

**Estudio de Riesgos Geológicos, Geomorfológicos e
Hidrometeorológicos, para el Atlas de Peligros
Naturales del Municipio de Jiutepec**





ÍNDICE





ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	11
I.1 ANTECEDENTES	11
I.1.1 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN MÉXICO	11
I.1.2 ANTECEDENTES DE LA SEDESOL EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE DESASTRES	12
I.2 OBJETIVOS	13
I.3 ALCANCES	13
II CONCEPTOS	15
II.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE PELIGROS, RIESGOS, DESASTRES PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.	17
III GENERALIDADES DE JIUTEPEC	19
III.1 MUNICIPIO DE JIUTEPEC	21
III.2 TOPONIMIA	21
III.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	22
III.4 POBLACIÓN (INEGI 2006)	22
III.5 OROGRAFÍA.....	22
III.6 HIDROGRAFÍA	22
III.7 CLIMATOLOGÍA	23
III.8 SUELOS	23
III.9 GEOLOGÍA	23
III.10 DEMOGRAFÍA	23
III.11 RELIGIÓN	25
III.12 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	25
III.12.1 SALUD.....	25
III.12.2 EDUCACIÓN	25
III.13 POBLACIÓN ANALFABETA	25
III.14 PLANTELES	26
III.15 VÍAS DE COMUNICACIÓN	26
III.16 VIVIENDA	26
III.17 NÚMERO DE CUARTOS POR VIVIENDA	26
III.18 SERVICIOS PÚBLICOS	27
IV RESUMEN	29
IV.1 RESUMEN	31

V	ESTUDIO DE RIESGOS	33
V.1	INTRODUCCIÓN	35
V.2	ANTECEDENTES	36
V.3	OBJETIVO GENERAL	36
V.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
V.5	ALCANCES	37
V.6	LOCALIZACIÓN	37
VII	MATERIALES	39
VII.1	EQUIPO DE CÓMPUTO	41
VII.2	EQUIPO DE GABINETE	41
VIII	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	43
VIII.1	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	45
VIII.2	TRABAJO DE GABINETE	45
VIII.3	TRABAJO DE CAMPO	48
IX	CUADRO CONCEPTUAL	51
IX.1	CONCEPTOS BÁSICOS	53
X	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES	55
X.1	EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES DE RIESGO ASOCIADO AL TIPO DE FENÓMENO TANTO NATURAL COMO ANTROPOGÉNICO	57
XI	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	59
XI.1	CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL PROYECTO	61
XI.2	EFFECTOS QUE PRODUCIRÁ EL DESARROLLO DEL PROYECTO	61
XI.3	NECESIDADES QUE EL PROYECTO VENDRÍA A SATISFACER	62
XII	MAPA TEMÁTICO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	63
XII.1	MARCO GEOLÓGICO GENERAL	65
XII.2	LITOLOGÍA	65
XIII	GEOMORFOLOGÍA	71
XIII.1	UNIDADES DE RELIEVE GEOMORFOLÓGICAS	73
XIV	RIESGOS GEOLÓGICOS	77
XIV.1	MAPAS DE IDENTIFICACIÓN Y PELIGROS NATURALES	79
XIV.2	PELIGROS GEOLÓGICOS	79
XIV.3	CAUSAS DE LOS PELIGROS NATURALES	79
XIV.4	PROCESOS DE INESTABILIDAD DE LADERAS	81
	XIV.4.1 DESLIZAMIENTOS	81
	XIV.4.2 DERRUMBES	83
	XIV.4.3 HUNDIMIENTOS	84
	XIV.4.4 EROSIÓN	85
	XIV.4.5 EROSIÓN FLUVIAL	85
	XIV.5.1 CINEMÁTICA DE LAS FALLAS Y RÉGIMEN TECTÓNICO ASOCIADO	86

XV	MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS	89
XV.1	CONCEPTOS FUNDAMENTALES	91
XV.1	MEDIDAS DE PROTECCIÓN	91
XV.2	MEDIDAS PREVENTIVAS EN ZONAS DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO	92
XV.3	MEDIDAS PREVENTIVAS EN ZONAS DE PELIGRO POR FALLAS Y FRACTURAS	92
XV.4	MEDIDAS GENERALES PARA USO DE TIERRAS	93
XVI	RESULTADOS	95
XVI.1	IMPLICACIONES PRÁCTICAS	97
XVII.	CONCLUSIONES	99
XVII.1	DIAGNÓSTICO DE RIESGOS GEOLÓGICOS	101
XVII.2	GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL	104
XVIII	RECOMENDACIONES	105
	ÁLBUM FOTOGRÁFICO	111
	GLOSARIO	129



I INTRODUCCIÓN





I INTRODUCCIÓN.

I.1 ANTECEDENTES.

I.1.1 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN MÉXICO.

Por su elevada actividad sísmica y volcánica y por encontrarse en forma franca sobre la trayectoria normal de los huracanes que se originan tanto en el Océano Pacífico como en el Atlántico, México es considerado como uno de los países más propensos a la manifestación de amenazas de origen natural. Aunado a lo anterior, se han incrementado los niveles de riesgo por la combinación con amenazas de origen antrópico, asociados con la transformación del medio natural y la conformación de asentamientos sobre terrenos de poca aptitud.

Como consecuencia del alto grado de incidencia de los fenómenos naturales, en el País cada año ocurren un importante número de desastres de distinta magnitud y con niveles de pérdida y daños diferenciados. Hasta este momento, la mayoría de las estrategias instrumentadas han omitido el énfasis que se debe asignar a las acciones de prevención y mitigación así como a la evaluación de la vulnerabilidad de la población, enfocándose básicamente a perfilar acciones reactivas ante una situación de desastre.

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 establece como la estrategia central en materia de Protección Civil el transitar de un sistema reactivo a uno preventivo, con la corresponsabilidad y participación de los tres órdenes de gobierno, población y sectores social y privado.

Dentro de los instrumentos normativos de política en materia de prevención de desastres, la Ley General de Protección Civil (2000) establece los lineamientos básicos del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) cuyas disposiciones, medidas y acciones están destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre.

En correspondencia a lo anterior, el Programa Nacional de Protección Civil 2001-2006 pretende imprimir una orientación preventiva al SINAPROC a partir de articular congruentemente las políticas y acciones de las dependencias, entidades, organismos y sectores que lo conforman; promover la implantación de mecanismos para detectar, pronosticar e informar con oportunidad a la ciudadanía sobre la ocurrencia de fenómenos que amenacen su seguridad e integridad, así como generar una conciencia de autoprotección por parte de la población expuesta a los efectos de un fenómeno perturbador.

La estrategia del Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006 (PEPyM) se fundamenta en la realización de 60 estudios y proyectos de carácter multidisciplinario, con un alcance multi-institucional, enfocados a diagnosticar los peligros y riesgos a los que está sujeto nuestro país, a reducir la vulnerabilidad frente a los principales fenómenos naturales o inducidos por el hombre, así como a fortalecer una cultura de autoprotección.

I.1.2 ANTECEDENTES DE LA SEDESOL EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Durante el periodo 1976-1982, se creó en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) la Dirección General de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas, encargada de desarrollar el tema en los planes de desarrollo urbano, elaborando el Plan Nacional de Prevención y Atención de Emergencias Urbanas en 1981.

Posteriormente en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990-1994 se incorporó un anexo en el que se establecen propuestas para reducir los riesgos a los que pueden estar sujetos los centros de población. A partir de la explosión en la ciudad de Guadalajara en 1992, se introduce el tema de prevención de desastres a través de la regulación del uso del suelo, con el propósito de que las localidades contempladas en el Programa de 100 Ciudades incorporen en forma amplia el tema de prevención de desastres a los planes de desarrollo urbano.

En 1993, la Secretaría de Desarrollo Social, con la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) promueve, mediante el Artículo 3º de dicha Ley, que con “El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderán a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante la vinculación del desarrollo regional y urbano con el bienestar social de la población; la adecuada interrelación socioeconómica de los centros de población; el desarrollo sustentable de las regiones del país; el fomento de centros de población estratégicos; la descongestión de las zonas metropolitanas; la coordinación y concertación de la inversión pública y privada; la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población, así como la participación social en los asentamientos humanos, entre otros aspectos”. En el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (PNDUyOT) 2001–2006 se contemplan las acciones dirigidas a mejorar los sistemas de prevención-alarma; la elaboración de planes de contingencias y organización de la sociedad para su aplicación: el desarrollo de estudios territoriales y urbanos de riesgo, la elaboración y aplicación de planes y reglamentos de control y uso del suelo; el estudio, planeación, proyecto, gestión y ejecución de obras de infraestructura para protección y control ante fenómenos que originan desastres.

A partir del año 2003, con el Programa Hábitat, la SEDESOL propone, además de contribuir a superar la pobreza urbana y mejorar el hábitat popular, hacer de las ciudades y sus barrios espacios ordenados, seguros y habitables, mediante acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad de los hogares y mejorar la infraestructura frente a peligros de origen natural. Es a través de la Modalidad de Ordenamiento del Territorio y Mejoramiento Ambiental que a partir de este 2004, se pretende fortalecer los esfuerzos de prevención de desastres en las zonas urbano-marginadas mediante el impulso de seis tipos de acciones:

- a) La elaboración de estrategias para la prevención de desastres, que incluyen atlas de riesgos naturales a nivel ciudad y estudios y mapas de riesgo;
- b) La elaboración de propuestas para ordenar el uso del suelo con fines de prevención;
- c) Acciones de educación y sensibilización para la prevención de desastre;

- d) La realización de obras de mitigación que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos frente a amenazas de origen natural;
- e) la reubicación de familias asentadas en zonas de riesgo no mitigable, y
- f) apoyos a viviendas en situación de emergencia mediante el aprovisionamiento de enseres domésticos básicos.

I.2 OBJETIVOS

De manera general, establecer los criterios, métodos y procedimientos de identificación e interpretación de áreas de incidencia de peligros naturales en zonas urbanas, con la finalidad de proporcionar información para la definición de estrategias de prevención de desastres y mitigación de riesgos. Lo anterior a través de:

- Generar los procedimientos para la integración, homologación y estandarización de la información de los peligros de tipo geológico e hidrometeorológico que permitan, en etapas posteriores a lo planteado en la presente guía, la definición de Zonas de Riesgo Mitigable (ZRM) y No Mitigable (ZNRM),
- Proporcionar un sustento metodológico para fundamentar estrategias de prevención y mitigación de riesgos, que contribuyan a reducir el uso de esquemas tradicionales basados en acciones reactivas ante una situación de desastre
- Finalmente, bajo criterios generales de Zonificación de Peligro, presenta una propuesta inicial de estrategias y medidas de prevención y mitigación correspondientes para cada tipo de peligro, destacando su pertinencia, utilidad y efectividad.

I.3 ALCANCES

Tiene como alcance la determinación de los peligros naturales de tipo geológico e hidrometeorológico. En este sentido, es un documento metodológico que establece los procedimientos para la integración de información de peligros en ciudades de la República Mexicana con más de 100,000 habitantes. En ella se establecen criterios básicos de información aplicables a los proyectos a nivel de zonas urbanas, y establece los fundamentos para la construcción de un mapa de zonificación de peligros naturales. Con el conjunto de mapas de peligros se conforma un atlas con una serie de atributos que los describen en sus características y particularidades; el conjunto de mapas y atributos se almacena de manera ordenada en una base de datos incorporada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), que es útil para el despliegue y la consulta de la información de una manera sencilla, ágil y oportuna.



II CONCEPTOS





II CONCEPTOS

II.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE PELIGROS, RIESGOS, DESASTRES PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

En este apartado se desarrollan, abordados desde la perspectiva de evaluación física, los conceptos de peligros, riesgos, desastres, vulnerabilidad, prevención y mitigación, sustentados en una revisión bibliográfica y cartográfica especializada. Estos conceptos deben ser considerados como elementos de base teórica para la elaboración de mapas temáticos de peligros naturales y son descritos de una manera sencilla para lograr una mejor comprensión de los usuarios finales del atlas.

De acuerdo con el Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (UNDHA, 1993), **peligro** es el suceso amenazador o probabilidad de que se produzca un fenómeno (en este caso natural) potencialmente dañino dentro de un periodo de tiempo y un lugar concretos. La posibilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una **amenaza**, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores. El CENAPRED y el Instituto de Geofísica de la UNAM (2001) definen al **peligro** como la probabilidad de ocurrencia de un evento que se presenta en la naturaleza o que tiene un origen antropogénico, que por su energía y persistencia puede ocasionar un desastre. Por **riesgo** se entiende a la posibilidad de ocurrencia de daños o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia de eventos o fenómenos perturbadores, los que pueden ser de origen natural o pueden resultar de acciones humanas. Los sistemas que pueden sufrir daños ante la acción de los agentes perturbadores se designan como sistemas expuestos. De acuerdo con las condiciones específicas del entorno de un sistema, éste puede estar expuesto a diversos tipos de riesgos, asociados a diversas fuentes latentes de amenaza.

El **desastre** es considerado como la interrupción brusca de la vida cotidiana, generadora de pérdidas de vidas humanas, materiales y ambientales generalizadas que superan la competencia de la comunidad afectada para sobreponerse exclusivamente a través de sus propios medios. De ahí la importancia de establecer los mecanismos de prevención y mitigación, previa identificación de las áreas susceptibles de afectación por la ocurrencia de fenómenos naturales. Así el riesgo de ocurrencia de un desastre depende por lo general de dos factores:

- 1) El riesgo físico del lugar, que refleja la probabilidad estadística de que se produzcan en él, hechos específicos de carácter natural o tecnológico y,
- 2) La vulnerabilidad de las personas o grupos sociales y la infraestructura.

En términos prácticos el desastre es la consecuencia final de un riesgo.

La **vulnerabilidad** se define como el grado de pérdida que un determinado elemento o conjunto de elementos que una sociedad experimenta como consecuencia de un fenómeno natural de cierta magnitud (Maskrey, 1993). La vulnerabilidad social está definida en términos

de la fragilidad o debilidad para perder, total o parcialmente la vida, los bienes y los servicios de una parte de la población o varios sectores de una sociedad (CONAPO, 2000).

Bajo este concepto, la vulnerabilidad es directamente proporcional a la calidad de vida; los servicios como agua potable, electricidad, drenaje, ingresos económicos, educación, vivienda y alimentación.

Existen diversas clasificaciones de riesgos; en México se ha adoptado de manera generalizada la que se basa en el tipo de agente perturbador que los genera.

Se distinguen por su origen cinco tipos de riesgo: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, Sanitarios y Socio-organizativos. Para el caso de la presente sólo se abordarán los fenómenos perturbadores o peligros de tipo natural, que comprenden a los geológicos, que integran procesos geomorfológicos en la misma división y a los hidrometeorológicos.

III GENERALIDADES DE JIUTEPEC





III GENERALIDADES DE JIUTEPEC

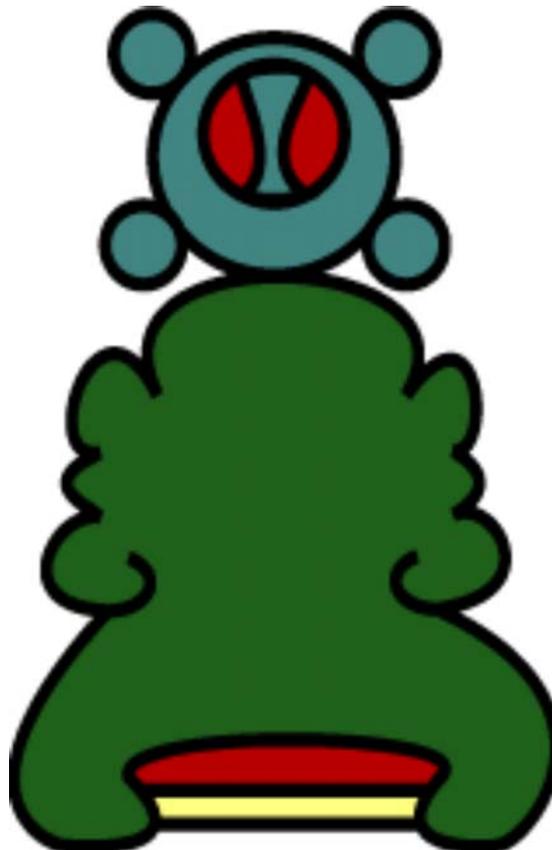
III.1 MUNICIPIO DE JIUTEPEC

El nombre de Jiutepec es la castellanización del viejo nombre en náhuatl de la población: Xiuhtepec. Al respecto el cronista municipal Don Luís Gurza y Villarreal nos dice: «El nombre de Xiuhtepec, de origen náhuatl, se compone de tres palabras que conforman el sistema utilizado por los indígenas que hablan esta lengua, se estructura de la siguiente forma: Xiuh - De Xihuitl, palabra que tiene varios significados según los elementos, gráficos y fonéticos, con los cuales esté combinada. Por ejemplo, puede ser turquesas, pasto o hierba, azul y también año y piedras preciosas. Tepe - Que se toma de Tépetl que significa cerro. C - Que es la posposición que se usa en náhuatl como sufijo de los nombres acabados en Tl, últimas dos letras que se substituyen con la letra C que significa En. Así Tepec, significa «En el cerro». Por lo tanto la palabra Xiuhtepec significa:

“En el cerro de las piedras preciosas”

Ya que en el cerro de Xihutepetl no se encuentran turquesas, pero si canteras de mármol, de kaolín y de piedra fina de cal, algunas de ellas muy bonitas o sea “preciosas”.

III.2 TOPONIMIA



III.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Localizado en el centro del estado, limitando con los municipios: al noreste Tepoztlán; al este Yautepec; al sur Emiliano Zapata; al suroeste con Temixco y al oeste y noroeste Cuernavaca. Se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 53' de latitud norte y 99° 10' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altitud de 1,350 msnm.

Tiene una superficie de 70.45 kilómetros cuadrados, la que representa el 1.42% de la superficie total del Estado.

Limita al norte con los Municipios de Tepoztlán y Cuernavaca.

Al sur con los Municipios de Emiliano Zapata y Temixco.

Al oriente con el Municipio de Yautepec.

Al poniente con Cuernavaca y Temixco.

III.4 POBLACIÓN (INEGI 2006)

La población total es de 181,317 habitantes

Hombres 87,190

Mujeres 94,127

Densidad Poblacional: 2,573.69 hab./Km²

III.5 OROGRAFÍA

La superficie del Municipio es en general plana, existen además grandes lomeríos y un malpaís denominado el Texcal, al norte; y dos grandes cerros al sur llamados antiguamente Llahualxiotépetl, y Xiuhtépec, junto con el cerro Pelón forma parte de una serie de prominencias calizas que a la vez contrastan con las corrientes basálticas. Existe otros cerros como el Gran Cerro, al oriente; el cerro de la Corona que colinda con los cerros que forman el Cañón de Lobos, pertenecientes ya al municipio de Yautepec. Del Texcal parten una serie de depresiones de lava hacia las lagunas de Ahuayaopan.

La parte norte del Municipio (El Texcal) es el espacio de transición entre la región neovolcánica y de la Sierra Madre del Sur.

III.6 HIDROGRAFÍA

Jiutepec pertenece a la cuenca del Amacuzac, y enriquece a la micro cuenca del río Apatláco. Atraviesan el municipio las corrientes pluviales y aguas broncas de los montes y sierras de Chalma y el Ajusco a través de la barranca de Analco, otra barranca importante es la denominada Gachupina.

Existe también la Laguna de Hueyapan en la zona conocida como El Texcal y la denominada Laguna Seca en Tejalpa.

Cuenta con importantes manantiales, como son los de Las Fuentes de San Gaspar, Ojo de Agua y el de Huauchiles.

Esta riqueza acuífera, más la acción humana había logrado hacer de Jiutepec un recinto hidrológico con apantles y canales de riego, sin embargo actualmente la mayoría de estas fuentes de agua se encuentran contaminadas y muchos canales de riego reciben descargas de aguas residuales, principalmente domésticas.

El Texcal es una importante zona de recarga de acuíferos, no sólo para el municipio sino para el Estado, sin embargo a pesar de ser una zona sujeta a conservación ecológica se ha visto afectada por intereses de tipo socio-económicos y de especulación del suelo.

III.7 CLIMATOLOGÍA

En su totalidad el Municipio esta incluido en el área climática $Aw_0(w)$, que corresponde a calido de humedad baja y precipitaciones en verano. Carece de una estación meteorológica, que detalle el clima.

El conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado atmosférico de Jiutepec lo hace ser de carácter semi-tropical, y una temperatura promedio de 21.2° centígrados, su variante media máxima es 31.4°C, su máxima absoluta es de 39.8°C, la mínima media baja es 10.8°C y la mínima absoluta 0.5°C.

Los meses más calurosos son abril y mayo y los más fríos diciembre y enero. Los más lluviosos son julio y agosto, con aproximadamente 80 días nublados al año. La precipitación media anual es de 1,021 mm. y el temporal de lluvias es del mes de junio a octubre, alcanzando los 890 mm., con un volumen de lluvia de 59,334,890 metros cúbicos.

III.8 SUELOS

Con base a la cartografía disponible y las mediciones referidas a los suelos de uso agropecuario, se tiene tres combinaciones edáficas:

- Vertisol pélico+feozem háplico, con textura fina.
- Redzina+litosol, de textura fina y fase lítica.
- Feozem háplico+vertisol pélico, con textura media.

III.9 GEOLOGÍA

El ecosistema conocido como el Texcal, está ocupado por una colada de lava caótica que sustenta vegetación xerófila. Es una cisterna natural que ha perdido parte de sus capacidad de recarga, por el crecimiento urbano, turístico e industrial. La infraestructura de fábricas y casas habitación de CIVAC han modificado su drenaje natural.

III.10 DEMOGRAFÍA

La población inició su continuo crecimiento en la década de 1940, provocado principalmente por flujos migratorios de los estados vecinos (Guerrero, Puebla, México). Esta primera ola migratoria tiene carácter agrario y proviene de emigrantes de los estados de Guerrero, Puebla y en menor medida del Estado de México caracterizados por la carencia, escasez o mala calidad de las tierras de cultivo y la inexistencia de servicios (salud, educación) y empleos. Esta primera oleada también se integra a la naciente industria de la cal.

Con la industrialización de la región, la migración se intensifica, en la década de los 60's atraída por la posibilidad de empleo. A esta corriente migratoria se agregan personal calificado del D. F. y otras zonas industrializadas y con escuelas superiores.

Esta tendencia se ha agudizado en los últimos quince años en que la población proveniente del D. F. ha aumentado su participación en el porcentaje de población y que el crecimiento metropolizado que se ha enfocado hacia la zona de Jiutepec creándose unidades habitacionales con una gran densidad de población.

Actualmente Jiutepec cuenta con uno de los índices de natalidad más altos del país, con un promedio de más de 3,000 nacimientos anuales y una mortalidad anual de poco más de 200.

Dentro del Estado ocupa el segundo lugar en población, después de Cuernavaca; el Censo de Población y Vivienda del año 2000, registró:

TOTAL	170,589 habitantes
Mujeres	88,516
Hombres	82,073

La estructura piramidal se conforma de la siguiente manera:

EDAD	TOTAL	MUJERES	HOMBRES
De 0 a 14 años	55,223	27,302	27,921
De 15 a 64 años	103,062	54,765	48,297
De más de 65 años	6,320	3,487	2,833
No especificado	5,984	2,962	3,022

Respecto a la población indígena, las cifras del Censo de Población y Vivienda del año 2000, reporta 1,903 personas, mismas que representan el 1.11% de la población total.

El crecimiento poblacional se puede observar con los datos que se presentan a continuación:

Año	Población	% respecto al total Estatal
1980	69,687 habitantes	7.35%
1990	101,275 habitantes	8.47%
2000	170,589 habitantes	10.96%

En cuanto a la densidad poblacional por kilómetro cuadrado, ésta ha aumentado de la siguiente forma:

Año	Habitantes / Km2
1980	989.16
1990	1,437.54
2000	2,421.41

Para el año 2000, 142,459 habitantes se concentraban en la cabecera municipal, representando el 83.51% del total del Municipio.

Fuente: INEGI

III.11 RELIGIÓN

El Censo General de Población y Vivienda 2000 arroja que 122,273 habitantes de Jiutepec, profesan la religión católica; mientras que 24,360 abrigan otra religión diferente a ésta o no practican ninguna religión.

Fuente: INEGI

III.12 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS:

III.12.1 SALUD

El sistema de salud está representado en el municipio por los sistemas del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad Social y de Salud para los Trabajadores del Estado y los Servicios de la Secretaría de Bienestar Social.

El IMSS cuenta con 57,641 derechohabientes.

El ISSSTE con 5,507 derechohabientes.

Personal médico	Número
IMSS	16
ISSSTE	1
SBS	20

Ante la insuficiencia de los servicios médicos, que se ejemplifica que durante 24 años a pesar de la creciente población no se construyeron nuevas instalaciones de salud, la mayoría de la población se atiende con médicos particulares como se ejemplifica en el número de servicios dados en 1995: IMSS, 36,865; ISSSTE, 21,446 y SBS 11,413.

III.12.2 EDUCACIÓN

En el municipio se encuentran representado los niveles de educación de inicial a media superior, en planteles particulares como oficiales

Sobre una población total de 109,382 habitantes mayores de 15 años, en Jiutepec tenemos un analfabetismo de 6,862 habitantes.

111.13 POBLACIÓN ANALFABETA

4,586 Mujeres

2,276 Hombres

En la actualidad, Jiutepec cuenta con la siguiente **infraestructura educativa:**

III.14 PLANTELES

Pré-escolar	55
Escuelas Primarias	89
Escuelas Secundarias	2
Secundaria Técnica	6
Tele Secundaria	1
Nivel Medio Superior.	5
Nivel Superior	1

III.15 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Por el municipio atraviesa un tramo de 7+700 Km. de la carretera que une a las ciudades de Cuernavaca y Cuautla. Sin embargo esta vía de comunicación ha sido urbanizada transformándose en el boulevard Cuauhnahuac. Por el territorio atraviesa la vía ferroviaria que comunica a la Ciudad de México con el Balsas, contando en una estación en El Mango.

El ferrocarril daba servicio de pasajeros y de carga, éste último atendía las necesidades de la industria. Sin embargo a partir de 1998 el servicio fue suspendido. Se tienen vías de comunicación con el sur de la entidad en la carretera que va al municipio de Emiliano Zapata.

Por el carácter eminentemente urbano que ha adquirido el territorio se cuenta con una vasta red de calles pavimentadas.

III.16 VIVIENDA

El Censo del año 2000, arrojó los siguientes datos:

Viviendas Particulares 41,118, distribuidas de la siguiente forma:

Viviendas en casa sola:	33,099	80.49%
Departamento en edificio, vivienda o vecindad:	5,791	14.08%
Cuartos de Azotea:	61	0.14%
Locales no construidos para habitación:	86	0.20%

III.17 NÚMERO DE CUARTOS POR VIVIENDA

Viviendas particulares con 1 cuarto:	8,117	19.74%
Viviendas particulares con 2 a 5 cuartos:	29,334	71.34%
Viviendas particulares con 1 dormitorio:	12,718	30.93%
Viviendas particulares con 2 a 4 dormitorios:	26,413	64.23%

III.18 SERVICIOS PÚBLICOS

viviendas	cantidad	%
Viviendas con drenaje y electricidad	36,889	89.71%
Viviendas sin drenaje con electricidad	2,242	5.45%
Viviendas con drenaje sin electricidad	136	0.33%
Viviendas sin drenaje ni electricidad	157	0.38%
Viviendas con drenaje y agua entubada	10,560	25.68%
Viviendas con drenaje y agua entubada en llave pública	857	2.08%
Viviendas con drenaje y agua entubada que acarrea de otra vivienda	374	0.90%



IV RESÚMEN





IV. RESÚMEN

IV.1 RESUMEN

Este estudio presenta:

- 1 Términos importantes, conceptos y consideraciones relacionadas con la susceptibilidad a deslizamientos y erosión de tierra.
- 2 Una técnica (cartografía de zonificación de peligros) para el examen de los riesgos Geológicos y Geomorfológicos e Hidrometeorológicos.
- 3 Los temas críticos que deben ser tratados al incorporar los peligros de deslizamientos al proceso de planificación para el desarrollo.

Se analizó la literatura geológica, geomorfológica, litológica y cartográfica de la región para construir el marco teórico y así se recopiló información bibliográfica concerniente a riesgos geológicos en los aspectos litológicos, tectónicos y estructurales para áreas localizadas en el municipio de Jiutepec.

Se analizó la información geomorfológica de la región para definir los relieves que hay en el área estudiada y conocer su dinámica interna y externa.

El tipo de estudio que se realizó es el de riesgos Geológicos porque es principalmente descriptivo, correlacionable y explicativo ya que permite conceptualizarlos y evaluarlos mediante técnicas (Ingeniería Simultánea para Análisis Combinado de Factores (ISA)) de campo con recopilación de datos estructurales y litológicos con apoyo de materiales como imagen de satélite, planos topográficos, GPS, brújula, entre otros.

Este estudio se realizó con la finalidad de contribuir a la elaboración del Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Jiutepec.

Se sugiere también un método para la elaboración del plan para zonas mitigables y no mitigables, así como prevención de desastres.



V ESTUDIO DE RIESGOS





V ESTUDIO DE RIESGOS

V.1 INTRODUCCIÓN

El tema primordial del estudio es **diagnóstico de riesgos**, es decir, conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno.

Una manera efectiva para integrar esta información y hacerla disponible a un amplio número de usuarios, es a través de un Atlas.

Razón por la cual se estudiaron los riesgos geológicos, ya que son indispensables para la elaboración del Atlas de Peligros Naturales, pues con él se pretende proporcionar información para la definición de estrategias de prevención de desastres y mitigación de riesgos.

La investigación en campo se llevó a cabo en el Municipio de Jiutepec (mediante reconocimiento litológico, estructural y pendiente), para obtener información acabada y precisa con el fin de dar una mejor respuesta y aportación al proyecto, a través de tres conceptos principales combinados para unificar criterios:

- 1 Diagnóstico de riesgos e investigación de los mismos mediante la técnica ISA, geología y geomorfología del municipio.
- 2 Investigación y Análisis de los riesgos geológicos.
- 3 Elaboración de resultados, entrega de los estudios realizados e informe final.

La investigación y el diagnóstico permiten ver y deducir la problemática que en este Municipio se presenta en relación directa con los peligros naturales, por lo que se sugiere:

- Mitigación para los efectos perjudiciales detectados.
- Gestión ambiental y plan de seguimiento.
- Programas de Gestión Ambiental para el manejo y tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario que son las que le conciernen a la industria de la construcción en gran medida.
- Aplicación de conocimientos tecnológicos actuales para el uso inteligente de la Geomática para la zonificación de peligros.

El propósito del método que se describe es la evaluación del peligro relativo de deslizamientos de tierra. Su producto principal, un mapa de peligro de deslizamientos de tierra, proporciona a los planificadores y coordinadores un método práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos.

V.2 ANTECEDENTES

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 implementó la estrategia central para la Protección Civil con un propósito: **Pasar de un sistema reactivo a uno preventivo.**

Se consideró la “Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad” elaborado entre la SEDESOL y el COREMI.

Para fortalecer los esfuerzos de prevención de desastres en las zonas urbanas, en uno de los programas (Programas de Hábitat), la SEDESOL propone la elaboración de estrategias que incluyen Atlas de Riesgos Naturales a nivel ciudad y Estudios de Mapas de Riesgos.

V.3 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar el Estudio Geológico y Geomorfológico para el Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Jiutepec.
- Definir y Cartografiar las unidades Geomorfológicas y las unidades Geológicas que coadyuvarán a consolidar las unidades de gestión ambiental, para un mejor ordenamiento ecológico.
- Actualizar la Geomorfología y la Geología del Municipio para obtener cuatro cartas temáticas;
 - 1 Geología (Litología).
 - 2 Geológico – Estructural (Fallas y Fracturas).
 - 3 Unidades Geomorfológico-Estructurales.
 - 4 De Zonificación de riesgos geológicos. Para la conservación, protección y restauración en su caso.
- Crear una base de datos interactiva con bases cartográficas confiables y compatibles con el “**Sistema Nacional de Prevención de Riesgos**” para diagnosticar identificar, zonificar, establecer la vulnerabilidad y proponer las estrategias de prevención de desastres, principalmente a nivel del municipio y determinar las zonas potenciales de riesgos para una mejor gestión del Municipio.

V.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar zonas de peligros naturales mediante un sustento metodológico para las estrategias de prevención y mitigación de riesgos, que contribuyan a reducir el uso de esquemas tradicionales basados en acciones reactivas ante una situación de desastre.
- Generar medidas de prevención y mitigación correspondientes para cada tipo de peligro, destacando su utilidad y efectividad.
- Identificar los orígenes de los peligros naturales a los que está expuesta la población del mismo municipio.
- Generar los criterios y lineamientos en materia de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) para la definición de acciones de prevención y reducción de riesgos, que

incluyen a las contempladas en la modalidad de ordenamiento y mejoramiento ambiental, así como las de tipo complementario que pudieran requerirse.

- Crear una cartografía de zonificación de peligros

V.5 ALCANCES

El presente estudio determina de modo pleno la Geología y la Geomorfología del Municipio para la elaboración del mapa de identificación de peligros naturales que aunado con la hidrometeorología nos da mayor alcance con sus resultados.

V.6 LOCALIZACIÓN

El Municipio de Jiutepec está ubicado al suroeste de la ciudad de Cuernavaca, en Morelos.



VII MATERIALES





VII MATERIALES.

VII.1 EQUIPO DE CAMPO:

- Brújula tipo “Brunton” para determinar ángulos y rumbos.
- GPS (Posicionador Global Satelital).
- Tabla para dibujo en campo.
- Binoculares con cámara integrada para PC.
- Cámara digital de 4 mega píxeles.
- Fotografías aéreas de escala 1:10,000.
- Lupas de 10x y 20x.
- Vehículo automotor.
- Martillo de Geólogo.
- Plano topográfico escala 1: 50,000 y 1:10,000.
- Plano de la traza Urbana.
- Rayador para determinar dureza de rocas.

VII.2 EQUIPO DE GABINETE:

- Imágenes de satélite 1: 250,000, 1: 1,000,000.
- Planos topográficos 1: 50,000 y 1: 10,000.
- Fotografías Aéreas 1:10,000
- Plano geológico del Estado de Morelos.
- PC de escritorio.
- Bibliografía



VIII METODOLOGÍA DEL ESTUDIO





VIII METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

VIII.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

VIII.1.1 TRABAJO DE GABINETE

- Se analizó la cartografía base existente, para definir pendientes y altos estructurales para después verificarse en campo.
- Diseño de base de Datos.
- Interpretación de Estructuras Lineales.
- Elaboración de fichas de Campo.
- Elaboración de mapas y secciones preliminares.
- Elaboración de mapas finales con los datos de campo.
- Elaboración de informes parciales y finales.

Consultando Bibliografía Especializada en Riesgos Geológicos



Analizando Información Bibliográfica Solicitada al Instituto de Geología UNAM



Elaboración de Fichas de Campo



Diseño de Base de datos:



Análisis de Cartografía y Guía Metodológica.



Análisis y aportación de ideas con apoyo cartográfico del Municipio.



Toma de decisiones y necesidades a cubrir para el proyecto.



VIII.1.2 TRABAJO DE CAMPO.

- Elaboración de un itinerario del trabajo de Campo.
- Selección de tipo de Levantamiento.
- Levantamiento de datos Geológicos y Geomorfológicos de campo mediante Georeferenciación (GPS) para evaluar y definir roca firme, calidad de pendientes y el factor hidrológico.
- Llenado de fichas de campo por tema de riesgo.
- Fotografías para reportes.
- Datos diversos de temas de riesgos, se conversó con personas de la zona potencial, se considera una fuente información, ya que éstas personas muy probablemente están familiarizadas con los deslizamientos, derrumbes del pasado en esa área.
- Datos de usos diversos de materiales para la industria.

Observación directa en campo y fotos para PC en la Colonia Lomas Jiutepec, Mina de Tezontle (fuera de operación).



Levantamiento de datos geológicos, litológicos, de fallas, hundimientos y geomorfológicos en la mina de Lomas de Jiutepec (fuera de operación).



Foto mostrando al fondo una fractura por hundimiento en el tezontle.

Georeferenciación de puntos clave, estructurales, litológicos y calidad de pendientes.



Foto mostrando calidad de pendiente en la Colonia Rancho Paraíso.

Nótese la acumulación de sedimento por acarreo pluvial.

Levantamiento de datos estructurales para conocer la calidad de la pendiente



Foto Mostrando la toma de datos del ángulo (29°) de la pendiente y la acumulación de sedimentos por el acarreo por lluvia.

Este evento es generalizado en toda esta formación de Lutitas ó Arcillas semicompactas.



Acceso al Cerro "La Corona" por el andador Baja California en la Colonia Alfredo B. Bonfil.

IX CUADRO CONCEPTUAL





IX CUADRO CONCEPTUAL.

IX.1 CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS BÁSICOS.

El área de Riesgos Geológicos utiliza el conocimiento de los procesos de naturaleza geológica para la prevención y mitigación de accidentes, y se caracteriza también por abarcar conceptos, métodos y técnicas de análisis y administración de riesgo relacionados con otras ramas profesionales ligadas al área industrial, defensa civil y compañía de seguros.

Los términos de uso corriente como peligro, riesgo, vulnerabilidad y amenaza, utilizados muchas veces como sinónimos, necesitan en los estudios de prevención de accidentes, de definiciones de criterios:

- a) **peligro** (hazard): amenaza potencial a personas y/o bienes; es el peligro presentado, mejor evaluado, es decir, una pérdida potencial evaluada, ya dimensionada;
- b) **riesgo** (risk): la posibilidad de que eventos peligrosos produzcan consecuencias indeseables.
- c) **Evento geológico** (geological event): acontecimiento, fenómeno o proceso geológico.

El análisis de las definiciones, presentadas para los términos antes expresados permite algunas consideraciones:

Ayala Carcedo (1987) entienda riesgo geológico como: “Todo proceso, situación u ocurrencia en el medio geológico, natural, inducida o mixta, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad, y en cuya previsión, prevención o corrección se emplearan criterios geológicos”.

Los términos peligro y riesgo son normalmente utilizados por la Ingeniería de Riesgos, que emplea dos tipos básicos de técnicas de análisis.

El Análisis de Peligros (Hazard Evaluation) es una técnica de naturaleza predictiva que identifica los tipos de eventos peligrosos, determina la frecuencia de tales eventos y define las condiciones espaciales y temporales de su ocurrencia. Slope Movements and Processes, Report 176 Chapter 2, National Academy of Sciences, 1978.

Para este estudio se empleó la técnica ISA (Ingeniería Simultánea de Análisis, Combinado de Factores para Evaluar y Prevenir Desastres).

El Análisis de Riesgos (Risk Analysis) es una técnica que, a partir del análisis de peligros, trata de cuantificar las informaciones, correlacionando la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos con la probabilidad de consecuencias indeseables, estimándose los daños y realizándose estudios de vulnerabilidad. La ecuación básica de riesgo por lo tanto, considera dos parámetros principales: la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y las pérdidas socioeconómicas asociadas.

De este modo, para el análisis de riesgo tenemos:

$$R = F C$$

Donde:

R = riesgo;

F = frecuencia de ocurrencia;

C = consecuencia

$$R = P \times v \times V$$

Donde:

R = riesgo o nivel de riesgo;

P = probabilidad; donde $P = 1/T$ siendo

T = recurrencia o periodicidad del evento;

v = vulnerabilidad (lo que se admite perder, de un determinado valor, en un accidente)

V = valor del bien vulnerable.

X ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES





X ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES

X.1 EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES NIVELES DE RIESGO ASOCIADO AL TIPO DE FENÓMENO TANTO NATURAL COMO ANTROPOGÉNICO.

En términos generales, el riesgo es una función matemática denominada “convolución” del peligro y la vulnerabilidad. Para fines de protección civil una de las herramientas de mayor utilidad para la toma de decisiones es la construcción de escenarios en los que se detecten las zonas con niveles elevados de riesgo. Otras medidas de riesgo pueden ser, los metros cuadrados perdidos de construcción, el número de vidas humanas perdidas.

Es claro que con la ayuda de los escenarios, las autoridades de protección civil podrían detectar las viviendas que deben ser reubicadas, tanto para evitar la pérdida de vidas como de daños materiales. El propósito del método que se describe en este estudio es la evaluación del peligro relativo de deslizamientos de tierra. Su producto principal, un mapa de peligro de deslizamientos de tierra, proporciona a los planificadores un método práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos.

El método puede ser utilizado tanto por planificadores y coordinadores, como por los técnicos especialistas en deslizamientos. Ya que lograrán un conocimiento operativo de los conceptos y consideraciones para incorporar la evaluación del peligro de deslizamientos al proceso de planificación, usando un nivel adecuado de evaluación para cada etapa del proceso, y así formular las preguntas apropiadas al técnico especialista y preparar los términos de referencia que aseguren de obtener la información necesaria. Como frecuentemente es el caso en el manejo de peligros naturales, los estudios de planificación son el vínculo entre la información científica y el proceso general de planificación para el desarrollo.

El método presentado (ISA), uno de varios que están disponibles, tiene las siguientes características:

- Se hace uso de diversos mapas temáticos descritos en el apartado de metodología, e información de percepción remota, generalmente disponible para un estudio de desarrollo.
- Está diseñado para proporcionar información apropiada sobre el peligro de deslizamientos, para cada una de las etapas del proceso de planificación.
- Se utiliza la susceptibilidad relativa a deslizamientos, como medida del peligro potencial en el área.
- Es aplicable a regiones con diferentes características geológicas geomorfológicas y de vegetación.
- Generalmente puede ser utilizado dentro de las restricciones de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación.



XI JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO





XI JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

XI.1 CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL PROYECTO.

Desde nuestro campo de acción, debemos iniciar a personas y capacitarlas para garantizar esta labor didáctica, es decir, conseguir un efecto multiplicador y lograr una concientización global que repercuta positivamente en la calidad de vida.

Con esa finalidad se ha dedicado nuestro trabajo a la consecución de una vía metodológica mediante Geología y Geomorfología Estructural aplicada a proyectos relacionados con el diagnóstico de riesgos geológicos en el municipio, consideradas hoy en día dos de las ramas más sólidas de las ciencias de la tierra con vistas a evitar los abusos directos e indirectos que sobre el ambiente acarrearán las acciones humanas y planear estratégicamente el uso de áreas y evitar desastres.

La técnica empleada fue la aplicación de la Geomática y en campo fue la técnica ISA con la observación experimentada y directa de la geología y la geomorfología, con apoyo en fotografías aéreas y planos topográficos.

XI.2 EFECTOS QUE PRODUCIRÁ EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Al desarrollarse este proyecto se determinarán los Planes Preventivos que engloban un conjunto de acciones coordinadas que tienen por objetivo reducir la posibilidad de ocurrencia de pérdida de vidas humanas, provocadas por accidentes geológicos, buscando convivir con las situaciones de riesgo dentro de niveles razonables de seguridad.

El objetivo final de esas acciones es anticiparse la ocurrencia de accidentes y realizar remociones preventivas, basándose por lo tanto, en la posibilidad de la previsión espacial y temporal de esos accidentes, también se producirá:

- Mayor sensibilidad de la protección al medio ambiente.
- Generará interés por actualizarse en las ciencias de la tierra conocimiento de las mismas aplicadas a riesgos naturales.
- Se obtendrá un mejor conocimiento de la problemática que afronta la sociedad del municipio y del Estado.
- Creará iniciativas de mejora al medio al construir una obra, mediante tecnología de punta a costos accesibles.
- Conciencia del pleno disfrute del derecho a la vida digna e íntegra, que es inalienable e irrenunciable.

XI.3 NECESIDADES QUE EL PROYECTO VENDRÍA A SATISFACER

Una de las principales necesidades que serían satisfechas, sin duda alguna, sería la nulidad de la incertidumbre de los riesgos naturales potenciales mediante el acceso a información y conocimiento de su municipio y particularmente de su colonia, así como reconocer zonas de peligro para futuros asentamientos humanos, así como el conocimiento acabado del impacto ambiental natural y construido (antropogénico) del Municipio de Jiutepec.



Foto mostrando una zona de peligro natural de grado alto por deslizamiento de miles de toneladas, se ve la base del cimiento de una barda de casa en la calle Rancho Grande 22 junto a la Iglesia en la colonia J. López Portillo,

Determinación en campo por observación directa de la dureza de la roca.



Foto mostrando La Lutita (arcilla semicompacta, húmeda por la lluvia) pasando a ser un lodo, véase la inclinación de 35°.

XII MAPA TEMÁTICO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA





XII MAPA TEMÁTICO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

XII.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL.

El Estado de Morelos se encuentra desde el punto de vista geomorfológico estructural en una depresión como resultado de una tafrogénesis y ahora se lo conoce como “Cuenca Morelos-Guerrero” producto de procesos tectonoestratigráficos en la que se observan los tres tipos de rocas principales; sedimentarias, ígneas extrusivas e intrusivas y metamórficas (mármoles) y por ende rocas piroclásticas y suelos; por la erosión de éstas rocas.

XII.2 LITOLOGÍA.

La Formación Morelos, del Periodo Cretácico Inferior (**Kim**). (Piso Albiano, Cenomaniano), constituida por calizas, yesos y dolomitas del cretácico medio.

Consta predominantemente de una sucesión de capas calizas micritas, calizas dolomíticas y cuerpos de anhidrita interestratificadas, con cantidades variables de pedernal en forma de nódulos, lentes, granos y fragmentos de fósiles silicificados ó petrificados con sílice.

El color de la Formación Morelos cambia marcadamente de una a otra capa, variando de gris cremoso claro a negro, las capas oscuras son generalmente más fétidas por la materia bituminosa al romperlas, que las capas claras.

Las capas dolomitizadas muestran un tinte parduzco sobrepuesto a los colores grisáceos, variando a negro, los estratos son por lo general bastante gruesos, firmes y densos muy sólidos quedando generalmente entre 20 y 60 CMS. de espesor.

La textura de la caliza varía de calcilutita a calcirudita, pero el tipo textural más común es la calcarenita (grumos de calcita criptocristalina) y las más densas y sólidas ó monolíticas están compuestas por micrita (lodo microcristalino de calcita).

También tiene zonas kársticas o cavernas en las que se forman estalactitas y estalagmitas, se ha comprobado su existencia en las caleras que se encuentran en explotación al sur de la cabecera municipal así como en el cerro “La Corona por evidencias encontradas en campo directamente (por ejemplo en la calera de la Compañía Tricon).

La Formación Cuautla del Periodo Cretácico Superior (**Ksc**). (Piso Turoniano) constituida por una caliza densa, de capas gruesas o masivas compuestas por calcilutita (lodo calcáreo y arcilla), calcilimolita y calcarenita de tipo banco calcáreo o “Bahamita”, pocas capas tienen menos de 20 CMS. de espesor y las de las partes superiores tienen más de 4 MTS. de espesor, foto Ksc.



Foto Ksc, nótese las líneas que delimitan los estratos de la caliza.

El color de la caliza varía de gris claro a oscuro y con menor frecuencia, negro; las capas clásticas cercanas al contacto inferior (Colonia Rancho Paraíso), tienen localmente un color rojizo amarillento.

Nódulos, lentes y masas irregulares de pedernal abundan en muchas capas y sobre los planos de estratificación la silicificación de fósiles y fragmentos biogénicos es particularmente fuerte en las partes inferior y media de la unidad.

Los biostromas de rudistas (fósiles), indicadores de un medio faunístico y de corales en abundancia se encuentran en las áreas de afloramiento oriental de este estrato.

Las capas de caliza de la Formación Cuautla son de Carbonato de Calcio casi puro (Micrita que es un lodo microcristalino de Carbonato de Calcio).

La dolomitización ha afectado esta facies en un grado muy bajo.

El espesor máximo de esta formación corresponde al estrato (facies) de banco calcáreo mejor definido como micrita y tiene aproximadamente 750 MTS. y se encuentra en la Sierra de Montenegro y Cerro Barriga de Plata, las mejores exposiciones.

Presenta también zonas karsticas por efecto del agua pluvial, en este caso, como se aprecia en la foto de abajo.



Foto mostrando el desarrollo de cavidades o zonas Kársticas por agua.

La Formación Mexcala del Periodo Cretácico Superior (**Ksm**), (piso Senoniano) constituida por lutitas calcáreas con intercalaciones de areniscas, con escaso conglomerado fino.

*Determinación en campo por observación directa del tipo de roca, su dureza y la calidad de pendiente (inclinación).
Formación Mexcala (Ksm)*



Foto Ksm mostrando La Lutita (arcilla semicompacta, ahora húmeda por la lluvia) de la Formación Mexcala pasando a ser un lodo, véase también la inclinación de 35°.

Cronológicamente este grupo de la Plataforma tiene de 65 a 100 MA.

Topográficamente las lutitas están invertidas, por eso en el municipio de Jiutepec las lutitas están abajo y la serie de calizas arriba, pero es porque el anticlinal es recumbente o recostado por efectos tectónicos posteriores.

Parte de las rocas que afloran en el municipio de Jiutepec corresponden a la “Plataforma Guerrero-Morelos”, descrita arriba.

Entre las grandes estructuras anticlinales conformadas (compuestas por rocas calcáreas, lutitas y areniscas) por las sierras centrales de Guerrero–Morelos presentan orientaciones Norte-Sur y entre estos anticlinales se encuentra uno muy conspicuo que es la “Sierra de Montenegro” y vergencia al oriente.

Límite de la Plataforma.- La Plataforma “Guerrero-Morelos” se formó conjuntamente con series similares que afloran en el oriente de México, tales como: La Plataforma de Coahuila, de Córdoba, etc.

Origen.- Representa esta Plataforma el extremo occidental de la trasgresión que comenzó en el Jurásico con la apertura del Atlántico y del Golfo de México.

Vulcanismo .- Conjunto Neovolcánico.

Grupo Chichinautzin (**Qcb**) Constituido por coladas de lava foto Qcb, derrames piroclásticos, rellenos epiclásticos; resultado de la erosión normal de rocas piroclásticas más antiguas ó preexistentes, cuyos productos similares hallaron un camino hacia las cuencas sedimentarias cuyo modelo paleogeográfico les preparó el terreno para que se depositaran como areniscas, material barroso (Lutitas) de la formación Mexcala y conglomerados volcánicos más puros, todos ellos o parte de ellos afloran o se aprecian en el Municipio de Jiutepec.

Los conos volcánicos de refrita, conos cineríticos forman parte de este conjunto y también afloran en el municipio de Jiutepec y Yautepec, entre otros.

El grupo Chichinautzin muestra una topografía distintiva donde quiera que se presente. Se caracteriza por su juventud extrema y apenas muestra erosión (se aprecia claramente en la zona “El Texcal”) en la mayor parte de sus afloramientos.

Este carácter de juventud extrema se debe a la extravasación de corrientes lávicas y a la acumulación de conos cineríticos y escoriáceos más bien que a la construcción de llanuras aluviales casi planas, como los que hay en la colonia Lomas de Jiutepec (Mina inactiva) y en la colonia Tezontepec (Ahora depósito de basura), que por actos antropogénicos se lleva a cabo actualmente el efecto de “Desequilibrio Isostático” evento geológico que es imperceptible a los sentidos humanos a lo largo del tiempo geológico pero cuando se hace presente sobrevienen los desastres.

Este patrón erosivo se distingue fácilmente en las fotografías aéreas verticales y oblicuas, esta lava también salió del volcán Xitli, la parte más gruesa del grupo quizá mayor a 1,800m (De Cserna y Alor Pantoja 1961).

Hacia el área de Jiutepec se adelgaza de 25 a 45 MTS. hasta desaparecer progresivamente al sur del Estado.

El grupo Chichinautzin descansa sobre cualquiera de las unidades litológicas más antiguas, incluso sobre unidades tan bajas en la sección como la formación Morelos y de hecho varios cuellos volcánicos que dieron origen a basalto asignado a éste grupo atraviesan afloramientos de rocas cretácicas.

Constituido por coladas de lava foto Qcb, derrames piroclásticos, rellenos epiclásticos



Foto Qcb mostrando coladas de lava.

Pertencen al Vulcanismo del periodo reciente y Pleistoceno de 2,400 años.

Los cerros de las Tetillas y el cerro de “La Corona” constituyen ejemplos de tales cuellos volcánicos, así como el cerro de “Tezontepec” y el otro cono volcánico situado un poco al sur de éste en la colonia Lomas de Jiutepec.

Ha habido Vulcanismo activo en tiempos históricos y aunque la única fecha precisa de actividad volcánica cerca de la zona de estudio es 2,400 años para el volcán Xitli (Arellano 1953, Pág. 176), ya mencionado, algunos otros centros probablemente estuvieron activos más recientemente a juzgar por la presencia de conos cineríticos y corrientes lávicas frescas casi sin muestras de intemperismo ni erosión.

El volcanismo activo puede reanudarse en cualquier momento en esta zona y con toda seguridad se repetirá muchas veces en el futuro.

Un punto donde se llevaría a cabo uno de estos eventos volcánicos es donde se intersecta la Sierra de Montenegro con la Sierra de Tepoztlán transversal a aquella. Ver plano de zonificación de peligros.



XIII GEOMORFOLOGÍA





XIII GEOMORFOLOGÍA.

XIII.1 UNIDADES DE RELIEVE GEOMORFOLÓGICAS.

Qcb . Esta unidad por su particularidad morfológica y estructural dominante en bloques elevados y hundidos compuestos por Basalto Vesicular (Foto Bv), es una roca ígnea extrusiva, que es el resultado de emisión de material volcánico por fisuras dando lugar a coladas de orientación proveniente del NW al SE. Foto A

El ambiente Paleo geográfico en el que se depositó el magma básico o basáltico vesicular, estaba diseñado por las rocas marinas emergidas y erosionadas con relieves suaves y abruptos con fallas y fracturas importantes preexistente y activadas posteriormente, por donde se emitió gran parte de estos materiales.

Relieve Volcánico. Panorámica de la porción Occidental del Municipio.



La gran extensión que ocupa el basalto vesicular es por la baja viscosidad y por lo tanto alta movilidad, razón geoquímica por la que se extiende tanto.

La estructura acordonada general muestra que se trata de coladas formando mantos como resultado del derramamiento de sus productos sobre la superficie terrestre, emitidos desde el centro de erupción.



Foto mostrando basalto acordonado

La relación angular del Grupo Chichinautzin con todas estas unidades es discordante y de origen tectónico y es mayor en donde el basalto está encima de rocas Cretácicas como la Formación Cuautla, que aflora en la Sierra de Montenegro.

Kim. Calizas Masivas de la Formación Morelos en la parte más alta de estructuras dómicas, plegadas con un efecto tectónico importante dando lugar a un anticlinal (Sierra de Montenegro) recumbente o inversión de estratos.

Ksc. Constituida por una caliza densa, de capas gruesas o masivas compuestas por calcilutita (lodo calcáreo y arcilla), calcilimolita y calcarenita de tipo banco calcáreo o “Bahamita” y también por conglomerado Calcáreo compuesto por fragmentos sugangulosos a arredondados de 6x12x5 CMS. en matriz calcáreo arenosa parcialmente recristalizada por diagénesis.

Localizados en el Club Hacienda “San Gaspar” y en la calle de las Flores colonia “El Calvario”, este paquete tiene entre 20 y 50 metros de espesor.

Relieve Sedimentario calcáreo, Calizas KSc.



Cerro “Chapultepec” Ubicado en la colonia Independencia. Compuesto por Calizas de la Formación Cuautla KSc con zonas Karsticas ó cavidades.

Ksm. Lutitas y areniscas de la formación Mexcala, gran parte del material clástico fue derivado de material volcánico, presente o aflorando en colonias como José López Portillo, San José, Tamoanchán, San Francisco, Valle Verde y Nautilus. Foto B.

S Ch And. Suelos Chernozem y Andosoles, provenientes de la erosión de rocas piroclásticas y de cenizas volcánicas, en las partes bajas y planas.

Qc. Material aluvionar, compuesto por detritos provenientes de las rocas que se han erosionado y que continúan erosionándose.



Panorámica del Valle de Jiutepec, al fondo el "Texcal"., mostrando el relleno aluvionar.



XIV RIESGOS GEOLÓGICOS





XIV RIESGOS GEOLÓGICOS.

XIV.1 MAPAS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES.

El método aquí presentado, fue elaborado con la técnica ISA que tiene las siguientes características:

- Se hace uso de diversos mapas temáticos e información de imágenes de satélite, generalmente disponible para este tipo de estudios y de amplia utilidad para futuros proyectos de inversión y desarrollo.
- Está diseñado para proporcionar información apropiada sobre el peligro natural; de deslizamiento, derrumbe o erosión e inundaciones.
- Se utiliza la susceptibilidad relacionada directamente con los deslizamientos, como medida del peligro potencial en el área.
- Es aplicable a áreas con diferentes características geomorfológicas, geológicas, hidrológicas y de vegetación.
- Generalmente puede ser utilizado dentro de las restricciones de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación.
- Permite interpretar y evaluar las probabilidades de ocurrencia en un determinado periodo de tiempo (especialmente en época de lluvias).

XIV.2 PELIGROS GEOLÓGICOS.

Se identificaron varios peligros, fundamentalmente de carácter físico de las amenazas naturales como elementos detonadores de riesgo.

XIV.3 CAUSAS DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS.

Anteriormente se describió la Litología de la zona de Jiutepec y una de las rocas firmes cartografiadas es la Formación Morelos, **Kim**. Ésta caliza representa una de las unidades más potentes en espesor en la región y aflora también en el municipio de Jiutepec.

Es importante mencionar que debido al uso industrial que demanda esta roca se extrae en cantidades importantes, pero el sistema de extracción no es el más adecuado ya que en la "Calera Chica" hay una falla con orientación Norte-Sur, esto crea inestabilidad en el tajo y provocará un deslizamiento.

Por otra parte en el aspecto de la construcción no hay inconveniente desde el punto de vista de la densidad de la roca, es muy firme y competente, pero la desventaja reside en que no hay agua y se tiene que perforar a profundidades de 100 a 130 metros, como es el caso de la colonia "Lomas de Chapultepec".

Esta situación lleva a crear fracturamiento y fallamiento geológicos de tipo antropogénico y si a esto se le añade que una de sus propiedades es la presencia de cavernas, entonces vendrá el inevitable deslizamiento y derrumbe o caída de rocas de diámetros variables.



Foto mostrando zonas kársticas en desarrollo por agua pluvial en la colonia "Independencia".

Este macizo es estable al deslizamiento pero existen grandes fragmentos en su base, producto de que se encuentra alterado en general, manifestándose otro fenómeno de tipo gravitacional que es el desprendimiento, como se aprecia en la foto siguiente de la calle "Rancho Grande".



Foto de la calle Rancho Grande 22.

En el pie del talud hay acumulaciones de material suelto intemperizado y fragmentos de rocas Calizas de 1.5 MTS. de diámetro desprendidas junto con el deslizamiento en la calle Rancho Grande 22, 81 y 91 en la Colonia José López Portillo.

Este efecto es típico de esta zona ya que la caliza es una roca compuesta por carbonato de calcio y arcilla que al entrar en contacto el agua, los agentes erosivos entran en acción y la

fracturan y como este paquete de rocas está muy plegado también se incrementa la susceptibilidad a los desprendimientos por erosión kárstica (desarrollo de cavernas).

Ksm. Constituida por capas de lutita son muy plásticas y si a esto se añade que han sufrido deformaciones evidenciadas por plegamiento y fallamiento como en la Colonia José López Portillo, entonces representan un riesgo geológico. Foto Ksm, la extensión del peligro de deslizamientos queda determinado por el contacto entre Las lutitas y las calizas, y aún sin éstas últimas.

Principalmente donde están más expuestos por la erosión, los contactos entre las lutitas con las calizas ahí es donde se refleja un mayor riesgo.

En las partes bajas donde aparece esta lutita con características de plegamiento, fallamiento y fracturamiento no es conveniente efectuar desarrollos habitacionales.

En esta fotografía se aprecia la razón del porque no efectuar más desarrollos habitacionales en esa área. (Deslizamiento en el 2004 Enero)



Foto Ksm, Talud cinemáticamente Inestable. Muestra el deslizamiento producido por, fallamiento, fracturamiento, plegamiento, baja calidad de pendiente y factor hidrológico en las lutitas de la formación Mexcala. Calle Rancho Grande 22 de la colonia José López Portillo.

XIV.4 PROCESOS E INESTABILIDAD DE LADERAS.

XIV.4.1 DESLIZAMIENTOS.

Los deslizamientos y procesos relacionados forman parte de la lista de los movimientos gravitacionales de masa, directamente referidos a la dinámica de las laderas, distinguiéndose de las subsidencias y colapsos, pertenecientes también a este gran grupo.

Cruden (1990) propone una definición simple para deslizamientos, que está siendo empleada por Work Team sobre el inventario mundial de estos procesos: “deslizamiento es un movimiento de roca, tierra y detritos ladera abajo”.



Foto muestra otro deslizamiento en la calle V. Guerrero 191 en la Colonia Independencia, en la lutitas de la formación Mexcala, estaba hasta el castillo.

Aunque aquí no están plegadas, tienen una pendiente de 5%, pareciera que no es grave este rango, pero si lo es, porque el paquete de rocas en las que se ubican esas casas están inclinándose hacia el norte y la capilaridad se satura con el agua que viene de arriba de la colonia López Portillo y como es una arcilla muy plástica se van desarrollando los deslizamientos y derrumbes.

Estos factores contribuyen a la instauración de situaciones de riesgo en las ciudades, a partir de la ocupación de áreas naturalmente susceptibles a deslizamientos sin los criterios técnicos mínimos recomendados.

Entonces en donde existan estas condiciones litológicas, de plegamiento, de fallamiento, de fracturamiento y plasticidad es muy probable que haya deslizamientos.

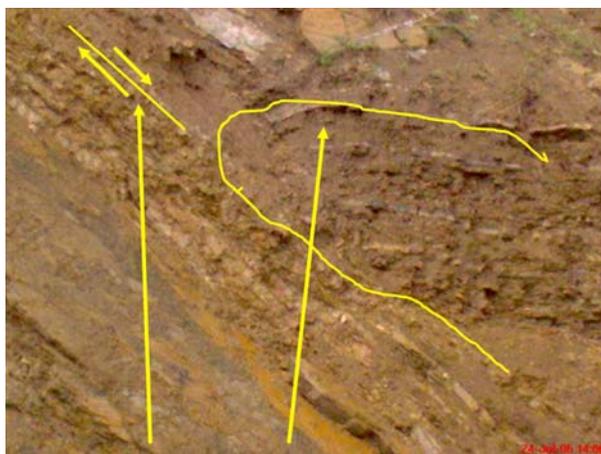


Foto Muestra el falla Normal y Plegamiento asociados, provocando el deslizamiento en la Lutita de la formación Mexcala.

Actualmente, la investigación de deslizamientos "lato sensu" está relacionada con varias áreas del conocimiento, tales como: Ingeniería Civil, Geología, Ingeniería Geológica, Geomorfología, Geotecnia, Mecánica de Suelos y de Rocas

COLONIA VALLE VERDE.



Esta área se encuentra muy fallada, fracturada y plegada en lutitas (arcillas) de la formación Mexcala, se sugiere considerarla como zona de no mitigación ó sea no permitir los asentamientos humanos ya que tendrán problemas de inundaciones (color blanco), deslizamientos y derrumbes de rocas calizas de las partes altas.

XIV.4.2 DERRUMBES.

Un Deslizamiento ó Derrumbe es el movimiento masivo y abrupto pendiente abajo de los materiales que conforman un talud de roca, suelos naturales o rellenos, o una combinación de ellos.



Foto Mostrando el desprendimiento por derrumbe, del material del cono cinerítico en la col. Lomas de Jiutepec.

XIV.4.3 HUNDIMIENTOS.

Un hundimiento es un movimiento vertical, descendente de roca, suelo o material no consolidado, por acción y efecto de la gravedad.

Representa aquellas zonas en donde ha ocurrido el colapso por gravedad, disolución y derrumbes de techos de cavernas naturales o hechas por el hombre, como por ejemplo las minas subterráneas o a cielo abierto en terrenos de material poco consolidado, como los conos cineríticos.

También se consideran hundimientos menores debido a la compactación del terreno o por reacomodo del suelo por sobre extracción de aguas subterráneas, como son los casos del mismo Jiutepec.

Los materiales que conforman el talud se desprenden total o parcialmente, caen a gran velocidad y arrastran consigo o aplastan lo que encuentren a su paso. Los deslizamientos pueden clasificarse de acuerdo a los materiales que los componen, como deslizamientos de roca, tierra, flujos de lodo y/o escombros.

Por lo que el análisis estructural de las fallas normales y fracturas o áreas originadas por disolución de calizas (cavernas) son determinantes para definir zonas de peligro por hundimiento.



Foto 14 A Zona Kárstica (Caverna con estalactitas y estalagmitas hasta de 1 m. en el margen del graben de Jiutepec.

En nuestro medio los deslizamientos son provocados por la combinación de varios factores como son: pendientes abruptas, condiciones del agua subterránea, suelos o rocas con baja resistencia, mal uso del suelo, erosión, sismos y largos períodos de lluvias intensas

Los terrenos flojos, quebradizos, con desniveles muy verticales, o con grandes capas de tierra con formas protuberantes, son ideales para que ocurran los deslizamientos, los que, lógicamente, conllevan pérdidas materiales y muchas veces hasta de vidas.



Foto: Zona de Hundimiento continuo en el cono cinerítico (cuello volcánico) en la colonia Lomas de Jiutepec

XIV.4.4 EROSIÓN.

La erosión consiste en un conjunto de procesos o grupo de procesos por los cuales los materiales de la tierra son disueltos, aflojados y gastados, removidos desde un lugar y depositados en otro por desintegración y modificación que sufre la superficie de la corteza terrestre efectuado por agentes naturales como el viento, el agua, o por la acción humana, etc. que tienen un efecto abrasivo sobre las rocas a las cuales arrancan menudos fragmentos.



XIV.4.5 EROSIÓN FLUVIAL

Las aguas continentales son un agente erosivo de primera magnitud. En forma de ríos que discurren sobre la superficie, o de corrientes subterráneas, el agua desgasta los materiales que hay por donde pasa y, en definitiva, modelando el paisaje. La foto muestra la erosión fluvial en rocas del cerro “La Corona”

La denudación característica de las rocas del Cerro la Corona es esferoidal y esta erosión ha llevado a crear grandes bloques de roca entre 6 y 10 toneladas de peso calculado, cuya geometría también es esferoidal, que aunado al tectonismo, actualmente se aprecia geomorfológicamente la zona muy accidentada.

Las líneas de fluidez son indicativas de la dirección de la emisión del magma y a la vez sirven de guía para deducir el desprendimiento de las rocas.

XIV.5 FALLAS Y FRACTURAS.

XIV.5.1 CINEMÁTICA DE LAS FALLAS Y RÉGIMEN TECTÓNICO ASOCIADO.

Zona deformante por compresión. En esta zona deformante se libera energía mecánica (elástica, cohesión y plástica), sobre las superficies de las fracturas; en este caso, de las formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala (ya descritas en Litología), ésta última compuesta por lutitas (arcillas), tal liberación conduce a una interrupción de la propagación de las propias fracturas, pero mientras el deslizamiento es inevitable, esto es lo que ha sucedido en la porción occidental del Municipio.

El diseño estructural de La Sierra de Montenegro es el resultado de eventos tectónicos, con gradiente cinemático alto ó fuerte de tal manera que provocó fracturamiento, fallamiento y recumbencia (recostamiento de las capas) de todo el paquete de rocas sedimentarias, intensamente.

Este tectonismo, es la razón por que ésta zona tiene áreas de riesgo que se tienen que considerar como prioritarias (ver plano de zonificación de riesgos).

Porque donde hay este tipo de movimientos (cinemática) y fuerzas (dinámica) que dan lugar a estos eventos tectónicos, generalmente son el origen para que haya peligros naturales latentes, debido a la actividad interna (no visible al ojo humano) que da lugar por ejemplo, a los deslizamientos.

El fallamiento principal en la sierra de montenegro es N55° W.

En el cerro de la corona las fallas son semicirculares que indican la presencia de rocas intrusivas.

Existe otra falla que corta al cerro "La Corona" con dirección SW 60°(ver Plano)

El fallamiento y fracturamiento intenso en esta zona del cerro "La Corona", coinciden con la dirección de la fluidez de la andesita basáltica, esto obedece al empuje o emplazamiento ascendente del magma abriéndose paso entre las calizas, debilitando la zona por donde éste se emitió, originando el fallamiento intenso.

La falla del Cañón de Lobos tiene dirección N48°W.

El graben de Jiutepec tiene una orientación al Este de N22°E, al Oeste de N16°E y otra paralela a él con rumbo N 20-22° E. (ver plano de fallas).

El fallamiento en las caleras es S80°E al Norte y S70°E al sur.

La fractura que corre en el centro del anticlinal de Jiutepec es S74°E.

CERRO LA CORONA



Foto panorámica del cerro “La Corona” en la colonia Jardín Juárez.

Las siguientes fotografías ilustran la acción de la erosión fluvial en el cerro de la Corona y sus alrededores y muestran la razón del porque la inestabilidad.

El fenómeno de desprendimiento sí está presente.

En el pie del talud hay acumulaciones de material suelto intemperizado y fragmentos de rocas provenientes del propio talud.



Roca desprendida en el cerro “La Corona”

Esta es una de las rocas que están por caerse, ya que de hecho ya se desprendió de su estado inicial casi horizontal en ese lugar. Nótese las líneas de Fluidez, ahora ya inclinadas. (Sra. Benita Martínez Coordinadora de Colonos de esa área.)



Del Cerro “La Corona”, misma roca.

Aquí se muestra el detalle del desprendimiento en 4 años por efecto de erosión; principalmente Agua pluvial.



Del mismo lugar Vista al “SE”.

Se ve el desprendimiento más claramente de la misma roca de las fotos 32 y 33, ésta roca tiene un peso calculado de 15 toneladas.

La foto muestra la acción de la erosión fluvial en rocas del Cerro “La Corona”

Su ángulo de inclinación es de 45°, la altura es de 12 MTS., la inclinación de su superficie superior es de 5°, el ángulo de las discontinuidades es de 40°.

En este talud predominan las Andesitas masivas, es común encontrar textura fluidal en ellas que nos indican el claro desprendimiento.

XV MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS





XV MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS.

XV.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

La **prevención** se refiere al conjunto de actividades que buscan reducir o eliminar la incidencia de elementos físicos potencialmente dañinos.

La reforestación, la estabilización de pendientes, el manejo integral de cuencas para reducir o evitar las inundaciones o deslizamientos constituyen actividades de prevención, también pueden incluirse ciertas obras de ingeniería.

El término **mitigación** refiere a aquellas actividades que intentan reducir la vulnerabilidad de una sociedad frente a los eventos físicos. Por actividades de mitigación debe entenderse las modificaciones en la estructura de la sociedad y en sus elementos constitutivos vinculados o relacionados con los tipos genéricos de vulnerabilidad señalados por Wilches–Chaux (ideológica, cultural, educativa, política, social, etc.).

Es conveniente considerar las siguientes recomendaciones antes de decidir instalarnos en un área con problemas de inestabilidad:

- Observar si hay evidencias de antecedentes de derrumbes en el área.
- Vigilar periódicamente si los árboles en las laderas se inclinan o se curvan.
- Observar si hay ojos de agua en el área.
- Mantener vegetación sobre la ladera para no agudizar la erosión.
- Estar alerta en largos períodos de lluvias y tomar nota si son intensas.
- Evitar excavar en la base del talud.
- Asegurar buenos sistemas de drenajes para el desalojo rápido de las aguas superficiales.
- Solicitar asesoramiento de personal capacitado.

XV.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Si los deslizamientos ocurren de improviso, es poco lo que se puede proteger con efectividad, pero si se observan indicios antes de que se produzcan, se deben tomar las siguientes medidas:

- Retroceder ante lo peligroso del recorrido y buscar un sendero más seguro, de lo contrario, ubicarse en sitios donde los riesgos disminuyan.
- Evite pasar o detenerse en lugares que podrían ser sepultados por materiales naturales u otros que se encuentren en montañas cercanas.
- En caso de que el deslizamiento suceda en el momento en que la persona está cerca de la pendiente, debe entonces evitar los ruidos o vibraciones y quedarse en un lugar seguro.

XV.2 MEDIDAS PREVENTIVAS EN ZONAS DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO.

Una vez que se ha establecido la severidad potencial y los efectos tectónicos ahora expuestos estructuralmente con pliegues y fallas juntos en el terreno como se explicó, se pueden aplicar varios tipos de medidas de zonificación por deslizamiento, estas incluyen:

- Relacionar el potencial general del Estrato Arcilloso del terreno con la roca firme que es la caliza de la formación Morelos, con la densidad permisible de ocupación de construcciones.
- Relacionar el diseño de la construcción y las normas de construcción con el grado de riesgo del deslizamiento del terreno.
- Adoptar reglamentos que requieren investigaciones geológicas y también hidrometeorológicas del lugar antes que se aprueben propuestas para el desarrollo.
- En áreas ya desarrolladas, la adopción de reglamentos para reducir la peligrosidad de construcciones y reglamentos para eliminación de parapetos peligrosos.
- Un simple inventario de anteriores deslizamientos, junto con datos sobre la roca firme, la calidad de pendientes y el factor hidrometeorológico, satisfacerán las necesidades del diagnóstico del desarrollo.

XV.3 MEDIDAS PREVENTIVAS EN ZONAS DE PELIGRO POR FALLAS Y FRACTURAS.

Dado que las zonas de fallas son relativamente fáciles de identificar y demarcar, se prestan a una planificación efectiva del uso de tierra. Donde la evaluación de las consecuencias de ruptura en superficie (Ilustración) indica una alta e inaceptable posibilidad de daños, varias medidas alternativas de mitigación se encuentran disponibles:

- Restringir los usos permisibles a aquellos usos compatibles con el peligro, es decir, áreas con espacios abiertos para fines recreacionales, carreteras, playas de estacionamiento, cementerios, lugares para el tratamiento de residuos sólidos, etc.

COLONIA RANCHO PARAÍSO.



Ilustración 1 falla, pliegues, hundimientos e inundaciones.

En esta zona se llevaron a cabo trabajos de explotación de material arcilloso debilitando más la capa rocosa dando lugar a mayores derrumbes, deslizamientos hundimientos (el color blanco es agua), Colonia Rancho Paraíso.

- Establecer una zona de alivio que requiera retirarse a cierta distancia de los trazos de fallas activas, como la que se presenta en la colonia “El Texcal”.
- Prohibir todos los usos excepto las instalaciones de servicios o de transporte en áreas de peligro extremadamente alto, y establecer normas rígidas de diseño y construcción para los sistemas de servicios públicos que cruzan zonas de fallas activas.

Las medidas sobre uso de tierras para reducir el daño potencial debido a deslizamientos o licuefacción, son similares a aquellas que se toman para otros peligros geológicos: los usos de tierras pueden ser restringidos, se podrán necesitar investigaciones geológicas antes de autorizar el desarrollo y el diseño de pendientes y de cimentaciones que se pueden reglamentar.

Se pueden establecer categorías de estabilidad y uso de tierra proporcionados con estas categorías, que puedan ser recomendadas o reglamentadas.

XV.4 MEDIDAS GENERALES PARA USO DE TIERRAS

Donde ya ha habido desarrollo dado en áreas propensas a los peligros de deslizamiento, se pueden adoptar medidas para identificar estructuras precarias y ordenar su remoción, comenzando con aquellas que ponen en peligro el mayor número de vidas. Por Ejemplo la foto de abajo fractura por extracción de material sin medidas técnicas adecuadas (Colonia Rancho Paraíso).



Se pueden establecer incentivos tributarios para remover las construcciones peligrosas y las políticas de renovación urbana deben restringir la reconstrucción en áreas peligrosas después de verificar el impacto del deslizamiento. La aceptabilidad política de medidas de zonificación puede ser incrementada desarrollando políticas que combinen los peligros sísmicos con otras consideraciones para uso de la tierra.



XVI RESULTADOS





XVI RESULTADOS

XVI.1 IMPLICACIONES PRÁCTICAS.

Mediante esta metodología se elaboraron planos a escala 1:12,000; Geológico, Geomorfológico, de Fallas y Fracturas y de Zonificación de Peligros. Donde se muestran las áreas de riesgo.

Se obtuvieron datos de la roca firme, calidad de pendientes, espesores de rocas calculadas, contra rumbo de echado de las rocas, que junto con el factor hidrológico se cubrieron las necesidades del diagnóstico.

Con base en estos planos se puede estructurar el plan de crecimiento de cualquier proyecto.

Los principales resultados obtenidos en este estudio se han referido en este informe, sobresaliendo de manera muy puntual dos zonas de peligro: una en el cerro “La Corona” y otra en las colonias Independencia y José López Portillo.

Este tipo de estudios se realiza con una proyección a 25 años, lo cual otorga un margen amplio para desarrollar ordenadamente cualquier tipo de proyecto.

El geólogo y el ingeniero deben trabajar conjuntamente en la realización de las obras, y no solicitar los servicios geológicos cuando hay que lamentar una catástrofe.

Las investigaciones ingeniero-geológicas, antes de la construcción del proyecto, aseguran el éxito de la obra. Se advierten a tiempo los problemas geológicos y se toman las medidas pertinentes.

Los ingenieros que prescindan de las investigaciones geológicas juegan al azar con sus obras y por ende se exponen al peligro.

Dentro de los resultados principales del trabajo podemos decir que del municipio sólo tres zonas presentaron inestabilidad donde influyeron las características constituyentes del material entre otros factores (antropogénicos).

En los restantes, aunque son estables al deslizamiento, se manifiesta otro fenómeno de tipo gravitacional, en este caso el desprendimiento.

Tras los reconocimientos generales e investigaciones previas para la detección de deslizamientos, los reconocimientos de campo tuvieron como finalidad la identificación del tipo y causas del movimiento.

Por la información de los mapas geológicos e ingeniero-geológico del municipio se visitaron las áreas de interés para la ocurrencia de estos fenómenos naturales y se obtuvieron una serie de datos para llegar a resultados concretos respecto al desarrollo de estos eventos en algunas áreas de la región en estudio.

Los planificadores deben entender los efectos que puedan tener las actividades de desarrollo sobre este balance de fuerzas (las fuerzas que desplazan el terreno y las que lo

resisten), y no puede suponer que la susceptibilidad sea idéntica a la de un área que sólo parece igual a otra.

Aún con una investigación detallada como ésta, y monitoreo es extremadamente difícil pronosticar el peligro de los deslizamientos.

Sin embargo, existe suficiente conocimiento de los procesos de los peligros geológicos, tales como deslizamientos, erosión, hundimientos, derrumbes, como para poder estimar acercadamente el potencial del peligro geológico.

XVII CONCLUSIONES





XVII CONCLUSIONES

La presencia de los peligros geológicos de deslizamientos se debe según este estudio dos factores, en este caso a la acción de los agentes exógenos y a la acción antrópica.

XVII.1 DIAGNÓSTICO DE RIESGOS GEOLÓGICOS.

El diagnóstico reveló que la Tectónica (cinemática) de la Sierra Montenegro es una de las más importantes en el Estado, primero, porque es la más alta del Municipio, pero más importante su actividad tectónica, esto quiere decir que hay una falla activa que ocasiona movimientos en esa Sierra y en sus alrededores.

La zona está muy plegada (Foto plg), principalmente en las calizas de las formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala (ver litología), ésta última muestra intenso fracturamiento (foto Frt) y si a esto se le añade la constante actividad de la falla, esto creará, como ahora lo es la inestabilidad de zonas muy específicas en el municipio.

Plegamiento Intenso por efectos Tectónicos.



Lutitas (arcillas y lodos cuando se humedecen) de la formación Mexcala.



Foto Frt mostrando el fracturamiento perpendicular a la pendiente ó rumbo de echado. Las líneas negras indican el fracturamiento Colonia Valle Verde.

Si a esto añadimos el factor antropogénico, tales como abatimiento del nivel freático por sobreexplotación, tendremos serios problemas de deslizamientos.

En el talud de la Calle “Rancho Grande” se pudo constatar en la modelación que cuando el suelo se encuentra de muy húmedo saturado en la zona de la corona del talud este presenta inestabilidad al deslizamiento obteniendo un factor de seguridad bajo. Lo que corrobora que el talud es muy inestable.

Aunque estos eventos geológicos son imperceptibles al ojo humano, la dinámica de ésta zona es constante y tarde o temprano se verán sus efectos, como ya ha sucedido.

La Sierra Montenegro es el alto estructural más sobresaliente del municipio y la falla que da lugar al corte de éste alto estructural del lado Oriente, es la falla activa que continúa hasta el lago de Tequesquitengo.

Factor Antropogénico.



Foto M1

Las fotografías MI y MII arriba mostradas son características de la creación fracturas por asentamientos humanos, para ello emplean máquinas para abrir y descapotar parte del talud para edificar.

En ésta casa en la calle de la Alianza Lote 2 Manzana 31, en la parte baja del cerro “La Corona” en la colonia Alfredo B. Bonfil, la edificación de casas sobre material lacustre compuesto por fragmentos de material volcánico, tales como andesitas, tezontle (pumicita) y basalto, sobre una topografía preexistente o micro depresiones del terreno antiguo, es generalmente, como en este caso, material semiconsolidado que cede lenta pero eficazmente a la saturación de agua hasta desmoronarse.



MII

Por lo que se le recomendó a la dueña del predio Sra. Alma Sonia Ortega Barragán que dejara los pilares para evitar un desastre y no poner en peligro sus vidas y las de otros vecinos.

Si a este lugar le quitan los “Pilares Naturales” como se ven en las fotos debilitaran no sólo la casa, sino el terreno mismo y sobrevendrá un colapso.



Si no estuvieran estos pilares de andesita basáltica, ya se hubiera deslavado más el terreno, y si fuera más vertical el deslave sería inminentemente mayor pero como tiene 47° de inclinación, soporta el peso del material lacustre semiconsolidado.

XVII.2 GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL.

Jiutepec se encuentra localizado en la parte central de un graben donde la parte oeste fue sepultada por los depósitos de la formación Cuernavaca en la parte central del derrame basáltico procedente del norte, rellenó toda la parte baja del graben en su lado Este (Sierra de Montenegro) se encuentra disectada por dos fallas longitudinales de extensión regional con dirección N20°E en la parte alta y N22°E en la parte baja (ver plano de fallas y fracturas).

Estas fallas están activas, lo cual lo demuestran los recorridos en campo que se hicieron en la zona mostrando que la plasticidad y el fracturamiento de las rocas lutíticas, continúan su proceso dinámico externo e interno.

Por las características tectónicas antes mencionadas se crean zonas de riesgo para los asentamientos humanos.

Debido a que el Municipio se encuentra en una zona o cuenca hidrológica, en épocas de lluvia siempre habrá saturación de acuíferos en el subsuelo, provocando inundaciones no solo en los lugares comunes, sino en otros nuevos, siendo necesaria la educación a la población para la canalización de las aguas superficiales.

XVIII RECOMENDACIONES





XVIII RECOMENDACIONES.

En el caso de presencia de taludes cuya estabilidad pudiera ser afectada se hace indispensable realizar investigaciones ingeniero -geológicas adecuadas.

Las mismas incluirán estudios de información cartográfica y geomorfológica, perforaciones, investigaciones geofísicas y ensayos de laboratorio e in situ.

Como resultado de las mismas podrán realizarse proyectos y construcciones seguras.

Otra de las causas del desplome sería la presencia de cargas externas adicionales de carácter dinámico ya que en la parte superior es de arcilla, por ejemplo de una carretera.

Recomendamos revisar y calcular el resto de los taludes del municipio, fundamentalmente aquellos en los que la labor del hombre ha modificado sus condiciones naturales.

Las normativas vigentes tendrán que establecer la obligatoriedad de realizar investigaciones ingeniero-geológicas para poder realizar el proyecto y construcción de una obra civil.

Para mejorar la estabilidad del talud que se presenta en las calles Vicente Guerrero y Rancho Grande proponemos:

- Empleo de muros de contención para evitar que continúe erosionándose el material del talud.
- Uso de materiales ligeros para reparar los baches de las calles donde hay este tipo de material arcilloso, se trata en este caso de colocar como material de terraplén suelos de peso específico bajo.

Para el caso de los taludes de macizos rocosos se recomienda:

- La construcción de bermas. Estas disminuirían la caída de los bloques, siendo el talud más estable y si se dispone en ellas zanjas de drenaje para evacuar las aguas de escorrentía, disminuyen su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales.
- Corte de aquellos árboles cuyas raíces penetran profundamente entre las grietas del macizo.
- No colocar cargas externas que puedan provocar inestabilidad en el talud.
- Se debe actualizar periódicamente el mapa de riesgos del municipio de Jiutepec.
- Se recomienda dejar los pilares en áreas con material lacustre similar al que se muestra en el apartado de diagnóstico de riesgos geológicos para evitar un desastre y no poner en peligro sus vidas y las de otros vecinos.

RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

Los Riesgos Hidrometeorológicos se pueden manifestar como inundaciones, crecidas, aluviones, avalanchas, deslizamientos, nevazones y marejadas.

RECOMENDACIONES A LA POBLACIÓN

- Antes de cada período de lluvias, asegúrese de tener un buen techo y mantener limpias las vías de evacuación de aguas.
- Evite construir o realizar actividades en quebradas o zonas ribereñas.
- Organícese con sus vecinos y mantenga una comunicación con el municipio.
- Reconozca en su entorno condiciones inseguras en caso de lluvias, crecidas o aluviones y trabaje con su comunidad y el municipio en la superación de éstas.
- Si Usted vive en zonas rurales, aléjese de los cursos de agua y de quebradas.
- Busque lugares elevados para protegerse ante crecidas repentinas.
- Si la radio o la televisión anuncia que se producirán lluvias intensas en su localidad, prepárese con ropa adecuada si tiene que salir, o quédese en su casa y manténgase informado de fuentes oficiales.
- Si conduce un automóvil, evite pasar cursos de agua que irrumpen sobre el camino. Mantenga siempre una actitud de precaución.
- No cruce nunca sobre un puente en que las aguas han sobrepasado el nivel de la calle.
- No camine con pies descalzos sobre zonas anegadas, hágalo siempre con zapatos o equipo adecuado.

¿SE PUEDE SABER CUANDO SE PRODUCIRÁN ESTOS FENÓMENOS?

Los procesos meteorológicos extremos que inciden en la generación de riesgos hidrometeorológicos son los únicos factibles de pronosticarse con un alto grado de acierto, conformando una alerta temprana basada en un **pronóstico meteorológico**, sobre la base del cuál se pueden efectuar análisis de riesgos.

¿POR QUE SE PRODUCEN ESTOS FENÓMENOS?

En México se producen por los sistemas frontales sucesivos e intensos que afectan principalmente al centro-sur del territorio, los que pueden desencadenar uno o más de estos procesos hidrometeorológicos. Dependiendo de las zonas geográficas que sean afectadas, se distinguirán los distintos grados de vulnerabilidad de los asentamientos humanos.

ZONAS VULNERABLES

Una lluvia de 3 ó 4 milímetros, no provocará problema alguno en Jiutepec, donde la construcción e infraestructura de la ciudad están diseñadas y adaptadas para soportar intensidades mucho mayores, pero en cambio provocaría enormes daños y damnificados en

Las colonias Independencia, José López Portillo, San Francisco, Valle Verde, Nautilus, entre otras., colonias que no están acondicionadas para un evento de esa magnitud, por la regular o poca frecuencia de tales procesos meteorológicos.

PREVENCIÓN FRENTE A INUNDACIONES, CRECIDAS Y ALUVIONES

Los riesgos de origen hidrometeorológico permiten una intervención directa enfocada fundamentalmente a las vulnerabilidades.

Este punto se inunda año con año en el cruce con las calles Huizachera a Tezontepec.

¿COMO SE PUEDEN CONTROLAR LAS CONDICIONES INSEGURAS?

- Frente a inundaciones y crecidas: erradicando sectores vulnerables o interviniendo cauces.
- Frente a aluviones y deslizamientos: evitando la construcción de viviendas y actividades humanas en fondos de valle o en lugares que son puntos naturales de evacuación de aguas.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Manejo de cuencas
- Reforzamiento de riberas
- Ampliación de colectores de aguas lluvias

Estas medidas reducirán el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos, y junto a las medidas de preparación destinadas a mejorar la respuesta y la rehabilitación, para que éstas sean rápidas, oportunas y eficientes, permitirán una mejor y más rápida normalización de las actividades.

¿PUEDE LA COMUNIDAD AYUDAR A REDUCIR EL IMPACTO DE ESTOS RIESGOS?

En la necesidad de identificar el riesgo y desarrollar las habilidades locales para reducir la vulnerabilidad frente a estos procesos, SEDESOL ha desarrollado el Programa de Microzonificación de Riesgos, utilizando una metodología para el tratamiento de estas materias por parte de los propios involucrados.



ÁLBUM FOTOGRAFICO





ÁLBUM FOTOGRÁFICO.

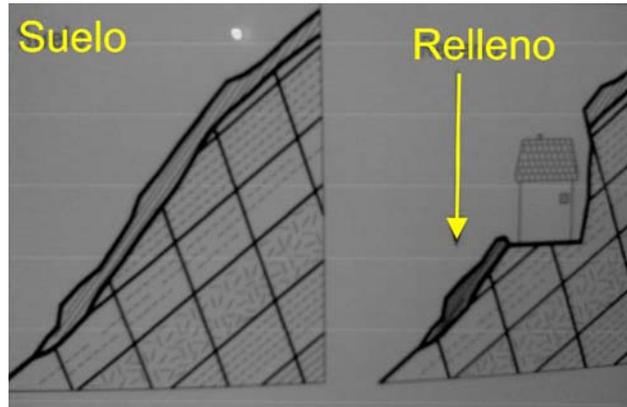


Foto A Deslizamiento en las lutitas (arcillas) en la calle Rancho Grande de la Colonia José López Portillo.

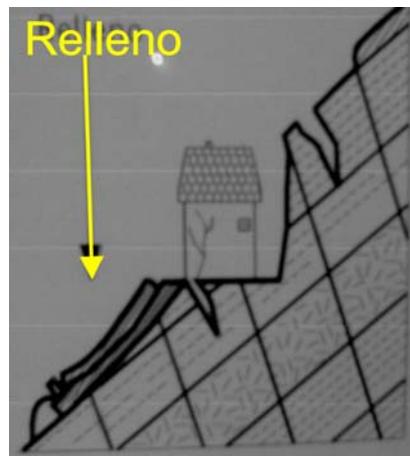


Vista del deslizamiento en este tipo de litología (arcillas), nótese la base del cimientado visto de frente que se encuentra totalmente desprendido del macizo rocoso en el que fue enclavado inicialmente y debido a los derrumbes a quedado completamente expuesto.

Estas secciones muestran el efecto que provocó el deslizamiento



Talud Natural, y Excavación

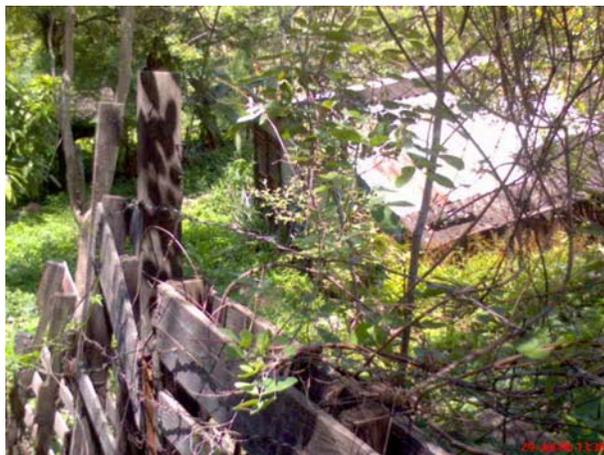


Fallas en la parte alta y fracturamiento y plegamiento asociados en los estratos de arcillas de la formación Mexcala.

Foto Bx, se aprecia las inclinaciones de la pendiente y la inestabilidad, en las fotos 1 y 2 del apartado de Erosión.



Foto Cx, esta casa como otras más abajo están muy cerca de esta zona de debilidad (fotos 1 y 2), por lo que en sí es un área de riesgo alto.



Dx. Calzas que pusieron los colonos, para que la roca no caiga.





Foto Ex. Zona de inestabilidad de arriba del área que muestran las fotos 1 y 2 provocadas por erosión y acción biológica de las raíces de los árboles y por tala.

Foto F, detalle de Zona de inestabilidad que muestra la foto Ex.



Foto G, este es el tipo de erosión típica de la roca por lo que se formaron rocas esferoides ó bolas, aparentemente sin estabilidad. Nótese la esfericidad de la roca.



La acción del agua pluvial la está desprendiendo naturalmente.



Foto H, detalle de la roca erosionada por intemperismo físico.

Foto I, andesita basáltica de la formación Chichinautzin en el Cerro La Corona.



Inclinación de la andesita basáltica en la parte media del cerro La Corona, calle Morelos. Muestra la dirección por donde se dirige.



Foto J, Acción biológica de las raíces de los árboles que también crean inestabilidad.



Foto K, mostrando el efecto de erosión tipo “Thor” o encebollado. Esfericidad de las rocas debidas a la erosión fluvial que originan los desprendimientos.

Foto L



Foto M, rocas desprendidas por erosión fluvial.





Foto N, mostrando la curvatura de los árboles, indicativos de desprendimiento.



Foto O



Foto P, mostrando contra fuerte o retenes que los colonos hicieron, nótese la línea de fluidez a 45° por derrumbe o desprendimiento.



Foto Q, detalle de las líneas de fluidez, ya rotadas a 55° de su posición original.



Foto X, hueco entre la roca y el retén.



Foto Y, mostrando el estrellamiento ó agrietamiento por impacto contra otra roca debido al desprendimiento.

Foto Z, misma roca que se impactó con otra roca también "estrellada".



Detalle del agrietamiento ó estrellamiento de la foto Z.



Foto 1A, mostrando huellas de barrenos para volar con explosivos la roca de la foto Z, lo cual no es conveniente.





Foto 2A, mostrando hueco por erosión en la roca.



Foto 3A, mostrando detalle de la foto 2A.



Foto 4A, mostrando erosión en "cebolla o Thor" que es la esfericidad típica de la roca al erosionarse.



Foto 5A, mostrando una vez más la inclinación de las andesitas basálticas, indicando el sentido de la emisión del material, este afloramiento está en la parte media superior del cerro la corona.



Foto 7A, Cima del Cerro "La Corona", planicie completa.



Foto 8A, acción de las raíces de los árboles en rocas ya desprendidas.



Foto 9A, mostrando la inclinación de la palmera por efecto de desprendimiento.



Foto 10A, contacto entre la caliza de la formación Cuautla y las andesitas basálticas del grupo Chichinautzin.



Foto 11A, mostrando pliegue recumbente en la calera del "Tricon" en el graben de Jiutepec, las áreas dibujadas arriba del nivel del terreno ya se erosionaron. En otras palabras este paquete de calizas está recostado.



Foto 12A, Zona Kárstica en el margen del graben de Jiutepec.



Foto 13A, detalle de la foto 14A.



Fotos 14A y 15A mostrando vetas de aragonita, en la margen sur del Graben de Jiutepec, en las márgenes del Municipio de Emiliano Zapata (Calera "Tricon").

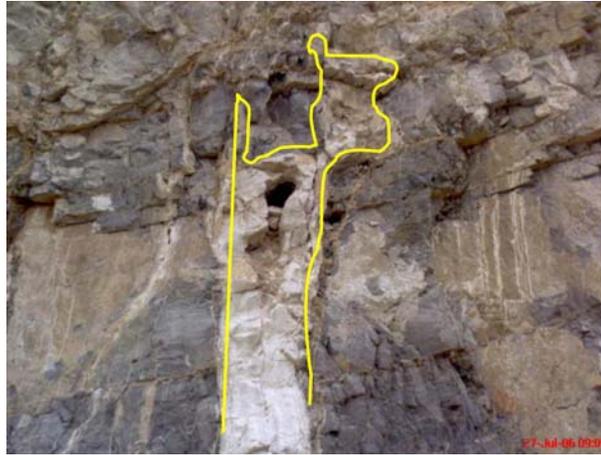


Foto 15A.

Foto 16A.



Foto Bv, mostrando la vesicularidad del basalto en la zona del Texcal.



Foto Mostrando el efecto fluvial en las arcillas, crea un aluvión y recarga de áreas de sedimentos. Este evento en micro es lo que se ve en macro en donde hay este tipo de rocas de la Formación Mexcala.

GLOSARIO





GLOSARIO

1. **Riesgo** en términos cualitativos, se entiende por la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores.

Riesgo=f(Peligro, Vulnerabilidad, Exposición)

R=f(P, V, E)

2. El **Peligro** se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos.
3. La **Vulnerabilidad** se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuesto a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas.
4. La **Exposición o Grado de Exposición** se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados.

