	409.49
Emiliano Zapata	293.92	3486.16	1631.72	1169.23	244.92
Huitzilac	2784.81	11015.98	4602.29	496.13	11.66
Jantetelco	1789.04	6768.09	1381.98	266.78	20.80
Jiutepec	1065.57	2807.35	1025.78	644.27	49.74

Jojutla	820.14	8316.77	4296.23	1224.12	246.92
Jonacatepec de Leandro Valle	777.07	6715.10	1359.45	168.84	12.41
Mazatepec	109.06	3579.27	2003.68	96.73	2.25
MiacatlÆn	448.82	7832.00	8779.05	4197.80	287.51
Ocuituco	208.66	5319.22	2758.70	329.58	38.78
Puente de Ixtla	173.04	13231.29	12685.72	3543.41	122.00
Temixco	14.58	2866.54	4946.02	2086.59	362.03
Temoac	1617.85	1982.15	90.68	14.28	3.62
Tepalcingo	667.33	19182.88	12514.60	4453.44	46.18
TepoztlÆn	3208.10	10880.68	7065.47	2539.91	544.99
Tetecala	7.93	2587.77	3735.45	430.30	6.90
Tetela del VolcÆn	794.59	3021.61	4043.89	1609.11	229.64
Tlalnepantla	715.27	7689.72	2216.51	123.92	40.91
TlaltizapÆn de Zapata	115.10	8845.14	8612.95	5170.09	1102.88
Tlaquiltenango	1232.27	14584.14	23940.59	13431.20	1205.08
Tlayacapan	1039.15	3219.91	866.35	486.28	108.73
Totolapan	772.11	5048.25	167.51	9.77	0.00
Xochitepec	613.16	4223.80	3663.37	743.79	78.89
Yautepec	343.28	6024.87	8438.47	2467.35	685.77
Yecapixtla	2730.68	6113.82	7182.34	1197.18	96.93
Zacatepec	0.00	2075.97	946.93	51.96	0.00
Zacualpan de Amilpas	950.37	2973.72	1333.76	102.67	15.04

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales INEGI, SGN, SSN, 2017

2.1.7 Hundimientos

Debido a la presencia de suelos blandos en los cuales se originan pØrdidas de volumen como resultado de la extracci n de agua del subsuelo consecuente a la remoci n en sentido vertical de fragmentos del mismo, se presenta el fen meno de naturaleza geol gica denomi - nado como hundimiento; el cual puede darse a nivel litol gico, no solo edafol gico por la soluci n de material friable y su estructuraci n en el subsuelo, dicho fen meno caracter stico de los sistemas kÆrsticos es comœn en la pen nsula y debe tenerse en cuenta para la defin ici n de los peligros naturales en Campeche.

Sin embargo, el atlas de riesgo y las evaluaciones en campo ayudan a concluir que el fen meno no es de alta incidencia en el territorio municipal por el tipo de consolidaci n kÆrstica y litol gica predominante en el territorio.

Los hundimientos en el municipio estÆn asociados a la acumulaci n de agua sobre sustra- to susceptible, mÆs sin embargo no han representad un peligro significativo para el muni- cipio. No deja de ser importante la identificaci n de la amenaza para evitar futuros problemas.

De igual manera es vital identificar las fuentes de extracci n de agua y sus efectos sobre el sustrato y su estabilidad, ya que a la fecha no existen mediciones sobre los efectos de la extracci n de agua sobre el abatimiento y hundimiento local.

Los componentes de la amenaza por Hundimientos evalœan la estabilidad y delesnabili- dad del terreno en el subsuelo y arrojan un resultado que evalœa la potencialidad de que el terreno se contraiga o comprima de forma sœbita ante presiones externas o ante dinÆmicas hidrogeol gicas tanto naturales como artificiales.

Con el objetivo de identificar las zonas donde la extracci n de agua acelere los procesos de abatimiento y compresi n del subsuelo; se obtuvo el inventario de Pozos de extrac - ci n de agua del Registro Pœblico de Derechos de Agua de la CONAGUA en formato KML que se transform en archivo vectorial de puntos y se interpolo su volumen conce - sionado para identificar las zonas de mayor y menor extracci n de material y se cruz al anÆlisis geof sico para identificar el mapa de Peligro por Hundimiento.

De igual manera se integr la informaci n piezomØtrica para la identificaci n del nivel del manto freÆtico, pues la profundidad del Øste ayuda a retener las part culas de menor talla, evitando su compresi n. La piezometr a determina la cantidad de agua existente en un lugar sobre una capa impermeable de un terreno. Los asentamientos humanos general - mente se hacen en la cercan a de las fuentes de agua, como los r os y lagos. En los valles se perforan los pozos que abastecen de agua a los diferentes Æmbitos del hombre: potable, agr cola, ganadero, industrial y recreo. Por un deficiente desarrollo del acu fero, la explosi n demogrÆfica y la falta de planeaci n, siempre la extracci n excede a la recar - ga, produciendo los conos de abatimiento donde suceden la deformaci n y hundimiento de un terreno. El conocimiento de la piezometr a es importante porque ayuda a conocer las zonas donde el nivel freÆtico se encuentra mÆs cercano a la superficie y las zonas donde el drenado de un importante espesor de la formaci n acu fera ocasiona la reduc - ci n de la presi n de poro, el incremento del esfuerzo efectivo y el consecuente hundimiento.

MAPA 104. Piezometr a

Fuente: Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

Los asentamientos humanos generalmente se hacen en la cercan a de las fuentes de agua como son: r os y lagos. En los valles se perforan los pozos que abastecen de agua a los diferentes Æmbitos del hombre: potable, agr cola, ganadero, industrial y recreo. Por un deficiente desarrollo del acu fero, la explosi n demogrÆfica, la falta de planeaci n urbana en el desarrollo de una regi n; siempre la extracci n excede a la recarga, produciendo los conos de abatimiento donde suceden las tres fases de la deformaci n (Hunt E. R., 1990 y `lvarez Manilla A. A., 1998): Fase 1: Hundimiento por abatimiento del nivel del agua, Fase 2. Gener - aci n de grietas, y Fase 3: Crecimiento de grietas. El drenado de un importante espesor de la formaci n acu fera ocasiona la reducci n de la presi n de poro y el incremento del esfuer - zo efectivo, llevando tanto al suelo como a las rocas a un incremento de su propio peso.
El tema de hundimientos se realiz tomando en cuenta la metodolog a empleada para la definici n del fen meno de inestabilidad de laderas, donde se reconocen tanto elementos de susceptibilidad como elementos detonantes, sin embargo, las variables consideradas para su modelaci n difieren ligeramente, ya que se tomaron en cuenta cuatro componentes para llegar al resultado final.

El primer componente es la susceptibilidad del terreno y de la litolog a, considerando que hay suelos que propician una mayor entrada de agua o una mayor compactaci n y que hay suelos mÆs compresibles que otros, se clasificaron tres variables principales para la identificaci n de la susceptibilidad del suelo: textura, capacidad de infiltraci n y capacidad de soluci n del sustrato geol gico.
Con esos tres elementos se realiz la capa de susceptibilidad que posteriormente se conjug con el segundo componente de la cobertura de hundimientos. El cual es un elemento muy importante; el nivel freÆtico, mismo que fue identificado por las estaciones piezomØtricas con el objeto de ayudar a identificar aquellas zonas donde la compresi n del suelo se presente de forma mÆs o menos acelerada. Bajo la l gica de que el nivel del manto freÆtico va a ayudar a que se mantengan aquellos sustratos edafol gicos arcillosos o limosos en una soluci n y que no se compriman bajo el peso de las construcciones o el empuje de algœn agente externo.
Los otros dos factores detonantes a considerar para el anÆlisis de hundimientos, son la precipitaci n y la sismicidad.
La precipitaci n considerada como un factor que propicia o acelera la soluci n de aquel - los sustratos de base calcÆrea o kÆrstica y la sismicidad como elemento que puede propi ciar la licuaci n de suelos o el reacomodo de materiales arcillosos y limosos, lo que puede a su vez generar tanto una especie de reblandecimiento del sustrato superior as como un colapso sœbito de algunos materiales bajo cierto estrØs en la superficie.

MAPA 105. Susceptibilidad a Hundimientos

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

MAPA 106. Peligro por Hundimientos 10, 20, 50 y 100 aæos

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

En la zona centro y suroeste de Morelos la susceptibilidad de hundimientos calculada en un periodo de retorno de 10 aæos es alta dentro de los municipios de Yautepec, Cuautla y en la localidad de San JosØ Vista Hermosa; en un periodo de 20 aæos la intensidad alta incrementa en las localidades de Tezoyuca, Temixco y Emiliano Zapata y para 50 aæos se extiende hacia la comunidad de Atlatlahucan, Yecapixtla y XochitlÆn.
Durante los periodos de retorno de 10 hasta 200 aæos se puede observar un incremento principalmente en el nivel de intensidad medio a lo largo del territorio de Morelos, trastocan - do principalmente la zona central del estado. Las zonificaciones menos afectadas son las ubicadas al norte y sur del Morelos, en dichas regiones el nivel de intensidad de hundimien - tos calculados es bajo con excepci n de las localidades ubicadas dentro de los municipios de Atlatlahucan, Yecapixtla, Ocuituco, Tetela del VolcÆn y Axochiapan

MAPA 107. Peligro por Hundimientos

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

Tabla 54 Nivel de Susceptibilidad por Hundimientos (Municipio)

Nivel de Suceptibilidad por Hundimientos (Municipio)					
Municipio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Amacuzac	0.000	5977.301	5746.526	0.000	0.000
Atlatlahucan	0.000	0.000	939.173	6672.429	325.663
Axochiapan	0.000	652.582	11885.055	1605.725	0.000
Ayala	2566.300	12639.580	15746.171	5766.449	115.916
CoatlÆn del R o	404.067	7108.005	826.149	0.000	0.000
Cuautla	1.458	439.569	5893.388	5322.452	531.492
Cuernavaca	0.000	29.630	9533.391	10408.487	0.000
Emiliano Zapata	0.000	2380.563	3506.410	938.971	0.000
Huitzilac	0.000	2773.178	16137.688	0.000	0.000
Jantetelco	0.000	742.328	7605.056	1879.303	0.000
Jiutepec	0.000	274.289	3310.426	2007.997	0.000
Jojutla	0.000	3113.142	9529.490	2100.168	161.381
Jonacatepec de Leandro Valle	0.000	777.909	5597.392	2657.569	0.000
Mazatepec	0.000	1930.392	3860.595	0.000	0.000
MiacatlÆn	197.576	13530.198	7528.986	288.415	0.000
Ocuituco	0.000	0.000	4421.315	4233.622	0.000
Puente de Ixtla	25.167	15319.319	11575.923	2835.061	0.000
Temixco	0.000	1991.712	2629.734	5464.720	189.587
Temoac	0.000	0.000	3208.444	500.136	0.000
Tepalcingo	311.067	21917.564	9225.498	5410.303	0.000
TepoztlÆn	3056.222	12045.660	8017.117	1120.163	0.000
Tetecala	0.000	3109.288	3659.051	0.000	0.000
Tetela del VolcÆn	0.000	0.000	6670.581	3028.261	0.000
Tlalnepantla	0.000	7780.262	3006.074	0.000	0.000
TlaltizapÆn de Zapata	63.644	14712.984	7731.162	1338.367	0.000
Tlaquiltenango	5176.154	44255.870	4961.257	0.000	0.000
Tlayacapan	19.009	1739.134	3723.536	238.734	0.000
Totolapan	0.000	43.282	3679.195	2275.156	0.000
Xochitepec	7.002	1644.479	6723.917	947.611	0.000
Yautepec	11.017	1008.072	8716.021	8224.623	0.000
Yecapixtla	0.000	449.074	3900.817	11160.291	1810.763
Zacatepec	31.762	790.391	2113.634	139.077	0.000
Zacualpan de Amilpas	0.000	780.003	4380.677	214.872	0.000

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

2.1.8 Subsidencia

La subsidencia es un fen meno geol gico en la cual se hace referencia al hundimiento gradual de la corteza continental, terrestre o submarina, en ella se involucra el asentamiento de la superficie en una extensa Ærea debido a diversos factores, que llegan a ser de carÆcter natural u originados por el impacto de la actividad humana (Corapcioglu, 1984). En este fen meno geol gico no suelen ocasionarse v ctimas mortales, aunque los daæos materiales provocados por Øl pueden llegar a ser considerables.

La subsidencia llega a impactar enormemente en zonas urbanas, donde los perjuicios ocasionados pueden ser ilimitados, suponiendo riesgos importantes para canales, edificaciones, conducciones, v as de comunicaci n, y a todo tipo de construcciones asentadas sobre el terreno deformado.

La subsidencia del terreno es un riesgo natural que afecta a amplias zonas del territorio causando importantes daæos econ micos y alarma social. Puede deberse a numerosas causas como la disoluci n de materiales profundos, la construcci n de obras subterrÆneas o de galer as mineras, la erosi n del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactaci n de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tect nica. Todas estas causas se manifiestan en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos mil metros hasta varios metros durante periodos que var an desde minutos hasta aæos.
La subsidencia es un fen meno que ha acompaæado las deformaciones por malas compresiones o por deformaci n del suelo por saturaci n de agua; el mapa de susceptibilidad es el primer paso para la definici n final de la misma, cruzando las capas de inundaciones y subsid - encia en el estado.

2.1.9 Agrietamientos

Cuando se presenta la acumulaci n de tensiones generadas por fuerzas tect nicas produci - das por el movimiento constante de las placas continentales y oceÆnicas se originan las fallas geol gicas, las cuales se exteriorizan como rupturas en las rocas de la corteza terrestre. En dichas rupturas se produce una enorme cantidad de energ a que genera vibraciones al interi - or de la Tierra, manifestÆndose en forma de temblores o terremotos. La zona de ruptura es tambiØn conocida como plano de falla. En el movimiento que causa la dislocaci n se puede desplegar en varias direcciones entre ellas horizontales, verticales o una combinaci n entre unas y otras; las fallas se clasifican en transversales, normales e inversas de acuerdo a sus movimientos.
Es importante seæalar que las fallas y fracturas son superficies de discontinuidad donde se puede presentar actividad repentina y brusca, lo cual puede originar temblores o terremotos, provocando incluso una ruptura en la superficie terrestre. Lo que genera y se evidencia en la superficie del terreno es una forma topogrÆfica llamada escarpa de falla. Estos vestigios de la falla en la superficie tienden a desaparecer por la acci n de la erosi n, provocados por la lluvia y el viento, y por la presencia de vegetaci n o actividad humana.
La actividad en los planos de falla tambiØn puede ocasionar deslizamientos; Østos pueden ser repentinos, originando desplazamientos verticales del terreno. El deslizamiento tambiØn puede darse de manera lenta y continua, solo perceptible despuØs de varios aæos de medi- ciones,
Para su identificaci n se realiz un anÆlisis sobre las fallas y fracturas presentes en el estado y su relaci n con las condiciones f sico-geogrÆficas para definir aquellas zonas mÆs propensas a la generaci n de dichas deformidades. Por la historia geol gica del estado, la zona que presenta mayor nivel de susceptibilidad a este fen meno se encuentra en los municipios de Tlalquiltenango y Tepalcingo. De la misa forma, zonas en los municipios de Ayala, Yautepec y Cuautla tiene un grado de susceptibilidad muy alto respecto a la actividad de las fallas.
Para el mapa de peligro por fallas y fracturas se elabor un ndice de fracturamiento, el cual es la raz n de superficie ocupada por fractura en kil metros lineales entre la superficie total del sustrato, dicho sustrato se evalœa a partir de una conjugaci n de tres elementos f sico geogrÆficos: suelo, edafolog a y geomorfolog a, una vez obtenidos estos tres elementos, se obtuvo una tipolog a de terreno, la cual representa unidades espec ficas del paisaje geogrÆfico sobre las que se estim dicho fracturamiento, el insumo base para el ndice de fracturamiento fue la capa de fallas y fracturas del INEGI escala 1:50,000.
El anÆlisis se realiz primero con la medici n total de las fallas y fracturas y posteriormente en cada una de las unidades de paisaje previamente definidas, finalmente se clasifico en intervalos de intensidad mediante el proceso de cortes naturales.

MAPA 108. Fallas y fracturas

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

Tabla 55 Nivel de Susceptibilidad por Fallas (Municipio)

Nivel de Suceptibilidad por Fallas (Municipio)					
Municipio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Amacuzac	2093.584	7259.627	2314.077	56.540	0.000
Atlatlahucan	2028.342	3816.379	42.516	2050.030	0.000
Axochiapan	176.958	5124.159	8380.511	461.734	0.000
Ayala	2557.208	8306.669	12764.458	12943.419	262.662
CoatlÆn del R o	3597.846	4071.303	85.126	579.708	4.287
Cuautla	1233.575	6402.077	3000.138	1295.164	257.405
Cuernavaca	15594.933	3594.768	8.809	772.999	0.000
Emiliano Zapata	1339.511	1833.700	2048.495	1604.238	0.000
Huitzilac	7556.994	11353.872	0.000	0.000	0.000
Jantetelco	63.877	1991.710	6769.972	1401.129	0.000
Jiutepec	1741.553	1716.683	1251.609	868.785	14.082
Jojutla	1930.014	6832.444	5030.067	1111.655	0.000
Jonacatepec de Leandro Valle	123.746	4539.982	2829.201	1539.942	0.000
Mazatepec	1761.037	3408.018	159.525	462.407	0.000
MiacatlÆn	9084.214	5289.295	6633.834	537.832	0.000
Ocuituco	3667.656	3112.011	1875.231	0.039	0.000
Puente de Ixtla	8813.370	4597.346	15403.426	941.329	0.000
Temixco	7331.161	438.350	2031.238	475.004	0.000
Temoac	0.000	2354.693	1353.887	0.000	0.000
Tepalcingo	11.117	2995.671	8644.965	25212.679	0.000
TepoztlÆn	7589.326	8208.758	5858.278	2559.885	22.915
Tetecala	471.007	3499.183	764.876	2033.272	0.000
Tetela del VolcÆn	7199.250	1397.453	1102.139	0.000	0.000
Tlalnepantla	3653.168	5667.340	1192.321	273.508	0.000
TlaltizapÆn de Zapata	1620.641	5483.985	9133.889	7229.100	378.542
Tlaquiltenango	3527.684	4163.252	14005.121	32540.024	157.200
Tlayacapan	189.593	1914.345	931.965	2684.511	0.000
Totolapan	1689.421	3537.319	4.761	766.132	0.000
Xochitepec	3415.169	1412.682	3805.857	689.301	0.000
Yautepec	3222.115	3077.396	8015.687	3644.534	0.000
Yecapixtla	3803.350	6418.002	7099.593	0.000	0.000
Zacatepec	68.895	805.360	1699.964	496.087	4.558
Zacualpan de Amilpas	1877.989	2088.233	1409.330	0.000	0.000

Elaboraci n propia mediante integraci n de informaci n de diversas fuentes federales
CONAGUA, 1981-2016, INEGI, SGN, SSN, 2017

2.1.9 Agrietamientos

2.2 Fen menos de Origen Hidrometeorol gico

Los fen menos hidrometeorol gicos son aquellos que se relacionan estrechamente con los procesos naturales de la atm sfera y que son causados por los vientos, los cambios de presi n, el ciclo del agua y las regiones tØrmicas. En MØxico, la lluvia es el detonante fundamental de las catÆstrofes que se relacionan con los fen menos hidrometeorol gicos.

Dentro de este grupo de fen menos se incluyen: tormentas elØctricas, tormentas de granizo, tormentas de nieve, inundaciones, lluvias extremas, temperaturas extremas, heladas, y otros efectos como la desertificaci n, los incendios forestales y las sequ as.

2.2.1 Ondas CÆlidas y GØlidas

En cuanto a las ondas gØlidas y cÆlidas se estudiarÆn los cambios de temperatura, con especial interØs en las temperaturas mÆs altas, el estudio estÆ enfocado, en general, en las repercusiones que las ondas calidad y gØlidas tienen en las poblaciones humanas y en sus actividades econ micas. En los aæos recientes se han registrado anomal as de temperatura que indican un calentamiento relacionado con el aumento de temperatura general del plane - ta (calentamiento global).

Para la identificaci n de las temperaturas: media, mÆxima media, m nima media, mÆxima hist rica y m nima hist rica se utiliz la informaci n estad stica que tiene el Servicio Meteor - ol gico Nacional sobre las estaciones meteorol gicas disponibles en la regi n y las ubicadas dentro de un Ærea de influencia de 50 km, permitiendo una cobertura de valores que engloba en su totalidad el per metro estatal.

Tabla 56 Estaciones meteorol gicas abarcadas

Clave	Nombre de la estaci n	Longitud	Latitud
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	-99.18365216200	19.13397199700
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	-99.10031309600	19.01731099960
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	-99.43365784070	18.55066448830
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	-99.50032572170	18.65066003460
15173	AHUATENCO, OCUILAN	-99.33365736070	18.95064810450
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	-98.90031199380	18.93398032330
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	-99.25031908160	18.91731503060
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	-98.96697957080	18.81731974590
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	-99.25031908160	18.91731503060
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	-98.95030864460	18.80065396300
17006	EL RODEO, MIACATLAN	-99.35031962010	18.76732019660
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	-99.45032051740	18.58399614400
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	-99.03364584280	18.43400265180
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	-98.96697838000	18.90064782220
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	-99.10031387120	18.70065892480
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	-99.23364727050	18.85065068040
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	-98.85030698650	18.60066398010
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	-99.25031761750	18.60066324440
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	-99.11698317940	18.76732197000
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	-99.26698932780	18.50066624300
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	-98.75030648130	18.75065745700
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	-98.95030740270	18.61732980250
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	-99.25031852850	19.06730960920
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	-99.08365070440	18.86731802990
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	-99.18365146320	18.65065958500
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	-98.80031020710	18.68399216520
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	-99.41698829330	18.86731746510
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	-99.18365115390	18.60066297100
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	-99.20031494120	18.58399630140
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	-98.71697093150	18.48400296290
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	-99.13364625270	18.51733301150
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	-99.10031355010	19.03397484360
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	-98.86697772640	18.88398433350
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	-99.26698928100	19.01731100320
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	-98.75030494970	18.88398274620
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	-98.91697540340	18.98398026480
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	-98.98364275370	18.71732475440
17056	SAN PABLO HIDALGO,	-99.03364541290	18.58399637960
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	-98.93364491040	18.51733265360
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	-99.31698659650	18.83398657020
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	-98.88364154430	18.71732439110
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	-99.46699063410	18.68399016690
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	-99.15031686850	18.88398221650
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	-99.26698959400	18.73398889160
17076	PUENTE DE IXTLA	-99.31698638240	18.61732904710

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Observando los datos de las normales climatol gicas se calcul la desviaci n estÆndar para la temperatura mÆxima y m nima con respecto a la media, para posteriormente hacer la proyecci n de las variables con el mØtodo Gauss Gumble en 5, 10, 25 y 50 aæos para ambas temperaturas.

Con las temperaturas mÆximas y las mÆximas hist ricas, as como con las m nimas y las m nimas hist ricas se realiz un umbral de afectaci n el cual es el promedio entre la temperatura hist rica y la temperatura promedio, dicho umbral se compar con informaci n de afectaciones reportadas a la salud pœblica en la informaci n de la secre - tar a de salud, corroborando la validez del umbral estimado.

2.2.1.1 Temperaturas MÆximas

Con los datos de las normales climatol gicas definidas por el Servicio Meteorol gico Nacion - al de cada una de las estaciones meteorol gicas previamente seleccionadas, se obtienen las temperaturas mÆximas promedio y mÆximas hist ricas.

Tabla 57 Temperatura MÆximas Promedio y Temperatura MÆxima Hist rica

Clave	Nombre de la estaci n	Temperatura MÆxima Promedio (C)	Temperatura MÆxima Hist rica (C)
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	15.50	31.5
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	25.30	38.5
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	30.00	40
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	32.60	42
15173	AHUATENCO, OCUILAN	23.60	38
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	29.00	39
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	27.90	45
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	30.20	46
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	26.80	39.5
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	28.10	39
17006	EL RODEO, MIACATLAN	30.50	42
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	34.50	48
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	31.90	43
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	29.00	37
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	32.50	49
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	30.40	40.5
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	30.60	43.5
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	32.00	43
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	32.70	44
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	33.50	46
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	27.50	39
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	18.90	36
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	17.30	32
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	30.10	39.5
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	32.50	42
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	30.80	45
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	28.50	40.5
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	33.30	44
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	33.80	43.5
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	31.10	41
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	33.30	49
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	21.20	33
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	27.40	39.5
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	18.30	29.5
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	26.30	39.5
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	26.70	39.5
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	30.20	46.5
17056	SAN PABLO HIDALGO,	34.10	46
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	30.00	42.5
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	29.30	39.5
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	23.60	38.5
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	31.40	45
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	29.10	38.5
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	31.40	44
17076	PUENTE DE IXTLA	32.80	46

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 109. Temperatura MÆxima Promedio

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 110. Temperatura MÆxima Hist rica

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Con la informaci n recopilada se proyectan los valores de temperatura mÆxima con el mØtodo de Gauss Gumble para diferentes periodos de retorno, dicho mØtodo estima a travØs de la variabilidad en una serie de tiempo el valor que probablemente serÆ superado en una serie hist rica dentro de los l mites de la varianza entre la temperatura promedio y la mÆxima.

Las proyecciones de la temperatura se interpolan y se les resta el umbral, con el objetivo de identificar el diferencial existente entre Øste y cada una de las temperaturas esperadas para cada periodo de retorno

Tabla 58 Umbrales de afectaci n por temperaturas mÆximas

Cercan a al umbral	Grado de Amenaza
-15 a -12 ”C	Muy Bajo
-12 a -9” C	Bajo
-9 a -6” C	Medio
-6 a -3”C	Alto
-3 a 0”C	Muy Alto

Fuente: Elaboraci n propia mediante diferencial de temperaturas

Tabla 59 Periodos de retorno para temperaturas mÆximas.

Clave	Nombre de la estaci n	MÆxima promedio	Desviaci n EstÆndar	MAXTR05	MAXTR10	MAXTR25	MAXTR50
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	15.50	1.63	11.40	12.50	13.80	14.90
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	25.30	3.13	19.50	21.60	24.20	26.20
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	30.00	3.09	25.00	27.10	29.70	31.70
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	32.60	2.97	27.00	29.00	31.60	33.60
15173	AHUATENCO, OCUILAN	23.60	2.99	20.40	22.40	25.00	26.90
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	29.00	1.96	21.80	23.20	24.90	26.20
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	27.90	2.39	23.80	25.40	27.50	29.00
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	30.20	1.72	24.20	25.30	26.80	27.90
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	26.80	1.98	22.60	24.00	25.70	27.00
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	28.10	2.57	23.00	24.70	26.90	28.60
17006	EL RODEO, MIACATLAN	30.50	3.14	26.50	28.40	31.00	33.00
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	34.50	2.50	27.40	29.10	31.20	32.80
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	31.90	2.03	26.00	27.40	29.10	30.40
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	29.00	1.96	23.80	25.20	26.90	28.20
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	32.50	2.56	25.90	27.60	29.80	31.50
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	30.40	2.21	24.90	26.40	28.30	29.70
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	30.60	1.75	23.70	24.80	26.30	27.40
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	32.00	2.71	26.70	28.60	30.90	32.60
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	32.70	1.64	25.20	26.30	27.60	28.70
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	33.50	2.26	27.70	29.30	31.20	32.70
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	27.50	2.62	22.30	24.00	26.20	27.90
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	18.90	2.33	15.40	17.00	18.90	20.40
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	17.30	1.70	11.80	12.90	14.40	15.90
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	30.10	1.38	22.70	23.70	24.90	25.80
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	32.50	2.49	25.90	27.60	29.70	31.30
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	30.80	1.77	24.00	25.20	26.70	27.90
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	28.50	1.90	23.00	24.20	25.90	27.10
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	33.30	1.53	25.50	26.50	27.80	28.80
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	33.80	2.72	27.30	29.20	31.50	33.20
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	31.10	2.37	23.70	25.30	27.40	28.90
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	33.30	2.80	27.20	29.10	31.50	33.30
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	21.20	3.13	18.50	20.60	23.20	25.20
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	27.40	2.77	22.60	24.50	26.90	28.70
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	18.30	1.47	13.40	14.40	15.70	16.70
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	26.30	2.72	21.20	23.10	25.40	27.10
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	26.70	2.08	20.40	21.80	23.60	25.00
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	30.20	1.50	24.30	25.30	26.60	27.60
17056	SAN PABLO HIDALGO,	34.10	3.02	27.60	29.60	32.20	34.10
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	30.00	2.85	25.10	27.00	29.40	31.20
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	29.30	2.15	23.80	25.30	27.20	28.60
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	23.60	2.99	19.40	21.40	24.00	25.90
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	31.40	2.27	24.80	26.40	28.30	29.80
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	29.10	2.46	24.10	25.80	27.90	29.50
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	31.40	1.45	24.90	25.90	27.20	28.20
17076	PUENTE DE IXTLA	32.80	2.99	27.20	29.20	31.80	33.70

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 111. Peligro por Temperaturas MÆximas TR05

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de peligro respectivo a la presencia de temperaturas mÆximas en un periodo de 5 aæos, se mantiene bajo en la mayor a del territorio. La zona ubicada al sureste, en su mayor a, no presenta peligro alguno con respecto al presente fen meno. El œnico municipio que posee una zonificaci n con un nivel de peligro medio es TepoztlÆn.

MAPA 112. Peligro por Temperaturas MÆximas TR10

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de peligro por temperaturas mÆximas en un periodo de 10 aæos dentro del estado de Morelos es en su mayor a bajo. Algunas localidades poseen un nivel de peligro medio en parte de su territorio, entre ellas se encuentran el municipio de MiacatlÆn, Jiutepec, TepoztlÆn y Yautepec. Por otro lado, dentro de los municipios de Jonacatepec de Leandro valle, Ayala, Tlaltizapan de Zapata y Tepalcingo el nivel de peligro es nulo.

MAPA 113. Peligro por Temperaturas MÆximas TR25

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de peligro bajo por temperaturas mÆximas en un periodo de 25 aæos es en gran parte del Estado medio, las localidades que contienen puntos de peligro alto son MiacatlÆn, TepozotlÆn y Jiutepec. En los municipios de TlaltizapÆn de Zapata, Ayala, Xochitepec Huitzi lac, Jonacatepec de Leandro Valle, Tepalcingo, Jantetelco, Totolapan y Tlaquiltenango el nivel de peligro es bajo.

MAPA 114. Peligro por Temperaturas MÆximas TR50

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

2.2.1.2 Temperaturas M nimas

El procedimiento es el mismo al descrito en el apartado de temperaturas mÆximas

Tabla 60 Umbrales de afectaci n por temperaturas mÆximas

Clave	Nombre de la estaci n	Temperatura M nima Promedio (C)	Temperatura M nima Hist rica (C)
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	4.6	-10.5
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	8.3	-8
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	14.5	2.5
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	16.3	4.5
15173	AHUATENCO, OCUILAN	12	0
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	11.1	0.9
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	15.5	0.6

17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	15.2	1
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	15	3
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	13.4	0
17006	EL RODEO, MIACATLAN	16.7	3
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	16	1
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	16.7	0
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	15.3	0.8
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	14.8	2
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	15.7	3.5
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	13.7	-3
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	16.9	4
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	14.9	1
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	17.8	2
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	12.5	0.2
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	7.8	-2.5
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	3.4	-2
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	12.9	-1
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	14.8	0
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	14	-1
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	14.1	2.5
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	15.1	2
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	16.3	1
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	12.1	-2
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	16.2	-1
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	10.4	-3
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	13	2
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	6	-6
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	11.6	0
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	10.4	0
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	15.8	5
17056	SAN PABLO HIDALGO,	15.9	3
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	15.4	2.5
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	14.5	4
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	10	-1.5
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	14.3	0
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	14.6	1.1
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	15.9	0
17076	PUENTE DE IXTLA	16.4	0

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 115. Temperatura M nima Promedio

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 116. Temperatura M nima Hist rica

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Tabla 61 Umbrales de afectaci n por temperaturas m nimas

Cercan a al umbral	Grado de Amenaza
-15 a -12 ”C	Muy Bajo
-12 a -9” C	Bajo
-9 a -6” C	Medio
-6 a -3”C	Alto
-3 a 0”C	Muy Alto

Fuente: Elaboraci n propia mediante diferencial de temperatura

Los periodos de retorno se clasificaron de igual manera con base en el umbral estimado mediante el promedio de la temperatura m nima promedio y la temperatura m nima hist rica

Tabla 62 Periodos de retorno para temperaturas m nimas.

Clave	Nombre de la estaci n	M nima promedio	Desviaci n EstÆndar	MINTR05	MINTR10	MINTR25	MINTR50
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	4.60	3.24	7.20	5.00	2.30	0.30
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	8.30	4.06	13.20	10.50	7.00	4.30
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	14.50	1.65	20.90	19.80	18.50	17.40
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	16.30	2.47	22.30	20.50	18.40	16.80
15173	AHUATENCO, OCUILAN	12.00	2.13	16.00	14.60	12.80	11.40
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	11.10	0.67	19.50	19.00	18.40	18.00
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	15.50	2.51	19.50	17.80	15.70	14.10
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	15.20	2.31	20.70	19.10	17.20	15.70
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	15.00	2.20	19.00	17.50	15.60	14.20
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	13.40	2.61	18.40	16.70	14.50	12.80
17006	EL RODEO, MIACATLAN	16.70	2.66	21.30	19.40	17.10	15.40
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	16.00	2.89	22.70	20.70	18.20	16.40
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	16.70	4.14	20.70	18.00	14.50	11.80
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	15.30	2.21	20.20	18.70	16.80	15.40
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	14.80	2.73	21.30	19.40	17.10	15.40
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	15.70	2.93	20.50	18.50	16.00	14.20
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	13.70	3.31	19.30	17.10	14.30	12.20
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	16.90	2.87	21.90	19.90	17.40	15.60
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	14.90	3.94	20.40	17.80	14.40	12.00
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	17.80	3.56	22.60	20.10	17.10	14.80
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	12.50	2.18	18.15	16.60	14.70	13.30
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	7.80	2.16	11.50	10.00	8.10	6.70
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	3.40	2.01	8.60	7.20	5.50	4.20
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	12.90	2.76	19.10	17.20	14.80	13.00

17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	14.80	4.28	20.00	17.00	1340	10.60
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	14.00	3.58	19.30	16.80	13.80	11.50
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	14.10	2.35	19.20	17.60	15.50	14.00
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	15.10	4.19	20.50	17.70	14.10	11.40
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	16.30	4.34	21.30	18.30	14.70	11.90
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	12.10	2.92	19.10	17.10	14.60	12.80
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	16.20	4.29	21.10	18.10	14.50	11.70
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	10.40	1.78	14.20	13.00	11.50	10.30
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	13.00	2.90	17.70	15.70	13.20	11.40
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	6.00	2.76	9.70	7.80	5.40	360
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	11.60	1.99	17.20	15.80	14.10	12.80
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	10.40	2.03	16.90	15.50	13.80	12.50
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	15.80	2.26	21.00	19.40	17.50	16.00
17056	SAN PABLO HIDALGO,	15.90	3.74	21.80	19.30	16.10	13.80
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	15.40	3.49	19.70	17.30	14.30	12.10
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	14.50	2.44	19.80	18.20	16.10	14.60
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	10.00	2.10	15.00	13.60	11.80	10.40
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	14.30	2.80	20.40	18.50	16.10	14.30
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	14.60	2.57	19.60	17.90	15.70	14.00
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	15.90	4.08	20.00	17.30	13.80	11.10
17076	PUENTE DE IXTLA	16.40	4.44	20.80	17.80	14.00	11.20

Fuente: Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

MAPA 117. Peligro por Temperaturas M nimas TR05

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de peligro por temperaturas m nimas calculado en un periodo de 5 aæos es en su gran mayor a bajo dentro del estado de Morelos, œnicamente parte de los municipios de Huitzilac y Tepalcingo poseen un nivel de peligro superior, siendo este, medio. Al sur del municipio de Axochiapan, y en pequeæas zonificaciones dentro de los municipios de Tepalcingo, Tlaquiltenango, Amacuzac y Atlatlahucan el nivel de peligro es muy bajo o nulo.

MAPA 118. Peligro por Temperaturas M nimas TR10

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Al noroeste y la zona sureste se concentra un nivel de peligro por temperaturas m nimas medio durante un periodo de 10 aæos. Huitzilac es el municipio que concentra una zonifi - caci n con un nivel de peligro alto. El resto del municipio tiene niveles muy bajos de peligro.

MAPA 119. Peligro por Temperaturas M nimas TR25

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

En el mapa se puede observar dentro de un periodo temporal de 25 aæos que en la zona noroeste y sur al centro del estado de Morelos existe un nivel de peligro por temper - aturas m nimas alto. Por otro lado el municipio con el menor nivel de peligro es Atlatlahu - can con un nivel muy bajo.

MAPA 120. Peligro por Temperaturas M nimas TR50

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

En cuanto a la presencia de temperaturas m nimas a un periodo de 50 aæos, los municipios de Tlaquiltenango, Jojutla, Zacatepec, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Huitzilac, Yecapixtla, Tlaltizapan de Zapata y una pequeæa Ærea de TepoztlÆn concentran un nivel de peligro muy alto. El municipio de Atlatlahucan contiene el nivel de peligro menor, siendo este muy bajo y medio. El resto del estado presenta niveles altos de peligro en relaci n a este fen meno.

2.2.2 Sequ as

La falta de agua en el suelo es denominada sequ a. Este fen meno se debe a la carencia de precipitaciones durante un per odo de larga duraci n (tiempo seco). Segœn especialistas varios hay tres formas de la sequ a:

Sequia Hidrol gica. Es cuando el agua falta en los lugares usuales de abastecimiento en la superficie del suelo o en el subsuelo. Para medirlo se consideran el nivel de agua de los lagos, presas, aguas, r os y lagunas. Para realizar la medici n se seæala el intervalo de tiempo entre los primeros indicios de sequ a y el momento en que tales indicios se convierten en indicios de que las condiciones han cambiado.

Sequ a Meteorol gica. Es la forma en la que se expresa la desviaci n de las lluvias con respecto a las que se consideran normales en un per odo determinado. Esta medici n es dependiente del lugar considerado y presumiblemente estÆ basada en el saber que se posea sobre la climatolog a de la zona analizada.

Sequ a agr cola. Es aquella que se pude identificar con la inexistencia de la humedad en la tierra suficiente para cultivar exitosamente determinado producto en un cierto tiempo. Generalmente la sequ a agr cola se presente enseguida de la meteorol gica.

Las sequ as se presentan en gran parte del mundo cada vez con mayor frecuencia. Hist ricamente se ha comprobado que es el fen meno meteorol gico que mayor daæo econ mico causa a la humanidad (Cody y otros, 1998), ya que ocurren de forma lenta y poco notoria, pueden llegar a tener un radio de afectaci n enorme y durar meses o incluso aæos, causando fuertes pØrdidas econ micas, prueba de ello, son las grandes extensiones de terreno de cultivo afectadas y la inevitable muerte de ganado provocada. As como la forzosa, disminuci n en cuanto a la disponibilidad de agua para la produc - ci n industrial y el consumo humano en general.

Igualmente peligrosas son las ondas de calor presentes en las sequ as, pues en casos extremos son la causa de muerte por deshidrataci n en seres humanos, sobre todo niæos y ancianos.

Como daæos secundarios por este fen meno, de acuerdo con el fasc culo Sequias del CENAPRED, se consideran los incendios forestales, pues a falta de humedad en las hojas y plantas, el riesgo de convertirse en materia orgÆnica combustible aumenta; y por consecuencia, la aceleraci n del proceso de erosi n de los suelos al quedar desprotegi - dos ante agentes climÆticos como el viento o la lluvia (SEGOB/CENAPRED, 2014d).

Desafortunadamente, la Repœblica Mexicana es un pa s que desde hace tiempo padece de sequ as, pues existen zonas donde no se dispone del agua en las cantidades necesari- as, prueba de ello son los estados de Durango, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo Le n, San Luis Potos , Aguascalientes y Zacatecas.

En el 2015, la Secretaria de Agricultura declar zona de desastre en el sector agropecuar - io de 23 de los 33 municipios de Morelos debido a la tremenda sequ a que de junio a octubre se present en la regi n afectando a los cultivos de sorgo, ma z, amaranto y avena. El desastre natural aquella vez provoc un desastre econ mico entre los campesi - nos afectados que bloquearon la autopista del Sol el nueve de noviembre de 2015 por once horas para exigir al gobierno estatal y federal apoyos por mÆs de 150 millones de pesos para enfrentar los daæos provocados por la sequ a (Miranda, 2015).

La sequ a que se identifica en este apartado considera la aridez del territorio y la contrasta con el dØficit de precipitaci n, tanto acumulado en un periodo hist rico como proyectado para el aæo 2035.

En la elaboraci n del mapa de sequ as fueron utilizados diversos criterios para la determi - naci n de los niveles de aridez de la zona. En tal cartograf a se consideraron las condiciones siguientes:

ILUSTRACI N 21: Aridez a Nivel Nacional

Fuente: Elaboraci n propia con datos de diferentes fuentes nacionales

SPI + REGIMEN DE HUMEDAD + EVAPOTRANSPIRACI N + INSOLACI N

El proceso se hizo de la siguiente manera, los datos del IPS se obtuvieron de CONAGUA, de las estaciones con registros de mÆs de 60 aæos, en donde se puede acceder a los meses, por aæo, desde 1954 donde el IPS negativo nos demuestra un dØficit de precipitaci n.

Se contabilizaron el nœmero de meses del total dentro del periodo de tiempo (744 meses, 62 aæos) con un IPS negativo, es decir con un dØficit de precipitaci n, la informaci n resultante es un promedio de meses con sequ a meteorol gica dentro del rango de tiempo. El valor numØrico se interpolo a raz n de ser la posibilidad de que un mes se encuentre en dØficit de precipitaci n.

Proyecci n del SPI

Con el objetivo de integrar la variabilidad de la precipitaci n a futuro, se proyect el valor del SPI para los valores existentes de 1960 hasta 2016, y de esta manera, mediante una predic ci n lineal del ndice, se establecieron las zonas de mayor o menor dØficit proyectado en el estado.

Dicha proyecci n se integr al mapa anterior el cual podr a ser considerado como de aridez para establecer la relaci n entre las zonas de mayor aridez del estado con aquellas que se proyecta sufran mayor dØficit de precipitaci n.

MAPA 121. Sequ as

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Al norte del estado de Morelos el nivel de peligro por sequ as es muy bajo o nulo, algunos de los municipios que se ubican en este nivel son Huitzilac, TepoztlÆn, Tlalnep antla, Totolapan y Tetela del VolcÆn. Por otro lado, la zona suroeste concentra un nivel de peligro medio y al centro del municipio de MiacatlÆn y sur de Axochiapan el peligro es muy alto.

2.2.3 Heladas

Nuestro pa s es peri dicamente afectado por diferentes fen menos meteorol gicos, las heladas, a diferencia de ciertos fen menos como son los huracanes que impactan a la poblaci n de forma brutal y repentina, se manifiestan lentas, pero de igual forma destruc - tivamente.

La helada es la disminuci n de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelaci n del agua 0 C (WMO, 1992). Cuando la temperatura del aire cerca de la superfi - cie del suelo llega a los 0 grados cent grados, o cuando disminuye acœn mÆs, durante mÆs de cuatro horas se dice que ha ocurrido una helada.

Conforme con el fasc culo del CENAPRED para el fen meno de heladas, los principales elementos meteorol gicos que intervienen en la formaci n de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosfØrica y la radiaci n solar (SEGOB/CENAPRED, 2014a).

Para que exista una helada, es fundamental la ausencia de viento, pues cuando hay corrientes de aire, se mezcla el aire fr o que se encuentra cercano al suelo, con el mÆs caliente que estÆ en niveles superiores y se regula la temperatura.

Cuando el viento es insuficiente y la temperatura desciende a los 0 C o mÆs, el vapor de agua contenido en el aire se condensarÆ; y si la humedad es abundante, se producirÆ una nevada, pero si el contenido de humedad es poco, se formarÆ una la helada, por lo que se concluye que una gran presencia de humedad atmosfØrica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas.

Por otro lado, la presencia de nubosidad disminuye la pØrdida de calor del suelo por radiaci n hacia la atm sfera y devuelve parte de ese calor a la Tierra. Si continœa descendiendo la temperatura y alcanza los 0 C, el vapor de agua que las mismas nubes contienen produ - cirÆ entonces una capa delgada de hielo en la superficie de la tierra, y disminuirÆ as el calor de la misma, facilitando la ocurrencia de heladas.

Otro importante factor que influye en la aparici n de heladas es la radiaci n solar, pues gran parte de esta radiaci n es absorbida por la superficie de la Tierra; durante el d a el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde, por lo tanto, cuando los d as son mÆs cortos y las noches mÆs largas, se suscita la probabilidad de heladas, pues existe menor acumulaci n de calor en el suelo.

Las heladas son mÆs o menos peligrosas dependiendo de la resistencia de los seres vivos a la reducci n de la temperatura del ambiente. Mediante la determinaci n de las temperaturas mÆs bajas podemos identificar a los meses mÆs fr os como aquellos en los que la temperatura ambiental desciende mÆs allÆ de los cero grados cent grados, cuando ello ocurre se conside ra un escenario de Helada. En MØxico, las heladas y las bajas temperaturas ocurren general mente durante los meses de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los de mayor impacto.

Desde el punto de vista agroclimÆtico, es muy importante considerar a dicho fen meno, dados sus efectos en el sector agr cola (Engelbert, 1997). Sin embargo, es relevante tambiØn considerar las afectaciones a la salud de la poblaci n que es influenciada por las olas de fr o (Eagleman, 1983); sobre todo, de las personas que habitan en casas frÆgiles o que son indigentes, as como las personas la tercera edad y los niæos.

Las personas pueden sobrevivir varios d as e incluso semanas, sin comida o pocos l quidos, pero no sobrevive por mucho tiempo si su temperatura corporal disminuye drÆsticamente.

Para el cuerpo humano un clima fr o implica varios efectos negativos, como son las enfermedades de tipo circulatorio, las infecciones respiratorias agudas (IRAS), el congelamiento de la piel y la hipotermia (Engelbert, 1997).
Durante los meses de noviembre a febrero, en el norte y centro de la Repœblica Mexicana se presentan temperaturas menores de 0 C a causa de la entrada de aire polar continen - tal proveniente de Estados Unidos.

La distribuci n de las heladas en nuestro pa s se manifiesta, principalmente en dos grandes regiones, la primera y mÆs extensa, localizada sobre las sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes, que comprende a los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas; y la segunda ubicada en la parte centro del pa s, que incluye los estados de MichoacÆn, Estado de MØxico, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo, regi n que limita con el Sistema VolcÆnico Transversal.

En el 2013, el 3 de marzo, se registr una helada de que caus graves afectaciones en los municipios de Tetela del VolcÆn y Totolapan, lo que provoc que la Secretaria de Agricul - tura, Ganader a, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentaci n (SAGARPA) declarara a los munic ipios morelenses mencionados zona de desastre.
Segœn las primeras estimaciones las pØrdidas tan s lo de los productores de aguacate de la regi n, alcanzar an los 10 millones de pesos, aproximadamente. En los municipios de Tetela del VolcÆn, Ocuituco y Tlalnepantla, se perdieron aproximadamente tres mil hectÆreas, que equivalen a 8 toneladas de la fruta, con una pØrdida superior a las mil toneladas. (Maya, 2013).

2.2.3.1 Heladas por Advecci n

Las heladas por advecci n se forman cuando llegan grandes masas de aire fr o de origen continental a una regi n hasta de 100 km2 , ubicada en las partes bajas de las montaæas, en las caæadas o en valles . Se presentan indistintamente en el d a o noche. Ellas van acompaæadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h) y durante ellas no existe inversi n tØrmica.

El mapa de Heladas conjuga la distribuci n de las temperaturas m nimas promedio con el gradiente tØrmico , tØrmino referente a la disminuci n de la temperatura en vertical con cada elevaci n de la altitud, ya que cambios en la presi n atmosfØrica hacen que el aire sea maso menos denso y por lo tanto propicio a un cambio cal rico mÆs acelerado.

Identificamos que el gradiente tØrmico en promedio, de acuerdo a la investigaci n realizada, es de 1 C por cada 180 m, con esta raz n se clasific el modelo digital de elevaci n a cada 10 m y se transform en una estructura raster de clases altimØtricas para posteriormente realizar el cruce con la reclasificaci n de las temperaturas m nimas para identificar las zonas mÆs propensas a estar cerca o bajo temperaturas congelantes.

MAPA 122. Heladas Advectivas

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de amenaza correspondiente a las heladas advectivas es muy alto al norte del estado de Morelos y disminuye significativamente hacia el sur. Los municipios con un nivel de amenaza muy alto son Huitzilac, TepozotlÆn, Tlalnepantla y Tetela del VolcÆn. Las comuni dades localizadas en Tepalcingo y Jaloxtoc concentran niveles altos de amenaza de heladas advectivas. Las zonas menos amenazadas con niveles muy bajos y nulos, en relaci n al presente fen meno son las ubicadas al suroeste del estado de Morelos.

2.2.3.2 Heladas por Convecci n

Una vez obtenidas las heladas advectivas es indispensable integrar datos de topograf a, tales como la pendiente. Para el cÆlculo de las heladas convectivas el anÆlisis es inverso, ya que las pendientes menores, es decir, las planicies son mayormente afectadas por el fen meno de convecci n, el cual surge gracias al intercambio acelerado de masas de aire que se da en las planicies o faldas de las laderas, haciendo que el aire caliente se eleve y dichas zonas sean mÆs propensas a llegar o sobrepasar el punto de congelaci n.

El mapa de Heladas convectivas conjugarÆ entonces la distribuci n de las temperaturas m nimas promedio con el valor de la pendiente del terreno, pues dichas heladas son el resultado de la presencia de temperaturas menores a los 0 grados en las zonas planas, apareciendo en los valles rodeados por elevaciones, donde el aire fr o desciende y se mantiene a nivel del suelo.

Con las curvas de nivel del estado se defini la pendiente del territorio y se cruz con las temperaturas m nimas, siendo los valores mÆs altos aquellos que se ubiquen en las zonas planas.

MAPA 123. Heladas Convectivas

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Las heladas convectivas amenazan un poco mÆs que las advectivas dentro del estado de Morelos. De igual manera, la zona ubicada al norte concentra niveles mayores de amenaza con respecto al sur del estado. Los municipios con niveles de amenaza muy alto y alto son Huitzilac, TepozotlÆn, Tlalnepantla, Totolapan, Atlatlaucan, Ocuituco, Temoac, Jaloxtoc y Tetela del VolcÆn

2.2.4 Tormentas de Granizo

Cuando el agua de lluvia cae en estado s lido se dice que cae granizo. Los corpœsculos de agua congelada pueden ser de varios tamaæos y pueden daæar a los sembrad os, los pastos para ganado y a la poblaci n en general.

Segœn el fasc culo Tormentas severas del CENAPRED, el granizo se forma a alturas superi ores al nivel de congelaci n dentro de una nube llamada cumulunimbus; y crece por las continuas colisiones que se da entre las part culas de hielo y algunas gotas de agua que estÆn a una temperatura menor que la de su punto de solidificaci n. Cuando las part culas de granizo se vuelven demasiado pesadas para ser mantenidas por las corrientes de aire, se desprenden y caen hacia la superficie en tamaæos que var a de los 5 hasta los 40 mil metros de diÆmetro. (SEGOB/CENAPRED, 2014e).

La magnitud de los daæos que puede provocar este tipo de precipitaci n estÆ aunada a su cantidad y tamaæo. En su mayor a, las tormentas de granizo ocurren tanto en el hemisferio norte como en el sur durante el verano, entre los paralelos 20 y 50.

En cuando a las afectaciones a la poblaci n el daæo puede ser un sus habitaciones, edificaciones o zonas arboladas al aire libre. A veces el drenaje se ve afectado de igual manera por el exceso de hielo de granizo lo que detiene el paso del agua y puede provocar inundaciones hasta que el granizo se derrita.

En MØxico las zonas agr colas y ganaderas son las que sufren los daæos mÆs importantes causados por granizadas, ya que una tormenta de granizo puede destruir las siembras y plant os, causando, a su vez, la posible pØrdida de animales de cr a.

En nuestro territorio principalmente se originan granizadas en la regi n del altiplano, carac ter sticamente en los valles de la porci n sur de Øste, en la Sierra Madre Occidental y en la Sierra Madre del Sur. Siendo las ciudades de MØxico, Puebla, Pachuca, Tlaxcala y Zacatecas donde se tiene la mayor incidencia y afectaci n.

El 20 de abril de 2016 una tormenta de granizo y fuertes lluvias provocaron diversas afectaciones en los municipios de Cuautla, Zacualpan, Emiliano Zapata, Temixco, Yecapixtla y parte de Cuernavaca. En Emiliano Zapata se registraron inundaciones en diversas casas donde el agua alcanz los 20 cm., y un adulto mayor fue arrastrado por la corriente, luego fue rescatado y atendido. En Temixco cayeron una cantidad importante de Ærboles (ZCN, 2016).

El 18 de abril de 2017, otra fuerte tormenta de granizo se registr en varias zonas del municipio de Huitzilac lo que afect varios kil metros de la autopista y carretera federal MØxico-Cuernavaca (Monroy, 2017).

Con base en la informaci n de las estaciones meteorol gicas dentro del estado y en un radio de 50 km a la redonda, se obtienen los datos que reportan tiempos de duraci n de fracci n de d as con granizo acumulados por mes y aæo, plasmado en nœmero de d as con granizo. Esta informaci n es œtil para realizar la distribuci n espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos.

Tabla 63 D as con granizo al aæo.

Clave	Nombre de la estaci n	D as con granizo al aæo
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	1.30
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	0.10
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	0.00
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	0.00
15173	AHUATENCO, OCUILAN	0.00
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	0.00
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	1.60
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	0.80
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	0.60
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	0.20
17006	EL RODEO, MIACATLAN	0.10
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	0.30
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	0.00
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	0.40
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	0.00
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	0.00
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	0.00
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	0.00
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	0.00
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	0.00
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	0.50
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	0.10
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	1.10
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	0.10
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	0.30
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	0.10
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	0.90
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	0.00
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	0.80
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	0.00
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	0.10
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	3.10
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	0.20

17047	HUITZILAC, HUTZILAC	0.00
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	0.20
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	0.70
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	0.00
17056	SAN PABLO HIDALGO,	0.00
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	0.00
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	0.00
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	0.10
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	0.20
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	0.00
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	0.20
17076	PUENTE DE IXTLA	0.00

Fuente: Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional

MAPA 124. Tormentas de Granizo

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Favorablemente, el nivel de amenaza respectivo a la presencia de tormentas de granizo es nulo o muy bajo en la mayor a del territorio del estado de Morelos. Los municipios que podr an concentrar ligeramente un mayor nivel de amenaza para sus comunidades son los ubicados en Cuernavaca, y al norte de los municipios de Huitzilac, TepoztlÆn y Tlalnepantla.

2.2.5 Tormentas de Nieve

Las tormentas de nieve son una variaci n de la precipitaci n, la cual se da de forma s lida, por medio de copos, mismos que, se refieren a la aglomeraci n de cristales hexagonales planos y transparentes de hielo formados cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificaci n del agua.

El fasc culo del CENAPRED Tormentas severas de 2014, en su apartado referente a tormentas de nieve manifiesta que cuando la temperatura del aire es menos que el punto de congelaci n se forman cristales de hielo que a su vez hacen que el vapor de agua del ambiente se congele y se constituyan las nevadas. Si los cristales de hielo se unen hasta alcanzar un tamaæo superior a la fuerza de la corriente de aire ocurre una tormenta de nieve (SEGOB/CENAPRED, 2014e).

Existen diversos fen menos meteorol gicos que provocan tormentas en forma de lluvia, aguanieve o nieve; algunos ejemplos son las masas de aire polar y los frentes fr os, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con l neas de vaguadas, corrientes en chorro o entradas de humedad de los ocØanos hacia tierra.

A consecuencia de las nevadas, la poblaci n sufre de bajas temperaturas y con ello aumenta la probabilidad de contraer enfermedades en las v as respiratorias o en el peor de los casos, ultimar en una muerte por hipotermia (peligro al que estÆn expuestos, sobre todo, indigentes o personas de bajos recursos econ micos, por habitar en viviendas precarias).

Debido a la situaci n geogrÆfica en la que nos encontramos, son pocas las zonas de nuestro pa s que padecen de este fen meno, sin embargo, en Øpoca de invierno es esencial considerar las regiones altas, tales como montaæas o sierras.

Es por eso que, el CENAPRED seæala el norte del pa s y las regiones altas como zonas de mayor impacto para este fenomeno, pues eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de MØxico bajo la influencia de las corrientes fr as provenientes del norte. Hist ricamente las zonas donde su ocurrencia es mÆs frecuente son los volcanes como el Pico de Orizaba, PopocatØpetl, Iztacc huatl y Nevado de Toluca.

Dada lo ubicaci n geogrÆfica de Morelos la ca da de nieve en la entidad es mÆs bien un fen meno bastante aislado, sin embrago, el 10 de marzo de 2016 se report , por primera vez en 15 aæos la ca da de nieve en Fierro del Toro y Tres Mar as, poblados del municipio de Huitzilac a la altura del kil metro 60 en la autopista y carretera Federal MØxico-Cuer - navaca

El raro fen meno provoc la ca da de 8 Ærboles y el bloqueo temporal de la carretera federal MØxico Cuernavaca dado que la nieve lleg a alcanzar entre 15 y 40 cm de alto, lo que supuso un grave peligro para los automovilistas. Afortunadamente Protecci n Civil de More - los, con el apoyo de personal de la Secretar a de Desarrollo Sustentable (SDS) y de Caminos y Puentes Federales (CPF), se encarg de despejar la v a con celeridad (NOTIMEX, 2016).

El mapa de tormentas de Nieve se obtuvo al cruzar el mapa resultante de Heladas por Advec - ci n con las condiciones de precipitaci n media del estado, valores que se obtuvieron de las estaciones meteorol gicas empleadas para la elaboraci n del tema de Ondas CÆlidas/GØli - das.

Se le proporcion mÆs peso a la entrada de masas de humedad en el cruce de algebra de mapas, es decir, a la variable de precipitaci n se le asign una ponderaci n del 70% contra un 30 % perteneciente al fen meno de heladas advectivas.

El cruce de las variables nos delimita zonas con diferente susceptibilidad frente a las tormen - tas de nieve, ya que si bien se incluyen todos los elementos presentes en el fen meno, es muy cierto que los episodios de Tormentas de Nieve no se pueden modelar y afirmar su presencia inequ voca, se define su susceptibilidad, pero de manera incorrecta podr amos afirmar su probabilidad o frecuencia.

MAPA 125. Tormentas de Nieve

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Las tormentas de nieve pueden llegar a presentarse mayormente en el municipio de Huitzilac y al norte de TepoztlÆn, ya que concentran niveles de amenaza muy altos. Asimismo, parte de los municipios de Tetela del VolcÆn, Cuernavaca, Temoac, Zacualpan y Ayala, concentran niveles de amenaza superiores al resto del municipio, siendo estos, en su mayor a, medianos.

2.2.6 Tormentas de Polvo

La tormenta de polvo se define como aquel movimiento vertical de materiales disueltos, limos y arcillas. Para este fen meno, ya que no hay una metodolog a establecida, se identific el comportamiento del viento como factor de distribuci n, as como aquellos bancos de materiales que van a fungir como materia prima del fen meno. Bajo esta l gica se analizaron tanto la composici n del suelo como su superficie, denotando la importancia que tiene la cobertura vegetal.

A mayor fineza del material, es decir a mayor contenido de texturas limo-arcillosas, se asign una categor a de mayor susceptibilidad al fen meno, la cual posteriormente se cruza con la cobertura de los vientos los cuales tienen dos componentes principales: direcci n e inten - sidad. La direcci n ayuda a establecer una regionalizaci n convectiva de zonas a donde seguramente se estarÆ dirigiendo el material y la intensidad de la velocidad del viento define las zonas de menor o mayor arrastre de material desconsolidado.

La integraci n de los elementos antes mencionados nos define el mapa final de tormentas de polvo, que muestra la relaci n de la presencia de materiales disueltos bajo la influencia del comportamiento del viento.

MAPA 126. Tormentas de Polvo

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

El nivel de amenaza por tormentas de polvo es alto en la zona centro del estado. Las locali - dades con mayor afectaci n, es decir, con un nivel de amenaza muy alto, son Los Arcos y Yautepec de Zaragoza. Posteriormente, con niveles de amenaza altos se posicionan las localidades de Jiutepec, Peæa Flores, Oacalco, Tres de Mayo, Calera Chica, Emiliano Zapata, Tezoyuca, Xochitepec, TlaltizapÆn, Huatecalco, Tlaquiltenango, Pedro Amaro, Juan Morales, Oaxtepec, entre otros. Por otro lado, las localidades menos afectadas son Anenecuilco y Tetela del VolcÆn.

2.2.7 Tormentas ElØctricas

Cuando empiezan a caer rayos en la superficie de alguna regi n de forma constante y prolongada durante un per odo de tiempo se dice que hay una tormenta elØctrica. Las descargas de los rayos se deben al aumento del potencial elØctrico entre la superficie de la tierra y las nubes.

El CENAPRED en el fasc culo Tormentas severas define las tormentas elØctricas como intensas descargas de electricidad atmosfØrica manifestadas a travØs de un rayo y un trueno que con frecuencia se reducen a una breve extensi n de kil metros cuadrados. En general, pueden estar acompaæadas de precipitaci n abundante; sin embargo, existen ocasiones en donde pueden presentarse con nieve o granizo. (SEGOB/ CENAPRED, 2014e).

El rayo es una descarga electrostÆtica que adquiere una temperatura de 30,000 grados cent grados aproximadamente en una fracci n de segundo, es el resultado de la acumu - laci n de cargas positivas y negativas dentro de una nube. En ocasiones el aire caliente provoca que un rayo se expanda rÆpidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido llamado trueno, Øste viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el mismo rayo y su manifestaci n visible es el relÆmpago.

Los efectos derivados de este fen meno pueden darse de manera directa o indirecta y van desde daæos y pØrdidas de la infraestructura (principalmente la elØctrica), hasta lesiones superficiales y en el peor de los casos muertes humanas y/o de ganado. Cabe mencionar, que las descargas elØctricas son la causa mÆs comœn del retraso de las aeronaves y de los accidentes aØreos, siendo el mayor peligro para la aviaci n (Hebbs, 2005).

En MØxico, las tormentas elØctricas ocurren entre los meses de mayo a octubre, con mayor frecuencia durante las horas vespertinas o nocturnas, siendo 30 el promedio anual de d as con tormenta y el mÆximo de 100 sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montaæas del Norte de Chiapas y Sistema VolcÆ- nico Transversal.

Como antecedente de este fen meno para el estado de Morelos se encontraron registros de que el 8 de octubre de 2012 la comunidad de Galeana en Zacatepec, Tilzapotla en Puente de Ixtla, Tequesquitengo y el centro de Jojutla sufrieron cortes totales o parciales en el suministro de energ a debido a fuertes tormentas elØctricas. En Tequesquitengo el apag n dur mÆs de 19 horas y en todas las regiones mencionadas comercios y empre - sas de diversa ndole comenzaron a sufrir afectaciones, incluso una estaci n de radio de la regi n sali del aire varias horas (ZCN, 2012).

La identificaci n de este tipo de fen menos estÆ basada en la informaci n obtenida por las estaciones de monitoreo del Servicio Meteorol gico Nacional (SMN).

Tabla 64 D as con tormenta elØctrica al aæo.

Clave	Nombre de la estaci n	D as con tormenta elØctrica al aæo
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	17.90
9051	TLAHUAC (XOCHIMILCO)	37.00
12167	TEPETLAPA, BUENAVISTA	0.00
12215	DOS BOCAS, PILCAYA	0.50
15173	AHUATENCO, OCUILAN	0.60
17001	ATLATLAHUACAN, ATLATLAH.	6.30
17002	CUERNAVACA A.COL.EMPLEA.	46.20
17003	CUAUTLA, CUAUTLA (SMN)	10.10
17004	CUERNAVACA, CUERNAVACA	16.90
17005	CUAUTLA, CUAUTLA (DGE)	20.80
17006	EL RODEO, MIACATLAN	5.10
17007	HUAJINTLAN, AMACUZAC	11.10
17008	HUAUTLA, TLALQUILTENANGO	5.50
17012	OAXTEPEC, YAUTEPEC	38.20
17013	TEMILPA, TLALTIZAPAN	5.80
17014	TEMIXCO, TEMIXCO	5.10
17015	TEPALCINGO, TEPALCINGO	6.50
17016	TEQUESQUITENGO, JOJUTLA	3.60
17018	TICUMAN, TLALTIZAPAN	4.70
17019	TILZAPOTLA, PUENTE DE I.	6.00
17020	TLACOTEPEC, ZACUALPAN	7.20
17021	TLACUALERA, TLACUALERA	10.50
17022	TRES CUMBRES, HUITZILAC	1.90
17024	YAUTEPEC, YAUTEPEC	28.60
17026	ZACATEPEC A.C.A.E.	5.50
17028	JONACATEPEC, JONACATEPEC	13.40
17029	PALPAN (TANQUE REPOSO)	56.00
17031	JOJUTLA DE JUAREZ (SMN)	4.90
17033	XICATLACOTLA, (CFE)	6.60
17036	LAGUNILLAS DE RAYON, DGE	5.20
17038	NEXPA, TLAQUILTENANGO	6.80
17039	SAN JUAN TLACOTENCO,	80.00
17043	YECAPIXTLA E.T.A. 118,	6.80
17047	HUITZILAC, HUTZILAC	10.30
17048	PUENTE DE OCUITUCO E-5,	9.10
17051	TOTOLAPAN E-10,TOTOLAPAN	5.10
17054	MOYOTEPEC,VILLA DE AYALA	7.10
17056	SAN PABLO HIDALGO,	7.00
17057	EL LIMON, TEPALCINGO	7.30
17058	CUENTEPEC, TEMIXCO	7.80
17060	ALPANOCAN, TETELA DEL V.	30.60
17061	APACINGO,COATLAN DEL RIO	6.90
17071	PROGRESO, JIOTEPEC	11.30
17072	ALPUYECA, XOCHITEPEC	10.00
17076	PUENTE DE IXTLA	6.60

Fuente: Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional

Los d as con tormentas elØctricas al aæo se clasifican con base en criterios establecidos a partir del Atlas Nacional del Instituto de Geograf a y se definen clases para medir su nivel de frecuencia, pues no se tienen elementos suficientes para medir el fen meno en tØrmi - nos de intensidad, sino en frecuencia.

MAPA 127. Tormentas ElØctricas

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Estaciones climatol gicas del Servicio Meteorol gico Nacional, 2017

Las tormentas de nieve pueden llegar a presentarse mayormente en el municipio de Huitzilac y al norte de TepoztlÆn, ya que concentran niveles de amenaza muy altos. Asimismo, parte de los municipios de Tetela del volcÆn, Cuernavaca, Temoac, Zacualpan y Ayala, concentran niveles de amenaza superiores al resto del municipio, siendo estos, en su mayor a, medianos.

2.2.8 Lluvias Extremas

La lluvia sucede cuando el vapor de agua se condensa en las capas superiores y fr as de la atm sfera formando nubes; despuØs, y de acuerdo con el contenido de vapor de agua que se condense, surgirÆn gotas de agua. Las cuales aumentarÆn de tamaæo y con ello de peso y velocidad, precipitÆndose hacia el suelo.

De acuerdo con el fasc culo Inundaciones emitido por el CENAPRED, la precipitaci n puede manifestarse a travØs de diferentes formas, como son: los ciclones tropicales, (gracias a que trasladan enormes cantidades de humedad, pueden abarcar grandes extensiones de superficie y provocar tormentas de larga duraci n en ellas), las lluvias orogrÆficas (se originan cuando las corrientes de aire hœmedo chocan con montaæas y suben, al encontrarse arriba se enfr an y consecuentemente se condensan), las lluvias invernales (se dan con el desplazamiento de frentes de aire fr o procedentes de la zona del Polo Norte) y las lluvias convectivas (se originan a ra z del calentamiento de la superficie terrestre, generando corrientes verticales por las que asciende el aire caliente hœmedo, mismas que al llegar a la capa superior se enfriarÆn rÆpidamente y se producirÆ la condensaci n del vapor de agua). (SEGOB/CENAPRED, 2014c).

Cuando en un per odo muy breve, la lluvia va mÆs allÆ de la media anual de precipitaci n en una regi n se dice que ha ocurrido el fen meno meteorol gico conocido como una lluvia extrema. Saber el nivel de agua que se ha precipitado en una lluvia extrema es fundamental para planear los drenajes citadinos ya que Østos deben ser capaces de evacuar las cantidades de agua totales mÆximas para que no se presenten inundaciones urbanas.

Una lluvia extrema o torrencial es potencialmente catastr fica pues da origen a diversos fen menos como la escorrent a superficial, la erosi n acelerada del suelo y el arrastre de materiales potencialmente peligrosos por su tamaæo u acumulaci n, ademÆs de provocar la saturaci n del suelo y el incremento del caudal en las corrientes superficiales de agua. Sin un adecuado sistema de absorci n o drenaje para la cantidad de agua proveniente de una lluvia torrencial se corre el riesgo de sufrir las calamidades mencionadas anteriormente.

Como antecedentes de este fen meno hidrometeorol gico se encontr que el 27 de septiembre de 2016, Jiutepec, Temixco, TlaltizapÆn, Cuernavaca, Yautepec, TepoztlÆn y Cuautla, fueron los municipios mÆs afectados por una serie de fuertes lluvias que provocaron la ca da de Ærboles, bardas, un talud en una casa, as como el desbordamiento de una barranca y un r o. (Romero, 2017b).

Y que, en agosto de 2017, lluvias intensas dejaron los poblados de Huautla y AjucitÆn incomunicados por los deslaves de tierra y la anegaci n de las v as de comunicaci n. AdemÆs a la entrada de la comunidad de Huautla, en el municipio de Tlaquiltenango, al sur de la entidad, una camioneta fue arrastrada por la corriente pluvial que se forma en la barranca que viene de la comunidad de AjuchitÆn, al norte. Un hombre de 30 aæos, de nombre Tomas, viajaba en el veh culo arrastrado y muri . (Brito, 2017).

MAPA 128. Precipitaci n Media

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

La precipitaci n media se concentra en mayor medida en el municipio de Huitzilac, Cuernavaca y en una pequeæa zonificaci n al norte de TepozotlÆn; mÆs al centro, sur y este del estado los niveles de precipitaci n bajan. Al centro de Ayala, en Xochitepec, Jojutla y al sur de Axochiapan se encuentran los menores niveles en cuanto a presencia de lluvias extremas.

MAPA 129. Umbral de precipitaci n

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

MAPA 130. Precipitaci n TR 10, 20, 50 Y 100

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

El umbral se concentra mayoritariamente en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y al norte de TepoztlÆn. Asimismo, los municipios que limitan al estado de Morelos en las zonas norte y oeste concentran niveles elevados dentro del umbral. Al centro y sur del estado los niveles bajan y afectan en menor medida en las zonas centro de los municipios.

MAPA 131. Precipitaci n TR200

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

MAPA 132. Peligro por Lluvias extremas TR10, 20, 50 y 100

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

En los mapas de precipitaciones extremas se puede observar que en los periodos de retorno calculados de 10 a 200 aæos la presencia de lluvia se focaliza siempre en mayor medida en el mismo lugar, el cual se localiza en la zona noroeste de Morelos, afectando principalmente a las localidades que se encuentran dentro de los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, TepoztlÆn, Jiutepec y Yautepec.

Por lo tanto, la presencia de lluvias extremas dentro del estado de Morelos no se verÆ modificada significativamente, ya que Østas se esperan, con el paso de los aæos, en las mismas zonificaciones. Por otro lado, los municipios con la menor aparici n de lluvias son Tlaquiltenango y Tepalcingo, pues en dichos municipios se presenta niveles bajos de alcance en cuanto a lluvias extremas.

MAPA 133. Peligro por Lluvias extremas TR200

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

El peligro por lluvias extremas calculado para un periodo de 10 a 200 aæos es bajo en las localidades ubicadas al noroeste, los principales municipios que contienen el nivel de peligro bajo son Huitzilac y parte de Cuernavaca y TepoztlÆn. Por el contrario, los municipios que concentran en parte de su territorio un nivel de peligro alto durante los periodos de 10 a 200 aæos son Emiliano Zapata, Tlaquiltenango y Tepalcingo; cabe mencionar que en la localidad de TepoztlÆn se calcula el mayor nivel de peligro por lluvias extremas, siendo este muy alto.

Con el paso de los aæos, en los mapas se pueden observar cambios notables relacionados al nivel de peligro esperado por tormentas extremas a lo largo de Morelos, pues en el periodo calculado de 10 aæos gran mayor a del territorio concentraba un nivel de peligro medio por lluvias extremas y en los siguientes periodos se eleva en casi todo el territorio a un nivel alto o muy alto.

2.2.9 Inundaciones

Desde el principio de la civilizaciones, la gente se asentaba cerca de los r os para aprovecharlos como fuente de abastecimiento de agua, tanto para la actividad agr cola como para el consumo humano e incluso como medio de transporte, de esta manera, y conforme crec a la poblaci n y sus necesidades, la infraestructura desarrollada en las partes aledaæas a dichos cuerpos de agua tambiØn aumentaba, surgiendo as comuni dades que por su ubicaci n geogrÆfica acrecentar an el riesgo de sufrir inundaciones.

Conforme con datos obtenidos del fasc culo Inundaciones del CENAPRED, actual - mente las inundaciones son el desastre que ha aumentado mÆs rÆpidamente a nivel global, en gran parte por el acelerado desarrollo de las comunidades, el cual no solo modifica los ecosistemas, sino que degrada el medio ambiente, trayendo tambiØn como consecuencia la deforestaci n y la erosi n; mismos factores que a su vez modifican la respuesta hidrol gica de las cuencas e incrementan la ocurrencia e intensidad de inunda - ciones. (SEGOB/CENAPRED, 2014c).

Con respecto a nuestra situaci n: es un hecho que, en las planicies de los diversos cuerpos de agua, prÆcticamente todos los aæos se producen inundaciones derivadas de sus desbordamientos.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrolog a (OMM/UNESCO, 1974), la defin - ici n oficial de inundaci n es: aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce . RefiriØndose a nivel normal como aquella elevaci n de la superficie del agua que no causa daæos, en otras palabras, una inundaci n es una elevaci n inusual del agua que puede generar pØrdidas.

Entonces, el CENAPRED en su fasc culo Inundaciones de 2014, define como inundaci n todo aquel suceso que, debido a la precipitaci n, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidrÆulica provoquØ un incremento en el nivel del agua, generando invasi n o penetraci n del fluido en sitios donde regularmente es nulo, habit - ualmente provocando daæos en la poblaci n, la infraestructura, las actividades agr colas y ganaderas.

Las inundaciones pluviales son aquellas que se dan a consecuencia de la precipitaci n, ocurren cuando el suelo se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumu- larse, pudiendo permanecer desde minutos hasta d as.

Por otro lado, las inundaciones fluviales son aquellas que se generan cuando se desbor- dan los r os y el agua permanece sobre el terreno colindante. En este tipo de inunda - ciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes puede corresponder a precipitaciones generadas en cualquier parte de la cuenca, por lo que es importante observar que el volumen que escurre sobre el terreno a travØs de los cauces, se va incrementando con el Ærea de aportaci n de la cuenca, de manera que, es muy probable

Asimismo, existen las inundaciones costeras, las cuales se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que Øste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.

En lo referente a los fen menos hidrometeorol gicos podemos poner como antecedente que, en 2014, la Secretar a de Gobernaci n declar como zona de desastre natural los munic - ipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Tlaquiltenango y Jojutla en el estado de Morelos que fueron golpeados fuertemente por las lluvias e inundaciones (entre el 13 y el 16 de septiembre) provocadas por el huracÆn Ingrid y la tormenta tropical Manuel (NOTIMEX, 2013).

En 2017, el 30 de junio se reportaron inundaciones de hasta 30 cm en decenas de comercios y viviendas en los municipios de TepoztlÆn, Temixco y Jiutepec. AdemÆs, se report el desbordamiento de un canal de riego en la zona sur del estado, que inund una carretera local. (RM, 2017).

Inundaciones Pluviales

Las inundaciones pluviales, al ser producto de la acumulaci n de flujos superficiales asocia - dos a precipitaciones intensas y a la capacidad de drenaje del territorio, tienen un compo - nente topogrÆfico muy importante, pues la identificaci n de zonas bajas donde confluye el agua es el principal elemento para definir zonas susceptibles al fen meno. Ante la falta de datos clave sobre el drenaje artificial de las aguas precipitadas, el anÆlisis de las inundaciones pluviales estrictamente se enfoca al reconocimiento de las zonas topogrÆficas de acumu laci n y flujo, para identificar la susceptibilidad de la geomorfolog a al fen meno.

Para la identificaci n del fen meno se emple el Modelo Digital de Elevaciones compuesto de Curvas de Nivel a 10 metros y los modelos de Terreno LIDAR a 5 metros. Es importante reconocer que los factores antr picos de las inundaciones pluviales; red de drenaje artificial y redirecci n del flujo superficial del agua por infraestructura humana son elementos que condicionan el comportamiento de los resultados presentados, y sin embargo, la susceptibili - dad identificada reconoce la intensidad mediante condiciones geogrÆficas, inherentes al contexto geogrÆfico de la sociedad.

Dado que el anÆlisis tiene como principio bÆsico la topograf a, es necesario preacondicionar el terreno para generar un Modelo Digital de Elevaciones hidrol gicamente correcto, esto es, que no tenga huecos de informaci n, ya que los huecos son un elemento que altera drÆstica - mente los resultados de una modelaci n de flujo. Una vez preacondicionado el terreno con las herramientas de identificaci n y relleno de sumideros se procede a los siguientes procesos hidrÆulicos.

Direcci n de Flujo

Primero, para definir las caracter sticas hidrol gicas hay que entender c mo se comporta el relieve en tØrminos de drenaje, es decir, hacia donde vierten las aguas de cada celda en el MDE; esto es posible con la herramienta Direcci n de flujo.

Esta herramienta toma una superficie como entrada y proporciona como salida un rÆster que muestra la direcci n del flujo que sale de cada celda. Si se elige la opci n RÆster de eliminaci n de salida, se crearÆ un rÆster de salida con un radio del cambio mÆximo de elevaci n desde cada celda a lo largo de la direcci n de flujo hasta la longitud de la ruta entre los centros de las celdas y se expresa en porcentajes. Si se elije la opci n Forzar todas las celdas de eje para que se desplacen hacia fuera, todas las celdas en el eje del rÆster de superficie se desplazan hacia fuera desde el rÆster de superficie . (ESRI/ArcMap, 2016a)

Existen ocho direcciones de salida vÆlidas que se relacionan con las ocho celdas adyacentes hacia donde puede ir el flujo. Este enfoque comœnmente se denomina el modelo de flujo de ocho direcciones (D8) y sigue un acercamiento presentado en Jenson and Domingue (1988) . (ESRI/ArcMap, 2016a).

ILUSTRACI N 22: Direcci n de Flujo

Fuente: Descripci n de Herramientas de ArcMap (http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-flow-direction-works.htm)

La direcci n de flujo estÆ determinada por la direcci n del descenso mÆs empinado, o la ca da mÆxima, desde cada celda. Se calcula de la siguiente manera:

maximum_drop = change_in_z-value / distance * 100

La distancia se calcula entre los centros de las celdas. Por lo tanto, si el tamaæo de celda es 1, la distancia entre dos celdas ortogonales es 1, y la distancia entre dos celdas diago- nales es 1,414 (la ra z cuadrada de 2). Si el descenso mÆximo de varias celdas es el mismo, la vecindad se agranda hasta que se encuentra el descenso mÆs empinado. (ESRI/ArcM ap, 2016a).

Cuando se encuentra la direcci n de un descenso mÆs empinado, la celda de salida se codifica con el valor que representa esa direcci n. (ESRI/ArcMap, 2016a)

Si todos los elementos pr ximos son mÆs altos que la celda de procesamiento, se consider - arÆ un ruido que se rellena con el valor mÆs bajo de los elementos pr ximos, y tiene una direcci n de flujo hacia esta celda. Sin embargo, si un sumidero de una celda estÆ junto al borde f sico del rÆster o tiene como m nimo una celda NoData como vecino, no se rellena porque la informaci n del vecino no es suficiente. Para que se considere como un sumidero verdadero de una celda, debe estar presente toda la informaci n de vecino. (ESRI, 2016a).

Si dos celdas fluyen entre s , se trata de sumideros que tienen una direcci n de flujo indefini - da. Este mØtodo que deriva una direcci n de flujo de un modelo digital de elevaci n (DEM) se presenta en Jenson and Domingue (1988) . (ESRI/ArcMap, 2016a).

Acumulaci n de Flujos

La acumulaci n de Flujo es un proceso que, mediante los datos agregados por la Direcci n de Flujo define los valores necesarios para definir la red de escorrent as superficiales, es el siguiente paso a tomar para caracterizar el comportamiento hidrÆulico del relieve.

La herramienta Acumulaci n de flujo calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen en cada celda de pendiente descendente en el rÆster de salida. Si no se proporciona un rÆster de peso, se aplica un peso de 1 a cada celda, y el valor de celdas en el rÆster de salida es el nœmero de celdas que fluye en cada celda. (ESRI/ArcMap, 2016b).

En el siguiente grÆfico siguiente, la imagen superior izquierda muestra la direcci n de viaje desde cada celda y la superior derecha el nœmero de celdas que fluyen hacia cada celda. (ESRI, ArcMap, 2016b).

ILUSTRACI N 23: Acumulaci n de Flujo

Fuente: Descripci n de Herramientas de ArcMap (http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-flow-accumulation-works.htm)

Las celdas con una acumulaci n de flujo alta son Æreas de flujo concentrado y pueden ser œtiles para identificar canales de arroyos. Esto se analiza en Identificaci n de redes de arroyos. Las celdas con una acumulaci n de flujo de 0 son alturas topogrÆficas locales y se pueden utilizar para identificar crestas. (ESRI/ArcMap, 2016b).

El resultado de la acumulaci n flujo, sujeta a una ecuaci n condicional arroja la escor - rent a superficial del terreno con mayor o menor definici n, pues va a depender del nœmero de celdas confluyentes mÆximas de cada escorrent a, por ejemplo, si se desea obtener una red que identifique toda escorrent a generada a partir de 100 celdas de aportaci n, el valor condicional serÆ 100, la ecuaci n, introducida en la Calculadora rÆster es:

Value > 100

Con la ecuaci n condicional obtenemos una red de escorrent as en formato rÆster que clasifica el mÆximo de celdas aportadas a cada escorrent a definida. El siguiente paso para la definici n de las inundaciones es la identificaci n del Orden de escorrent as para identificar la intensidad de flujo y acumulaci n del agua superficial.

Clasificaci n de Corrientes por Orden Shreve

Una vez definida la red hidrogrÆfica es indispensable clasificarla por orden, pues el orden de clasificaci n, ayuda a identificar la confluencia de arroyos, es decir, aquellas zonas no solo de mayor acumulaci n sino donde la confluencia de los r os de diverso orden aporte mÆs agua a los arroyos superficiales.

La clasificaci n de arroyos es un mØtodo que asigna un orden numØrico a los v nculos en una red de arroyos. Este orden es un mØtodo para identificar y clasificar los tipos de arroyos basado en la cantidad de afluentes. Se pueden inferir algunas caracter sticas de los arroyos simplemente al conocer el orden. (ESRI/ArcMap, 2016c).

Por ejemplo, los arroyos de primer orden estÆn dominados por un flujo de agua por tierra; no tienen un flujo concentrado de aguas arriba. Por esta raz n, son mÆs susceptibles a problemas de contaminaci n sin origen de punto y pueden obtener mÆs beneficios de las zonas de influencia ribereæas amplias que de otras Æreas de la cuenca hidrogrÆfica. (ESRI/ArcMap, 2016c).

La herramienta Clasificaci n de arroyos tiene dos mØtodos para asignar rdenes. Estos son los mØtodos propuestos por Strahler (1957) y Shreve (1966). (ESRI/ArcMap, 2016c).

ILUSTRACI N 24: Clasificaci n de Corrientes Strahler (Izquierda) y Shreve (Derecha)

Fuente: Descripci n de Herramientas de ArcMap (http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-stream-order-works.htm)

En ambos mØtodos, siempre se asigna un valor de 1 a los segmentos de arroyo aguas arriba, o los v nculos exteriores. (ESRI/ArcMap, 2016c).

MØtodo de Strahler

En el mØtodo de Strahler, se asigna un orden de 1 a todos los v nculos sin afluentes y se los conoce como de primero orden. (ESRI/ArcMap, 2016c)

La clasificaci n de arroyos aumenta cuando los arroyos del mismo orden intersecan. Por lo tanto, la intersecci n de dos v nculos de primer orden crearÆ un v nculo de segundo orden, la intersecci n de dos v nculos de segundo orden crearÆ un v nculo de tercer orden, y as sucesivamente. Sin embargo, la intersecci n de dos v nculos de distintos rdenes no aumentarÆ el orden. Por ejemplo, la intersecci n de un v nculo de primer orden y segundo orden no crearÆ un v nculo de tercer orden pero mantendrÆ el orden del v nculo con el orden mÆs alto. (ESRI/ArcMap, 2016c).

El mØtodo de Strahler es el mØtodo de clasificaci n de arroyos mÆs conocido. Sin embargo, debido a que este mØtodo s lo aumenta el orden en las intersecciones del mismo orden, no tiene en cuenta todos los v nculos y puede ser susceptible a la adici n o remoci n de v nculos. (ESRI/ArcMap, 2016c).

MØtodo de Shreve

El mØtodo de Shreve tiene en cuenta todos los v nculos en la red. Al igual que en el mØtodo de Strahler, a todos los v nculos exteriores se les asigna un orden de 1. Para todos los v nculos interiores del mØtodo de Shreve, sin embargo, los rdenes son aditivos. Por ejemplo, la intersecci n de dos v nculos de primer orden crea un v nculo de segundo orden, la intersecci n de un v nculo de primer orden y uno de segundo orden crea un v nculo de tercer orden, y la intersecci n de un v nculo de segundo orden y uno de tercer orden crea un v nculo de cuarto orden. (ESRI/ArcMap, 2016c).

Debido a que los rdenes son aditivos, los nœmeros del mØtodo de Shreve se conocen como magnitudes en lugar de rdenes. La magnitud de un v nculo en el mØtodo de Shreve es el nœmero de v nculos de arroyos arriba. (ESRI/ArcMap, 2016c)

ILUSTRACI N 25: Mapa de Escorrent as reclasificadas del Orden de Shreve

MAPA 134. Susceptibilidad a Inundaciones Pluviales

Fuente: Elaboraci n propia. Para cada Cuenca identificada se replic el proceso correspondiente, ver anexo de archivos (Flood Modelling)

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED, 2012

Acumulaci n de Flujo ponderado por Orden de escorrent a Shreve

El procedimiento de acumulaci n de flujo puede ser ajustado con un rÆster de peso que ayude a definir con mayor precisi n el comportamiento h drico de los flujos en el terreno, dicho valor de peso puede ser el orden de escorrent as, un rÆster de lluvia de entrada o alguna capa que identifique zonas identificadas previamente como de mayor acumulaci n.

El rÆster de peso no fue el resultado directo de la clasificaci n de escorrent as, sino que se reclasific el Orden de Shreve en 7 categor as definidas por cortes naturales para identificar el orden de los arroyos tributarios y de mayor confluencia.

Una vez reclasificado el orden de escorrent as se integr al anÆlisis de acumulaci n de flujo como factor de peso para la actualizaci n de las zonas de acumulaci n y el Ærea total de aportaci n a los arroyos.

El resultado de recalcular la acumulaci n de flujo ponderado define el total de acumulaci n por escorrent a delimitada, es decir, la mÆxima zona de aportaci n laminar a flujos y arroyos superficiales; la mayor intensidad de captaci n y acumulaci n identifica la susceptibilidad a inundaciones pluviales.

MAPA 135. Peligro por Inundaciones Pluviales TR10, TR20, TR50, TR100

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED,2012

MAPA 136. Peligro por Inundaciones Pluviales TR200

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de Isoyetas en periodos de retorno para la Repœblica Mexicana, CENAPRED, 2012

La presencia calculada en los periodos de 10 a 200 aæos de inundaciones pluviales aumenta notoriamente de intensidad y se extiende mayoritariamente en la mayor a del territorio en un nivel medio. De igual manera los niveles altos y muy altos se extienden en regiones que comienzan desde la zona norte pasado por el centro y desembocan hacia el sur del territorio de Morelos.

Las localidades que se encuentran dentro de los municipios de TepoztlÆn, Yautepec, Jiutepec, Emiliano Zapata y TlaltizapÆn de Zapata son los mÆs afectados con niveles altos y muy altos de intensidad. Las comunidades que se encuentran en Tlaquiltenango y Tepalcingo son los menos afectados.

Inundaciones Fluviales

Las inundaciones fluviales son el producto del comportamiento del flujo de las escor - rent as sobre su cauce y las desviaciones que sufren las aguas por las lluvias que originan el flujo. Para la selecci n de los cauces sujetos a modelaci n se consider la cobertura de inundaciones fluviales del Atlas de Riesgos del Estado de Morelos 2010, y se identificaron los principales r os donde el fen meno tiene diferentes afectaciones. Una vez selecciona - dos los cauces se procedi con el mØtodo de modelaci n de flujo dinÆmico; que a grandes rasgos se puede describir como el comportamiento sobre la topograf a que tiene un flujo modelado a partir de una lluvia proyectada.

Hidrograma Unitario

Un hidrograma unitario es la representaci n estad stica que refleja el tiempo de drenado de una cuenca, ya que considera en raz n de tiempo gasto la cantidad de agua que fluirÆ por los arroyos definidos en la superficie topogrÆfica de una cuenca determinada. Los hidrogra - mas unitarios son grÆficos de l neas que determinan cuÆnta agua descargarÆ la salida de un curso de agua en el transcurso de tiempo durante una tormenta predicha. Pueden crearse analizando el tiempo que tardan las precipitaciones en viajar por una cuenca hidrogrÆfica hasta el curso de agua. (ESRI/ArcGIS, 2018).

Es indispensable la definici n de las cuencas hidrogrÆficas para poder establecer el anÆlisis del flujo superficial del agua: para dicho efecto, se emplea la herramienta Watershed sobre la definici n de escorrent as previamente identificada en el apartado de Inundaciones Pluviales. (ESRI/ArcGIS, 2018).

Definir Cuenca HidrogrÆfica

Una cuenca hidrogrÆfica es el Ærea de pendiente que contribuye con el flujo, generalmente agua, a una salida comœn como un drenaje concentrado. Puede ser parte de una cuenca hidrogrÆfica mÆs grande y tambiØn puede contener cuencas hidrogrÆficas mÆs pequeæas, denominadas subcuencas. Los l mites entre las cuencas hidrogrÆficas se denominan divisiones de drenaje. La salida, o punto de fluidez, es el punto en la superficie en el que el agua fluye fuera de un Ærea. Es el punto mÆs bajo a lo largo del l mite de una cuenca hidrogrÆfica. (ESRI/ArcMap, 2016d).

ILUSTRACI N 26: Componentes de una Cuenca HidrogrÆfica

Fuente: Descripci n de Herramientas de ArcMa (http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-watershed-works.htm)

Las cuencas hidrogrÆficas se pueden definir en base a un DEM al calcular la direcci n del flujo y utilizarla en la herramienta Cuenca hidrogrÆfica. Para determinar el Ærea de contribu ci n, primero se debe crear un rÆster que represente la direcci n del flujo con la herramienta Direcci n de flujo. (ESRI/ArcMap, 2016d).

DespuØs, deberÆ introducir las ubicaciones para las que desea determinar el Ærea de cuenca. Las ubicaciones de origen pueden ser entidades, como diques o escalas hidromØtricas, para las que desea determinar las caracter sticas del Ærea de contribuci n. TambiØn puede utilizar un umbral de acumulaci n de flujo. Cuando el umbral se utiliza para definir una cuenca hidrogrÆfica, los puntos de fluidez para la cuenca hidrogrÆfica serÆn los cruces de una red de arroyos derivados de la acumulaci n de flujo. Por lo tanto, se debe especificar un rÆster de acumulaci n de flujo y la cantidad m nima de celdas que constituyen un arroyo (el valor de umbral). (ESRI/ArcMap, 2016d).

El siguiente paso es determinar cuÆnto tiempo tarda el agua en llegar a la salida, lo que permitirÆ predecir mejor en quØ momento se producirÆ la inundaci n durante un hipotØtico evento de precipitaciones. Para determinar el tiempo que tarda el agua en fluir hasta un punto determinado, necesitamos determinar primero con quØ velocidad se mueve. Calcularemos la velocidad del agua en movimiento gracias a un campo de veloci - dad, otro tipo de capa rÆster. Existen muchos tipos de campos de velocidad y se pueden calcular con una amplia variedad de ecuaciones matemÆticas. Crearemos un campo de velocidad variable espacialmente, pero invariable en el tiempo y la descarga. Esto signifi - ca que nuestro campo de velocidad se basarÆ en las siguientes suposiciones: (ESRI/ArcGIS, 2018b).

1. La velocidad se ve afectada por componentes espaciales tales como la pendi - ente y la acumulaci n de flujo (variables espacialmente).
2. La velocidad en una ubicaci n dada no cambia con el paso del tiempo (invaria - ble en el tiempo).
3. La velocidad en una ubicaci n dada no depende del caudal de agua de la ubicaci n (invariable en la descarga).

En realidad, la velocidad podr a ser variable en el tiempo, ademÆs de variable en la descarga. Sin embargo, la incorporaci n de estas variantes requerir a datasets adicion - ales que quizÆ no estØn disponibles y requerir a tØcnicas de modelado que quizÆ no pueden replicarse en el entorno SIG. El campo de velocidad variable espacialmente e invariable en el tiempo y la descarga arrojarÆ resultados por lo general exactos, aunque es importante recordar que cualquier mØtodo siempre serÆ una aproximaci n de los fen menos observados. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Usaremos un mØtodo de creaci n de campos de velocidad propuesto por primera vez por Maidment y otros (1996).[1] En este mØtodo, se asigna a cada celda del campo de velocidad una velocidad basada en la pendiente local y el Ærea de la cuenca contribuyente (el nœmero de celdas que fluyen hacia esa celda, o acumulaci n de flujo). Se basan en la siguiente ecuaci n: (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Donde V es la velocidad de una celda individual con una pendiente local de s y un Ærea de cuenca contribuyente aguas arriba de A. Los coeficientes b y c pueden determinarse medi - ante calibraci n, un mØtodo estad stico que afina los parÆmetros de modelo de modo que los datos predichos sean lo mÆs cercanos posible a los datos observados. En este escenario, usaremos el valor recomendado del mØtodo, que es b = c = 0,5. Vm es la velocidad media de todas las celdas de la cuenca hidrogrÆfica. Supondremos una velocidad media de Vm = 0,1 m/s. Por œltimo, sb Acm es el tØrmino medio de pendiente-Ærea en toda la cuenca hidrogrÆfica. Para evitar resultados poco realistas, demasiado rÆpidos o lentos, establecere mos l mites para las velocidades m nima y mÆxima. El l mite inferior serÆ de 0,02 metros por segundo, mientras que el l mite superior serÆ de 2 metros por segundo. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

El siguiente paso es la definici n del tØrmino pendiente-Ærea, para dicho fin es indispensable calcular la pendiente del terreno con base en un Modelo Digital de Elevaciones. Una vez generada la capa rÆster tanto para la pendiente como para el Ærea de acumulaci n de flujo, calcularemos una nueva capa rÆster que las combine. La capa mostrarÆ el tØrmino pendi ente-Ærea (el valor sb Ac de la ecuaci n de Maidment y otros). La ecuaci n para la definici n del tØrmino Ærea-pendiente es la siguiente: (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Raiz cuadrada (Pendiente) * Raiz cuadrada (Acumulaci n de flujo)

El motivo por el que averiguaremos la ra z cuadrada de la pendiente y la acumulaci n de flujo es que usaremos los coeficientes recomendados (b = c = 0.5) de Maidment y otros. Un coeficiente de 0,5 equivale a la ra z cuadrada del valor. Ahora que ya disponemos del tØrmino pendiente-Ærea, podemos calcular un campo de velocidad a partir de la siguiente ecuaci n: (ESRI/ArcGIS, 2018b).

V = Vm (sb Ac) / (sb Acm) (1)

Como ya dijimos, Vm es la velocidad media de todas las celdas de la cuenca hidrogrÆfica. Usaremos un valor medio supuesto de Vm = 0,1, el recomendado por Maidment y otros. Del mismo modo, sb Acm es el tØrmino medio de pendiente-Ærea en toda la cuenca hidrogrÆfica. Dado que hemos calculado el tØrmino de pendiente-Ærea de la cuenca, podemos determinar la media exacta en lugar de basarnos en un valor supuesto. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Definido el campo de velocidad para cada cuenca hidrogrÆfica, se aplica la formula descrita en el pÆrrafo anterior mediante la siguiente ecuaci n:

0.1 * ("TØrmino Ærea-pendiente" / [Media TØrmino Ærea-pendiente])

La capa rÆster obtenida es un campo de velocidad, pero sus velocidades mÆxima y m nima son poco realistas. Por ejemplo, algunos valores del campo presentan una velocidad de 0 metros por segundo, algo improbable durante un evento de precipitaciones extremas. AdemÆs, el valor mÆximo de aproximadamente 7,5 metros por segundo es poco realista incluso en una inundaci n grave. Limitaremos los valores de velocidad con un l mite inferior de 0,02 metros por segundo y un l mite superior de 2 metros por segundo mediante el proce - so Condicionante para las estructuras rÆster. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

El siguiente paso para la definici n de las inundaciones es la generaci n de un mapa is crono cuya funci n es cartografiar el tiempo que tarda en alcanzar una ubicaci n determinada desde cualquier punto de un Ærea. Para crear el mapa is crono, se necesita primero una cuadr cula de peso. El resultado serÆ un mapa que muestre el tiempo que tarda el agua en llegar a la salida, ese valor se reclasificarÆ y obtendremos nuestro mapa isocr nico. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

El tiempo de flujo se calcula con una ecuaci n relativamente simple: la longitud que debe recorrer el agua, dividida entre la velocidad a la que fluye. Aunque ya sabemos a quØ velocidad fluye el agua gracias a su campo de velocidad, desconocemos la longitud de flujo. Para determinar la longitud de flujo, necesitamos dos variables: direcci n del flujo (que conocemos) y peso (que no conocemos). El peso, respecto del caudal, repre - senta la impedancia. Por ejemplo, el agua tarda mÆs en fluir por suelo forestal que al resbalar sobre una superficie rocosa lisa, dado que se ve obstaculizada por el terreno. Aunque calcular el peso podr a parecer dif cil sin contar con datos detallados del terreno, es posible derivar una ecuaci n para calcularlo a partir de las dos ecuaciones siguientes para determinar el tiempo de flujo: (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Flow time [T] = Flow Length [L] / Velocity [LT-1] (1)
Flow time [T] = Flow Length [L] * Weight [L-1T] (2)

Al combinar estas ecuaciones, se obtiene una nueva ecuaci n:

Peso [L-1T] = 1 / Velocity [LT-1] (3)

De este modo, es posible determinar el peso a partir de nuestra capa de campo de velocidad. MÆs adelante, usaremos la capa de cuadr cula de peso junto con su capa de direcci n de flujo para determinar la longitud y el tiempo de flujo. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

As es como para el cÆlculo del peso se realiza la siguiente ecuaci n en algebra de mapas:

1/Campo de velocidad condicionada

El siguiente es emplear la herramienta Longitud de flujo. Aunque esta herramienta, como sugiere su nombre, calcula normalmente la longitud de flujo, cuenta con un parÆmetro opcional para incluir un rÆster de peso. Si se incluye un rÆster de peso, la herramienta calcula en su lugar el tiempo de flujo. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Si se emplea la herramienta Longitud de Flujo con la capa de Direcci n de Flujo y asignando el peso con la capa obtenida previamente, la herramienta arroja el mapa de tiempo de flujo hasta la salida de la cuenca.

La capa rÆster de tiempo de flujo contiene un nœmero ingente de valores œnicos, lo que hace que el anÆlisis posterior sea complicado y engorroso. Para facilitar las cosas, reclasificaremos la capa de tiempo de flujo en zonas is cronas. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Una is crona es una l nea de contorno que pasa por todos los puntos que presentan aproxi - madamente el mismo tiempo de desplazamiento hasta la salida de la cuenca. Definiremos is cronas a intervalos de tiempo iguales de 1800 segundos (o 30 minutos). Con este interva - lo, cada celda de la primera zona is crona requerirÆ aproximadamente 1800 segundos en alcanzar la salida, cada celda de la segunda zona is crona requerirÆ 3600 segundos, y as en adelante. MÆs tarde usaremos estos intervalos de tiempo como la ordenada de su hidrogra- ma unitario. (ESRI/ArcGIS, 2018b).

Reclasificaremos el mapa resultante en intervalos de 15 minutos (900 segundos) con el fin de que Østa sea la unidad en comœn para la definici n de los hietogramas y su final cruce en hidrogramas de flujo.

Los datos obtenidos nos arrojan una tabla, la cual, al calcular el Ærea de cada is crona nos da los datos suficientes para estimar el valor del hidrograma unitario.

El cÆlculo del Ærea recorrida por cada unidad de tiempo seleccionada se describe con la ecuaci n:

`rea calculada/segundos de is crona (900)

Con la ecuaci n anterior se tiene un diagrama que aumenta en el tiempo y que representa la cantidad de lluvia en metros cuadrados sobre unidad de tiempo, cada 900 segundos y que identifica la capacidad de drenaje de la cuenca en su totalidad, con esta informaci n se puede estimar mediante el mØtodo de integraci n un hidrograma de flujo, pues con estos datos es posible estimar la relaci n entre la capacidad de la cuenca para drenar y la cantidad de precipitaci n de ingreso. Por lo que el siguiente paso es la modelaci n de las lluvias proyectadas por cada cuenca.

ILUSTRACI N 27: Mapa de Isocronas estimadas para el Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia. Para cada Cuenca identificada se replic el proceso correspondiente, ver anexo de archivos (Flood Modelling)

ILUSTRACI N 28: Hidrograma Unitario a partir de Isocronas para el Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia. Para cada Cuenca identificada se replic el proceso correspondiente, ver anexo de archivos (Flood Modelling)

Hietogramas de Diseæo de Precipitaciones Proyectadas

Un Hietograma es la representaci n grÆfica de la distribuci n de la precipitaci n efectiva por unidad de tiempo, se generan a partir de varios procedimientos que determinan bajo diver - sos parÆmetros geogrÆficos los factores de comportamiento estÆndar de las precipitaciones de determinada intensidad y periodo de retorno.

Mediante una herramienta informÆtica desarrollada por FLUMEN (Instituto de Investigaci n de DinÆmica fluvial e Ingenier a hidrol gica de Espaæa) es posible construir hietogramas mediante el mØtodo de bloques alternados, los cuÆles podemos emplear para desarrollar hidrogramas si conocemos 4 parÆmetros fundamentales. En la modalidad elegida para la construcci n de Hietogramas por bloques, aparece la leyenda (S lo Espaæa), esto se debe a que su uso se acompaæa de un mapa de isolineas para identificar el Factor Regional previa mente calculado para la naci n IbØrica, sin embargo, Øste aæo una publicaci n del Instituto de Ingenier a public los cÆlculos necesarios para estimar el Factor Regional en nuestro pa s, haciendo compatible la herramienta de diseæo de precipitaci n.

ILUSTRACI N 29: Interfaz del Programa de Distribuci n de lluvia por Bloques alternados

Fuente: Instituto de Investigaci n de DinÆmica Fluvial e Ingenieria hidrol gica de Espaæa

1. Precipitaci n acumulada en 24 horas (Pd),

La cual se obtuvo de las Isolineas de Precipitaci n para diferentes periodos de retorno estimados por el CENAPRED en 2013, la cual se interpol por el mØtodo Topo to Raster y se observ por cuenca hidrogrÆfica la precipitaci n mÆxima de la cuenca. Se tomaron los valores de lluvia acumulada en 24 horas.

2. Duraci n de lluvia (D),

La duraci n de la lluvia de diseæo debe ser equivalente a la duraci n total del drenaje de la cuenca en el hidrograma unitario; es decir la is crona mÆxima resultante en el anÆlisis previo.

ILUSTRACI N 30: Precipitacion TR 200 estimada por CENAPRED por Cuenca de cÆlculo

Fuente: Elaboraci n propia con datos de CENAPRED 2011. Para cada Cuenca identificada se replic el proceso correspondiente, ver anexo de archivos (Flood Modelling)

3. Intervalos de tiempo del hietograma, es decir de cada cuÆntos minutos queremos obtener el dato de precipitaci n, y en consecuencia el bloque del hietograma

Los intervalos de tiempo del Hietograma van a ser equivalentes a los intervalos con los cuÆles se construy el hidrograma unitario, para este estudio es equivalente a 900 segundos (15 minutos). Es de vital importancia que estos valores sean los mismos, pues de lo contrario ser a imposible integrar los valores para la creaci n de un Hidrograma de Flujo.

4. Factor Regional, coeficiente que caracteriza la intensidad de precipitaci n de la zona de la que queremos obtener el hietograma

El factor regional se obtuvo de un reciente trabajo del Instituto de Ingenier a de la UNAM denominado AnÆlisis Regional para estimar precipitaciones de diseæo en la Repœblica Mexi cana . En dicho trabajo se establecen los Factores Regionales para las grandes zonas hidrol gicas de la Repœblica Mexicana para distintos periodos de retorno; fue as como se identific el parÆmetro necesario para la modelaci n de la precipitaci n.

ILUSTRACI N 31: Tabla de Factores Regionales para la Repœblica Mexicana

Fuente: AnÆlisis regional para estimar precipitaciones de diseæo en la Repœblica Mexicana Instituto de Ingenier a de la UNAM, 2018 (https://imta.gob.mx/tyca/descargas/preprint/2018-vol-9/ene-feb/2018-01-02.pdf)

Hidrogramas de Flujo

Gracias al cÆlculo del Hidrograma unitario es posible calcular un Hidrograma de Flujo o de Crecidas, ya que los parÆmetros necesarios para la definici n del caudal final son la precipitaci n de entrada y la respuesta de drenaje de la cuenca, es as como, mediante la metodolog a de Hidrograma en S, se estima el caudal asociado a una lluvia de diseæo.

La metodolog a calcula la raz n existente entre el volumen de entrada y la velocidad de drenaje de cada cuenca estudiada; as se obtiene el caudal del gasto asociado a la Precip- itaci n de diseæo estimada para diferentes periodos de retorno.

ILUSTRACI N 32: MØtodo de Hidrograma en S, Cuenca K, periodo de retorno de 200 aæos

Fuente: Elaboraci n propia. Para cada Cuenca identificada y periodo de Retorno se replic el proceso correspondiente, ver anexo de archivos (Flood Modelling)

Preparaci n del Terreno

En HEC RAS 5, se subi el MDE compuesto que se preacondiciono para los diferentes temas hidrÆulicos y se segmentaron las zonas de modelaci n alrededor de los principales cauces elegidos, el mallado de cada segmento se realiz en una red de 100x100 metros.

ILUSTRACI N 33: Terreno y datos vectoriales para discernir delimitaci n de Modelaci n

Fuente: Elaboraci n propia con Datos de intensidad de inundaci n fluvial muy alta de Atlas de Riesgos Estatal 2010, se integra la cobertura de cuencas y las escorrent as presentes para delimitar las zonas de Modelado

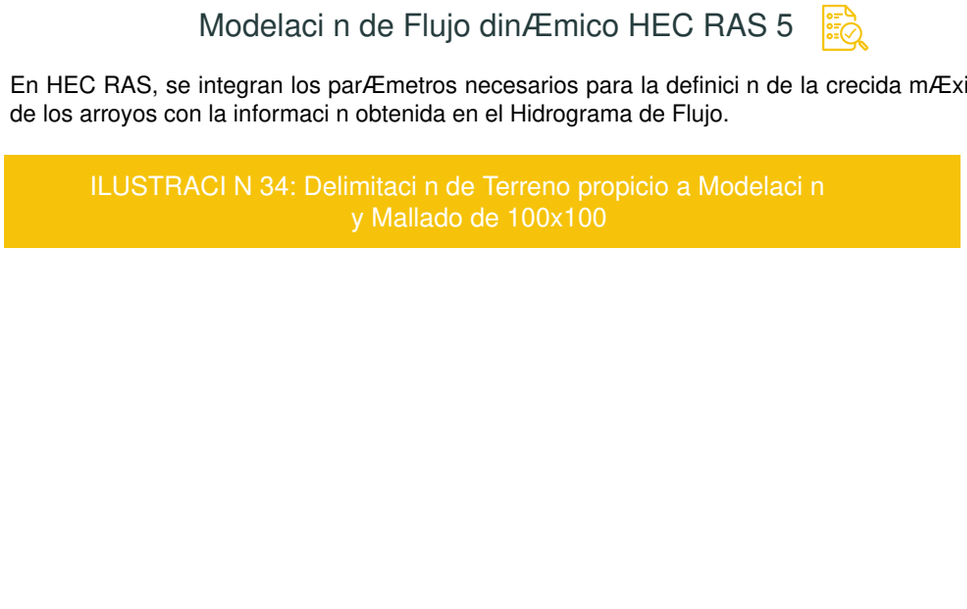
Con el mapeo de la informaci n en Hec Ras se concluy que habr a que elaborar 5 modelaciones dispersas en 6 cuencas HidrogrÆficas, sin embargo 4 cuencas son tributari as, por lo que se modelaron en conjunto dando seguimiento a su cauce principal y al comportamiento de las inundaciones identificadas como antecedente.

La preparaci n del terreno se realiz tomando en cuenta que una menor distancia de la malla deriva en errores topol gicos y tomando en cuenta la escala del estado, el mallado es suficiente para una modelaci n eficiente.

Modelaci n de Flujo dinÆmico HEC RAS 5

En HEC RAS, se integran los parÆmetros necesarios para la definici n de la crecida mÆxima de los arroyos con la informaci n obtenida en el Hidrograma de Flujo.

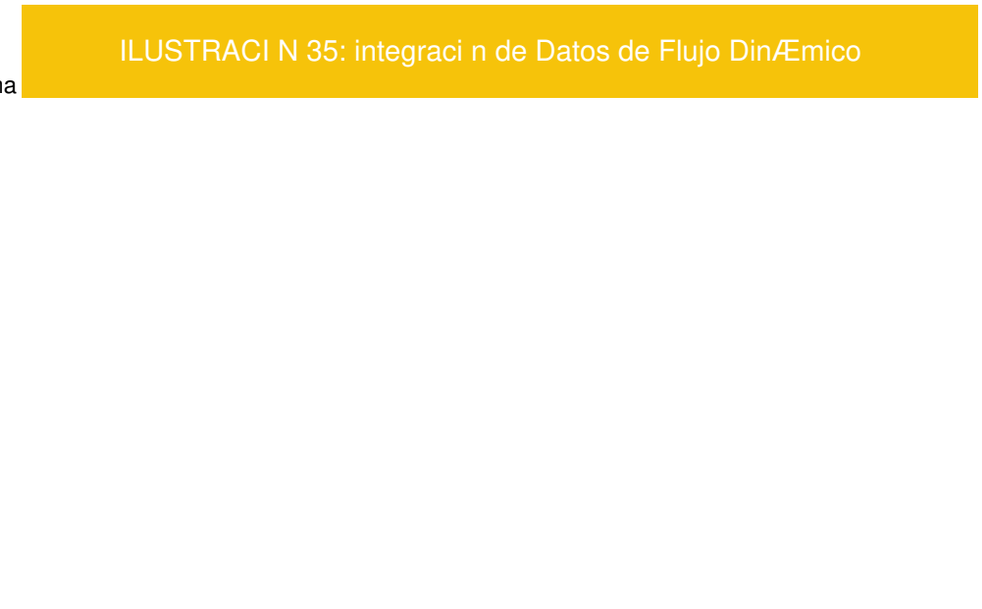
ILUSTRACI N 34: Delimitaci n de Terreno propicio a Modelaci n y Mallado de 100x100



Fuente: Elaboraci n propia en HEC RAS 5

La delimitaci n se apoya con la informaci n mapeada de antecedentes y es indispensable reconocer las condiciones de cuenca arriba y cuenca abajo para que el software reconozca datos de entrada y condiciones de salida de la cuenca.

ILUSTRACI N 35: integraci n de Datos de Flujo DinÆmico



Fuente: Elaboraci n propia en HEC RAS 5

En el Software integramos la informaci n del Hidrograma de Flujo estimado para cada Cuenca y Periodo de retorno en la condici n de Cuenca Arriba, es por eso que es de vital importancia haber estimado la precipitaci n para la cuenca, ya que el dato de entrada definirÆ el caudal mÆximo de agua que se modelarÆ en el terreno.

El tiempo de intervalo para cada fila del Hidrograma es de 15 minutos, en concordancia con los cÆlculos hasta ahora establecidos; el ingreso del Hidrograma de Flujo debe realizarse con cuidado, considerando que los parÆmetros coincidan con aquellos que establecimos a lo largo del total del desarrollo de los datos hidrÆulicos para cada cuenca estudiada.

Al representar los datos en una grÆfica se identifica el periodo de mÆxima crecida por Cuenca para el periodo de retorno estudiado.

Los resultados tienen dos componentes principales; Velocidad y Profundidad del cauce mÆximo, en tØrminos de intensidad, la Profundidad se tom como elemento para la clasificaci n del fen meno, pues se reconoce la falta de datos para la generaci n de un anÆlisis bidimensional.

MAPA 137. Peligro por Inundaciones Fluviales TR10, TR50, TR100

Fuente: Elaboraci n propia

Modelaci n de flujo dinÆmico asociado a distintos periodos de retorno estimados a partir de Isoyetas del CENAPRED

MAPA 138. Peligro por Inundaciones Fluviales TR200

Fuente: Elaboraci n propia

El peligro de inundaciones fluviales en el primer periodo de retorno correspondiente a 10 aæos se concentra con mayor intensidad en la zona suroeste del Ærea urbanizada de Cuernavaca. En la localidad de Temixco y al norte de Xoxotla el peligro se presenta en un nivel medio. Por otro lado, el grado de peligro en las localidades de Cuautla, San Pedro Apatlaco, Anenecuilco, Ciudad Ayala, TicumÆn, TlaltizapÆn, Huatecalco, Tlaquiltenango y Jojutla es muy bajo. Dichos niveles de peligro y mismas zonificaciones coinciden con los demÆs periodos de retorno que van de 50, 100 y 200 aæos, solamente aumenta ligera mente en extensi n territorial el grado de peligro.

2.3 Fen menos de origen AntropogØnico o Antr pico

Los fen menos de origen antropogØnico o antr pico son consecuencia de las actividades humanas que generan procesos o efectos que impactan en el ambiental y en la sociedad. El estado de Morelos ha sido afectado en varias ocasiones por las actividades humanas, ya que algunos hundimientos o subsidencias son de origen antropogØnico y se deben a la extracci n del agua del subsuelo o la mala calidad de las construcciones. As , por ejemplo, el 12 de julio de 2017 se report el cierre parcial de la carretera MØxico Cuernavaca por el hundimiento de la carpeta asfÆltica a la altura del kil metro 93 mÆs 660 metros, justo en el lugar donde se encontraba la obra del Paso exprØs que ampliaba la carretera de 4 a 8 y hasta 10 carriles para que los automovilistas prevenientes de la ciudad de MØxico pudieran llegar al sur de Morelos o a Guerrero sin entrar a Cuernavaca. En el socav n cayo un veh culo con dos tripulantes que perdieron la vida. MÆs adelante se supo fue causado por el deterioro del tubo de la alcantarilla que pasaba por debajo. Las fallas en el tubo provocaron la filtraci n de agua, lo que erosion el terreno y afect los muros de contenci n de la vialidad federal. (RE, 2017) (Cfr: RP, 2017). En consideraci n a lo anterior la informaci n relativa a este tipo de fen menos que este instrumento contiene permite tomar desiciones en materia de Protec - ci n Civil.

2.3.3 Socio-Organizativos

La Ley General de Protecci n Civil (LGPC) en la fracci n XXVI del art culo 2” define como fen meno socio-organizativo a un agente perturbador que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de poblaci n, tales como: demostraciones de inconformidad social, concentraci n masiva de poblaci n, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aØreos, mar timos o terrestres, e interrupci n o afectaci n de los servicios bÆsicos o de infraestructura estratØgica (LGPC, 2014).

Las grandes concentraciones o movimientos masivos de poblaci n pueden ser: Demostra - ciones de inconformidad social, concentraci n masiva de poblaci n, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aØreos, mar timos o terrestres, e interrupci n o afectaci n de los servicios bÆsicos o de infraestructura estratØgica.

Los fen menos socio-organizativos aluden a todas aquellas manifestaciones del quehacer humano con energ a potencial para perturbar o afectar a la poblaci n y a las diversas activi - dades cotidianas que se desarrollan en la sociedad, estÆn asociados directamente con procesos del desarrollo econ mico, pol tico, social y cultural y se presentan como subproduc - to de la energ a de la poblaci n (Gobierno del Estado de Morelos, 2012).

Los accidentes de trÆnsito figuran entre los principales riesgos socio-organizativos de nuestra sociedad y es quizÆ del que se cuenta con herramientas metodol gicas y te ricas de mayor integraci n y estad stica de divulgaci n pœblica.

En el presente Atlas, se conform un produto cartogrÆfico referente a los Asentamientos Irregulares, el cual se hizo mediante el anÆlisis del crecimiento de la cobertura urbana para distintos periodos, posteriormente se identifica el tipo de propiedad del suelo perteneciente a los pol gonos de crecimiento

MAPA 139. Invasi n Urbana del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017

En las localidades de Tres Mar as, Huitzilac, al centro de Cuautla y en la punta norte del Fraccionamiento Lomas AhuatlÆn y La Joya se presenta el mayor grado de invasi n urbana en las Æreas naturales protegidas y Ejidal. Por el contrario, en las localidades de Cuernavaca, Xoxocotla, TlaltizapÆn, Tepalcingo Telixtac, Yecapixtla, XochitlÆn, Fraccion amiento Lomas de Cocoyoc y Tlayacapan la invasi n urbana es nula en su totalidad.

2.3.2 Qu mico Tecnol gicos

De acuerdo a la fracci n XXV del art culo 2” de la Ley General de Protecci n Civil (LGPC) un fen meno Qu mico-Tecnol gico es un: Agente perturbador que se genera por la acci n violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacci n molecular o nuclear. Compren - de fen menos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas t xicas, radiaciones y derrames (LGPC, 2014).

Los fen menos qu mico-tecnol gicos tienen su origen en la actividad humana relacionada con las sustancias qu micas peligrosas, por lo cual pertenecen a los llamados fen menos antropogØnicos; son eventos que se generan por la reacci n violenta de diferentes sustancias qu micas, que pasan a ser muy inestables por su interacci n molecular o nuclear.

Estos tipos de fen menos se encuentran ntimamente ligados al desarrollo industrial tecnol gico, el uso de diversas formas de energ a y al complejo manejo, utilizaci n y control de las mismas.

El transporte de sustancias qu micas en MØxico se lleva a cabo por v a carretera, ferroviaria y mar tima, este proceso implica riesgos tanto para quien realiza el transporte como para la poblaci n y ambientes colindantes. Dentro del marco legal que regula el transporte terrestre y ductos para materiales y residuos peligrosos existen diversas disposiciones para disminuir el peligro y los riesgos en la realizaci n de esta actividad.

As pues, debido a la peligrosidad en el manejo de las sustancias qu micas, es necesario adoptar una serie de precauciones bÆsicas al diseæar el Ærea de almacenamiento y manejo de las mismas, para evitar que se produzcan incendios, fugas, explosiones, las mismas que la industria lleva a cabo para operar de manera segura y eficiente.

De acuerdo al Atlas Estatal de Riesgos y Peligros de 2012, en Morelos la actividad industrial mÆs importante se desarrolla en los municipios de Cuernavaca, Cuautla, Jiutepec, Yautepec, Xochitepec, Axochiapan y Ayala, particularmente en los tres parques industriales consolida - dos: dos en la ZMC: la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) y el Parque Industri- al Emiliano Zapata (EZ), y el tercero, en la zona metropolitana de Cuautla (Parque Industrial de Cuautla, PIC), en donde destacan las industrias qu mica farmacØutica, metal-mecÆnica, automotriz y textil. (Gobierno del Estado de Morelos, 2012).

Aunque el almacenamiento, la transformaci n y el transporte de las sustancias y materiales peligrosos es de uno de los fen menos que mÆs atenci n requiere en la elaboraci n de un programa de protecci n civil, la informaci n disponible es insuficiente para evaluar con precisi n el peligro y por tanto el riesgo y la vulnerabilidad asociadas (tanto por la confiden - cialidad de la informaci n sobre almacenaje y transporte de hidrocarburos, como por la falta de estad sticas de uso y generaci n de materiales y residuos peligrosos en el sector industri - al).

Pese a la falta de informaci n sobre el manejo de residuos, es de amplio conocimiento que el manejo de dichos elementos qu micos presenta deficiencias, lo que perjudica gravemente los ecosistemas locales, ya que los qu micos depositados en tiraderos de basura de forma inapropiada, pueden afectar no solo el suelo, sino los cuerpos de agua subterrÆneos.

De acuerdo al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, la mayor parte de las sustancias peligrosas reportadas son arrojadas al agua y al aire.

En Morelos existen diferentes antecedentes de la incidencia de este tipo de fen menos, por ejemplo el 18 de febrero de 2017 se registr una explosi n, en industrias Tecnos, en el Ærea de mezclado de qu micos, ubicadas en Ahuatepec, poblado que se encuentra sobre la carretera federal MØxico-Cuernavaca. La empresa se dedica a la fabricaci n de balas y cartuchos, dos personas resultaron heridas y fueron trasladadas al hospital cerca do de la localidad de Plan de Ayala (ZCN, 2017).

El primero de diciembre de 2017, a las 8:57 horas, se registr una fuerte explosi n en la localidad de Montecristo en el municipio de Huitzilac, la explosi n se origin en un ducto de PEMEX cuando huichicoleros (ladrones de combustible) intentaban roban mÆs de dos mil litros de gasolina de una toma clandestina. En la regi n se hab an identificado con anterioridad diversas tomas clandestinas de combustible. (Maret, 2017).

Como bien se ha dicho antes, la mayor problemÆtica para definir la intensidad del poten - cial de daæos es necesario tener datos con los cuÆles trabajar; es por esta raz n que se identificaron, mediante el Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas (INEGI, 2017) aquellos giros mercantiles que pudiesen contar en su actividad con residu- os t xicos.

El tipo de giros identificados son todos aquellos edificios industriales con procesos de transformaci n de la materia, y se realiz un anÆlisis de Interpolaci n local.

MAPA 140. Giros con manejo de qu micos del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017

De igual manera se filtraron los giros mercantiles que manejen qu micos en su actividad, bajo el entendido de que dichos giros forman parte del proceso de transporte, almacenamiento y manejo de qu micos.En esta categor a se integraron tanto laboratorios, como farmacØuticas, venta de productos qu micos, de limpieza, aceites o pinturas y se le asign un Ærea de influencia de tres niveles, a 100, 500 y 1000 metros.

En general, la densidad de giros con manejo de residuos t xicos se concentra a lo largo de las zonas urbanas fuertemente. En los l mites al norte del Ærea urbana de Cuernavaca y Emiliano Zapata y en las localidades de Cuentepec, TepoztlÆn, Huazulco, Jantetelco, ChInameca, Telixtac, Ixtilco, Puente de Ixtla, La Joya, Jantetelco, Amayuca, Axochiapan y San San Gabriel las Palmas la densidad de giros es muy alta.

MAPA 141. Giros con manejo de qu micos del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017

Los puntos de consumo de combustible y Gas, identificados en el mapa siguiente son un elemento de alta importancia, pues son en este tipo de giros mercantiles donde el manejo de las contingencias es vital para reducir la propagaci n de alguna actividad irregular. Una vez identificados los giros de consumo de combustible se procedio a elabo - rar un radio de seguridad de 500, 1000 y 1500 metros, de cierta forma en concordancia con las normativas mÆs elementales en materia de gesti n de contingencias antropogØnicas.

Las Æreas que concentran un mayor manejo de qu micos son las ubicadas al noroeste y centro-norte del estado de Morelos. Algunas de las localidades en donde se manejan mÆs qu micos son Tres de Mayo, Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n, Yautepec de Zaragoza, Cuautla, Yecapiztla y Axochiapan.

MAPA 142. Radios de seguridad en Contingencias der Gasoliner as del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017

Los municipios que concentran un mayor nœmero de gasolineras en el estado de Morelos son Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Emiliano Zapata, Zacatepec y Xochitepec. Cabe mencionar que al centro de las zonas urbanas el radio de seguridad se encuentra en el grado de contin - gencia 500 y en las zonas extremas este aumenta hasta un grado de contingencia de 1500.

2.3.2.1 Incendios

Desde el inicio de los tiempos se han suscitado los incendios forestales. Los cuales, as como se produc an de manera natural, debido a los rayos; se extingu an de manera tambiØn natural: ya fuera a causa de la precipitaci n o al encontrarse con r os, lagos y acantilados.

En MØxico actualmente el uso del fuego en actividades agropecuarias es el procedimiento mÆs econ micos empleado por los campesinos para desechar los residuos agr colas de sus plant os; provocando como consecuencia incendios forestales.

El incendio forestal se produce cuando el fuego afecta los combustibles vegetales naturales, cuya quema no estaba prevista, lo que obliga a intentar su extinci n. Es decir, para que se genere un incendio se necesitan 3 elementos: calor, ox geno y combustibles.

De acuerdo con el fasc culo del CENAPRED Incendios forestales las causas que originan estos incendios se atribuyen principalmente a la actividad humana. En MØxico se estima que estas alcanzan el 99% del total nacional y s lo 1% tiene como causa fen menos naturales derivados de eventos meteorol gicos. De estas causas se estima que el 44% del total se deben a actividades agropecuarias como las quemas de pastizales y la prÆctica de roza-tumba y quema. (SEGOB/CENAPRED, 2014b).

Las causas de los incendios se pueden clasificar dentro de los siguientes 4 campos:
Naturales: Ya sea por tormentas elØctricas o erupciones volcÆnicas.

Accidentales: A consecuencia de accidentes de origen humano (accidentes automovil sti - cos, aØreos, etc).

Negligencias: En general tienen que ver con quemas agropecuarias, fogatas, fumadores, quema de basura y uso del fuego en otras actividades dentro de las Æreas forestales.
Intencionales: Se refiere a las quemas producto de conflictos entre individuos o comuni - dades, la tala ilegal o los litigios.

Los incendios forestales afectan a los ecosistemas de diversas maneras, pues restan vegetaci n y valores ambientales al mismo tiempo que daæan la regeneraci n de los bosques y selvas, debilitan al arbolado, reducen el valor econ mico de los productos forestales, provocan la degradaci n del suelo y perjudican o matan la micro fauna y fauna. En las zonas Æridas, por ejemplo, los daæos por incendios suelen ser catastr ficos principalmente por los endemismos.
No obstante, existen algunos efectos benØficos que ocasionan los incendios, como son el favorecimiento para germinaci n de ciertas semillas, renovaci n de pastizales e incor - poraci n de nutrientes al suelo.

Como antecedente de la presencia de este fen meno antropogenico, en el aæo 2013 el Instituto Estatal de Protecci n Civil (IEPC) del estado de Morelos report que para fines de marzo de ese aæo se hab an registrado 65 incendios forestales que afectaron alrede dor de 610 hectÆreas de renuevo, pastizales, arbustos y terrenos orgÆnicos siendo los municipios mÆs afectados Huitzilac, Cuernavaca, Tlalneplantla, Yautepec y TepoztlÆn. (Tonatzin, 2013).

Entre TepoztlÆn y Tlacayapan, el 11 de abril de 2013, se registr un incendio en el cerro de Las mariposas. Uno de los de mayor intensidad en la entidad, pues en s lo cuatro d as ya hab a acabado con 300 hectÆreas del Corredor Biol gico Chichinautzin. Para media- dos de abril la cuenta de los incendios del aæo 2013 ya hab a subido a 117 (Ferrant, 2013).

Para la definici n del mapa de Susceptibilidad a Incendios Forestales se integrar n 4 capas de informaci n principales; el ndice de topogrÆfico de humedad, la pendiente, la vegetaci n combustible y los datos estad sticos de incendios del municipio.

El ndice topogrÆfico de Humedad es aquel que desarrolla las zonas mÆs susceptibles a encontrarse secas dada la condici n de receptor o vertiente de agua y se emplea para definir, junto a la pendiente el factor de distribuci n de un incendio forestal.

La cobertura de vegetaci n combustible se construy tomando en cuenta dos variables principales; uso de suelo y vegetaci n obtenido de una imagen de satellite Landsat a 30 metros para 2010, la cuÆl se clasifico conforme a la densidad de la vegetaci n como acumulaci n de combustible.

Se emplearon datos obtenidos del Programa Estatal de Prevenci n de Incendios Forestales 2018 para identificar las zonas de mayor incidencia hist rica de incendios, y con esta informaci n se defini finalmente la cobertura de susceptbilidad a incendios forestales.

Se cruzaron los insumos para definir las zonas de mayor o menor propensi n a sufrir incendios y se clasificaron mediante el proceso de cortes naturales.

MAPA 143. Incendios Forestales del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del observatorio Estatal de la Sustentabilidad de Morelos, 2018

Las zonas de mayor susceptibilidad del fen meno son los municipios del Norte, los cuÆles cumplen con creces con las dos variables de dispersi n; frondosidad del combustible y pendiente abrupta, espec ficamente Huitzilac, Tepoztlan, Tlalnepantla y Cuernavaca.

2.3.4 Sanitario - Ecol gicos

En los municipios de Tlaquiltenango, Tepalcingo, en la zona oeste de Temixco y Ayala y, al sur de MiacatlÆn y CoatlÆn del R o la intensidad de incendios forestales es muy alta. Las localidades que presentan un peligro mayor de presenciar este tipo de incendios son la Unidad Habitacional Rinconada, Zacatepec de Hidalgo y la Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n. Por otro lado, en las zonas urbanizadas ubicadas en el municipio de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla y Axochiapan el peligro es muy bajo.

Segœn el art culo 2” de la Ley General de Protecci n Civil (LGPC), fracci n XXVI un Fen meno Sanitario-Ecol gico se especifica como un: Agente perturbador que se genera por la acci n pat gena de agentes biol gicos que afectan a la poblaci n, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteraci n de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del tØrmino. En esta clasificaci n tambiØn se ubica la contaminaci n del aire, agua, suelo y alimentos (LGPC, 2014).

Con el objetivo de contar con informaci n valdiada a nivel nacional, se mapea la informaci n referente al tema de contaminaci n del aire y agua, elaboradas por el Institu - to Nacional de Ecolog a y Cambio ClimÆtico.

MAPA 144. Grado de Contaminaci n Superficial del Agua del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del observatorio Estatal de la Sustentabilidad de Morelos, 2018

La contaminaci n superficial de agua es muy alta en casi todo el territorio de Cuautla, trastocando las localidades de Peæa Flores y Cuautla; tambiØn, en la zona norte y sur de Ayala afectando a las localidades San Pedro Apatlaco, Anenecuilco, Ciudad Ayala y Chinameca y, de igual manera, en el municipio de Yautepec en la localidad de Yautepec de Zaragoza. Asimismo, en las localidades .

Vulnerabilidad

La magnitud de un desastre estÆ condicionda por la vulnerabilidad del contexto sobre el que incide un fen meno perturbador. Diversas son las condiciones sociales, econ mi - cas, pol ticas y f sicas que se combinan a un tiempo para generar las afectaciones que provocan vulnerabilidad en una poblaci n. (Wilches-Chaux, 1993; Cardona, 2003). La Vulnerabilidad se analiza en tres dimensiones: Vulnerabilidad Social, F sica y Global.

3.1 Vulnerabilidad Social

La Vulnerabilidad Social es definida por el CENAPRED como el conjunto de carac - ter sticas sociales y econ micas de la poblaci n que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con las capacidad de prevenci n y respuesta de la misma frente a un fen meno (SEGOB/CENAPRED, 2014f).
El anÆlisis de la Vulnerabilidad Social del estado de Morelos se basa en la metodolog a propuesta por el CENAPRED (SEGOB/CENAPRED, 2014f), al examinar las condiciones sociales y econ micas de su poblaci n a travØs de cinco temÆticas de indicadores (com- ponentes de Vulnerabilidad) y enumerar la capacidades de respuesta y prevenci n sobre cuestiones relativas al riesgo ante desastres que presentan las autoridades guber- namentales (de Protecci n Civil) del estado.
El anÆlisis para las condiciones socioecon micas estima Indicadores de Salud, Educaci n, Vivienda, Poblaci n y Empleo e Ingresos, desarrollado a dos escalas. Prime - ro, la escala con un valor para cada municipio, de acuerdo a la metodolog a propuesta por el CENAPRED, con el objetivo de integrar la informaci n mÆs reciente (datos del 2015). Segundo, la escala a nivel localidad donde se detalla informaci n del interior del municipio, a fin de otorgar mayor resoluci n espacial para facilitar la toma de decisiones.

Condiciones Socioecon micas por Componentes de Vulnerabilidad

Las condiciones socioecon micas se analizan a travØs de cinco componentes temÆticos: Salud, Educaci n, Vivienda, Empleo e Ingresos y Poblaci n, constituidos por 18 indica - dores socioecon micos, de acuerdo con la metodolog a del CENAPRED (SEGOB/CE - NAPRED, 2014f). Dichos indicadores se elaboraron a nivel municipal con los datos estad sticos disponibles de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015 y a nivel localidad con la informaci n del Censo de Poblaci n y Vivienda de INEGI 2010, ambos con sus respectivos cuestionarios ampliados.

Los cinco componentes representan el 15% del ndice de Vulnerabilidad Social, es decir un 75%. El 25% restante de la valoraci n se conforma con la informaci n obtenida por las capacidades de respuesta y prevenci n de las autoridades gubernamentales.

Las tablas con la informaci n de los componentes de vulnerabilidad se presentan con un valor por cada municipio, donde el grado de vulnerabilidad se clasifica de acuerdo a los valores establecidos en la metodolog a del CENAPRED (SEGOB/CENAPRED, 2014f).

La representaci n espacial de los indicadores se puede apreciar en la cartograf a de la caracterizaci n social antes presentada, la cual se encuentra clasificada a partir del comportamiento de cada indicador en el territorio, con el proceso estad stico de cortes naturales.
Los indicadores socioecon micos de una misma temÆtica se integran en una sola cober- tura para conformar la cartograf a de cada componente de vulnerabilidad.

El valor de vulnerabilidad se clasifica en cinco categor as; muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo grado de vulnerabilidad, donde un alto grado representa peores condiciones socioecon micas y un bajo grado mejores condiciones. Es otras palabras, cada indica - dor, con su pertinente cobertura, representa las caracter sticas y Æreas menos vulnera- bles con vulnerabilidad muy baja y con vulnerabilidad muy alta las particularidades y superficies mÆs vulnerables.

Clasificar la vulnerabilidad local se realiza para conocer el contexto municipal efectivo y de esa forma determinar las regiones con menor o mayor vulnerabilidad en el municipio, el panorama representado en la calificaci n de un solo valor municipal al no ser identifi - cado interiormente hace mÆs dif cil tomar decisiones. Al utilizar la vulnerabilidad a nivel local se mantiene la precisi n de la informaci n incorporada para medir la vulnerabili - dad social pues se limita la homogenizaci n y pØrdida de datos de las diferentes condi - ciones en la escala. Cabe aclarar que, dados los indicadores disponibles a escala munici- pal, no resulto posible utilizar la clasificaci n mencionada anteriormente para los indica - dores de:MØdicos por cada 1,000 habitantes, Tasa de Mortalidad Infantil, Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lÆmina de cart n, DØficit de Vivienda, Porcentaje de la PEA que recibe ingresos de menos de 2 salarios m nimos, Densidad de poblaci n y, por tanto, se us un grado de vulnerabilidad realizado con base en los niveles que las fuentes oficiales otorgaron.

Por lo anterior, las regiones con mayor susceptibilidad de sufrir grandes impactos (por sus condiciones socioecon micas) que pueden desencadenar catÆstrofes en el municip- io son mostradas por cada cobertura temÆtica. Tales regiones con altos grados de vulnerabilidad son las que necesitan concentrar la mayor atenci n para reducir la vulner - abilidad y aumentar la capacidad de los habitantes de las comunidades en lo referente a programas sociales, infraestructura, etc. AdemÆs, centrar recursos de gesti n y planeaci n para mejorar la prevenci n en lo referente a la acci n civil y gubernamental.

Vulnerabilidad Social por TemÆtica

A continuaci n se presentan los valores de los indicadores que integran cada compo - nente del estado de Morelos, con su respectiva calificaci n de vulnerabilidad.

Componente Salud

El componente salud en una determinada comunidad es reflejo de su desarrollo socio - econ mico y de su grado de vulnerabilidad. Por tanto, se requiere conocer el acceso y la capacidad de atenci n a servicios bÆsicos de salud que la poblaci n municipal tiene.

Son tres los indicadores de salud: 1) MØdicos por cada mil habitantes (Cobertura de servicios de salud). 2) Porcentaje de derechohabientes. 3) Tasa de mortalidad. En la siguiente Tabla se pueden observar los valores de los indicadores con su calificaci n de vulnerabilidad y la clasificaci n de cada factor en el sector salud.

Tabla 65 Indicadores del componente Salud del estado de Morelos 2015

Componente	Indicador	Intervalos	Grado de Vulnerabilidad	Valor	Rangos del Estado de Morelos	Calificación de Vulnerabilidad
	Cobertura de servicios de salud (MØdicos por cada 1,000 habitantes)	De 0.20 a 0.39 MØdicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alto	1		
		De 0.4 a 0.59 MØdicos por cada 1,000 habitantes	Alto	0.75		
		De 0.6 a 0.79 MØdicos por cada 1,000 habitantes	Medio	**0.50**	**SD**	**SD**
		Uno o mÆs MØdicos por cada mil habitantes	Muy Bajo	0		
	Tasa de Mortalidad Infantil	De 17.2 a 27.1	Muy Bajo	**0**		
		De 27.2 a 37.0	Bajo	0.25		
SALUD		De 37.1 a 47.0	Medio	0.50	0.96	**0**
		De 47.1 a 56.9	Alto	0.75		
		57.0 mÆs	Muy Alto	1		
	Porcentaje de la poblaci n no derechohabiente	De 17.63 a 34.10	Muy Bajo	**0**		
		De 34.11 a 50.57	Bajo	0.25		
		De 50.58 a 67.04	Medio	0.50	15.52	**0**
		De 67.05 a 83.51	Alto	0.75		
		83.52 mÆs	Muy Alto	1		
Total Salud					0.0	

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Componente Educaci n

En el bienestar personal de la poblaci n y en la adaptaci n de acciones reactivas y preventivas frente a riegos influye en gran medida el componente educaci n en una comunidad. Por ello, la educaci n tambiØn es un componente de la vulnerabilidad social. Los tres indicadores ha considerar son: 1) Poblaci n de 14 aæos o mÆs que va al colegio. 2) Promedio de grado escolar. 3) Porcentaje de analfabetas.

Tabla 66 Indicadores del componente Educaci n del estado de Morelos 2015

Componente	Indicador	Intervalos	Grado de Vulnerabilidad	Valor	Rangos del Estado de Morelos	Calificaci n de Vulnerabilidad
	Porcentaje de analfabetismo	De 1.07 a 15.85	Muy Bajo	0		
		De 15.86 a 30.63	Bajo	0.25		
		De 30.64 a 45.41	Medio	0.50	4.95	0
		De 45.42 a 60.19	Alto	0.75		
		60.20 mÆs	Muy Alto	1		
	Porcentaje de la demanda en educaci n bÆsica (Porcentaje de poblaci n de 3 a 14 aæos que asiste a la escuela)	De 42.72 a 54.17	Muy Alto	1		
		De 54.18 a 65.62	Alto	0.75		
EDUCACI N		De 65.63 a 77.07	Medio	0.50	87.51	0.25
		De 77.08 a 88.52	Bajo	0.25		
		88.53 mÆs	Muy Bajo	0		
	Grado Promedio de Escolaridad	De 1 a 3.2	Muy Alto	1		
		De 3.3 a 5.4	Alto	0.75		
		De 5.5 a 7.6	Medio	0.50	9.30	0.25
		De 7.7 a 9.8	Bajo	0.25		
		De 9.9 mÆs	Muy Bajo	0		
Total Educaci n	0.50					

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Componente Vivienda

Las caracter sticas de la vivienda ayudan a vislumbrar la calidad de vida y el grado de exposici n de determinada poblaci n. El componente Vivienda se integra de seis indicadores: Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada, Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje, Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad, Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lÆmina de cart n, Porcentaje de viviendas con piso de tierra y dØficit de vivienda.

Tabla 67 Indicadores del componente Vivienda del estado de Morelos 2015

Componente	Indicador	Intervalos	Grado de Vulnerabilidad	Valor	Rangos del Estado de Morelos	Calificaci n de Vulnerabilidad
	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	De 0 a 19.96	Muy Bajo	0		
		De 19.97 a 39.92	Bajo	0.25		
		De 39.93 a 59.88	Medio	0.50	5.73	0
		De 59.89 a 79.84	Alto	0.75		
		79.85 mÆs	Muy Alto	1		
	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	De 1.21 a 20.96	Muy Bajo	0		
	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	De 1.21 a 20.96	Muy Bajo	0		
		De 20.97 a 40.71	Bajo	0.25		
Vivienda		De 40.72 a 60.46	Medio	0.50	2.38	0
		De 60.47 a 80.21	Alto	0.75		
		80.22 mÆs	Muy Alto	1		
	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	De 0 a 19.76	Muy Bajo	0		
		De 19.77 a 39.52	Bajo	0.25		
		De 39.53 a 59.28	Medio	0.50	0.56	0
		De 59.29 a 79.04	Alto	0.75		
		79.05 mÆs	Muy Alto	1		

	Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lÆmina de cart n	De 0 a 3.84	Muy Bajo	0		
		De 3.85 a 7.68	Bajo	0.25		
		De 7.69 a 11.52	Medio	0.50	1.003	0
		De 11.53 a 15.36	Alto	0.75		
		15.37 MÆs	Muy Alto	1		
	Porcentaje de viviendas Con piso de tierra	De 1.52 a 20.82	Muy Bajo	0		
		De 20.83 a 40.12	Bajo	0.25		
		De 40.13 a 59.42	Medio	0.50	3.71	0
		De 59.43 a	Alto	0.75		
		De 25.82 a 37.90	Medio	0.50	4.85	0
		De 37.91 a 49.99	Alto	0.75		
		De 50 mÆs	Muy Alto	1		
Total Vivienda			0.0			

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Componente Empleo e Ingresos

La calidad de vida de una poblaci n en tØrminos de ingresos y poder adquisitivo refleja la vulnerabilidad ante una catÆstrofe. El componente Empleo e Ingresos se integra por los indicadores de: Porcentaje de la poblaci n Econ micamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios m nimos, Raz n de Dependencia y Tasa de desempleo abierto.

Tabla 68 Indicadores del componente Empleo e Ingresos del estado de Morelos 2015

Componente	Indicador	Intervalos	Grado de Vulnerabilidad	Valor	Rangos del Estado de Morelos	Calificaci n de Vulnerabilidad
	Porcentaje de la poblaci n econ micamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios m nimos	De 18.41 a 34.50	Muy Bajo	0		
		De 34.51 a 50.59	Bajo	0.25		
		De 50.60 a 66.68	Medio	0.50	40.17	0.25
		De 66.69 a 82.77	Alto	0.75		
		82.78 mÆs	Muy Alto	1		
	Raz n de Dependencia	De 37.72 a 57.69	Muy Bajo	0		
		De 57.70 a 77.66	Bajo	0.25		
EMPLEO E INGRESOS		De 77.67 a 97.63	Medio	0.50	51.73	0
		De 97.64 a 117.60	Alto	0.75		
		117.61 mÆs	Muy Alto	1		
	Tasa de desempleo abierto	De 0 a 3.09	Muy Bajo	0		
	abierto	De 3.10 a 6.18	Bajo	0.25		
		De 6.19 a 9.27	Medio	0.50	4.52	0.25
		De 9.28 a 12.36	Alto	0.75		
		12.37 mÆs	Muy Alto	1		
Total Empleo e ingresos				0.50		

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Componente Poblaci n

Ser susceptible a afectaciones en caso de catÆstrofe depende en buena medida de las caracter sticas de una comunidad, de all la importancia, para la planeaci n territorial, de saber c mo se concentra y dispersa una poblaci n. El componente de Poblaci n se constituye por tres indicadores: Densidad de Poblaci n, Porcentaje de poblaci n de habla ind gena y Dispersi n poblacional.

Tabla 69 Indicadores del componente Poblaci n del estado de Morelos 2015

Componente	Indicador	Intervalos	Grado de Vulnerabilidad	Valor	Rangos del Estado de Morelos	Calificaci n de Vulnerabilidad
	Densidad de poblaci n	De 1 a 99 Habitantes por km2	Muy Bajo	0		
		De 100 a 499 Habitantes por km2	Bajo	0.25		
		De 500 a 999 Habitantes por km2	Medio	0.50	391.81 Habitantes por km^2	0.25
		De 1,000 a 4,999 Habitantes por km2	Alto	0.75		
		MÆs de 5,000 Habitantes por km2	Muy Alto	1		
		MÆs de 5,000 Habitantes por km2	Muy Alto	1		
POBLACI N	Porcentaje de poblaci n de habla ind gena	Menos del 40% de la poblaci n	Predominantemente no ind gena	0	1.98	0
		MÆs del 40% de la poblaci n	Predominantemente ind gena	1		
	Dispersi n poblacional	De 0 a 9.9	Muy Bajo	0		
		De 10 a 19.9	Bajo	0.25		
		De 20 a 29.9	Medio	0.50	17.35	0.25
		De 30 a 39.9	Alto	0.75		
		40 mÆs	Muy Alto	1		
Total Poblaci n				0.50		

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Calificaci n de las Caracter sticas Socioecon micas del Estado de Morelos

Con la calificaci n de vulnerabilidad de cada componente temÆtico, elaborado de acuerdo a la metodolog a del CENAPRED, se obtuvieron los siguientes resultados en la calificaci n de las caracter sticas socioecon micas del Estado de Morelos:

Tabla 70 Calificaci n de las caracter sticas socioecon micas del Estado de Morelos, 2015

Rubro	Nœmero de indicadores	Calificaci n	Promedio
Salud	3	0.00	0
Educaci n	3	0.50	0.166
Vivienda	6	0.00	0
Empleo e ingresos	3	0.50	0.166
Poblaci n	3	0.50	0.166

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Calificaci n final de las caracter sticas socioecon micas del Estado de Morelos	0.498

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

La siguiente tabla identifica la calificaci n de vulnerabilidad, realizada con base en la metodolog a del CENAPRED, de los componentes temÆticos para cada municipio de Morelos.

Tabla 71 Calificaci n de los componentes socioecon micos por municipio del Estado de Morelos, 2015

Municipio	CVEGEO	Componente Salud	Componente Educaci n	Componente Vivienda	Componente Empleo e ingresos	Componente Poblaci n
Amacuzac	17001	0.50	0.50	0.00	0.75	0.50
Atlatlahucan	17002	0.75	0.5	0.00	0.50	0.50
Axochiapan	17003	0.00	0.75	0.00	1.00	0.5
Ayala	17004	0.50	0.5	0.00	0.75	0.5
CoatlÆn del R o	17005	0.00	0.75	0.00	1.00	0.5
Cuautla	17006	0.00	0.5	0.00	0.50	1
Cuernavaca	17007	0.00	0	0.00	0.25	1
Emiliano Zapata	17008	0.00	0.5	0.00	0.50	1
Huitzilac	17009	0.50	0.25	0.25	0.25	0.5
Jantetelco	17010	0.50	0.5	0.00	0.75	0.5
Jiutepec	17011	0.75	0.00	0.00	0.50	1
Jojutla	17012	0.00	0.5	0.00	0.50	0.5
Jonacatepec	17013	0.00	0.5	0.00	0.50	0.5
Mazatepec	17014	0.75	0.5	0.00	0.75	0.5
MiacatlÆn	17015	0.25	0.75	0.00	0.75	0.5
Ocuituco	17016	0.00	0.5	0.00	1.25	0.5
Puente de Ixtla	17017	0.75	0.50	0.00	0.50	0.5
Temixco	17018	0.25	0.5	0.00	0.50	1
Tepalcingo	17019	0.25	0.5	0.00	0.75	0.25
TepoztlÆn	17020	0.50	0.5	0.25	0.50	0.5
Tetecala	17021	0.00	0.50	0.00	0.50	0.5
Tetela del VolcÆn	17022	0.25	0.75	0.00	1.00	0.5
Tlalnepantla	17023	0.25	0.5	0.50	0.75	0.25
TlaltizapÆn	17024	0.50	0.5	0.00	0.50	0.5
Tlaquiltenango	17025	0.25	0.50	0.00	0.75	0.25
Tlayacapan	17026	0.00	0.5	0.00	0.50	0.5
Totolapan	17027	0.50	0.5	0.25	1.00	0.5
Xochitepec	17028	0.75	0.5	0.00	0.50	0.75
Yautepec	17029	0.00	0.5	0.00	0.50	0.75
Yecapixtla	17030	0.25	0.5	0.00	0.50	0.5
Zacatepec	17031	0.00	0	0.00	0.50	1
Zacualpan	17032	0.25	0.25	0.00	1.00	0.5
Temoac	17033	0.75	0.50	0.00	0.75	0.5

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

A continuaci n se describe la distribuci n espacial de los componentes temÆticos y la concerniente Vulnerabilidad Social presente en la entidad.

Distribuci n espacial de la Vulnerabilidad Social por Componente Socioecon mico.

El grado de vulnerabilidad relacionado con el componente Salud se encuentra en su mayor a bajo, sin embargo, el grado medio se hace presente en gran medida dentro del territorio de Morelos, en espec fico al norte y oeste del estado. El mayor nivel -clasifica - do como Alto y Muy Alto- de vulnerabilidad se ubica en pequeæas localidades, entre ellas se encuentran TepozotlÆn, Huitzilac, Fraccionamiento Lomas de Cocoyol en Atlatla hucan, Calera Chica en Jiutepec, Coatetelco en MiacatlÆn y, en la localidad de Tlaquilt- enango.

MAPA 145. Componente Salud del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Con respecto al componente de Educaci n, el grado medio de vulnerabilidad corre - spondiente a sus respectivos indicadores se hace presente en gran medida dentro del estado de Morelos. En las zonas urbanizadas los grados de vulnerabilidad disminuyen. Por otro lado, las comunidades de Cuautla, San Pedro Apatlaco en Ayala, la Unidad Habitacional Rinconada Acolapa en Jiutepec, Jonacatepec de Leandro Valle y Tetelilla en Jonacatepec y, la Unidad habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n en Temixco son las localidades mÆs vulnerables dentro del estado de Morelos ya que su grado de vulnerabilidad es alto.

MAPA 146. Componente Educaci n del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

En general, en el mapa se pueden apreciar niveles bajos en cuanto al grado de vulnera-bilidad correspondiente al componente Vivienda, las localidades menos vulnerables, en la mayor a de su territorio, son Ayala, Temoac, Yecapixtla, Amacuzac, Zacualpan y Cuernavaca. Las zonas con un grado de vulnerabilidad medio, alto o muy alto se encuentran distribuidas en los municipios de Tlaquiltenango, Axochiapan, Puente de Ixtla, TlaltizapÆn de Zapata, Ocuituco, Tetela del VolcÆn, Totolapan, Tlayacapan, Yautep ec, y TlaltizapÆn de Zapata.

MAPA 147. Componente Vivienda del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Los grados de vulnerabilidad bajo y medio son los que predominan dentro del estado de Morelos con respecto al componente de Empleo. Sin embargo, cabe mencionar que existen varias zonas alrededor de todo el estado que tienen niveles altos de vulnerabili -dad, algunas de ellas se localizan en Jantetelco, Cuentepec, Mazatepec, Santa Catarina, Atlatlahucan y XochitlÆn.

MAPA 148. Componente Empleo del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

El grado de vulnerabilidad correspondiente al componente de Poblaci n, integrado de sus respectivos indicadores, se presenta en su mayor a en un nivel medio. Las localidades de Tlaquiltenango, Cuautla, Ayala, Tepalcingo, Atlatlahucan y TepozotlÆn concentran un grado de vulnerabilidad alto. Por otro lado, los municipios de Yecapixtla, Temoac y Zacualpan de Amilpas contienen un grado de vulnerabilidad muy bajo, posicionÆndolas como las zonas menos vulnerables en cuanto el componente de poblaci n

MAPA 149. Componente Poblaci n del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Los siguientes mapas muestran la distribuci n territorial de la Vulnerabilidad Social por componente socioecon mico a nivel municipal y localidad, resultado de la integraci n de los cinco componentes temÆticos antes referidos.

El grado de vulnerabilidad social, se presenta en un nivel medio y bajo en la mayor a del territorio de Morelos. Las zonas mayormente vulnerables, que contienen grados altos o muy altos de vulnerabilidad se concentran en pequeæas localidades ubicadas en Axochiapan, Tlaquiltenango, San Pedro Apatlalco al sur de Ayala, Peæa Flores en Cuautla, XochitlÆn en Ocuituco, Tetela del VolcÆn Hueyapan, Huitzilac, Tetecalita en Xochitepec y, Santa Catarina en TepozotlÆn.

MAPA 150. Vulnerabilidad Social por componente socioecon mico del Estado de Morelos por municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

MAPA 151. Vulnerabilidad Social por componente socioecon mico del Estado de Morelos por localidad, 2010

Fuente: Elaboraci n propia con datos del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010

Capacidades de Respuesta y Prevenci n

Se denomina capacidad de respuesta y prevenci n a la preparaci n que se ejerce ante una contingencia natural o social en un municipio (PØrez, L. A. y Ruiz, N., 2015). Para evaluar las capacidades de respuesta y prevenci n que los municipios del estado de Morelos presentan se utiliz informaci n del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015 del M dulo 2. Administraci n pœblica, municipal o delegacional, Secci n 3. Protecci n Civil ya que dicha dependencia pœblica es la instituci n encargada de la gesti n de todo lo que tiene que ver con riegos y peligros para la comunidad.

Las preguntas y respuestas tomadas de la fuente ya mencionada, se clasifican en tres posibles respuestas a las cuales se les otorg un valor cuantitativo del 1 al 3, donde 1 se confiere a una respuesta positiva en cuanto a capacidad de respuesta y prevenci n, 2 a una respuesta intermedia, en proceso de ejecuci n , y 3 una inexistencia de capacidad, por tanto al agrupar los

valores de todos los reactivos seleccionados, relativos a la respuesta y prevenci n de cada gobierno municipal, se observa la acumulaci n de falta de capacidades de respuesta y prevenci n en materia de Protecci n Civil por lo que las puntuaciones mÆs bajas se clasifican con la mÆs alta capacidad mientras que los valores mÆs altos con los menores niveles de capacidad de respuesta y prevenci n.

En la medida en que las capacidades de respuesta y prevenci n sean mÆs altas menor serÆ su vulnerabilidad. Los resultados de las capacidades municipales con su respectiva distribuci n espacial son los siguientes:

Tabla 72 Evaluaci n de las capacidades de respuesta y prevenci n de los municipios del Estado de Morelos, 2015 (Reactivos 1-3)

Clave	Municipio	Existencia de un Programa de Formaci n, Capacitaci n y/o Profesionalizaci n en materia de Protecci n Civil para el personal de las instituciones de las Administraciones Pœblicas Municipales o Delegacionales, al cierre del aæo 2014		Impartici n de cursos, diplomados, talleres o seminarios sobre protecci n civil al personal de las Administraciones Pœblicas Municipales o Delegacionales, durante el aæo 2014		Existencia de un programa de protecci n civil o un plan de contingencia, al cierre del aæo 2014.	
		Respuesta	Valor cuantitativo	Respuesta	Valor cuantitativo	Respuesta	Valor cuantitativo
17001	Amacuzac	No	2	No	2	No	3
17002	Atlatlahucan	S	1	S	1	S	1
17003	Axochiapan	No	2	No	2	En proceso de Integraci n	2
17004	Ayala	No	2	No	2	S	1
17005	CoatlÆn del R o	No	2	No	2	No	3
17006	Cuautla	S	1	S	1	S	1
17007	Cuernavaca	S	1	S	1	S	1
17008	Emiliano Zapata	S	1	S	1	S	1
17009	Huitzilac	S	1	S	1	S	1
17010	Jantetelco	No	2	No	2	S	1
17011	Jiutepec	No	2	No	2	S	1
17012	Jojutla	S	1	S	1	S	1
17013	Jonacatepec	S	1	S	1	S	1
17014	Mazatepec	S	1	S	1	S	1
17015	MiacatlÆn	No	2	No	2	S	1
17016	Ocuituco	S	1	S	1	S	1
17017	Puente de Ixtla	S	1	S	1	S	1
17018	Temixco	S	1	S	1	S	1
17019	Tepalcingo	S	1	No	2	No	3
17020	TepoztlÆn	No	2	No	2	En proceso de Integraci n	2
17021	Tetecala	No	2	No	2	S	1
17022	Tetela del VolcÆn	No	2	S	1	S	1
17023	Tlalnepantla	No	2	No	2	En proceso de Integraci n	2
17024	TlaltizapÆn	No	2	No	2	S	1
17025	Tlaquiltenango	No	2	No	2	S	1
17026	Tlayacapan	S	1	No	2	S	1
17027	Totolapan	No	2	S	1	S	1
17028	Xochitepec	No	2	S	1	S	1
17029	Yautepec	S	1	No	2	S	1
17030	Yecapixtla	S	1	No	2	S	1
17031	Zacatepec	No	2	No	2	S	1
17032	Zacualpan	S	1	S	1	No	3
17033	Temoac	S	1	S	1	No	3

Fuente: Elaboraci n propia con datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015

Tabla 73 Evaluaci n de las capacidades de respuesta y prevenci n de los municipios del Estado de Morelos, 2015 (Reactivos 4-6)

Clave	Municipio	Existencia de un Consejo o ComitØ Municipal de Protecci n Civil, al cierre del aæo 2014.		Existencia de un atlas de riesgos, al momento de la aplicaci n del censo (abril-mayo 2015)		Existencia de acciones para fomentar y contribuir entre la poblaci n a tener una cultura de autoprotecci n civil en caso de desastres, al momento de la aplicaci n del censo (abril-mayo 2015)	
		Respuesta	Valor cuantitativo	Respuesta	Valor cuantitativo	Respuesta	Valor cuantitativo
17001	Amacuzac	S	1	S	1	S	1
17002	Atlatlahucan	S	1	S	1	S	1
17003	Axochiapan	S	1	S	1	No	2
17004	Ayala	S	1	No	2	S	1
17005	CoatlÆn del R o	No	3	No	2	No	2
17006	Cuautla	S	1	No	2	S	1
17007	Cuernavaca	S	1	No	2	S	1
17008	Emiliano Zapata	S	1	No	2	No	2
17009	Huitzilac	S	1	S	1	S	1
17010	Jantetelco	No	3	S	1	S	1
17011	Jiutepec	S	1	No	2	S	1

17012	Jojutla	En proceso de Integraci n	2	No	2	S	1
17013	Jonacatepec	S	1	No	2	S	1
17014	Mazatepec	S	1	S	1	No	2
17015	MiacatlÆn	S	1	No	2	S	1
17016	Ocuituco	S	1	No	2	S	1
17017	Puente de Ixtla	S	1	No	2	S	1
17018	Temixco	S	1	No	2	S	1
17019	Tepalcingo	S	1	No	2	S	1
17020	TepoztlÆn	S	1	No	2	S	1
17021	Tetecala	S	1	S	1	S	1
17022	Tetela del VolcÆn	S	1	No	2	S	1
17023	Tlalnepantla	En proceso de Integraci n	2	S	1	S	1
17024	TlaltizapÆn	S	1	S	1	S	1
17025	Tlaquiltenango	S	1	No	2	S	1
17026	Tlayacapan	S	1	No	2	S	1
17027	Totolapan	En proceso de Integraci n	2	S	1	S	1
17028	Xochitepec	S	1	S	1	S	1
17029	Yautepec	S	1	No	2	S	1
17030	Yecapixtla	S	1	S	1	S	1
17031	Zacatepec	S	1	No	2	S	1
17032	Zacualpan	S	1	No	2	S	1
17033	Temoac	S	1	No	2	S	1

Fuente: Elaboraci n propia con base en el formato de (SEGOB/CENAPRED, 2014f) e informaci n de la Encuesta intercensal de INEGI, 2015

Tabla 74 Evaluaci n de las capacidades de respuesta y prevenci n de los municipios del Estado de Morelos, 2015

ave	Municipio	Acumulaci n de falta de capacidades de respuesta y prevenci n en materia de Protecci n Civil	Clasificaci n	Clasificaci n de Capacidades de Respuesta y Prevenci n	Grado de Vulnerabilidad
		Valor cuantitativo	Valor cuantitativo	Valoraci n	
17001	Amacuzac	10	1	Muy bajas	Muy alto
17002	Atlatlahucan	6	5	Muy altas	Muy bajo
17003	Axochiapan	10	1	Muy bajas	Muy alto
17004	Ayala	9	2	Bajas	Alto
17005	CoatlÆn del R o	14	1	Muy bajas	Muy alto
17006	Cuautla	7	4	Altas	Bajo
17007	Cuernavaca	7	4	Altas	Bajo
17008	Emiliano Zapata	8	3	Medias	Medio
17009	Huitzilac	6	5	Muy altas	Muy bajo
17010	Jantetelco	10	1	Muy bajas	Muy alto
17011	Jiutepec	9	2	Bajas	Alto
17012	Jojutla	8	3	Medias	Medio
17013	Jonacatepec	7	4	Altas	Bajo
17014	Mazatepec	7	4	Altas	Bajo
17015	MiacatlÆn	9	2	Bajas	Alto
17016	Ocuituco	7	4	Altas	Bajo
17017	Puente de Ixtla	7	4	Altas	Bajo
17018	Temixco	7	4	Altas	Bajo
17019	Tepalcingo	10	1	Muy bajas	Muy alto
17020	TepoztlÆn	10	1	Muy bajas	Muy alto
17021	Tetecala	8	3	Medias	Medio
17022	Tetela del VolcÆn	8	3	Medias	Medio
17023	Tlalnepantla	10	1	Muy bajas	Muy alto
17024	TlaltizapÆn	8	3	Medias	Medio
17025	Tlaquiltenango	9	2	Bajas	Alto
17026	Tlayacapan	8	3	Medias	Medio
17027	Totolapan	8	3	Medias	Medio
17028	Xochitepec	7	4	Altas	Bajo
17029	Yautepec	8	3	Medias	Medio
17030	Yecapixtla	7	4	Altas	Bajo
17031	Zacatepec	9	2	Bajas	Alto
17032	Zacualpan	9	2	Bajas	Alto
17033	Temoac	9	2	Bajas	Alto

Fuente: Elaboraci n propia con datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015

MAPA 152. Capacidad de respuesta y prevenci n del Estado de Morelos por municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015

Con lo que respecta a las capacidades de respuesta y prevenci n, en el mapa y la tabla anterior se puede observar que Østas son muy bajas en los municipios de TepoztlÆn, Tlalnepantla, Tepalcingo, Axochiapan, Jantetelco, Amacuzac y CoatlÆn del R o; asimis mo, en los municipios de Tlaquiltenango, Ayala, MiacatlÆn, Jiutepec, Temoac y Zacual pan de Amilpas dichas capacidades de respuesta y prevenci n son bajas. Por el contrar io en los municipios de Huitzilac y Atlatlahucan la respuesta y prevenci n se presenta en niveles muy altos.

Obtenci n del Grado de Vulnerabilidad Social

Para calcular el grado de Vulnerabilidad Social tres cuartas partes del total (75%) se asigna a las condiciones econ micas y sociales presentes en cada municipio de acuerdo a los componentes socioecon micos antes presentados, mientras la restante cuarta parte (25%) se asigna a su vez a la capacidad de respuesta y prevenci n. La adici n de ambos componentes se realiz mediante algebra de mapas en un Sistema de Informaci n GeogrÆfica (SIG) a dos escalas; a nivel municipal debido a la mayor actuali dad en la informaci n (datos del 2015) y a nivel localidad para observar el comportami ento al interior de los municipios (informaci n del 2010 y 2015). La siguiente cartograf a muestra los resultados de este anÆlisis espacial.

MAPA 153. Vulnerabilidad Social del Estado de Morelos por municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015 y Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015

El presente mapa demuestra el grado de vulnerabilidad social a nivel municipal, en Øl se puede observar que el grado de vulnerabilidad es muy bajo en los municipios de Huitzi lac, Cuernavaca y Jonacatepec de Leandro Valle y alto en Axochiapan, Jantetelco, Temoac, Tetela del VolcÆn, Totolapan, TepoztlÆn, Xochitepec, CoatlÆn del R o, Mazatep ec y Amacuzac.

MAPA 154. Vulnerabilidad Social del Estado de Morelos por localidad

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015 y Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015

El mayor grado de vulnerabilidad social se concentra predominantemente en siete municipios los cuales son: TepoztlÆn, Tlalnepantla, Axochiapan, Tepalcingo, Jantetelco, Amacuzac y CoatlÆn del R o, en dichos municipios el grado de vulnerabilidad es alto y medio, por lo que sus habitantes cohabitan con mayores dificultades socioecon micas. En las localidades de Mazatepec, Xochitepec y dentro del municipio de Ocuituco, Cuernavaca, Temixco y Jonacatepec de Leandro Valle se concentra un grado de vulnerabilidad muy bajo, posicionÆndose como las comunidades menos afectadas dentro del estado de Morelos.

3.2 Vulnerabilidad F sica

La Vulnerabilidad f sica hace referencia al potencial de afectaci n estructural de los sistemas expuestos ante la ocurrencia de algœn fen meno perturbador. Los sistemas expuestos se integran por la infraestructura (obras civiles, construcciones, servicios, entre otros) donde el ser humano desempeæa sus actividades habituales (SEGOB/CENAPRED, 2014f).

Susceptibilidad por Exposici n

El potencial de afectaci n f sica indica el posible nivel de daæo y de impacto que cualquier sistema expuesto pudiera presentar. Por tanto, contempla derivaciones de daæos f sicos en las infraestructuras y efectos de pØrdidas indirectas como el mal funcionamiento del sistema expuesto, daæos del personal expuesto, implicaciones en el servicio que se dejar a de prestar, entre muchos mÆs.

Debido a la extensa complejidad de medici n para vislumbrar el conjunto de los posibles efectos derivados del nivel de daæo e impacto de los distintos sistemas expuestos, este instrumento los organiza dentro de una clasificaci n.

Dicha clasificaci n organiza a los sistemas expuestos con base en las caracter sticas comunes que ellos asumen, tales como los principales impactos, costos de reparaci n de pØrdidas en producci n e infraestructura, as como el flujo de personas en el inmueble, los distintos grados de concentraci n de personal expuesto que presentan en comœn determinados sistemas.

Los sistemas expuestos son catalogados con la informaci n del Directorio Estad stico Nacional de Unidades Econ micas (DENUE) del INEGI del aæo 2017, retomando su clasificaci n por c digo de actividad y personal ocupado.

El personal ocupado del DENUE se refiere de manera general al grado de concentraci n y flujo de personas que los sistemas expuestos asumen la mayor parte del tiempo, por tanto se utiliz para observar caracter sticas comunes entre distintos sistemas expuestos y catalogarlos en los distintos grados de riesgo que Protecci n Civil Estatal de Morelos en su Reglamento de elaboraci n del Programa Interno de Protecci n Civil (PIPC) utiliza para los giros de su territorio.

En el cual la ocupaci n de riesgo ordinario se cataloga para los giros con cero a 49 personas ocupadas y el alto riesgo con giros de 50 o mÆs personas ocupadas. Los primeros de riesgo ordinario no necesitan elaborar un Programa Interno de Protecci n Civil solo un Plan de emergencia, mientras que a los segundos si se les exige contar con un PIPC, existiendo sistemas excluidos a dicha categorizaci n debido a la exposici n de su personal como escuelas, templos, etc.

La informaci n del DENUE se agrup en distintos tipos de Sistemas Expuestos, al identificar semejanzas en los tipos de actividades econ micas y en el nivel de concentraci n poblacional.
La siguiente tabla exhibe los Sistemas Expuestos con su respectivo ejemplo de actividad, propuestos para el anÆlisis de la vulnerabilidad F sica dentro de la entidad federativa.

Tabla 75 Tipos de Sistemas Expuestos

No. Sistema	Sistema expuesto	Ejemplo de actividades
1	Administraci n pœblica y seguridad	Administraci n pœblica en general, palacio de gobierno, actividades de seguridad pœblica y justicia, rganos legislativos, relaciones exteriores, etc.
2	Salud y asistencia social	Consultorios mØdicos, hospitales, asilos, orfanatos, servicios comunitarios de alimentaci n, refugio y emergencia, etc.
3	Abastecimiento, suministro y servicios especializados	Servicios relacionados con la agricultura, cr a y explotaci n de animales, aprovechamiento forestal, Servicios de contabilidad, auditor a y servicios relacionados, Servicios de consultor a administrativa, cient fica y tØcnica, etc.
4	Comercios	Comercio al por menor y al por mayor de abarrotes y alimentos, tiendas departamentales, productos textiles, de calzado art culos de papeler a, libros, revistas y peri dicos, etc.
5	Educativo	Escuelas Pœblicas y privadas de todos los niveles; bÆsico, medio, tØcnico superior y otros servicios educativos.
6	Cultural y religioso	Asociaciones y organizaciones religiosas; templos, Museos, sitios hist ricos, zool gicos y similares, etc.
7	Recreaci n y deporte	Parques, instalaciones deportivas, auditorios, casa de cultura, salones de fiestas, clubes, centros nocturnos, discotecas, cines, plazas, balnearios, hoteles, moteles y similares, etc.
8	Sanitario	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediaci n, cementerios.
9	Movilidad urbana	Transporte colectivo urbano y suburbano de pasajeros de ruta fija, servicio de taxis, etc.
10	Industrial	industrias alimentarias, textiles, automotriz, manufactureras, maderera, qu mica, estructuras metÆlicas, etc.
11	Infraestructura estratØgica	Generaci n, transmisi n y distribuci n de energ a elØctrica, captaci n, tratamiento y suministro de agua, Suministro de gas por ductos al consumidor final, Construcci n de obras para el suministro de agua, petr leo, gas, energ a elØctrica y telecomunicaciones
12	Habitacional	Hogares, Viviendas
13	Actividades primarias	Diferentes tipos de cultivos, Explotaci n de animales, pesca, explotaci n forestal
14	Actividades secundarias	Miner a minerales metÆlicos, no metÆlicos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017

Para obtener las Æreas de concetraci n de susceptibilidad por exposici n que los Sistemas Expuestos confieren al territorio estatal, se utiliz la metodolog a de densidad de Kernel en un Sistema de Informaci n GeogrÆfica (SIG).
La densidad de Kernel calcula la densidad de cada uno de los sistemas expuestos (que por la informaci n del DENUE se encuentran en puntos) en la vecindad (cercan a) con los otros sistemas expuestos (los otros puntos), por lo que integra las Æreas de mayor concentraci n y permite ponderar cada sistema expuesto (o punto) de acuerdo a un valor determinado (valor de riesgo, susceptibilidad), por lo que un punto resalta sobre otro, esto permite que un punto represente varias observaciones. (La informaci n del cÆlculo algor tmico de la densidad de Kernel se presenta dentro de este documento en el tema de sismicidad, para mayor informaci n referirse a este apartado).

Esta metodolog a estableci un distinto grado de susceptibilidad por exposici n de acuerdo al tipo de actividad y nivel de riesgo (ordinario o alto) propuesto por Protecci n Civil Estatal de Morelos con base en el grado de concentraci n de personal ocupado (menor a 50 personas ordinario/ mayor a 50 personas alto) y el tipo de actividad (ordinaria/especial).

Al grado anterior de susceptibilidad se le integr la cobertura de agricultura de tempo - ral y riego para considerar las Æreas no urbanas con la informaci n de la carta de uso de suelo de INEGI 2016 y se le asign , al grado de susceptibilidad de cada sistema expues - to, un un valor numØrico del 1 al 7, siendo el 1 el menor valor de intensidad y el 7 la mayor intensidad de susceptibilidad por exposici n. El siguiente mapa detalla c mo se comporta dicha caracter stica en el territorio estatal.

MAPA 155. Susceptibilidad por exposici n del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017 y carta de uso de suelo de INEGI, 2016

La mayor concentraci n de sistemas expuestos, y por tanto de susceptibilidad por exposici n, se ubica principalmente en las zonas urbanizadas. En especial existe mayor vulnerabilidad por exposici n en el centro de Cuernavaca y en las localidades Tres Mar as, TepoztlÆn, Cuautla, Jojutla, Puente Ixtla y al centro de Yecapixtla con un grado de vulnerabilidad muy alto, debido a que tienen mayor densidad de sistemas expues - tos. Por el contrario, los municipios de Tlaquiltenango, Tlalnepantla y Tepalcingo concentran el menor grado de vulnerabilidad, exceptuando a sus localidades urbanas.

Susceptibilidad del Material de la Vivienda

El nivel de impacto que cada Sistema Expuesto puede tener se encuentra relacionado directamente a las condiciones f sicas que posea su infraestructura, raz n por la cual se identifican con base en la Clasificaci n de vivienda de acuerdo con la tipolog a usada por INEGI , metodolog a del Centro Nacional de Prevenci n de Desastres (CENAPRED) en su apartado de Aspectos generales de la respuesta de la vivienda ante la acci n del sismo y del viento dentro de su Gu a bÆsica para la elaboraci n de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y de Riesgos. Evaluaci n de la Vulnerabilidad F sica y Social la tipolog a de la vivienda.

La tipolog a de la vivienda, presentada con antelaci n como un apartado dentro de la caracterizaci n social del estado de Morelos en este documento se obtuvo mediante el cruce de las caracter sticas del material de paredes, pisos y techos de las viviendas de la entidad.

La informaci n de los materiales de los techos y las paredes se cruz conforme a la Clasificaci n de la vivienda segœn caracter sticas usadas por el INEGI , metodolog a del CENAPRED y se catalogaron las 5 categor as propuestas por el mismo, donde el nœmero 1 remite a las viviendas con mejores condiciones estructurales y el 5 a las vivien das con peores condiciones. Dicha clasificaci n es la siguiente:

Tabla 76 Clasificaci n de la vivienda segœn caracter sticas usadas por el INEGI

Categor a	Tipo Caracter sticas de la vivienda
1	Muros de mamposter a con techos r gidos.
2	Muros de mamposter a con techos flexibles.
3	Muros de adobe con techo r gidos.
4	Muros de adobe con techos flexibles.
5	Muros de materiales dØbiles con techos flexibles.

Fuente: Evaluaci n De La Vulnerabilidad De La Vivienda Ante Sismo Y Viento, CENAPRED, 2014

Para clasificar la informaci n del cuestionario ampliado de Vivienda, en este caso realiza - do con la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, se tom la informaci n como la clasifica el CENAPRED:
EntendiØndose:

Muros de mamposter a como: tabique, ladrillo, bloque, piedra, cantera, cemento o concreto.
Muros de adobe como: Madera o adobe.
6 G E J Q U G Z K D N G U E Q O Q material de desecho, lÆmina de cart n, lÆmina de asbesto y metÆlica, palma o paja, fibrocemento, tejamanil, madera, teja y los no especificados en el censo de INEGI.
6 G E J Q U T I K F O J I E O O G losa de concreto, tabique, ladrillo, terrado con vigueta y b veda catalan.

A dicha clasificaci n se le agrup la informaci n del material del piso de la vivienda, asignando dos condiciones a cada categor a de las 5 mencionadas por el CENPARED, viviendas con piso de tierra o con piso firme (mosaico, concreto, etc.). Esto debido a que generalmente cuando una construcci n no tiene piso firme no posee una cimentaci n s lida y por tanto el material de la vivienda estÆ menos consolidado, resultando mÆs endeble la construcci n, lo que en consecuencia puede causar, en caso de la ocurrencia de un fen meno s smico, que la energ a se expanda al no existir un fuerte punto de apoyo, lo que puede producir mayores daæos en la infraestructura.

Con lo anterior se constituyeron 10 categor as de clasificaci n de las viviendas de cada municipio, las cuales se integraron con una suma ponderada en un solo valor porcentu - al, tal valor refleja una aproximaci n de la mayor tipolog a de la vivienda presente en el municipio. Esto debido a que la informaci n de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI no distingue las tres condiciones del material (muros, techos y pisos) en la misma vivien- da, solo otorga por separado el total de viviendas con dichas caracter sticas.

De esta forma la clasificaci n de la tipolog a de la vivienda identifica 5 distintos grados de susceptibilidad del material de la vivienda, donde el municipio que cuente con el mayor porcentaje de viviendas con las peores caracter sticas antes mencionadas (Muros de materiales dØbiles con techos flexibles y piso de tierra) se evalœa con un mayor grado de susceptibilidad 5 y el de las mejores condiciones con un grado 1.

La siguiente cartograf a expone este componente de la vulnerabilidad f sica presente en Morelos:

MAPA 156. Susceptibilidad del material de la vivienda de la Tipolog a de Vivienda del Estado de Morelos por municipio, 2015

Fuente: Elaboraci n propia con datos de la Encuesta intercensal INEGI, 2015

Los municipios mÆs vulnerables a afectarse debido a la infraestructura del material que caracterizan a sus viviendas son Tetela del VolcÆn, Ocuitulco, Temoac y Totolapan; seguidos por Zacualpan de Amilpas, Atlatlahucan, Tlayacapan, Tepalcingo, MiacatlÆn, Tetecala, y CoatlÆn del R o, con grados de vulnerabilidad muy altos y altos. Por otro lado, los municipios de Cuautla, Cuernavaca, Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco, Zacatepec y Jojutla son los menos afectados, ya que el tipo de material de sus viviendas se encuentra mÆs consolidado por lo que su grado de vulnerabilidad es muy bajo.

Obtenci n del Grado de Vulnerabilidad F sica

La susceptibilidad por exposici n de los Sistemas Expuestos clasificados y la susceptibilidad del material de la vivienda de la Tipolog a de Vivienda del estado de Morelos se unen en la obtenci n del grado de vulnerabilidad f sica.

La informaci n de los Sistemas Expuestos se obtuvo de las unidades econ micas del DENUE del INEGI 2017, la cual fue procesada como densidad de Kernel y constituy la cobertura clasificada en susceptibilidad por exposici n de los Sistemas Expuestos.
Los datos de la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI clasificados conforme al tipo del material de la vivienda se integran para generar la cobertura de susceptibilidad del material de la vivienda de la Tipolog a de Vivienda.

Ambas coberturas clasificadas por grado de susceptibilidad se procesan en un Sistema de Informaci n GeogrÆfica (SIG) y se relacionan aritmØticamente constituyendo la funci n de vulnerabilidad f sica.

Tal funci n se expresa de la siguiente manera: El producto del valor asignado por la susceptibilidad por exposici n de los Sistemas Expuestos y la susceptibilidad del material de la vivienda de la Tipolog a de Vivienda.

El producto se clasifica en cinco grados de vulnerabilidad f sica: muy baja (verde fuerte), baja (verde claro), media (amarillo), alta (anaranjado)y muy alta (rojo). El siguiente cuadro identifica dicha clasificaci n.

Tabla 77 Funci n de Vulnerabilidad F sica

Susceptibilidad del material de la vivienda de la Tipolog a de Vivienda	Susceptibilidad por exposici n de los Sistemas Expuestos				
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Fuente: Elaboraci n propia

La siguiente cartograf a muestra el grado de Vulnerabilidad F sica presente en el territo - rio estatal.

MAPA 157. Vulnerabilidad f sica del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del DENUE INEGI, 2017 y carta de uso de suelo de INEGI, 2016

Varias localidades dentro del estado de Morelos concentran un grado de vulnerabilidad f sica muy alto, en dicha condici n se encuentran las siguientes: Tetela del VolcÆn, Hueyepan, Ocuituco, Jumiltepec, Tlacotepec, Zacualpan de Amilpas, Temoac, Huazul - co, Tepalcingo, Ixtilco, Atotonilco, Atlatlahucan, Totolapan, Tlayacapan, MiacatlÆn, Coatetelco, Tetecala y CoatlÆn del R o. Cabe mencionar que los municipios ubicados al noreste se encuentran altamente afectados, pues en la mayor parte de su territorio la gravedad de vulnerabilidad es media, alta y muy alta.
Por otro lado, las zonas menos vulnerables se ubican en los l mites del municipio de Huitzilac, al oeste de Cuernavaca y Ayala y, al sur de Puente de Ixtla.

3.3 Vulnerabilidad Global

Lo vulnerable de un territorio frente a la ocurrencia de algœn fen meno perturbador es consecuencia de la capacidad de respuesta y prevenci n, de las condiciones socioeco - n micas y de la susceptibilidad al daæo f sico por sistema de exposici n que cierta comunidad tiene para hacer frente al riesgo natural o antropogØnico que dicho fen meno desencaden (SEGOB/CENAPRED, 2014f).

La vulnerabilidad analiza la capacidad y recursos que tiene una comunidad para enfren- tar adversidades provocadas por una amenaza en conjunto con la exposici n f sica de la infraestructura que cada comunidad tiene fruto de su ubicaci n.

La Vulnerabilidad Social y F sica se conjugan en un Sistema de Informaci n GeogrÆfica (SIG) para integrar la cobertura de Vulnerabilidad Global frente a fen menos perturba - dores, este SIG otorga una ponderaci n del 50% para la Vulnerabilidad F sica y otro 50% para la Vulnerabilidad Social. La cobertura de Vulnerabilidad Social a nivel localidad fue la que se cruz con la cobertura de Vulnerabilidad F sica debido al mayor detalle espacial que ostenta.

El resultado de esta ponderaci n se puede observar en el mapa siguiente:

MAPA 158. Vulnerabilidad Global del Estado de Morelos

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n del censo de poblaci n y vivienda INEGI, 2010, Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales de INEGI, 2015, DENUE INEGI, 2017 y carta de uso de suelo de INEGI, 2016

Con base en el anÆlisis de vulnerabilidad de diversos componentes socioecon micos y f sicos, se pueden ubicar las zonas con mayor grado de vulnerabilidad global, mismas que se concentran a lo largo del territorio de Morelos en pequeæas localidades, las cuales son TepoztlÆn, Santa Catarina, Tlalnepantla, Atlatlahucan, Cocoyoc, Unidad Habitacional Rinconada Acolapa, Yecapixtla, XochitlÆn, Peæa Flores, TicumÆn, San Pedro Apatlaco, TlaltizapÆn, Santa Rosa Treinta, San Gabriel las Palmas, Amacuzac, CoatlÆn del R o, Tepalcingo, Axochiapan, Jonacatepec de Leandro Valle, Jantetelco, San AndrØs Hueyepan, Ocuituco, entre otros.

Riesgo / Exposici n

Dos factores conforman el riesgo: por un lado, el peligro o la amenaza y, por otro, la vulnerabilidad. Mediante el riesgo se puede definir la probabilidad de que ocurra alguna afectaci n provocada por algœn fen meno perturbador. Podemos escribir la funci n de riesgo de la siguiente manera.

Riesgo = vulnerabilidad por peligro (amenaza)

En este documento el peligro se enteinde como la mÆxima intensidad de un fen meno natural que por sus caracter sticas constituye una amenaza. En lo referente a la vulnerab ilidad, se dice que es una condici n determinada por diversos factores que pueden ser de ndole econ mica, f sica, pol tica o social. Tales factores actœan paralela y sistemÆtica mente e influyen en los daæos que puedan ocurrir a una cierta poblaci n cuando se presente algœn fen meno perturbador. La vulnerabilidad puede ser f sica o social.

Por una parte, el grado de afectaci n estructural que pueden presentar los sistemas expuestos ante la ocurrencia de cierto fen meno es denominado vulnerabilidad f sica. Por la otra, la vulnerabilidad social se debe a las variables socioecon micas (educaci n, vivienda, empleo e ingresos, poblaci n y salud) que presentan los municipios de la entidad y a su capacidad de reacci n y prevenci n ante la ocurrencia de fen menos perturbadores.

En conformidad con el peligro y la vulnerabilidad de cada regi n que integra la entidad se define el grado de riesgo. Por ello, al determinar el riego que hay cuando se presenta algœn siniestro, se integra en una œnica cobertura el nivel de peligro del fen meno que se estudia y el grado de vulnerabilidad global.

4.1 Riesgo Exposici n

En el anÆlisis de la elaboraci n del riego se tienen en cuenta el peligro y las coberturas de vulnerabilidad con un valor que var a segœn la clase de fen meno que se estudie. Por ejemplo, en los fen menos de tipo geol gico el factor peligro pesara mÆs que el factor vulnerabilidad. En este sentido se entiende que con un alto nivel de peligro el daæo en la comunidad se espera elevado tanto en poblaciones con alto y bajo grado de vulnera - bilidad.

En el caso de los fen menos hidrometeorol gicos el nivel de riego se determina por las afectaciones que el siniestro puede ocasionar entre la poblaci n mÆs vulnerable. En otras palabras, para este tipo de fen menos a mayor grado de vulnerabilidad de la poblaci n, mayores afectaciones en sus sistemas expuestos, aunque el nivel de peligro sea igual para personas mÆs o menos vulnerables.

4.1.2 Riesgos ante Fen menos Geol gicos

Segœn lo dicho anteriormente, el ndice de riesgo para los fenØmenos geol gicos da mÆs importancia al nivel de peligro que al grado de vulnerabilidad

De acuerdo a un SIG (Sistema de Informaci n GeogrÆfica) se integran las coberturas de peligro y vulnerabilidad tomando en cuenta los siguientes criterios en la determinaci n del nivel de riego.

Se puede observar en el cuadro siguiente que identificar el riego parte de una escala ascendente identificada por colores del verde al rojo. Cinco son las categor as en las que se clasifica el nivel de riego. stas parten de un muy bajo nivel de riego (verde fuerte) hasta un riego muy alto (rojo).

Tabla 78 Funci n de Riesgo ante Fen menos Geol gicos

Grado de vulnerabilidad Global	Nivel de peligro Geol gico					
	1	2	3	4	5
1	11	21	31	41	51
2	12	22	32	42	52
3	13	23	33	43	53
4	14	24	34	44	54
5	15	25	35	45	55

Fuente: Elaboraci n propia

A continuaci n se representan los resultados de la uni n del grado de vulnerabilidad global con la intensidad de peligro que tiene el estado (para cada peligro analizado) con sus riesgos estimados para los fen menos geol gicos en Morelos:

Vulcanismo

MAPA 159. Riesgo a Ca da de Ceniza

Fuente: Elaboraci n propia

El riesgo de ca da de ceniza en el estado de Morelos es en su mayor a muy alto, toda la zona norte y centro concentra dicho grado de amenaza por exposici n. nicamente las regiones ubicadas al sureste y suroeste concentran un grado de vulnerabilidad menor, siendo este muy bajo, por ello los municipios de MiacatlÆn, CoatlÆn del R o, Tetecala, Mazatepec, Amacuzac, Tepalcingo, Jonacatepec de Leandro Valle, Jantetelco, Axochiapan y la zona sur de Puente de Ixtla y Tlaquiltenango son los menos afectados.

MAPA 160. Riesgo a Flujo de Material VolcÆnico

Fuente: Elaboraci n propia

Con respecto al riesgo a flujo de material volcÆnico dentro del estado de Morelos, en el mapa se puede observar que en la mayor a de los municipios no existe un grado de amenaza muy alto, sin embargo, la regi n ubicada al noreste del territorio s concentra niveles mayores de amenaza por exposici n. La punta norte del municipio de Tetela del VolcÆn se posiciona como la de mayor impacto de amenaza con un grado muy alto por exposici n, posteriormente con un grado de amenaza medio le continœa el Ærea urbana de Tetela del VolcÆn, mÆs los municipios de Ocuituco, Yecapixtla y Zacualpan de Amilpas.

MAPA 161. Riesgo por Sismicidad

Fuente: Elaboraci n propia

El riesgo por sismicidad se presenta con grados altos, muy altos y medios de amenaza por exposici n en varias zonas del estado; las localidades de XochitlÆn, Los Arcos, San Pedro Apatlaco, Anenecuilco, Ciudad Ayala, Chinameca, San JosØ Vista Hermosa, Zacatepec de Hidalgo, San Gabriel las Palmas y Tepalcingo concentran un grado de amenaza muy alto; por lo tanto, cabe mencionar que las comunidades ubicadas en sus alrededores contienen grados de amenaza por exposici n altos y medios. Las Æreas urbanas con mayor afecci n son Ciudad Ayala y Anenecuilco.

MAPA 162. Riesgo por Inestabilidad de Laderas

Fuente: Elaboraci n propia

En gran parte del territorio de Morelos existen un grado de amenaza alto de inestabili - dad de Laderas. El riesgo se concentra mayormente en la zona centro y oeste del estado. El municipio que tiene mÆs afecci n es Yautepec. Asimismo, las localidades ubicadas en los municipios de TlaltizapÆn de Zapata, Cuernavaca, Temixco, CoatlÆn del R o, Yecapixtla y Ayala concentran un grado de amenaza por exposici n muy alto y alto. Por otro lado, los municipios con menores niveles de riesgo son Huitzilac, TepoztlÆn, Tlalnepantla y Totolapan.

MAPA 163. Riesgo por Inestabilidad de Laderas 10, 20, 50 y 100 aæos

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 164. Riesgo por Inestabilidad de Ladera 200 aæos

Fuente: Isoyetas en periodos

Con el paso del tiempo, el grado de amenaza por exposici n de inestabilidad de laderas aumenta y se extiende principalmente sobre el centro y oeste del estado de Morelos. El ndice de riesgo en un periodo de retorno de 10 a 200 aæos es muy alto en las localidades de TepoztlÆn, Yautepec de Zaragoza, San Pedro Apatlaco, TlaltizapÆn, CoatlÆn del R o, Juan Morales, Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n y La Joya.

Las zonificaciones ubicadas al norte son las que contienen el menor grado de amenaza por exposici n de inestabilidad de Laderas, ya que dichas zonas concentran un ndice de riesgo muy bajo y bajo, por lo tanto, los municipios menos afectados son Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan y Atlatlahucan.

MAPA 165. Riesgo a Derrumbes

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 166. Riesgo por Derrumbes TR 10, 20, 50 Y 100

Fuente: Isoyetas en periodos

Por lo que respecta al riesgo de presencia de derrumbes, la regi n centro del estado de Morelos es la que concentra los niveles mÆs altos de amenaza por exposici n. Por otro lado, las zonificaciones al norte y este resultan ser las menos afectadas ya que su grado de amenaza es bajo o muy bajo. Las comunidades con mÆs riesgo de presenciar derrumbes son las ubicadas en Cuernavaca, Yautepec, Temixco, TlaltizapÆn de Zapata y Yecapixtla. De igual manera, los alrededores del r o Yautepec dentro del municipio de TlaltizapÆn de Zapata presentan un alto ndice de riesgo.

MAPA 167. Riesgo por Derrumbes TR 200

Fuente: Elaboraci n propia

Con el paso del tiempo el territorio del estado de Morelos concentrarÆ mayor riesgo de existencia de derrumbes. En los mapas de periodo de retorno, se puede ver que el grado de amenaza medio se extiende paulatinamente a lo largo del estado, comenzan - do por la zona central hasta expandirse por el este y oeste.
Dentro de un periodo de retorno de 10 a 200 aæos se calcula el mayor grado de amenaza por exposici n de derrumbes en el centro del estado de Morelos. Las locali - dades que en cada periodo de retorno concentran un nivel de amenaza muy alto son TepoztlÆn, La Joya e Independencia. Las zonificaciones menos afectadas son las ubiea das al norte de Morelos; Huitzilac, Atlatlahucan y Totolapan son los municipios con la menor intensidad de riesgo.

MAPA 168. Riesgo a Hundimientos

Fuente:Elaboraci n propia

El riesgo a hundimientos se concentra con un grado muy alto en las localidades de Yecapixtla, XochitlÆn, San AndrØs Hueyapan, Atlatlahucan, San Pedro Apatlaco, Anene cuilco, Temixco, Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n, Santa Rosa Treinta, Xoxocotla, Atotonilco, Tepalcingo y Tetelilla. Cabe mencionar que la zona urbana de Jiutepec es una de las mÆs afectadas dentro de Morelos. Por el contrario, con el menor ndice de riesgo, concentrando un grado de amenaza muy bajo, es TepoztlÆn.

MAPA 169. Riesgo por Hundimientos TR 10, 20, 50 Y 100

Fuente: Isoyetas en periodo

MAPA 170. Riesgo por Hundimientos TR 200

Fuente: Isoyetas en periodos

El riesgo calculado, en un periodo de retorno de 10 a 200 aæos, de hundimientos en el estado se concentra fuertemente en las zonificaciones ubicadas al sureste, centro y noreste de Morelos. Las localidades con un grado de amenaza muy alto son Tequesquitengo, la Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n, Anenecuilco, Yecapixtla, XochitlÆn y Juan JosØ Morales. Cabe mencionar que el riesgo impacta mayormente a los municipios de Cuautla, Yautepec, Ayala, Jojutla y Yecapixtla.

En los mapas se pueden observar incrementos en los niveles de amenaza de presencia de hundimientos en gran parte del territorio, durante los periodos de retorno de 10 hasta 200 aæos. Las zonificaciones menos afectadas son las ubicadas en los l mites al norte y sur de Morelos, en dichas regiones el nivel de intensidad de hundimientos calcu - lados es bajo o muy bajo. Los municipios de Huitzilac, Tlaquiltenango, CoatlÆn del R o, Tetecala y Totolapan son los que concentran el menor riesgo.

MAPA 171. Riesgo a Fallas y Fracturas

El mayor riesgo a fallas y fracturas dentro del territorio de Morelos se concentra en la zona centro y sur; el menor grado de amenaza se ubica en el norte y oeste del estado. Los municipios que se encuentran mayormente en situaci n de riesgo de fallas y fracturas son Tepalcingo, Tlaquiltenango, TlaltizapÆn de Zapata, Ayala, Tlayacapan, Tetecala y al oeste de Atlatlahucan y Cuautla. La localidad de TicumÆn dentro del municipio de TlaltizapÆn de Zapata y las localidades de Atotonilco y Tepalcingo en el municipio de Tepacingo son las que contienen el mayor ndice de riesgo. Por otro lado los municipios con el menor ndice de riesgo son Tetela del VolcÆn, Totolapan, Tlalnepantla, Huitzilac, Cuenavaca Temixco y CoatlÆn del R o.

Fuente: Elaboraci n propia

4.1.3 Riesgos ante Fen menos Hidrometeorol gicos

Segœn lo dicho anteriormente, el ndice de riesgo para los fenØmenos geol gicos da mÆs importancia al nivel de peligro que al grado de vulnerabilidad

De acuerdo a un SIG (Sistema de Informaci n GeogrÆfica) se integran las coberturas de peligro y vulnerabilidad tomando en cuenta los siguientes criterios en la determinaci n del nivel de riego.

Se puede observar en el cuadro siguiente que identificar el riego parte de una escala ascendente identificada por colores del verde al rojo. Cinco son las categor as en las que se clasifica el nivel de riego. stas parten de un muy bajo nivel de riego (verde fuerte) hasta un riego muy alto (rojo).

Tabla 79 Funci n de Riesgo ante fen menos hidrometeorol gicos

Grado de vulnerabilidad	Nivel de peligro Hidrometeorol gico				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Fuente: Elaboraci n propia

Por la intensidad de peligros de la entidad la estimaci n de los riesgos para los fen menos hidrometeorol gicos son los siguientes:

Ondas CÆlidas y GØlidas

Temperaturas MÆximas

MAPA 172. Riesgo por Temperaturas MÆximas TR 05, 10, y 25

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 173. Riesgo por Temperaturas MÆximas TR50

Fuente: Elaboraci n propia

En general, el riesgo por temperaturas mÆximas en Morelos es bajo. En los primeros dos periodos de retorno (5 y 10 aæos) el grado de amenaza en la mayor a del estado es muy bajo, œnicamente al norte del municipio de TepoztlÆn, y en las localidades de Progreso, Unidad Habitacional Rinconada Acolapa y MiacatlÆn se concentra un grado de amenaza por exposici n medio.

Para el tercer y cuarto periodo de retorno correspondiente a 25 y 50 aæos, el ndice de riesgo aumenta e impacta con mayor intensidad en las localidades de MiacatlÆn, Unidad Habitacional Rinconada Acolapa, TepoztlÆn, Santa Catarina, Cocoyoc, Yecapixtla, Xochitlæn, Ocuituco, Tetela del VolcÆn, Huazulco, Tetecala, San Gabriel las Palmas, Mazatepec y Coatetelco.

Por otro lado, las localidades que en todos los periodos de retorno se mantienen con un grado de amenaza muy bajo o bajo son Moyotepec, Jonacatepec de Leandro Valle, Tepalcingo, TicumÆn y Jojutla.

MAPA 174. Riesgo por Temperaturas M nimas TR 05, 10, y 25

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 175. Riesgo por Temperaturas M nimas TR50

Fuente: Elaboraci n propia

El nivel de amenaza de temperaturas m nimas por exposici n en el primer periodo de retorno (5 aæos) es en la mayor a del territorio de Morelos muy bajo y bajo, solamente la localidad de Tres Mar as ubicada en el municipio de Huitzilac concentraba un grado de amenaza medio. Posteriormente, en el segundo periodo de retorno el grado de amenaza se extendi en un nivel medio en las localidades de Tenextepango, Jaloxtoc, Mayotepec, Temixco, Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n, Alpuyeca, Atlacholoaya, Temixco y Huitzilac.

Con respecto a los œltimos dos periodos de retorno calculados (25 y 50 aæos) se presentan grados de amenaza muy altos de temperaturas m nimas en las localidades de Yecapixtla, TicumÆn, Atlacholoaya, Alpuyeca, Coatetelco, Xoxocotla, TicumÆn, Santa Rosa Treinta, San Gabriel las Palmas, Huatecalco y Tlaquiltenango.
Por otro lado, el municipio de Atlatlahucan se posiciona en todos los periodos de retorno como la zona con el menor ndice de riesgo.

Sequ as

MAPA 176. Riesgo a Sequ as

Fuente:Elaboraci n propia

Las localidades de MiacatlÆn, Coatetelco, Mazatepec, Tetecala y Alpuyeca concentran un grado de amenaza por exposici n de Sequ as muy alto; posteriormente, con un riesgo alto se encuentran las localidades de CoatlÆn del R o, Xoxocotla, San Gabriel las Palmas, Xoxocotla, Amacuzac, Tlaquiltenango, Santa Rosa Treinta, TlaltizapÆn, Huatecalco, la Unidad Habitacional JosØ Mar a Morelos y Pav n y TicumÆn. Las zonas ubicadas al norte de Morelos concentran el menor riesgo, pues el grado de amenaza es muy bajo en dichas zonificaciones.

Heladas Advectivas

MAPA 177. Riesgo a Heladas Advectivas

Fuente: Elaboraci n propia

El mayor riesgo de amenaza por exposici n de heladas advectivas se concentra en las localidades de San AndrØs Hueyapan, Tetela del VolcÆn, Jumitepec, Totolapan, Tlalnep antla, TepoztlÆn, Santa Catarina, Tres Mar as, y Huitzilac, ubicadas al norte del estado. De igual manera es en el norte en donde el grado de amenaza es medio. El resto del territorio de Morelos no concentra riesgos significativos de presencia de heladas advec - tivas.

Heladas Convectivas

MAPA 178. Riesgo a Heladas Convectivas

Fuente: Elaboraci n propia

Con respecto a las heladas convectivas, el ndice de riesgo mÆs alto se concentra en pequeæas localidades ubicadas al norte y este de Morelos, algunas de ellas, con un grado de amenaza alto o muy alto, son: Tres Mar as, Huitzilac, TepoztlÆn, Santa Catarina, Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan, Atlaltahucan, XochitlÆn, Jumitepec, Tetela del VolcÆn, San AndrØs Hueyepan, Jantetelco, Tetelilla y Axochiapan. El resto del estado zona centro, y oeste- concentra un grado de amenaza bajo o muy bajo a heladas convectivas.

Tormentas de Granizo

MAPA 179. Riesgo a Tormentas de Granizo

Fuente: Elaboraci n propia

En general en el estado de Morelos no existe algœn riesgo de presencia de tormentas de granizo, pues el grado de amenaza por exposici n en casi en todos los municipios es muy bajo, œnicamente en una pequeæa zonificaci n al norte del municipio de TepoztlÆn se concentra un grado medio de amenaza a tormenta de granizo.

Tormentas de Nieve

MAPA 180. Riesgo a Tormentas de Nieve

Fuente: Elaboraci n propia

En la mayor a del territorio de Morelos no existen riesgos significativos de tormentas de nieve, ya que en casi todos los municipios el grado de amenaza por exposici n es muy bajo. Sin embargo, al noroeste del estado, y en espec fico en las localidades de Tres Mar as y Huitzilac, existe un grado de amenaza muy alto de tormentas de nieve.

MAPA 181. Riesgo a Tormentas de Polvo

Fuente: Elaboraci n propia

El riesgo a Tormentas de Polvo se concentra en un grado muy alto o alto en las localidades de Progreso, Calera Chica, Emiliano Zapata, Xochitepec, Chiconcuac, Santa Rosa Treinta, TlaltizapÆn, Huatecalco, Tlalquiltenango, Tlaltenchi, Tepalcingo, Axochiapan, Amayuca, Peæa Flores, Oacalco y Jantetelco, asimismo, las zonificaciones ubicadas a sus alrededores concentran un grado de amenaza medio por exposici n. Las regiones ubicadas al norte y sur no resultan ser amenazadas por tormentas de polvo.

MAPA 182. Riesgo a Tormentas de Nieve

Fuente: Elaboraci n propia

El menor riesgo a tormentas elØctricas se concentra en la regi n sur del estado de Morelos, ya que el grado de amenaza por exposici n en dichas zonas es muy bajo. Al norte, el riesgo aumenta, sin embargo, solo algunas localidades son amenazadas con un grado de amenaza alto entre ellas se encuentran TepoztlÆn, Santa Catarina, Tlalnepantla, Tlayacapan, Cocoyoc, Peæa Flores y Oacalco.

MAPA 183. Riesgo por Lluvias Extremas TR10, 20, 50 y 100

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 184. Riesgo por Lluvias Extremas TR200

Fuente: Elaboraci n propia

Con respecto al riesgo por precipitaci n extrema, la zona de mayor intensidad para el primer periodo de retorno (10 aæos) se encuentra en las localidades de TepoztlÆn, TicumÆn, TlaltizapÆn, Huatecalco, Santa Rosa Treinta, Xoxocotla, San Gabriel las Palmas, Tlaquiltenango, San Pedro Apatlaco, Jonacatepec de Leandro Valle, Tetelilla, Tepalcin - go y Axochiapan, dichas localidades se mantienen con altos niveles de intensidad hasta el œltimo periodo de retorno (200 aæos).

La zona que mÆs ha crecido en cuanto a grado de amenaza se ubica al sur, afectando principalmente a los municipios de Axochiapan, Jojutla y Puente de Ixtla y al norte en el municipio de TepoztlÆn. Por el contrario, las zonificaciones que siempre se mantienen con niveles bajos de intensidad de riesgo de precipitaci n extrema son las ubicadas al noroeste y en las limitaciones al este de Morelos. Los municipios con el menor ndice de riesgo son Huitzilac, Cuernavaca y Yecapixtla.

Inundaci n Pluvial

MAPA 185. Riesgo a Inundaci n Pluvial

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 186. Riesgo por Inundaciones Pluviales TR10, 20, 50 y 100

Fuente: Elaboraci n propia

El grado de amenaza por exposici n de inundaciones pluviales se distribuye mediana - mente a lo largo del estado. Dentro de los municipios de TepoztlÆn, Jiutepec, Xochitep - ec, TlaltizapÆn de Zapata y Tlayacapan se concentran localidades con un grado de amenaza muy alto de inundaciones como Santa Catarina, Tlayacapan, TicumÆn, TlaltizapÆn, Xochitepec, Atlacholoaya y Santa Rosa Treinta. De igual manera las locali dades de Tlaquiltenango, Puente de Ixtla, Amacuzac, CoatlÆn del R o, Tetecala, Mazate pec, MiacatlÆn, San Pedro Apatlaco, Yecapixtla y XochitlÆn concentran un grado de amenaza muy alto de inundaci n pluvial.

MAPA 187. Riesgo por Inundaciones Pluviales TR200

Fuente: Elaboraci n propia

El riesgo a inundaciones pluviales en los periodos de retorno de 10, 20, 50, 100 y 200 aæos incrementa significativamente en nivel y extensi n territorial. Durante los periodos de 10 y 20 aæos el riesgo de inundaci n no se concentra notoriamente en niveles medios ni altos dentro del territorio del estado, sin embargo, para la temporalidad de 50, 100 y 200 aæos el grado de amenaza pasa de ser bajo a medio y alto o muy alto en algunas zonificaciones.

Las localidades que poseen un ndice de riesgo mayor son Santa Catarina, Unidad Habitacional Rinconada Acolapa, TepoztlÆn, Tlayacapan, Totolapan, San Pedro Apatla co, TicumÆn, Tlaquiltenango, CoatlÆn del R o, MiacatlÆn, entre otros. Los municipios menos afectados son Tlaquiltenango y Tetela del VolcÆn, ya que en la mayor a de su territorio el grado de amenaza es muy bajo o bajo.

MAPA 188. Riesgo por Inundaciones Fluviales TR10, TR50, TR100

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 189. Riesgo por Inundaciones Fluviales TR200

Dentro de un periodo de retorno que va de 10 a 200 aæos el riesgo a inundaciones fluviales no se presenta significativamente dentro del estado de Morelos, de hecho el grado de amenaza por exposici n es bajo en su mayor a, œnicamente, en la punta sur de Cuernavaca, al este del municipio de Temixco y en el Ærea central de Xochitepec el grado de amenaza se presenta en un nivel medio. Asimismo, algunas localidades trasto-can dicho nivel de amenaza (grado medio), entre ellas se encuentran Tlaquiltenango, Xoxocotla, Tetecala y TicumÆn.

De igual manera, en los periodos de retorno de 10 a 200 aæos los menores niveles de amenaza por exposici n de inundaciones fluviales se ubican en las mismas Æreas que corresponden a las localidades de Yautepec de Zaragoza, Jojutla, Cuautla, San Pedro Apatlaco, Anenecuilco, Ciudad Ayala, Tehuixtla y Tezoyuca.

Fuente: Elaboraci n propia

Propuesta de Estudios, Obras y Acciones

En esta propuesta se conjunta la informaci n de lo mencionado en los apartados de Riesgo para culminar de modelar la relaci n entre Vulnerabilidad y Peligros, el objetivo es seæalar claramente las regiones donde es mÆs necesario reducir riegos.

El Atlas de Peligros y Riesgos tiene la finalidad de facilitar un instrumento metodol gi - co-tØcnico a los mandos locales que tienen a su cargo la gesti n territorial en la entidad. El objetivo es que tales autoridades sean capaces de tomar mejores decisiones al momento de mitigar y reducir riegos mediante el condicionamiento, cuando sea necesario, de la cotidiana actividad de las instituciones pœblicas encargadas de la protecci n civil y el riego.

Las labores realizadas en este documento tienen por finalidad vincular el resultado final del Atlas con la financiaci n de obras mitigantes que se establecen a travØs de las Reglas de Operaci n del Programa de Reducci n de Riesgos

Por œltimo, cabe seæalar, que para que este segmento del trabajo atienda de mejor manera la necesidad de la entidad es necesaria la participaci n de los mandos estatales en la definici n œltima de los proyectos y las obras planeadas.

5.1 Planteamiento de Propuestas

La siguiente lista de obras de mitigaci n es una propuesta basada primordialmente en el catÆlogo de obras financiadas por SADATU, ya que a partir de ese catÆlogo es posible vincular al Atlas, en sus conclusiones, con otros mecanismos financieros que pudieran servir para seguir el estudio

Tabla 80 Lista de obras de mitigaci n por tipo de fen meno

Fen menos	Lista de Obras avaladas por la SEDATU
Geol gicas	Estabilizaci n de taludes y laderas
	Estabilizaci n de rocas
	Tratamiento de grietas u oquedades
	Muros de contenci n
	Reconstrucci n
	Rehabilitaci n
	Remoci n o traslados
HidrÆulicas	Presas de gavi n
	Bordos
	Construcci n, ampliaci n de drenaje pluvial y sanitar io
	Pozos de absorci n
	Canales de desv o
	Muros de contenci n
	Reconstrucci n
	Rehabilitaci n de obras de mitigaci n
	Desazolve
	Limpieza del terreno
Ecol gicas	Reforestaci n con fines de prevenci n
	Terrazas naturales
	Barreras de Ærboles
Otras	Plataformas para viviendas
	Construcci n de bermas o rellenos de contrapeso
	Construcci n de trincheras estabilizantes, zanjas de infiltraci n
	Construcci n de diques trasversales, embalses de regulac i n o reservorios

Fuente: Catalogo de obras SEDATU, 2017

La finalidad de los trabajos de mitigaci n es controlar y anticipar la amenaza activa que representa el riesgo para propiedades y personas. Hay muchas labores de mitigaci n de fen menos naturales, en este apartado se definirÆn y mencionarÆn algunas ventajas y desventajas de las principales obras de mitigaci n detectadas.

Una labor fundamental, en general, es la estabilizaci n de deslizamientos potencial - mente inestables o en actividad para poder controlar y proteger a la poblaci n. Tanto estabilizar deslizamientos de ladera como controlar o proteger a la poblaci n de la ca da de roca es una labor compleja relativamente ya que necesita metodolog as especiales de construcci n y diseæo. Estas metodolog as en general se basan en la implementaci n de estructuras que detengan el movimiento de las masas.

En primer lugar, hay que diseæar estructuras que controlen la ca da de bloques de roca y ello requiere analizar la dinÆmica de rocas para obtener conocimiento sobre las fuerzas de impacto y la distancia a la que deben ponerse las mallas de retenci n o los muros de contenci n.
En segundo lugar, para proceder a estabilizar la ladera se debe determinar la combi - naci n de sistemas de estabilizaci n mÆs adecuados teniendo en cuenta las especificidades del talud que se estudie: esto incluye el detallado diseæo del sistema que se va a utilizar, los planos y diversas especificaciones.

Los procedimientos para estabilizar taludes tienen el objetivo de disminuir las fuerzas actuantes e incrementar las fuerzas resistentes y, si es posible, combinar los dos efectos.

Hay varias maneras de lograr la reducci n de las fuerzas actuantes: se puede excavar la materia de una parte del talud que sea apropiada o tambiØn es posible elaborar un sistema de drenaje para disminuir la presi n hidrostÆtica. Del mismo modo, las fuerzas resistentes pueden elevarse mediante la instalaci n de drenaje que incremente la resist - encia o mediante la eliminaci n de las zonas de falla potencial o zonas debilitadas, tambiØn se puede elevar las fuerzas resistentes reforzando el suelo o construyendo estructuras de contenci n.

Uso de Contrapesos

Para contrarrestar las fuerzas actuantes en un talud se utilizan contrapesos. Esta tØcnica se basa en la implementaci n de pesos de gran calado en la parte inferior del deslizami - ento o talud. Cuando a la base de un deslizamiento de rotaci n se le coloca carga adicional se genera fricci n y movimiento resistente contrario al movimiento de deslizamiento lo que produce el incremento de seguridad deseado

El sistema de contrapeso tiene por objetivo hacer que el c rculo cr tico de la parte baja de un talud se alargue. Para ello, se debe saber el peso que se necesitarÆ para lograr un determinado factor de seguridad.

Para elaborar contrapesos se usan diversos materiales, entre ellos estÆn las estructuras de suelo reforzado, el enrocado o los rellenos de materiales. Asimismo, los contrapesos se complementan a veces con mÆs sistemas de estabilizaci n como los son los sistemas de subdrenaje y las estructuras de contenci n.

Bermas Bajas o Contrabermas

Un terraplØn de baja altura junto al terraplØn principal es una berma, Østas sirven de contrapeso cuando aumentan la longitud de la superficie de la falla. Bermas y contraber - mas se utilizan para poner carga al pie de un terraplØn sobre suelo blando para incrementar la resistencia bajo pie. De acuerdo con el estudio de estabilidad se colocan las bermas donde se pueda levantar al ocurrir un deslizamiento. Las contrabermas se diseæan de manera que sean estables por s mismas y eficaces al garantizar la estabilidad del terraplØn principal. Las contrabermas crean contrapesos en el c rculo cr tico de falla que incrementan su profundidad y longitud.

TABLA 81 Lista de obras de mitigaci n por tipo de fen meno

MØtodo	Ventajas	Desventajas
Remoci n de materiales de la cabeza del talud	Muy efectivo en la estabilizaci n de los deslizamientos rotacionales.	En movimientos muy grandes, las masas que se van a remover tendr an una gran magnitud.
Abatimiento de la pendiente	Efectivo, especialmente en los suelos friccionantes.	No es viable econ micamente, en los taludes de gran altura.
Terraceo de la superficie	AdemÆs de darle estabilidad al deslizamiento, permite construir obras para controlar la erosi n.	Cada terraza debe ser estable independientemente.
Colocaci n de bermas o contrapesos	Contrarrestan el momento de las fuerzas actuantes y ademÆs, actœan como estructura de contenci n.	Se requiere una cimentaci n con suficiente capacidad de soporte.

Fuente: Suarez, 2009

Estructuras de Contenci n

Una estructura de contenci n de tierra tiene la finalidad de poner fuerzas adicionales que sean capaces de resistir movimiento. Su objeto es poner fuerzas externas para aumentar las fuerzas resistentes y no disminuir las fuerzas actuantes. Si el peso de la estructura es un factor importante, o si las estructuras son ancladas, se habla de estructuras de contenci n masivas En Østas la fuerza pasa al suelo profundo mediante una varilla o cable de acero. Cada tipo estructural posee un sistema diferente de trabajo y se diseæa en consonancia con su particular comportamiento.

Con el objetivo de remediar deslizamientos se pueden enumerar los siguientes sistemas de contenci n:

Estructuras de Gravedad: constituidos por muros que funcionan como contrafuerte o peso en el la parte baja pueden estar hechos de concreto cicl peo, simple, criba, gaviones, muros MSE (mechanically stabilized earth), enrocado y mamposter a. Estos muros son flexibles o r gidos segœn el material de construcci n, su peso es determinante y son muy eficaces.

Muros en Voladizo: Estas estructuras tienen estribos o contrafuertes, se elaboran de concreto armado y son delgadas. AdemÆs del peso del concreto se pone relleno de tierra en su cimentaci n para incrementar el peso del sistema muro-suelo. Es posible, tambiØn, poner espolones o llaves debajo de los cimientos que las condiciones de estabilidad de la estructura mejoren.

Estructuras Ancladas: Se perforan inclusiones de acero al interior del suelo y se inyectan para constituir bulbos de anclaje (anclajes postensados). TambiØn pueden cementarse a todo su largo (anclajes pasivos). Se complementan, en general, con muro o pantalla en la superficie del terreno en el que sus anclas se apoyan.

Estructuras Enterradas: Se componen de pilotes o pilas y tablestacas que se ponen por debajo de la superficie de una falla. Estas estructuras transfieren cargas a los materiales componentes mÆs profundos e incrementan la resistencia al cortante en la superficie del deslizamiento. Es importante decir que se debe complementar con sistemas de subdrenaje que disminuyan las presiones sobre los muros abatiendo los niveles de agua en el suelo tras las paredes. Para elegir la estructura se tiene que reflexionar sobre costos, disponibilidad de materiales para construcci n y comportamiento de la estructura.

Tabla 82 MØtodos de estructuras de contenci n

MØtodo	Ventajas	Desventajas
Muros en bloques de roca	Efectivos en los deslizamientos no muy grandes, especialmente en los rotacionales que actœan como contrapeso. Son flexibles y permeables.	Se requiere una cimentaci n competente para colocar el relleno del enrocado. Se necesitan grandes volœmenes de roca.
Muros en Gaviones	Son flexibles y se acomodan a los movimientos. Son permeables.	Actœan por gravedad y comœnmente se requiere que tengan un gran volumen.
Muros MSE (Tierra con refuerzo)	Utilizan el suelo del sitio. El refuerzo ayuda a la estabilidad interna.	Son muy vulnerables a los movimientos. Requieren de un sistema de drenaje.
Muros de concreto	Poseen buena resistencia interna. tiles para estabilizar movimientos relativamente pequeæos. Son r gidos.	Se necesita una buena calidad de cimentaci n. Son poco efectivos en los taludes de gran altura.
Pilas, Pilotes o tablestacas	No requieren gran espacio. Se pueden cimentar a gran profundidad. Son efectivos en movimientos poco profundos. Su construcci n es rÆpida.	No son efectivos en los deslizamientos profundos o cuando aparece la roca o el suelo muy duro debajo de la superficie de falla. Poco efectivos en los deslizamientos rotacionales.
Anclajes o pernos	Efectivos en la roca, especialmente, cuando es estratificada.	Se requieren equipos especiales y que son costosos, por lo general.
Pantallas ancladas o claveteadas	tiles como estructuras de contenci n de masas, de tamaæo pequeæo a mediano. Son muy efectivas cuando hay roca para el anclaje.	Existen algunas incertidumbres sobre su efectividad cuando hay aguas subterrÆneas. Generalmente son costosas.

Fuente: Suarez, 2009

Drenaje y Subdrenaje

Controlar aguas subterrÆneas y superficiales es una de las mÆs efectivas tØcnicas para estabilizar taludes y laderas. El drenaje y el subdrenaje, as , tienen la finalidad de controlar los efectos del agua y disminuir las fuerzas que provocan su movimiento aumentando las fuerzas resistentes. Subdrenaje y drenaje son efectivos para prevenir movimientos y, en general, tambiØn son poco costosos, lo que constituye una gran ventaja. Estas obras complementan otros sistemas estabilizantes y son fÆciles de construir y diseæar. A continuaci n se mencionarÆn algunas tecnolog as de drenaje y subdrenaje aplicado a estabilizar deslizamientos de tierra.

La Bioingenier a y la Vegetaci n

Cubrir de vegetaci n una superficie de talud es la mejor protecci n pero, por regla general, es muy dif cil colocar vegetaci n en taludes de 45 grados de pendiente y, si la pendiente es de mÆs de 60 grados la vegetaci n no se puede colocar pues los pastos se desarrollan naturalmente en terrenos planos y no se establecen con facilidad en regiones de pendientes altas.

Tabla 83 MØtodos de drenaje y subdrenaje

MØtodo	Ventajas	Desventajas
Canales superficiales para el control de escorrent a	Se recomienda construirlos como obra complementaria en la mayor a de los casos. Generalmente, las zanjas se construyen arriba de la corona del talud.	Se deben construir estructuras para la entrega de las aguas y la disipaci n de energ a.
Subdrenes de zanja	Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos, en suelos saturados subsuperficialmente	Poco efectivos para estabilizar los deslizamientos profundos o los deslizamientos con nivel freÆtico profundo.
Subdrenes horizontales de penetraci n	Muy efectivos para interceptar y controlar las aguas subterrÆneas relativamente profundas.	Se requieren equipos especiales de perforaci n y su costo puede ser alto.
Galer as o tœneles de subdrenaje	Efectivos para estabilizar los deslizamientos profundos en las formaciones con permeabilidad significativa y aguas subterrÆneas.	Muy costosos y complejos de construir.
Pozos profundos de subdrenaje	tiles en los deslizamientos profundos con aguas subterrÆneas. Efectivos para las excavaciones no permanentes.	Su uso es limitado debido a la necesidad de operaci n y mantenimiento permanente.

Fuente: Suarez, 2009

Tabla 84 MØtodos de recubrimiento de la superficie del talud.

MØtodo	Ventajas	Desventajas
Recubrimiento de la superficie del talud.	El recubrimiento ayuda a controlar la erosi n.	Se debe garantizar la estabilidad del recubrimiento.
Conformaci n de la superficie.	Puede mejorar las condiciones del drenaje superficial y facilitar el control de erosi n.	Su efecto directo sobre la estabilidad generalmente es limitado.
Sellado de grietas superficiales.	Disminuye la infiltraci n de agua.	Las grietas se pueden abrir nuevamente y se requiere mantenimiento por per odos importantes de tiempo.
Sellado de juntas y discontinuidades.	Disminuye la infiltraci n de agua y las presiones de poros en las discontinuidades.	Puede existir una gran cantidad de discontinuidades que deben ser selladas.
Cobertura vegetal, Ærboles, arbustos y pastos.	Representan una alternativa ambientalmente excelente.	Pueden necesitar mantenimiento para su establecimiento.

Fuente: Suarez, 2009

Tabla 85 Sistemas de Vegetalizaci n.

Sistema de Vegetalizaci n	Descripci n	Observaciones
Plantas trepadoras	Se siembran hileras de plantas trepadoras en el pie del talud.	Muchas de estas plantas requieren de roca para ascender. La mayor a de ellas no ascienden sobre el suelo.
Grader a tipo trincho	Se entierran hileras de estacas verticales para sostener ramas horizontales detrÆs de las cuales se coloca material de relleno.	Es necesario que el suelo sea lo suficientemente blando para permitir que las estacas se puedan profundizar suficientemente.
Biomantos	DespuØs de plantar la semilla y la fertilizaci n, se cubre el talud con una tela o Biomanto de fibras orgÆnicas.	En los taludes secos se requiere realizar riego continuo para permitir la implantaci n de la vegetaci n.
Hidrosembrado	La mezcla de semillas, nutrientes y pegantes, se planta a presi n con una mÆquina de bombeo	No resiste grandes intensidades de lluvia y no se debe colocar sobre superficies rocosas.
Mateado con hileras de bambœ	Se colocan horizontalmente ramas de bambœ o guadua sostenidas por estaca y entre ellas, se coloca suelo con nutrientes para la implantaci n de la vegetaci n.	En los taludes de muy alta pendiente, es dif cil sostener las estacas de forma estable. Se requiere que las ramas de bambœ estØn enterradas dentro del talud, para evitar los flujos de agua por debajo de ellas.
Geomallas. Grama reforzada	Las mallas sintØticas u orgÆnicas sirven de refuerzo para sostener el Mulching y las semillas.	Son productos comerciales generalmente costosos.
Capas de enramados con o sin refuerzo	Se colocan ramas de especies vivas entremezcladas con suelo y sostenidas en ocasiones por mallas de fibras sintØticas u orgÆnicas.	Son dif ciles de establecer en los taludes muy altos y de muy alta pendiente.
Cubiertas vivas	El talud se cubre con un sistema de elementos de madera o bambœ colocados horizontal y verticalmente, en forma de cajones, los cuales se rellenan con ramas vivas y suelo.	Requieren la construcci n de bermas intermedias en los taludes de gran altura.
Estructuras vegetalizadas	Gaviones, vigas de concreto o muros, criba con ramas o estacas vivas.	No son estables en los taludes de muy alta pendiente.

Fuente: Suarez, 2009

En lo referente a las obras para mitigar fen menos s lo hidrometeorol gicos la propues - ta es abordar tanto el manejo de aguas subterrÆneas como el de aguas superficiales. Ello implica construir obras que capten, conduzcan y suministren aguas. AdemÆs, se deben elaborar tambiØn sistemas de control para procesos erosivos en cauces, desazolve y sistemas de correcci n torrencial.

Manejo de Aguas Superficiales

Aqu se mencionan las obras que tienden a la captaci n, conducci n y entrega adecua - da de las aguas superficiales, los objetivos fundamentales son los siguientes:

Controlar, en zonas con condicionantes geol gicos y fuertes pendientes, las aguas superficiales antes de su acceso a taludes o laderas recientes o antiguas inestables potencialmente.

Controlar fen menos focalizados de inundaciones o desbordamientos en zonas urbanas que se deban a la concentraci n de caudales de agua de lluvia muy grandes.

Controlar, mitigar o prevenir la erosi n h drica de la superficie en zonas con poca o nula vegetaci n protectora.

Controlar, en suelos permeables y /o regiones de baja pendiente, los volœmenes de infiltraci n (y los subsiguientes incrementos de los niveles freÆticos, subterrÆneos o colgados).

Manejo de Aguas SubterrÆneas

Se agrupan en esta definici n las obras que se necesitan para abatir niveles freÆticos en zonas puntuales y/ o para evacuar aguas subterrÆneas. En estos dos casos controlar el caudal de infiltraci n puede provocar o incrementar presiones hidrostÆticas positivas que, al desenvolverse en la masa del subsuelo, pueden ser una contribuci n a las fallas de laderas y taludes que sean susceptibles geol gica o geotØcnicamente.

Construcci n de Obras de Captaci n, Conducci n y Suministro de Aguas

Zanjas colectoras: se elaboran a media ladera con la finalidad de colectar los caudales de escorrent a y agua de lluvia a lo largo de una terraza y/o talud cuando la misma forma parte de un sistema de abacalamiento, lo que prevØ que se formen corrientes erosionadoras del talud que formen cÆrcavas o surcos. De concreto simple se suelen construir estas estructuras.

Acequias: Canales pequeæos de semicirculares de fÆcil elaboraci n y baratos que se utilizan para captar y conducir aguas de escorrent a hacia causas naturales estables o estructuras de bajada de mayor capacidad.

% C P C N E Q P 2 C P V C N N Canal rectangular de secci n con el fondo liso que tiene pantallas alternas deflectoras colocadas a 45 grados con el eje del canal. Tiene pestaæas longitudinales sobre los bordes de sus muros que funcionan como rompeolas y evitan que el agua salte del canal. Se aplica en pendientes pronunciadas (hasta 50%) porque disipa la energ a del flujo evitando velocidades exageradas sin importar la diferencia de niveles en los extremos del canal o su extensi n.

Obras de Manejo de Aguas Subsuperficiales y SubterrÆneas

Estas obras tienen la finalidad de controlar la acci n de las aguas subterrÆneas. Son dos: Dren en zanja con tuber a y material filtrante: Son zanjas rellenas de materiales filtrantes que contribuyen, mediante una tuber a perforada en su base, a drenar e interceptar, hasta una determinada profundidad, flujos concentrados de aguas subterrÆneas.

Drenes subhorizontales: Ejecutadas comœnmente en la pata de laderas, son perforaciones con pendiente muy baja que forman bater as para abatir los niveles de aguas subterrÆneas y evacuarlas.

Sistemas de Correcci n Torrencial y de Control de Procesos Erosivos en Cauces

Las corrientes con Æreas aferentes por lo general pequeæas, con caudales muy variables (muy altos en invierno) y con altas pendientes longitudinales y muy topograf a muy fuerte son los cauces torrenciales. stos, ademÆs, son muy comunes y tienen una gran fuerza de transport- aci n de sedimentos y un gran poder de socavaci n. Para reducir los efectos nocivos de estos cauces torrenciales se elaboran:

Diques en Piedra con Ligante en Concreto: Se utilizan cuando el cauce es permanente y llegan a medir hasta tres metros de altura. Se pueden reemplazar por diques de concreto simple o de concreto cicl peo. Son preferibles cuando el suelo de fundaci n presenta buena consolidaci n y resistencia.

Diques en Gaviones: Cuando los cauces aportan sedimentos en alta cantidad se utilizan estas estructuras que se recomiendan para la correcci n de cauces con pocas aguas negras contaminadas. Estos diques tienen un vertedero central, generalmente de secci n rectangular, que, para incrementar su vida œtil, estÆ revestido de concreto.

Diques en Concreto Reforzado: Fundamentales para corregir cauces se deben localizar cuidadosamente, siempre en consonancia con obras de protecci n comple - mentarias diseæadas para dar garant a de estabilidad frente a fen menos de socavaci n. Cuando una estructura es sometida a altos empujes por flujos se utiliza el concreto reforzado. Este material tambiØn se utiliza en diques de retenci n del caudal s lido y en diques laminadores de caudales.

Diques de Madera: De carÆcter temporal, estas estructuras ejercen el control de fondo de cauces intermitentes o pequeæos o de una cÆrcava, para que se permita establecer una cobertura vegetal definitivamente.

Diques de Mamposter a en Seco: Si el terreno de cimentaci n es de baja resistencia o dØbil se utilizan, en general, este tipo de diques que presentan la ventaja de anular los peligros de las presiones del suelo. Su desventaja se presenta cuando estÆ muy fractura da la roca de cimentaci n. En cauces secundarios con alta producci n de sedimentos y bajos caudales, as como en l neas de drenaje, estos diques son implementados frecuentemente.

Para finalizar, se hace la recomendaci n, a modo de propuesta, de desazolvar. El desazolve consiste en succionar los sedimentos que se alojan al interior de tuber as de drenaje para limpiarlas, lo que evita que aparezcan taponamientos que eventualmente provocarÆn desbordamientos de coladeras o inundaciones.

Las labores mitigantes propuestas en los tØrminos de referencia son acompaæadas por la Taxonom a de riegos de la entidad, esto se debe a que las acciones se enfocan en dar respuesta a los condicionantes f sico-estructurales que se muestran mediante el anÆlisis de fen menos que se ha realizado en Peligro y Riego.

Definir las Obras fue resultado directo de modelar el Riesgo de los fen menos hidrometeor - ol gicos y geol gicos, en tal modelaci n se indica como acci n de atenci n prioritaria las labores de mitigaci n para aquellas regiones que presentan un riesgo Alto o Muy alto.
La modelaci n de Riesgos se us como fuente primaria en lo referente a la distinci n territori - al, porque, las caracter sticas de la identificaci n de peligros es mÆs un asunto de prevenci n que de mitigaci n dado que los Peligros deben definir las pol ticas de uso territorial y ocupaci n en la entidad. Cabe aclarar que lo anterior no implica que identificar peligros f sicos no sea el resultado fundamental de la anal tica cartogrÆfica.
La capa de riesgos integra las condiciones socio-territoriales que hay en la actualidad y su finalidad es mostrar regiones en las cuales la inmediata atenci n produce, en tØrminos globales, una reducci n de exposici n al riego territorial.
Con en lo dicho anteriormente el anÆlisis espacial resultante muestra las zonas y obras de actuaci n. stas se identifican tomando en cuenta el anÆlisis de la intensidad de riegos de los diversos fen menos.
Como se observa en los mapas de obras y acciones de Mitigaci n ante fen menos Geol gi - cos e Hidrometeorol gicos, la distribuci n de las obras propuestas se basa en la caracter - izaci n final de las condiciones socio-territoriales y las estructuras f sicas. Las obras propues- tas constituyen una posible soluci n a las eventualidades definidas en Peligros y Riesgos.
Los mapas siguientes contienen las obras identificadas con base en el trabajo de campo que el personal de la entidad realiz , se abordaron, en tales labores, las problemÆticas de mÆs impacto y se propusieron soluciones dentro de la lista de obras anteriormente identificadas de la SEDATU. Es fundamental mencionar que las siguientes obras, en su mayor a, se propus ieron para la zona urbana, en este sentido, en lo referente a gesti n y desarrollo urbano, obras de prioridad, sin olvidar las demÆs regiones de la entidad.

MAPA 190. Obras y acciones de Mitigaci n ante Fen menos Geol gicos, 2018

Fuente: Elaboraci n propia

MAPA 191. Obras y acciones de Mitigaci n ante fen menos Hidrometeorol gicos, 2018

Los mapas de las labores definidas con base en el trabajo de campo presentan la apremiante necesidad de solucionar los problemas que se pueden sucitar ante la presencia de fen menos Geol gicos e Hidrometeorol gicos. Es fundamental mencion - ar que estas obras deben ser acompaæadas de la generaci n de restricciones territori- ales y pol ticas pœblicas.

Fuente: Elaboraci n propia

Bibliograf a

AlcÆntara Ayala, I., y L. A. Echevarr a. (2001). Cartilla de diagn stico preliminar de inestabilidad de laderas. MØxico: CENAPRED, Secretar a de Gobernaci n.

`Ivarez Manilla A. A., Poot L. R. M., Nisino S. O., Mart n del C. A. R. y Ram rez C. M. S., (1998). Zonificaci n GeotØcnica del Valle de TesistÆn-Atemajac-Colimilla; Zona Metropolitana de Guadalajara, Jal. MØxico: XIX Reuni n Nacional de MecÆnica de Suelos.

`Ivarez Manilla, A. A., et. al. (2001). Metodolog a para determinar la influencia de la extracci n de agua subterrÆnea en la infraestructura del transporte. En Publicaci n TØcnica No. 172. MØxico: Sanfandila.

Benito, BelØn; JimØnez, Mar a Esther. (1999). Peligrosidad s smica. En Revista de Escuela Universitaria de Ingenier a TØcnica de Telecomunicaci n. (UPM).

Brito, Jaime Luis. (2017). Fuertes lluvias en Morelos dejan un muerto y dos poblados incomunicados. En Proceso.com. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en <http://www.proceso.com.mx/501200/fuertes-lluvias-en-morelos-dejan-muerto-dos-poblados-incomunicados>.

Bromhead, E.N. (1986). The Stability of Slopes. EUA: Routledge 29 West 35th Street.

Cardona A., Omar D. 2003. La necesidad de repensar de manera hol stica los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una cr tica y una revisi n necesaria para la gesti n. [en l nea]. BogotÆ, Colombia: Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI, Universidad de los Andes. [fecha de consulta: 14 enero 2018]. Disponible en: <http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf>.

CENAPRED/UNAM. (1997). Mapa de peligros del volcÆn PopocatØpetl. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 10 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.geofisica.unam.mx/iframes/divulgacion/mapas/imagenes/MapaPopoDef.png>.

CONAGUA. (1981-2016). Redes de Monitoreo PiezomØtrico. Subgerencia de Exploraci n y Monitoreo Geohidrol gico. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 24 de febrero 2018]. Disponible en: <http://sigagis.conagua.gob.mx/Redes%20Piezom%C3%A9tricas/>.

CONAPO. (2010). ˝ndice de Marginaci n por localidad. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 14 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/2010/documentoprincipal/Capitulo01.pdf>

CONEVAL. (2018a). Ley General de Desarrollo Social. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 12 de enero 2018]. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/NME/Paginas/LeyGeneral.aspx>.

CONEVAL. (2018b). Medici n de la Pobreza. ˝ndice de rezago social. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 11 de enero 2018]. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>

Cruden, D. M., y Varnes D.J. (1996). Landslide types and processes. En A. K. Turner y R.L. Schuster. Landslides. Investigation and mitigation, Transportation Research Board Special Report 247. EUA: National Academy Press. 36-75.

Diario Oficial de la Federaci n (DOF) (2017). Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de sismo con magnitud 7.1 ocurrido el 19 de septiembre de 2017 en 33 municipios del Estado de Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 13 de febrero de 2018]- Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5499058&fecha=28/09/2017http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5499058&fecha=28/09/2017>.

Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. & M.-L. Ibsen (Eds.) (1996). Landslide Recognition. Identification, Movement and Causes. EUA: Wiley & Sons.

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcGIS) (2018a). Predecir inundaciones con un hidrograma unitario. LearArcGis. Lecciones guiadas basadas en problemas reales. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <https://learn.arcgis.com/es/projects/predict-floods-with-unit-hydrographs/>.

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcGIS) (2018b). Predecir inundaciones con un hidrograma unitario. LearArcGis. Lecciones guiadas basadas en problemas reales. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <https://learn.arcgis.com/es/projects/predict-floods-with-unit-hydrographs/lessons/create-a-velocity-field.htm>

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcMap) (2016a). C mo funciona Direcci n de flujo. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-flow-direction-works.htm>.

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcMap) (2016b). C mo funciona Acumulaci n de flujo. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-flow-accumulation-works.htm >.

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcMap) (2016c). C mo funciona Clasificaci n de Arroyos. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-stream-order-works.htm>.

Environmental Systems Research Institute. (ESRI/ArcMap) (2016d). C mo funciona Cuenca Hidrol gica. EUA [fecha de consulta: 19 de marzo de 2018] Disponible en: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-watershed-works.htm>

Ferrant, Mitsy. (2013). Mœltiples incendios arden en TepoztlÆn y otros puntos de Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://pijamasurf.com/2013/04/multiples-incendios-arden-tepoztlan-y-otros-puntos-de-morelos/>.

Gobierno del Estado de Morelos. (2012). Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 27 de diciembre de 2017]. Disponible en <http://www.anr.gob.mx/atlasestatales/MORELOS_2010.pdf>.

GutiØrrez-Elorza, Mateo. (2008). Geomorfolog a. Espaæa: Pearsons.

Bibliograf a

Hunt E. R. (1984). Geotechnical engineering investigation manual. McGraw Hill Book Co.

INEGI. (2010a). Discapacidad en MØxico en Cuentame Poblaci n. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 27 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>.

INEGI. (2010b). Principales resultados por localidad. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 26 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/tabentidad.aspx?c=33713&s=est >.

INEGI. (2017). [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>.

Jenson, S. K. y J. O. Domingue. (1988). Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11): 1593 1600.

Ley General de Protecci n Civil (LGPC). (2014). [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 6 de febrero de 2018]. Disponible en < http://www.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/577/bd8/c62/577bd8c6283ee757513065.pdf >.

L pez G. A., Valent n. (2017). Historia de los sismos en Morelos. En Diario de Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/historia-de-los-sismos-en-morelos>.

Mac as, J. L., (2004). Geolog a e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de MØxico. MØxico: Bolet n de la Sociedad Geol gica Mexicana Volumen Conmemorativo del Centenario, Temas Selectos de la Geolog a Mexicana Tomo LVII, nœm. 3. 379-424.

Maret, Liliana. (2017). Toma clandestina provoca explosi n e incendio en Huitzilac, Morelos. En Televisa News. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/estados/2017-12-01/toma-clandestina-provoca-fuerte-explosion-e-incendio-huitzilac-morelos/>.

Maya, Dulce. (2013). Helada en los Altos de Morelos es declarada desastre natural: Sagarpa. En La Jornada Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.inforural.com.mx/helada-en-los-altos-de-morelos-es-declarada-desastre-natural-sagarpa/>.

Miranda, Justino. (2015). Declaran desastre natural en adro de Morelos. En El Universal.com [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 13 de febrero de 2018] Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/11/10/declaran-desastre-natural-en-agro-de-morelos>.

Monroy, David. (2017). Granizada afecta la autopista MØxico- Cuernavaca. En Milenio. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en <http://www.milenio.com/estados/mexico-cuernavaca-granizada_carretera-milenio-noticias_0_940706210.html>.

Nieto, A., Espinasa, R., et al. (2015). Zonificaci n de campos volcÆnicos monogenØticos para la identificaci n de los peligros asociados, parte II: metodolog a para la evaluaci n de zonas susceptibles a presentar vulcanismo. [en l nea]. MØxico: Segob, Cenapred. [fecha de consulta: 6 de enero 2018]. Disponible en: <http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/13.pdf>.

NOAA. (2017). Volcano Ash Advisory Archive. [en l nea]. EUA. [fecha de consulta: 28 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/archive.html >.

NOTIMEX (2016). Reportan ca da de nieve en poblados de Morelos. En El Universal. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 26 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2016/03/10/reportan-caida-de-nieve-en-poblados-de-morelos>.

NOTIMEX. (2013). Declaran desastre natural municipios de Morelos, Sinaloa, Veracruz y Zacatecas. En Milenio.com [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 13 de febrero 2018) Disponible en: <http://www.milenio.com/estados/Declaran-Morelos-Sinaloa-Veracruz-Zacatecas_0_160784094.html>.

Palacio, J. L., SÆnchez, M. T. et al. (2004). Indicadores para la caracterizaci n y ordenamiento del territorio. MØxico: Semarnat, INE, UNAM-IG y Sedesol.

Petley, David. (2010). Landslide Hazards, ensayo incluido en AlcÆntara-Ayala, Irasema y Goudie. En Andrew. (2010). Geomorphological hazards and disaster prevention. Reino Unido: Cambridge University Press.

PØrez, L. A. y Ruiz, N. (2015). Propuesta de indicadores de capacidades municipales para la prevenci n y la gesti n de riesgos. Instituto de Geograf a. MØxico: UNAM.

Redacci n de Animal Pol tico (RAP) (2017) ¿Por quØ el sismo de 7.1 fue mÆs devastador para la CDMX y no son la alerta s smica a tiempo? En Animal Pol tico [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 13 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.animalpolitico.com/2017/09/los-sismos-epicentro-morelos-mas-comunes-lo-se-cree-sismologico-lo-explica/>.

Redacci n de El Universal (REU). (2016). Cierran carreteras por deslave y desbordamiento de r o en Morelos. En El Universal.com [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2016/08/10/cierran-carreteras-por-deslave-y-desbordamiento-de-rio-en-morelos#imagen-1>.

Redacci n El Universal (REU) (2017). PopocatØpetl exhala fumarola de 4 mil metros; cae ceniza en Puebla. En El Universal [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 2 de febrero de 2018] Disponible en: < http://www.eluniversal.com.mx/estados/popocatepetl-exhala-fumarola-de-4-mil-metros-cae-ceniza-en-puebla >.

Redacci n ExcØlsior (RE) (2013). Revela Cenapred domo de lava del PopocatØpetl. (2013). En ExcØlsior [en l nea]. MØxico: [fecha de consulta: 20 de febrero de 2018] Disponible en: < http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/05/14/899090#imagen-4>.

Bibliograf a

Redacci n Excelsior (RE). (2017) Mal estado de tuber a provoc socav n en Paso ExprØs. En Excelsior [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/08/11/1180810>.

Redacci n milenio (RM) (2018). Los daæos que dej el sismo en Morelos. En Milenio.com [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 13 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.milenio.com/estados/fotos-morelos-sismo-jojut - la-zonas_afectadas-municipios-milenio-noticias_5_1034346557.html>.

Redacci n Milenio (RM). (2017). Lluvias dejan inundaciones en municipios de Morelos. En Milenio. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.milenio.com/estados/danos-lluvias-delaves-inunda - ciones-municipios-morelos-jojutla-milenio_0_984501711.html>.

Redacci n Proceso (RP). (2017). Se abre socav n y cae un auto en el Paso ExprØs de la MØxico-Cuernavaca, inaugurado por Peæa hace tres meses. En Proce so.com [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.proceso.com.mx/494547/se-abre-socavon-cae-au - to-en-paso-expres-la-mexico-cuernavaca-inaugurado-pena-3-meses>.

Romero, Omar. (2017a). Dejan lluvias de œltimas horas deslaves, inundaciones y desbordamientos en cinco municipios. En Diario de Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.diariodemore - los.com/noticias/dejan-lluvias-de-%C3%BAltimas-horas-deslaves-inundaciones-y-desbordamientos-en-cinco-mun icipios>.

Romero, Omar. (2017b). Azota tormenta a 7 municipios. Diario de Morelos. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 26 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://ww - w.diariodemorelos.com/noticias/azota-tormenta-7-municipios>.

SEGOB/CENAPRED. (2004). Gu a bÆsica para la elaboraci n de atlas estatales y municipales de Peligros y Riesgos. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 26 de diciem- bre de 2017]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPubli - cos/PDF/SerieEspecial/metodologiasAtlas.pdf>.

SEGOB/CENAPRED. (2014a). Fasc culo Heladas . [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/up - loads/attachment/file/112857/122-FASCCULOHELADAS.compressed.pdf>.

SEGOB/CENAPRED. (2014b). Fasc culo Incendios forestales . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: < http://www.cena - pred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/159-FASC - CULOINCENDIOSFORESTALES.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2014c). Fasc culo Inundaciones . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/up - loads/attachment/file/112861/3-FASC - CULOINUNDACIONES-ilovepdf-compressed.pdf>.

SEGOB/CENAPRED. (2014d). Fasc culo Sequ as . [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/ - Publicaciones/archivos/8-FASCCULOSEQUAS.PDF >.

SEGOB/CENAPRED. (2014e). Fasc culo Tormentas severas . [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: <http://www.cena - pred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2014f). Gu a BÆsica para la elaboraci n de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluaci n de la vulnerabilidad f sica y social. [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 12 enero 2018]. Disponible en: <http://www.ce - napred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>.

SEGOB/CENAPRED. (2014g). Fasc culo Sismos . [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 22 enero 2018]. Disponible en: <http://cenapred.gob.mx/es/Publi - caciones/archivos/163-FASCCULOSISMOS.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2014h). Fasc culo Inestabilidad de laderas . [en l nea]. MØxico, D.F. [fecha de consulta: 24 enero 2018]. Disponible en: <http://www.cena - pred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/fasciculoladeras2.pdf>.

SEGOB/CENAPRED. (2016a). Infograf a Peligros VolcÆnicos . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 28 de enero 2018]. Disponible en: <https://www.gob.mx/ce - napred/documentos/infografia-peligros-volcanicos?state=published>.

SEGOB/CENAPRED. (2016b). Infograf a Ca da de Ceniza . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 30 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx - /es/Publicaciones/archivos/270-INFOGRAFAPOPOCATPETL-DISPERSINDECENIZA.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2016c). Infograf a Bal sticos . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 19 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/ - Publicaciones/archivos/270-INFOGRAFAPOPOCATPETL-CADADEBALSTICOS.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2016d). Infograf a Flujos y oleadas piroclÆsticas . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 19 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.cena - pred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/270-IN - FOGRAFAPOPOCATPETL-CADADEBALSTICOS.PDF>.

SEGOB/CENAPRED. (2018). Atlas Nacional de Riesgos Peligros geol gicos . [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 9 de enero 2018]. Disponible en: < http://www.at - lasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.

Servicio Geol gico Nacional (SGN). (2017). [en l nea]. MØxico [fecha de consul- ta: 9 de febrero 2018]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sgm>.

Servicio Meteorol gico Nacional. (2017). Informaci n climatol gica por Estado (Morelos). [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 9 de febrero 2018]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mor>.

Servicio Sismol gico Nacional. (2017). [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 10 de febrero 2018]. Disponible en: <http://www.ssn.unam.mx/>.

Bibliograf a

Sistema Nacional de Emergencias (SINAE). (2012). Gesti n Integral del Riego. [en l nea] MØxico. [fecha de consulta: 6 febrero 2018]. Disponible en: <http://si - nae.gub.uy/conceptos-basicos/gestion-integral-del-riesgo/>.

Shreve, R. (1966). Statistical Law of Stream Numbers. J. Geol. 74, 17-37.

Smithsonian Institution. (2013). Global volcanism program. EUA. [fecha de consulta: 29 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://volcano.si.edu/learn_galler - ies.cfm?p=12; https://wordlesstech.com/kilauea-lava/>.

Suarez, Jaime. (2009). Geo tecnolog a, deslizamientos: tØcnicas de remedi- aci n . En Suarez, Jaime. MØtodos de Manejo y Estabilizaci n. Colombia: Editorial U. Industrial de Santander. 417.

Summerfield, Michael A. (2000). Global Geomorphology. Escocia: Routledge.

Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union. 38 (6): 913 920.

Tarbuck, J., Lutgens, F., (1999). Ciencias de la Tierra, una introducci n a la geolog a f sica. Espaæa: Prentice Hall.

Tonatzin, Pedro. (2013). Se reportan en lo que va del aæo 65 incendios forestales en Morelos. En Imagen Radio. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en <http://www.imagenradio.com.mx/65-incendios-fore - stales-morelos>

UNAM/CENAPRED. (1995). VolcÆn PopocatØpetl, estudios realizados durante la crisis de 1994-1995. [en l nea]. MØxico [fecha de consulta: 2 de enero de 2018]. Disponible en: <http://proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Re - source/363/1/images/memoria_vp1994-1995.pdf>.

USGS. (2009). Volcano Hazards Program. EUA. [fecha de consulta: 28 de diciembre de 2017]. Disponible en: <https://volcanoes.usgs.gov/Imgs/>.

Valasis, Adriana. (2017). Grieta en cerro de Ocoxaltepec Morelos alerta a sus habitantes. En Noticieros Televisa. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018] Disponible en: <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/esta - dos/2017-09-24/grieta-cerro-ocoxaltepec-morelos-alerta-sus-habitantes/>.

Wilches Chaux, G. (1993). La Vulnerabilidad global. En Maskrey, A. (ed.). Los Desastres no son naturales. [en l nea]. PanamÆ: Red de Estudios Sociales en Prevenci n de Desastres en AmØrica latina, 11-44. [fecha de consulta: 17 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDe - sastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>.

Woo, G. (1996). Kernel estimation methods for seismic hazard area source modeling. BSSA, Vol. 86, No 2. 353-362.

Zona Centro Noticias (ZCN). (2012). Se registran afectaciones en Morelos debido a tormenta elØctrica. En Zona Centro noticias. [en l nea] MØxico [fecha de consuł ta: 26 de febrero de 2018]. Disponible en <http://www.zonacentronoti - cias.com/2012/10/se-registran-afectaciones-en-morelos-debido-a-tormenta-electrica/>

Zona Centro Noticias (ZCN). (2016). Lluvia dej afectaciones en seis municipios de Morelos. En Zona centro noticias. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018] Disponible en: <http://www.zonacentronoticias.com/2016/04/lluvia-de - jo-afectaciones-en-seis-municipios-de-morelos/>.

Zona Centro Noticias (ZCN). (2017). Se registra explosi n al interior de Tecnos (cartuchos) de Cuernavaca, hay dos heridos. En Zona Centro Noticias. [en l nea] MØxico [fecha de consulta: 25 de febrero de 2018]. Disponible en <http://www.zonacentronoti - cias.com/2017/02/se-registra-explo - sion-al-interior-de-tecnos-cartuchos-de-cuernavaca-hay-dos-heridos/>.

Greenlee, D. D. 1987. "Raster and Vector Processing for Scanned Linework." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 53 (10): 1383 1387.

Jenson, S. K. y J. O. Domingue. 1988. "Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis." Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11): 1593 1600.

Tarboton, D. G., R. L. Bras e I. Rodriguez Iturbe. 1991. "On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data." Hydrological Processes 5: 81 100.

Fichas de Trabajo de Campo

Vista hacia el talud de una ladera inestable. En la parte superior, hay un inmueble que ha presentado previos colapsos causados por la inestabilidad del material no consolidado que conforma al talud. Es posible observar que los Ærboles se encuentran inclinados, lo cual es una evidencia de la inestabilidad de la ladera.

Localidad: cercano a Huitzilac.

Talud artificial carretero donde se observa la evidencia de un derrumbe, el cual fue ocasionado por el sismo del 19 de septiembre del 2017 y por la inestabilidad del material. Las rocas colocadas al pie del talud son una obra de contenci n de poca durabilidad. En la parte superior, se distingue la t pica estructura de corona de los derrumbes.

Localidad: cercano a Huitzilac.

Fichas de Trabajo de Campo

Fracturamiento en plancha de concreto desplantada sobre un talud compuesto de material no consolidado. La presencia de fracturas en superficies s lidas es una evidencia de la remoci n del material; fueron ocasionadas por el sismo del 19 de septiembre del 2018.

Localidad: cercano a Huitzilac.

Viviendas desplantadas sobre ladera compuesta de detritos de lahar y material no consolidado. Uno de los inmuebles present un colapso parcial de una habitaci n que cay por la ladera.

Localidad: cercano a Huitzilac.

Terrazas de cultivo sobre una ladera de material volcÆnico no consolidado. La deforestaci n consecuente priva a la ladera de cubierta vegetal, provocando que los fluidos penetren mÆs rÆpido en el talud y ocasionando remoci n del material.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Las mangueras observadas en esta imagen sirven para llevar agua del rio a los campos de cultivo de la zona y como drenaje. Esto trae como consecuencia que el agua se infiltre directamente en el talud, modificando la estructura de las part culas que conforman el suelo, lo cual puede traer como consecuencia inestabilidad en el talud.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Fichas de Trabajo de Campo

TAgrietamiento paralelo a la pendiente de un talud compuesto por material inestable, el cual fue ocasionado por el sismo del 19 de septiembre del 2017. La grieta mide mÆs de un kil metro.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Vista del agrietamiento del talud. Se puede observar el desplazamiento vertical del material en direcci n a la pendiente y la presencia de mangueras de riego.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Vista en planta del desplazamiento vertical del agrietamiento que afecta al talud ocasionado por el sismo del 19 de septiembre del 2018. El movimiento es de aproximadamente 30 cm.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Ladera compuesta principalmente de dep sitos de lahar y cenzia volcÆnica de eventos eruptivos del Terciario, la cual present colapsos ocasionados por el sismo del 19 de septiembre del 2018. Sobre el talud se encuentra infraestructura de torres elØctricas.

Localidad: cerca de Ocuituco, Tetela del VolcÆn.

Fichas de Trabajo de Campo

Vista general de la sierra volcÆnica. Al centro de la imagen se observan colapsos y derrumbes en la ladera ocasionados por el sismo del 19 de septiembre del 2018 y la inestabilidad del material; se distingue la falta de cbertura vegetal en las partes de la ladera que presentaron colapsos.

Localidad: Tetela del VolcÆn.

Acercamieto ptico de los derrumbes ocurridos en la ladera.

Localidad: Tetela del VolcÆn.

Bloque compuesto de detritos volcÆnicos de erupciones hist ricas a punto de desprenderse del talud; en la parte superior se observa una separaci n del bloque respecto a la ladera. El material que lo sostiene es inestable.

Localidad: cerca de Huitzilac.

En esta imagen se observa que los Ærboles desplantados sobre la ladera presentan una inclinaci n en direcci n a la pendiente; esto es una clara evidencia de la presencia de inestabilidad en el material.

Cercano a localidad Independencia, Municipio Jiutepec

Fichas de Trabajo de Campo

En esta ladera se encuentra desplantada un inmueble de tipo escolar, el cual sufri afectaciones y colapsos ocasionados por el sismo del 19 de septiembre del 2018. Se observa que el material que compone a la ladera es inestable y no consolidado, producto de las rocas sedimentarias que componen a la elevaci n topogrÆfica.

Cercano a localidad Independencia, Municipio Jiutepec

Relleno de mamposter a con mortero que sostiene columna principal de un inmueble escolar; la estructura estÆ siendo afectada por fracturas ocasionadas por el sismo del 19 de septiembre del 2018; el relleno de mamposter a fue construido por padres de familia.

Cercano a localidad Independencia, Municipio Jiutepec

Fichas de Trabajo de Campo

ILUSTRACI N 36: Recorridos en Campo en el estado de Morelos 2017, 2018

Fuente: Elaboraci n propia con informaci n de recorridos en Campo 2017, 2018

Fractura que afecta a la plancha de concreto en un tramo carretero, la cual es ocasionada por el desprendimiento y la inestabilidad del material de detritos volcÆnicos que compone a la ladera; esta condici n puede agravarse al aplicar peso o fuerza excesiva sobre el talud.

Localidad: cercano a Huitzilac.

Fichas de Trabajo de Campo

TABLA 86 Observaciones del Trabajo de Campo en el estado de Morelos 2017, 2018

Fen meno	Latitud	Longitud	Altitud	Observaci n en campo
Derrumbes	19.025918	-99.272169	2533.890600	Ca da de material sin consolidar y bloques; presencia de rodamiento.
Derrumbes	19.025853	-99.272130	2534.076900	Talud que presenta evidencias de derrumbes e inestabilidad del material; la caida fractur parte del concreto de la avenida.
Derrumbes	19.025426	-99.272233	2542.002900	Bloque de gran tamaæo que presenta peligro por desprendimiento; estÆ sostenido por material sin consolidar (se observan fracturas); inminencia de rodamiento.
Derrumbes	19.025852	-99.272370	2554.286600	Colapso parcial en vivienda precaria sin refuerzo de mamposter a desplantada sobre una zona irregular. Se observa en la ladera vestigios de castillos y basamento de mamposter a. La remoci n del material continua.
Derrumbes	19.028644	-99.276954	2659.603800	Derrumbes y colapsos sobre tramo carretero de material arenoso y bloques. Evidencias: Ærboles inclinados hacia la pendiente, corona de derrumbe definida. Derrumbe de 10x25 m aprox.
Fracturamiento	19.028966	-99.276956	2662.746300	Fracturamiento en pavimento carretero ocasionado por el sismo 19S.
Derrumbes	19.029033	-99.277016	2661.557100	Derrumbe antiguo. Evidencias de la remoci n del material en el corte carretero.
Derrumbes	18.921990	-99.250890	1540.296800	Derrumbe en ocasionado por la falta de compactaci n en el material. Zona explotada como banco de material. El drenaje cae directo al talud, por lo cual hay sobresaturaci n del material; toba volcÆnica. Colapso parcial en vivienda semireforzada.
Inestabilidad de ladera	18.779915	-99.243444	1104.791700	Evidencia de daæos en taludes por el sismo del 19 de septiembre
Derrumbes	18.809257	-99.265786	1227.901700	Evidencia de derrumbe, no existen afectaciones.
Sismicidad	18.763540	-99.232836	1070.708500	Colapso total en puente nuevo a causa del sismo 19S (Puente Xochitepec).
Sismicidad	18.645092	-99.215242	947.497100	Puente Xoxocotla pandeado por el sismo; problema estructural, no se encontraron evidencias de hundimiento.
Sismicidad	18.652426	-99.195475	919.798800	Colapso total en vivienda.
Fracturamiento	18.651102	-99.195807	923.048200	Fracturamiento cortical que afecta un Ærea de 1 manzana aprox. Colapso total en 6 viviendas. No existe evidencia en plano horizontal de la direcci n de la fractura.
Sismicidad	18.653377	-99.190861	918.195800	Colapso total en inmueble.
Hundimiento	18.628241	-99.185015	894.351900	Zona susceptible a hundimientos (segœn los antecedentes tomados en gabinete). Desarrollo

Fichas de Trabajo de Campo

TABLA 86 Observaciones del Trabajo de Campo en el estado de Morelos 2017, 2018				
Sismicidad	18.620297	-99.155838	899.929800	Colapso parcial en puente sin refuerzo de mamposter a, ocasionado por el sismo 19S. Derrumbes de material sobre la margen del r o. Evidencia de suelos limoarcillosos.
Fracturamiento	18.618723	-99.156233	898.097800	Fracturamiento que afect principalmente 3 predios. Parte del material de l ribera del r o colaps por el sismo (200 m aprox); esto jal el material y afect al desarrollo de la fractura principal. Los habitantes rellenaron con escombros, lo cual ocasiona mÆs peso sobre el terreno. Evidencia de reptaci n (fracturas); ocupaci n irregular.
Fracturamiento	18.618442	-99.156615	894.127100	Fractura linear/corresponde a la direcci n del r o Yautepec. Evidencia de formaci n de terrazas de reptaci n.
Fracturamiento	18.879705	-99.133387	1647.790800	Escuela primaria "Narciso Mendoza". El sismo levant la loseta de uno de los salones; fractura asociada a daæo estructural por falta de refuerzo en el sal n (no continœa en el muro o en el piso). Se sugiere cambiar solo la loseta, no escarbar. La litolog a es de calizas. Zona inestable asociada a derrumbes, inestabilidad y susceptibilidad por fallas y fracturas. Presencia de juntas en la uni n del castillo y muro de mamposter a usado como relleno (constru do por los padres de familia, presencia de daæo estructural). Relleno de material deleznable; daæos en muros de mamposter a.
Sismicidad	18.891133	-99.025078	1241.217000	Colapso en la estructura de un Centro de Salud comunitario; la zona se ubica dentro del Ærea marcada en el mapa con alta sismicidad. Jard n de Niæos "Celia M. Escobar": hundimientos, fisuras y socav n provocados por fuga de agua y posteriores reparaciones. No hay contrabarda de la escuela; en la barda del vecino se abri una fisura de 30 cm de ancho aprox (resanada); se reforz dicha barda con 3 castillos.
Sismicidad	18.893013	-99.022252	1248.377000	Inmueble reparado en su totalidad (restaurante).
Hundimiento	18.866189	-98.988642	1306.235400	Zona susceptible a hundimiento regional; predios en abandono. S lo se encontr una fractura vertical en segundo piso de vivienda, sin embargo, no se constataron suficientes evidencias para asegurar la inminencia del peligro.
Inestabilidad de ladera	18.887777	-98.723624	2196.088400	Evidencia de Taludes derivados del sismo del 19 de septiembre, zona con suelo compuesto de ceniza volcanogenØtica
Inestabilidad de ladera	18.899753	-98.708658	2264.383500	Evidencia de Taludes derivados del sismo del 19 de septiembre, zona con suelo compuesto de ceniza volcanogenØtica
Inestabilidad de ladera	18.904109	-98.710231	2297.139900	Evidencia de Taludes derivados del sismo del 19 de septiembre, zona con suelo compuesto de ceniza volcanogenØtica

Glosario de TØrminos

ACU´FERO: Cualquier formaci n o estructura geol gica o conjunto de formaciones geol gicas hidrÆulicamente conectados entre s , situada encima de una capa impermeable que posee la capacidad de almacenar agua que fluye en su interior, por la que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extra das para su explotaci n, uso o aprovechamiento y cuyos l mites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluaci n, manejo y administraci n de las aguas nacionales del subsuelo. Los tØrminos manto acu fero, estrato acu fero y dep sito acu fero son sin nimos.

AFECTACI N AMBIENTAL: La pØrdida, menoscabo o modificaci n de las condiciones qu micas, f sicas o biol gicas de la flora y fauna silvestres, del paisaje, suelo, subsuelo, agua, aire o de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la afectaci n a la integridad de la persona es la introducci n no consentida en el organismo humano de uno o mÆs contaminantes, la combinaci n o derivaci n de ellos que resulte directa o indirectamente de la exposici n a materiales o residuos y de la liberaci n, descarga, desecho, infiltraci n o incorporaci n il cita de dichos materiales o residuos en la atm s fera, en el agua, en el suelo, en el subsuelo y en los mantos freÆticos o en cualquier medio o elemento natural.

AFLUENTE: fluido l quido o gaseoso que se descarga en el medio ambiente.

AGUA FRE`TICA: manto acu fero subterrÆneo, mÆs o menos continuo que descansa sobre la primera capa impermeable. Se trata de aguas que pueden acumularse tanto en rocas sueltas porosas, como en rocas duras agrietadas que carecen de presi n hidrostÆtica y de las condiciones necesarias para ser ascendentes.

AGUA POTABLE: es aquØlla apta para el consumo humano, incolora e inodora, oxigenada, libre de bacterias pat genas y de compuestos de nitr geno y de un grado de dureza inferior a 30. Los l mites bacteriol gicos que determinan la potabilidad del agua son los siguientes: dos organismos coliformes por cada cien mil no contener part culas fecales en suspensi n. Las caracter sticas organolØpticas deberÆn ser: pH de 6.9 a 8.5; turbiedad, hasta 10 unidades en la escala de S lice, o su equivalente en otro mØtodo.

AGUAS NEGRAS: aguas residuales que provienen de las casas habitaci n y que no han sido utilizadas con fines industriales, comerciales, agr colas o pecuarios.

ALTITUD: altura de un punto geogrÆfico considerada a partir del nivel medio del mar que es de cero metros.

AMBIENTE: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demÆs organismos vivos que interactœan en un espacio y tiempo determinados.

AMENAZA: riesgo inminente de ocurrencia de un desastre. Puede manifestarse en un lugar espec fico con una intensidad y direcci n determinada. Signo de peligro, desgracia o molestia.

AN`LISIS DE RIESGOS: es el desarrollo de una estimaci n cuantitativa del riesgo, basado en tØcnicas matemÆticas que combinan la estimaci n de las consecuencias de un incidente y sus frecuencias. TambiØn puede definirse como la identificaci n y evaluaci n sistemÆtica de objetos de riesgo y peligro.

`REA NATURAL PROTEGIDA: zona del territorio en donde la Naci n ejerce soberan a y jurisdicci n, dentro de cuyo per metro el ambiente original no ha sido significativamente alterado por la actividad del hombre y ha quedado sujeta al rØgimen de protecci n que establece la ley.

ARIDEZ: caracter stica que presentan algunas regiones geogrÆficas cuando la proporci n de evaporaci n y condensaci n de la humedad ambiental excede a la precipitaci n pluvial del sitio, produciØndose en consecuencia, un alto dØficit de agua.

ARROYO: Corriente de agua. Generalmente se atribuye a los r os de bajo caudal.

ASENTAMIENTO HUMANO: establecimiento provisional de un grupo de personas, con el conjunto de sus sistemas de subsistencia en un Ærea f sicamente localizada.

ATLAS DE RIESGO: serie de mapas con diversas caracter sticas y escalas, que informan por s mismos de los eventos naturales y sociales, que pueden representar algœn tip de desastre para la poblaci n.

ATM SFERA: masa gaseosa que envuelve a la Tierra, constituida por el aire, la mezcla de gases y vapores contenidos en suspensi n y materias s lidas finamente pulverizadas, as como iones y hasta part culas nucleares. Datos e informaci n geogrÆfica referidos al medio atmosfØrico nacional. Ejemplo: Climas, precipitaci n, temperatura, humedad, vientos, ciclones, huracanes, nevadas, contaminaci n del aire, etc.

AUTOCONSTRUCCI N: procedimiento de edificaci n, principalmente de viviendas, en el cual participa la comunidad beneficiada, con la asesor a y bajo la direcci n de personal especializado.

Glosario de TØrminos

BIODIVERSIDAD: Es toda la variedad de vida en la Tierra. Puede abordarse de tres maneras: como variedad de ecosistemas, variedad de especies y variedad de genes. La encontramos en todos los niveles, desde la molØcula de ADN hasta los ecosistemas y la bi sfera. Todos los sistemas y entidades biol gicos estÆn interconectados y son interde - pendientes. La importancia de la biodiversidad estriba en que nos facilita servicios esenciales: protege y mantiene los suelos, regula el clima y hace posible la bios ntesis, proporcionÆndonos as el ox geno que respiramos y la materia bÆsica para nuestros alimentos, vestidos, medicamentos y viviendas.

CICLO: serie de fases por las que pasa un fen meno f sico a partir de su nacimiento, desarrollo, y vuelta al punto en donde se inici . Se aplica al ciclo de vida de una calami - dad o al proceso que se desarrolla a partir del impacto de la misma en el sistema afecta - ble.

CLIMA: conjunto de condiciones atmosfØricas de un lugar determinado, constituido por una diversidad de factores f sicos y geogrÆficos, que caracterizan y distinguen a una regi n. Los principales elementos del clima son: insolaci n, temperatura, precipitaci n, presi n atmosfØrica, humedad, vientos y nubosidad. TambiØn se llama as a la descrip- ci n estad stuca del estado del tiempo en un lapso suficientemente amplio como para ser representativo; usualmente se considera un m nimo de 30 aæos, en un lugar determi- nado. La diferencia entre tiempo y clima estriba en que al primero se le define como la suma total de las propiedades f sicas de la atm sfera en un per odo cronol gico corto; es decir, se trata del estado momentÆneo de la atm sfera. Mientras que el tiempo var a de un momento a otro, el clima var a de un lugar a otro. Al clima lo estudia la clima - tolog a; al tiempo lo estudia la meteorolog a, que es la disciplina que se ocupa de las propiedades de la atm sfera y de los fen menos f sicos y dinÆmicos que en ella ocurren. Cuando se habla del clima de una regi n, debe hacerse referencia tanto a los valores medios como a los extremos alcanzados por cada variable.

COLAPSO DE SUELO: falla o hundimiento en una zona, ya sea por efecto de su propia carga o de una carga ajena.

CONTAMINACI N AMBIENTAL: situaci n caracterizada por la presencia en el medio ambiente de uno o mÆs elementos nocivos, en tal forma combinados que, atendiendo a sus caracter sticas y duraci n, en mayor o menor medida causan un desequilibrio ecol gico y daæan la salud y el bienestar del hombre, perjudicando tambiØn la flora, la fauna y los materiales expuestos a sus efectos.

CONTAMINACI N DEL AGUA: proceso ecol gico degenerativo, en el curso del cual el agua incorpora microorganismos pat genos, sustancias qu micas, t xicas, minerales, y ocasionalmente, radiactivas, en suspensi n y en concentraciones variables. La contami- naci n del agua puede producirse de manera mecÆnica, biol gica y qu mica. Las aguas superficiales se contaminan, a partir del agua de lluvia que arrastra bacterias y otras impurezas, descargas de las aguas de uso domØstico, descargas de las aguas con desechos de las poblaciones urbanas y descargas de los efluvios de las industrias. Las aguas subterrÆneas pueden contaminarse por la infiltraci n de agentes qu micos y biol gicos: en las actividades agr colas, por el uso de plaguicidas, fertilizantes y otros productos similares derivados de desechos bacteriales provenientes de fosas sØpticas residenciales y pozos negros o letrinas; de los basureros o tiraderos urbanos y del fecalismo al aire libre.

CONTAMINACI N DEL AIRE: se considera que el aire estÆ contaminado cuando contiene impurezas en forma de humos, gases, vapores, cenizas, polvos, part culas en suspensi n, bacterias pat genas, elementos qu micos extraæos y part culas radiactivas, durante lapsos prolongados y en cantidades que rebasen los grados de tolerancia permitidos, y que ademÆs resultan daæinos a la salud humana, a sus recursos o a sus bienes. En el fen meno de la contaminaci n del aire, atendiendo al punto de vista de las causas que la producen, existen dos aspectos fundamentales a considerar: las fuentes contaminantes y la capacidad de ventilaci n atmosfØrica del medio. Las fuentes contaminantes se clasifican en fijas, m viles y naturales. Las siguientes son las mÆs importantes: industrias, dep sitos y almacenamientos; medios de transporte; activi - dades agr colas; actividades domØsticas y fuentes naturales.

CONTAMINACI N DEL SUELO: un suelo se considera contaminado cuando su composici n qu mica y sus caracter sticas bi ticas, entraæan peligros para la vida. Muy a menudo este tipo de contaminaci n es resultado de la acumulaci n de desechos s lidos y l quidos que contienen sustancias qu micas t xicas, materias no biodegrada - bles, materias orgÆnicas en descomposici n o microorganismos peligrosos. La contami- naci n de un suelo equivale muchas veces a su inutilidad total.
Las principales causas de la contaminaci n de los suelos son las siguientes: prÆcticas agr colas nocivas, basadas en el uso de aguas negras o de aguas de r os contaminados; uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes peligrosos en la agricultura; carencia o uso inadecuado de sistemas tecnificados de eliminaci n de basuras urbanas; actividades industriales con sistemas inadecuados para la eliminaci n de los desechos y causas naturales.

Glosario de TØrminos

CONTINGENCIA: posibilidad de ocurrencia de una calamidad que permite preverla y estimar la evoluci n y la probable intensidad de sus efectos, si las condiciones se mantienen invariables.
CRISIS: estado delicado y conflictivo en el cual, por circunstancias de origen interno o externo, se rompe el equilibrio y la normalidad de un sistema y se favorece su desorgan - izaci n.

CUENCA: es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia el mismo punto de salida* Es un Ærea que tiene una salida œnica para su escurrim iento superficial. En otros tØrminos, una cuenca es la totalidad del Ærea drenada por un r o o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal Ærea es descar- gado a travØs de una œnica salida.

CUENCA DE HUNDIMIENTO: depresi n delimitada por fallas.

CUENCA HIDROL GICA: superficie de tierra en la cual el agua que escurre drena a un cauce principal, limitÆndose por una l nea que pasa por la parte mÆs alta de las montaæas que se conoce como parteaguas. Existen dos tipos de cuencas hidrol gicas: cuenca cerrada, sus aguas no salen de los l mites de su parteaguas; y cuenca abierta, drena sus aguas al mar.

CURVAS DE NIVEL: l neas que unen puntos de igual elevaci n en un terreno, referidas al nivel del mar.

DA O: la pØrdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pœblica como consecuencia de los actos u omisiones en la realizaci n de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberÆ entenderse como daæo a la salud de la persona, la incapacidad, enfermedad, deterioro, menosca- bo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposici n a materiales o residuos, o bien daæo al ambiente, por la liberaci n, descarga, desecho, infiltraci n o incorporaci n de uno o mÆs de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freÆticos o en cualquier otro elemento natural o medio; hay tambiØn daæos materiales (leves, parciales y totales), productivos (internos y externos al sistema) y sociales (a la seguridad, a la subsistencia y a la confianza).

DEGRADACI N DE SUELOS: evoluci n de un suelo en sentido desfavorable. Acci n y efecto de disminuir o rebajar el relieve, proceso que se realiza mediante la incidencia de tres factores principalmente: meteorizaci n, remoci n en masa y erosi n.

DERRUMBE: fen meno geol gico que consiste en la ca da libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos, por ser la ca da libre su principal forma de movimiento, y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de rocas como de suelos. Los derrumbes de suelos no son generalmente de gran magnitud, ya que su poca consolidaci n impide la formaci n de cortes de suelo de gran altura; en cambio, los de rocas s pueden producirse en grandes riscos y desniveles.

DERRUMBAMIENTOS DE DETRITOS: el volumen de la masa estÆ constituido por detrito rocoso, contienen mÆs agua que los deslizamientos de detritos.

DESARROLLO de un agente perturbador: fase de crecimiento o intensificaci n de un fen meno destructivo o calamidad.

DESASTRE: evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufren daæos severos por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogØnico, enfrentando la pØrdida de sus miembros infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimien - to de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.

DESECHO: residuo que no es susceptible de volver a emplearse como materia prima en la elaboraci n de otros productos.

DESERTIFICACI N: cambio ecol gico que despoja a la tierra de su capacidad para sostener y reproducir vegetaci n, actividades agropecuarias y condiciones de habitac - i n humana. Desde el punto de vista de las causas que la generan, la desertificaci n estÆ relacionada con la desforestaci n, la erosi n, el sobrepastoreo, entre otras.

DESLIZAMIENTO: fen meno de desplazamiento masivo de material s lido que se produce bruscamente, cuesta abajo, a lo largo de una pendiente cuyo plano acumula de manera parcial el mismo material, autolimitando su transporte. Este movimiento puede presentar velocidades variables, habiendo registrado aceleraciones de hasta 320 km/h.

DESLIZAMIENTOS DE ROCAS: son masas de substrato que se deslizan o resbalan a lo largo de lo que, en general, son superficies de estratificaci n diaclasas o fallas.

DESMORONAMIENTO: es provocado por un movimiento intermitente de masas de tierra o de rocas en una distancia corta, e involucra una rotaci n hacia atrÆs de la masa o las masas en cuesti n, como resultado de la cual la superficie de la masa desmoronada muestra a menudo un declive inverso.

Glosario de TØrminos

DESPRENDIMIENTO: fragmentaci n y ca da, cercana a la vertical, de material consist- ente.

DETRITUS: en sentido tradicional, acumulaci n de pequeæas part culas de roca acarreadas por los vientos. En ecolog a, la palabra se ha utilizado œltimamente para describir toda la materia orgÆnica no viva de un ecosistema.

DIAGN STICO: proceso de acercamiento gradual al conocimiento anal tico de un hecho o problema, que permite destacar los elementos mÆs significativos de una alteraci n en la realidad analizada. El diagn stico de un determinado lugar, entre otros datos, permite conocer los riesgos a los que estÆ expuesto por la eventual ocurrencia de una calamidad.

ECOSISTEMA: grupo de plantas y animales que conviven en la parte del ambiente f sico en el cual interactœan. Es una entidad casi aut noma para su subsistencia, ya que la materia que fluye dentro y fuera del mismo es pequeæa en comparaci n con las cantidades que se reciclan dentro, en un intercambio continuo de las sustancias esenciales para la vida.

EFECTO DE INVERNADERO: aquØl en el que la radiaci n solar pasa a travØs del aire y su energ a es absorbida por la tierra; a su vez la tierra radia esta energ a en forma de calor (radiaci n infrarroja) y Østa es absorbida por el aire, espec ficamente por el bi xido de carbono. En este proceso el aire se comporta como el vidrio de un invernadero, que permite el paso de la radiaci n solar y no permite la salida de las radiaciones infrarrojas generadas en la tierra. Por lo anterior, algunos cient ficos piensan que el aumento del bi xido de carbono en la atm sfera puede ir elevando la temperatura y producir una catÆstrofe en nuestro planeta. El contenido del bi xido de carbono en la atm sfera se ha incrementado notablemente en nuestros d as, si se compara con las cantidades medidas a principios de siglo.

ELEVACI N: distancia vertical comprendida entre un punto considerado sobre la super - ficie terrestre y el nivel medio del mar.

EMERGENCIA: situaci n o condici n anormal que puede causar un daæo a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la salud y la seguridad del pœblico en general. Conlleva a la aplicaci n de medidas de prevenci n, protecci n y control sobre los efectos de una calamidad. Como proceso espec fico de la conducci n o gesti n para hacer frente a situaciones de desastre, la emergencia se desarrolla en 5 etapas: identifi- caci n, evaluaci n, declaraci n, atenci n y terminaci n. Se distinguen, ademÆs, cuatro niveles de emergencia: interno, externo, mœltiple y global, con tres grados cada uno.

EMISI N: descarga directa o indirecta a la atm sfera de energ a, de sustancias o de materiales, en cualquiera de sus estados f sicos.

ENDEMIA: presencia continua de una enfermedad o de un agente infeccioso dentro de una zona geogrÆfica determinada. TambiØn puede significar la prevalencia usual de una determinada enfermedad dentro de esa zona.

ENTORNO o medio ambiente: conjunto de elementos naturales o generados por el hombre que interactœan en un espacio y tiempo determinados, propiciando la existen - cia, transformaci n y desarrollo de organismos vivos.

EQUILIBRIO ECOL GICO: relaci n de interdependencia que se da entre los elementos que conforman el medio ambiente, misma que hace posible la existencia, transfor - maci n y desarrollo del hombre y de los demÆs seres vivos.

EROSI N: conjunto de fen menos que disgregan y modifican las estructuras superfi - ciales o el relieve de la corteza terrestre. Los agentes que producen la erosi n son de tipo climÆtico: -viento (e lica), lluvia (pluvial), hielo (glacial), oleaje marino (marina), etc.- o biol gico; los procesos desencadenados son puramente f sicos o qu micos, con modi - ficaci n en este caso de la composici n de las rocas.

ESCALA DE RICHTER: instrumento de medida que sirve para conocer la magnitud de un sismo, esto es: la cantidad de energ a que se libera durante el terremoto en forma de ondas s smicas. Fue propuesta en 1935 por el ge logo californiano Charles Richter.

ESCENARIO DE DESASTRE: presentaci n de situaciones y actos simultÆneos o sucesivos que, en conjunto, constituyen la representaci n de un accidente o desastre simulados.

ESTACI N METEOROL GICA: sitio donde se evalœan las condiciones actuales del tiempo; consta de un espacio donde se instalan los instrumentos meteorol gicos, entre los cuales se consideran como mÆs frecuentes el abrigo o garita de instrumentos, el pluvi metro, el evapor metro, la veleta, etcØtera.

ESTADO DE EMERGENCIA: situaci n anormal que puede causar un daæo o proporcion- ar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la poblaci n en general, genera - da o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturba - dor. Se declara cuando se afecta una entidad federativa y/o se rebasa su capacidad de respuesta, requiriendo el apoyo federal.

EUTROFICACI N: proceso por medio del cual al recibir un lago un gran aporte de ciertos nutrientes -como pueden ser fosfatos-, se desarrolla la vegetaci n en tal forma que se produce la disminuci n gradual del ox geno en el propio lago y, por lo tanto, la muerte de otras especies. Con el paso del tiempo, ese lago empieza a secarse y termina por desaparecer como tal, quedando s lo vegetaci n.

Glosario de TØrminos

EVACUACI N: procedimiento de: medida de seguridad por alejamiento de la poblaci n de la zona de peligro, en la cual debe preverse la colaboraci n de la poblaci n civil, de manera individual o en grupos. En su programaci n, el procedimien - to de evacuaci n debe considerar, entre otros aspectos, el desarrollo de las misiones de salvamento, socorro y asistencia social; los medios, los itinerarios y las zonas de concen traci n o destino; la documentaci n del transporte para los niæos; las instrucciones sobre el equipo familiar, ademÆs del esquema de regreso a sus hogares, una vez supera da la situaci n de emergencia'.

EVAPOTRANSPIRACI N: pØrdida de agua de un suelo a travØs de la transpiraci n de la vegetaci n y de la propia evaporaci n.

EXPLOSI N: fen meno originado por la expansi n violenta de gases, se produce a partir de una reacci n qu mica, o por ignici n o calentamiento de algunos materiales, se manifiesta en forma de una liberaci n de energ a y da lugar a la aparici n de efectos acœsticos, tØrmicos y mecÆnicos.

FEN MENO GEOL GICO: agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categor a pertenecen los sismos, las erupciones volcÆnicas, los tsunamis o maremotos, la inestabilidad de laderas, flujos, ca dos o derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos. Ver agente perturba - dor de origen geol gico.

FEN MENO HIDROMETEOROL GICO: agente perturbador que se genera por la acci n de los agentes atmosfØricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones fluviales, pluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad;

FRACTURA: superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

FRE`TICO: nivel de las aguas acumuladas en el subsuelo sobre una capa impermeable del terreno; pueden aprovecharse por medio de pozos. TambiØn se da este nombre a la capa del subsuelo que las contiene y almacena.

FUENTE CONTAMINANTE: todos aquellos elementos que en el medio ambiente contribuyen a su alteraci n y deterioro, como el mon xido de carbono, el plomo, los xidos de azufre, etcØtera.

GEOHIDROLOG˝A (Hidrogeolog a): rama de la Geolog a que se encarga del estudio de los cuerpos de agua en el subsuelo, conocidos como acu feros.

GEOLOG˝A: ciencia que se encarga del estudio del origen, evoluci n y estructura de la Tierra, su dinÆmica y de la bœsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

GEOTECNIA: aplicaci n de principios de ingenier a, a la ejecuci n de obras pœblicas en funci n de las caracter sticas de los materiales de la corteza terrestre.

GRADIENTE: grado de variaci n de una magnitud con relaci n a la unidad. TambiØn es la medida de la variaci n de un elemento meteorol gico en funci n de la distancia y direcci n.

GRANIZADA: fen meno meteorol gico que consiste en la precipitaci n atmosfØrica de agua congelada en formas mÆs o menos irregulares.

GRUPO DE TRABAJO MULTISECTORIAL (GTM): Instancia donde participan servidores pœblicos estatales, federales o municipales que serÆ convocada por la Instancia Ejecu-to ra para participar, colaborar y responsabilizarse en las actividades del PEOT.

GU˝A METODOL GICA PARA LA ELABORACI N DE PROGRAMAS ESTATALES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL: El documento que emite la SEDATU con las pautas orientativas para la realizaci n del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial.
H`BITAT: conjunto local de condiciones geof sicas en el que se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad animal o vegetal.

HELADA: fen meno hidrometeorol gico producido por masas de aire polar con bajo contenido de humedad, cuando el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados cent grados. Cuanto mÆs baja sea la temperatura, mÆs intensa resultarÆ la helada.

HIDROLOG˝A: es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulaci n, y distribuci n sobre y debajo de la superficie terrestre, sus propiedades qu micas y f sicas y su relaci n con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

HIDROMETEORO: tØrmino genØrico empleado para designar ciertos fen menos del tiempo, tales como la lluvia, las nubes, la niebla, etcØtera, que dependen principal - mente de las modificaciones del vapor del agua en la atm sfera.

HUNDIMIENTO REGIONAL Y AGRIETAMIENTO: fen menos de naturaleza geol gica cuya presencia se debe a los suelos blandos, en los cuales se producen pØrdidas de volumen como consecuencia de la extracci n de agua del subsuelo.

IDENTIFICACI N DE RIESGOS: reconocimiento y localizaci n de los probables daæos que pueden ocurrir en el sistema afectable (poblaci n y entorno), bajo el impacto de los fen menos destructivos a los que estÆ expuesto.

Glosario de TØrminos

IMPACTO AMBIENTAL: modificaci n del ambiente ocasionada por la acci n del hombre o de la naturaleza.

INCENDIO: fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma sœbita, gradual o instantÆnea, al que le siguen daæos materiales que pueden interrumpir el proceso de producci n, ocasionar lesiones o pØrdida de vidas humanas y deterioro ambiental. En la mayor a de los casos el factor humano participa como elemento causal de los incendios.

INFRAESTRUCTURA: conjunto de bienes y servicios bÆsicos que sirven para el desarrol lo de las funciones de cualquier organizaci n o sociedad, generalmente gestionados y financiados por el sector pœblico. Entre ellos se cuentan los sistemas de comunicaci n, las redes de energ a elØctrica, puentes, presas, redes de comunicaci n telef nica, faros, puertos, l mites pol tico administrativos, demarcaciones geogrÆficas de cualquier tipo, plataformas petroleras, etcØtera.

INUNDACI N: Efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinari - amente, en daæos que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras producti vas y, en general en valles y sitios bajos. Atendiendo a los lugares donde se producen, las inundaciones pueden ser: costeras, fluviales, lacustres y pluviales, segœn se registren en las costas mar timas, en las zonas aledaæas a los mÆrgenes de los r os y lagos, y en terrenos de topograf a plana, a causa de la lluvia excesiva y a la inexistencia o defecto del sistema de drenaje, respectivamente.

ISOYETAS: la isoyeta es una isol nea que une los puntos, en un plano cartogrÆfico, que presentan la misma precipitaci n en la unidad de tiempo considerada. As , para una misma Ærea, se puede diseæar un gran nœmero de planos con isoyetas; como ejemplos, las isoyetas de la precipitaci n media de largo periodo del mes de enero, de febrero, etc., o las isoyetas de las precipitaciones anuales.

LICUEFACCI N: comportamiento pseudo-l quido de una o varias capas de suelo provo - cado por una elevada presi n intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los r os (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterrÆnea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacci n en caso de que ocurra un sismo.

LLUVIA: fen meno atmosfØrico producido por la condensaci n de las nubes. Consiste en la precipitaci n de gotas de agua l quida o sobre enfriada, cuyo diÆmetro es mayor a los 0.5 mm. Generalmente las gotas de agua l quida al chocar con los objetos, se aplas- tan esparciØndose, mojando rÆpidamente el Ærea del impacto y, tratÆndose de gotas grandes, produciendo salpicaduras.

MAGNITUD (de un sismo): valor relacionado con la cantidad de energ a liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los mœltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para deter- minar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sism grafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin l mites superior ni inferior. Una de las escalas mÆs conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento s smico (Mw).

MAPA DE RIESGOS: nombre que corresponde a un mapa topogrÆfico de escala variable, al cual se le agrega la seæalizaci n de un tipo espec fico de riesgo, diferencian- do las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre.

METEORO: cualquier fen meno que ocurra en la atm sfera. Los meteoros pueden clasificarse en l quidos, s lidos, gneos, elØctricos, magnØticos y luminosos.

METEOROLOG˝A: ciencia que estudia los fen menos que se producen en la atm sfera, sus causas y sus mecanismos.

MITIGACI N: son las medidas tomadas con anticipaci n al desastre y durante la emer - gencia, para reducir su impacto en la poblaci n, bienes y entorno.

MORFOLOG˝A: parte de la geolog a que describe las formas externas del relieve terres - tre, su origen y formaci n.

OBRAS HIDR`ULICAS: conjunto de estructuras construidas con el objeto de manejar el agua, cualquiera que sea su origen, con fines de aprovechamiento o defensa. Se clasifi- can en: a) obras de aprovechamiento: 1 de abastecimiento de agua a poblaciones; 2 de riego; 3 de producci n de fuerza motriz; 4 de encharcamiento; 5 contra inundaciones y b) obras de retenci n de azolves.

Glosario de TØrminos

ORDENAMIENTO TERRITORIAL: Pol tica pœblica orientada a impulsar el desarrollo sustentable, la cual conduce a una distribuci n de la poblaci n y sus actividades, acorde con la aptitud y potencialidad de los recursos naturales del territorio nacional, las entidades federativas y los municipios. Es un proceso permanente que tiene como fin contribuir a mejorar el nivel de vida de la poblaci n. Estudio y aplicaci n de medidas financieras y de planeaci n para fomentar en el territorio nacional un equilibrio armonio - so entre las actividades, necesidades de la poblaci n y los recursos del pa s.

ORDENAMIENTO ECOL GICO: proceso de planeaci n dirigido a diagnosticar, progra - mar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la Naci n ejerce su soberan a y jurisdicci n, para preservar y restaurar el equilibrio ecol gico y proteger el ambiente.

PELIGRO o peligrosidad: evaluaci n de la intensidad mÆxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un per odo dado, con base en el anÆlisis de probabilidades.

PERTURBACI N: alteraci n de un proceso regular originado por la interferencia de un factor ajeno al proceso afectado.

PERTURBACI N ATMOSF RICA: alteraci n de las condiciones atmosfØricas originada por la variaci n de la temperatura y de la presi n.

PLACA TECT NICA: segmento de la litosfera que internamente es r gido, se mueve independientemente encontrÆndose con otras placas en zonas de convergencia y separÆndose en zonas de divergencia.

PRECIPITACI N: agua procedente de la atm sfera, que cae a la superficie de la Tierra en forma de lluvia, granizo, roc o, escarcha, nieve, etcØtera.

PREVENCI N: uno de los objetivos bÆsicos de la Protecci n Civil, se traduce en un conjunto de disposiciones y medidas anticipadas, cuya finalidad es impedir o disminuir los efectos que se producen con motivo de la ocurrencia de calamidades. Esto, entre otras acciones, se realiza a travØs del monitoreo y vigilancia de los agentes perturba- dores y de la identificaci n de las zonas vulnerables del sistema afectable (poblaci n y entorno), con la idea de prever los posibles riesgos o consecuencias para establecer mecanismos y realizar acciones que permitan evitar o mitigar los efectos destructivos.

PROGRAMA DE PROTECCI N CIVIL: instrumento de planeaci n para definir el curso de las acciones destinadas a la atenci n de las situaciones generadas por el impacto de las calamidades en la poblaci n, bienes y entorno. A travØs de Øste se determinan los participantes, sus responsabilidades, relaciones y facultades, se establecen los objetivos, pol ticas, estrategias, l neas de acci n y recursos necesarios para llevarlo a cabo. Se basa en un diagn stico y se divide en tres subprogramas: prevenci n, auxilio y apoyo.

PROGRAMA DE GESTI N DE RIESGOS Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNIC IPAL (PGROTM): Instrumento de planeaci n que establece de manera sistemÆtica y estratØgica, l neas de acci n para el aprovechamiento acorde con la aptitud y potenciali - dad de los recursos naturales del territorio nacional, las entidades federativas, y los municipios. Es un instrumento diseæado bajo principios de largo plazo, pero sujeto a resultados en el corto y mediano plazo.

PROTECCI N CIVIL: es la acci n solidaria y participativa, que en consideraci n tanto de los riegos de origen natural y/o antr pico como de los efectos adversos de los agentes perturbadores, prevØ la coordinaci n y concertaci n de los sectores pœblicos, privados y social en el ramo del sistema estatal de protecci n civil, con el fin de crear un conjunto de disposiciones, planes, programas, estrategias, mecanismos y recursos para que de manera corresponsable y privilegiando la gesti n integral de riesgos y la continuidad de operaciones, se apliquen las medidas y acciones que sean necesarias para salvaguardar la vida, integridad y salud de la poblaci n, as como sus bienes; la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente.

REGI N ECOL GICA: extensi n de territorio definida por caracter sticas ecol gicas comunes.

REGI N HIDROL GICA: superficie determinada de territorio que comprende una o varias cuencas hidrol gicas con caracter sticas f sicas y geogrÆficas semejantes.

REGIONALIZACI N S˝SMICA: zonificaci n terrestre de una regi n determinada carac - terizada por la ocurrencia de sismos, diferenciÆndose una zona de otra por su mayor o menor intensidad.

RELLENO SANITARIO: mØtodo de ingenier a sanitaria para la disposici n final de desechos s lidos en terrenos propios para el efecto, protegiendo el medio de la contaminaci n por malos olores, arrastre por vientos, plagas de moscas y ratas. Este mØtodo consiste en depositar los desechos s lidos en capas delgadas, compactarlos al menor volumen posible y cubrirlos con una capa de tierra.

Glosario de TØrminos

RESIDUO: cualquier material generado en los procesos de extracci n, beneficio, transformaci n, producci n, consumo, utilizaci n, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo gener ;.

RIESGO: probabilidad de exceder un valor espec fico de daæos sociales, ambientales y econ micos, en un lugar espec fico y durante un tiempo de exposici n determinado. R= Amenaza X Vulnerabilidad. Probabilidad de que se produzca un daæo, originado por un fen meno perturbador (Ley General de Protecci n Civil); la UNESCO define el riesgo como la posibilidad de pØrdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producci n. Esta definici n involucra tres aspectos relacionados por la siguiente f rmula: riesgo= vulnerabilidad x valor x peligro. En esta relaci n, el valor se refiere al nœmero de vidas humanas amenazadas o en general a cualquiera de los elementos econ micos (capital, inversi n, capacidad productiva, etcØtera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El œltimo aspecto, peligro peligrosidad, es la probabilidad de que un Ærea en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

SEQU´A: condici n del medio ambiente en la que se registra deficiencia de humedad, debido a la ausencia prolongada o escasez marcada de precipitaci n. Situaci n clima - tol gica anormal que se da por la falta de precipitaci n en una zona, durante un per odo de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condici n de an mala cuando ocurre en el per odo normal de precipitaciones para una regi n bien determina - da. As , para declarar que existe sequ a en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatol gicas. El ciclo hidrol gico se desestabiliza al extremo de que el agua disponible llega a resultar insuficiente para satisfacer las necesidades de los ecosistemas, lo cual disminuye las alternativas de supervivencia e interrumpe o cancela mœltiples actividades asociadas con el empleo del agua.

SERVICIOS P BLICOS DE SALUD: los que el Estado pone a disposici n de la poblaci n en general para atender su salud; se ofrecen a quienes los requieren, en establecimien- tos pœblicos espec ficos.

SISMICIDAD: la ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y perio - do dados; estudio de la intensidad y frecuencia de los sismos en la superficie terrestre. Su distribuci n geogrÆfica delimita tres grandes bandas s smicas que son: MediterrÆ neo- Himalaya y Circumpac fica, en las que se registra mÆs del 90% de los terremotos; la tercera comprende las dorsales oceÆnicas. La Repœblica Mexicana se encuentra ubica da en una de las zonas de mÆs alta sismicidad en el mundo, debido a que su territorio estÆ localizado en una regi n donde interactœan cinco importantes placas tect nicas: Cocos, Pac fico, NorteamØrica, Caribe y Rivera.

El territorio nacional tambiØn se ve afectado por fallas continentales (San AndrØs, la Trinchera Mesoamericana y la de Motagua Polochic), regionales y locales (sistema de fallas en el Ærea de Acambay, en el centro del pa s y el de Ocosingo, en Chiapas), en todos estos tipos de fracturas o fallas entre placas e intraplacas se presenta un impor- tante nœmero de sismos.

SISMO: fen meno geol gico que tiene su origen en la envoltura externa del globo terrestre y se manifiesta a travØs de vibraciones o movimientos bruscos de corta duraci n e intensidad variable, los que se producen repentinamente y se propagan desde un punto original (foco o hipocentro) en todas direcciones. Segœn la teor a de los movimientos tect nico, la mayor a de los sismos se explica en orden a los grandes desplazamientos de placas que tienen lugar en la corteza terrestre; los restantes, se explican c mo efectos del vulcanismo, del hundimiento de cavidades subterrÆneas y, en algunos casos, de las explosiones nucleares subterrÆneas o del llenado de las grandes presas.

SISTEMA, estructura de un: de acuerdo al enfoque estructural, un sistema estÆ compuesto por subsistemas, partes, componentes y elementos, que en su conjunto permiten cumplir con los objetivos propuestos.

SUELO: estructura s lida y porosa, de composici n heterogØnea, que ocupa la parte mÆs superficial de la litosfera. A su formaci n contribuyen los mecanismos de disgregaci n de las rocas (f sica y qu mica) y la propia actividad de los organismos asentados. Posee un componente mineral de tamaæo de grano y litolog a variable y una parte de materia orgÆnica que puede llegar a ser del 100% en las turbas. El suelo no s lo sirve de soporte a los organismos, sino que ademÆs contiene el agua y los elemen- tos nutritivos necesarios. En su organizaci n espacial se identifica una serie de horizon- tes cuya importancia relativa var a en los distintos tipos de suelo.

TALUD: declive de un muro o terreno.

TEMPERATURA: magnitud f sica que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin (K).

TEMPERATURA EXTREMA: manifestaci n de temperatura mÆs baja o mÆs alta, produci da con motivo de los cambios que se dan durante el transcurso de las estaciones del aæo.

TOPOGRAF´A: conjunto de los rasgos f sicos que configuran una parte de la superficie terrestre.

Glosario de TØrminos

TORMENTA TROPICAL: fen meno meteorol gico que forma parte de la evoluci n de un cicl n tropical; se determina cuando la velocidad promedio durante un minuto, de los vientos mÆximos de superficie es de 63 a 118 Km/h. En esta fase evolutiva se le asigna un nombre por orden de aparici n anual y en tØrminos del alfabeto, de acuerdo a la relaci n determinada para todo el aæo, por el ComitØ de Huracanes de la Asociaci n Regional.

VIENTO: aire en movimiento, especialmente una masa de aire que tiene una direcci n horizontal. Los flujos verticales de aire se denominan corrientes. Las diferencias de temperatura de los estratos de la atm sfera, provocan diferencias de presiones atmos - fØricas que producen el viento. Su velocidad suele expresarse en kil metros por hora, en nudos o en cualquier otra escala semejante.

ZONIFICACI N: instrumento tØcnico de planeaci n que puede ser utilizado en el establecimiento de las Æreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en funci n del grado de conservaci n y representatividad de sus ecosistemas, la vocaci n natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria.

Ing.Juan Carlos Calva R os

Geog. Luis Alberto PØrez Reyes

Geog. Jorge Enrique Morales

Lic. M nica Luc a Mart nez Herrera

Arq. Marisol Martinez H.

Mtro. V ctor Herrera

Geog. Valeria SÆenz Alarc n

P.T. Alejandro SÆnchez GalvÆn

de Gobierno

PROTECCIÓN CIVIL
MORELOS