



Atlas de Riesgos del Municipio de Comala 2016



EDUCACIÓN CON
RESPONSABILIDAD
SOCIAL

31 de diciembre de 2016

Documento Final

No. De Obra: 106003PR000033

No. De expediente: SOT/DGOTAZR/PR/PP/02_A/106003PR000033/16

Comala, Colima.

Grupo de Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos de la Universidad de Colima

Universidad de Colima, Av. Universidad #333, Col. Las Víboras., Colima, Col. Tel:(312) 3161000 (mauri@ucol.mx)



CONTENIDO

FASE 1. MARCO TEÓRICO1

1.1 INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES y OBJETIVO.....1

1.1.1 Introducción1

1.1.2 Antecedentes2

1.1.3 Objetivo.....3

1.2 MAPA BASE4

1.3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA7

1.3.1 Determinar las escalas a utilizar por fenómeno perturbador7

1.3.1.1 Fenómenos geológicos.....7

1.3.1.2 Fenómenos hidrometeorológicos7

1.3.2 Determinar el nivel de análisis a utilizar8

1.3.2.1 Fenómenos geológicos.....8

1.3.2.2 Fenómenos hidrometeorológicos9

1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL10

1.4.1 Fisiografía10

1.4.2 Geomorfología11

1.4.3 Geología13

1.4.3.1 Mesozoico.....13

1.4.3.2 Cenozoico14

1.4.3.3 Localidades minerales.....15

1.4.3.3.1 Localidades con materiales pétreos16



- 1.4.3.3.2 Localidades de minerales no metálicos 21
- 1.4.3.3.3 Localidades de minerales metálicos 24
- 1.4.3.4 Geología estructural..... 25
 - 1.4.3.4.1 Descripción de Estructuras..... 26
- 1.4.4 Edafología 27
- 1.4.5 Hidrografía..... 29
- 1.4.6 Cuencas y Subcuencas..... 31
 - 1.4.6.1 Subregión Hidrológica río Coahuayana 31
 - 1.4.6.2 Subregión hidrológica río Armería 31
 - 1.4.6.3 Microcuencas en el municipio de Comala 33
- 1.4.7 Clima 34
 - 1.4.7.1 Precipitación 34
 - 1.4.7.2 Temperatura 34
 - 1.4.7.3 Evapotranspiración 34
 - 1.4.7.4 Fenómenos climatológicos regionales y locales que inciden en la zona 35
 - 1.4.7.5 Humedad Relativa..... 35
 - 1.4.7.6 Vientos locales..... 35
- 1.4.8 Uso de suelo y vegetación 36
- 1.4.9 Áreas naturales protegidas..... 37
- 1.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS 45
 - 1.5.1 Dinámica demográfica..... 45
 - 1.5.1.1 Densidad de población..... 50
 - 1.5.2 Características sociales 52



1.5.2.1 Educación55

1.5.2.2 Salud59

1.5.2.3 Hacinamiento69

1.5.2.4 Marginación71

1.5.3 Características de la vivienda77

1.5.4 Empleo e ingresos.....80

1.5.5 Equipamiento e infraestructura83

1.5.6 Expansión de la ciudad.....86

FASE 2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.87

2.1 FENÓMENOS GEOLÓGICOS87

2.1.1 Vulcanismo87

b) Petrología y Geoquímica97

2.1.1.1 Nivel de Análisis.....107

 Actividad reciente del Volcán de Fuego de Colima107

2.1.1.1.1 Erupción de julio 2015110

2.1.1.1.2 Estudios sobre los ciclos de actividad111

 Las Amenazas.....112

 2.1.1.1.2.1 Corrientes de densidad piroclástica (PDC).....112

 2.1.1.1.2.2 Caída de tefra116

 2.1.1.1.2.3 Lahares.....118

 2.1.1.1.2.4 Balísticos121

 2.1.1.1.2.5 Flujos de lava.....121

 2.1.1.1.2.6 Avalanchas de Escombros124



2.1.1.2 Metodología.....	125
2.1.1.2.1 Definición de Escenarios	125
2.1.1.2.2 Corrientes de densidad piroclástica.....	127
2.1.1.2.2.1 Descripción de Titan2D	128
2.1.1.2.2.2 Descripción de Energy Cone	129
2.1.1.3 Memoria de Cálculo	135
2.1.1.4 Resultado del Análisis.....	137
2.1.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro).....	142
 2.2.1 Sismos.....	 151
2.2.1.1 Nivel de análisis.	151
2.2.1.2 Introducción	151
2.2.1.3 Metodología.....	152
2.2.1.4 Memoria de cálculo	153
2.2.1.5 La exposición y peligro sísmico del municipio de Comala	153
2.2.1.5.1 Exposición	153
2.2.1.6 Peligro sísmico del municipio de Comala.....	154
2.2.1.6.1 Zonas generadoras de los terremotos peligrosos para las poblaciones del estado de Colima incluyendo municipio de Comala y la magnitud máxima de los terremotos de cada zona.....	154
2.2.1.6.1.1 Zona generadora I de los terremotos en el estado de Colima.....	158
2.2.1.6.1.2 Zona generadora II de los terremotos en el estado de Colima.....	158
2.2.1.6.2 Periodo de recurrencia de los terremotos con magnitud Mmax en las zonas generadoras.....	161
2.2.1.6.2.1 Zona generadora I.	161
2.2.1.6.2.2 Zona generadora II.....	162



2.2.1.6.3 Los terremotos grandes y sus efectos macrosísmicos.....163

 2.2.1.6.3.1 Zona generadora I.....163

 2.2.1.6.3.2 Zona generadora II.....166

2.2.1.6.4 Atenuación de la intensidad de terremotos con la distancia.....169

 2.2.1.6.4.1 Zona generadora I.....169

 2.2.1.6.4.2 Zona generadora II.....170

2.2.1.6.5 Mapas resultantes con ponderación (Zonificación del peligro sísmico para el estado de Colima)173

 2.2.1.6.5.1 Zona generadora I.....174

 2.2.1.6.5.2 Zona generadora II.....181

REFERENCIAS185

2.3.1 Tsunamis187

 2.3.1.1.1 Tsunamis en el estado de Colima.....188

 2.3.1.2 Nivel de Análisis.....188

 2.3.1.3 Metodología188

 2.3.1.4 Memoria de Cálculo.....188

 2.3.1.5 Resultado del Análisis189

 2.3.1.6 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)189

2.4.1 Inestabilidad de laderas.....191

 2.4.1.1 Nivel de Análisis.....192

 2.4.1.2 Metodología192

 2.4.1.2.1 Proceso para la estimación de la susceptibilidad.....193

 2.4.1.2.2 Proceso para la estimación del peligro.....200

 2.4.1.3 Memoria de Cálculo.....202



2.4.1.4 Resultado del Análisis	287
2.4.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)	289
2.5.1 Flujos.....	295
2.5.1.1 Nivel de Análisis.....	297
2.5.1.2 Metodología.....	297
2.5.1.2.1 Proceso para la estimación de la susceptibilidad	298
2.5.1.2.2 Proceso para la estimación del peligro	304
2.5.1.3 Memoria de Cálculo	305
2.5.1.4 Resultado del Análisis.....	390
2.5.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro).....	390
2.6.1 Caídos o derrumbes.....	394
2.6.1.1 Nivel de Análisis.....	395
2.6.1.2 Metodología.....	395
2.6.1.2.1 Proceso para la estimación de la susceptibilidad	396
2.6.1.2.2 Proceso para la estimación del peligro	403
2.6.1.3 Memoria de Cálculo	405
2.6.1.4 Resultado del Análisis.....	490
2.6.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro).....	493
2.7.1 Hundimientos.....	496
2.7.1.1 Nivel de Análisis.....	496
2.7.1.2 Metodología.....	497
2.7.1.3 Memoria de Cálculo	497
2.7.1.4 Resultado del Análisis.....	497



2.7.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)497

2.8.1 Subsistencia498

2.8.1.1 Nivel de Análisis498

2.8.1.2 Metodología499

2.8.1.3 Memoria de Cálculo.....499

2.8.1.4 Resultado del Análisis509

2.8.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)509

2.9.1 Agrietamientos510

2.9.1.1 Nivel de Análisis.....510

2.9.1.2 Metodología511

2.9.1.3 Memoria de Cálculo.....511

2.9.1.4 Resultado del Análisis521

2.9.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)521

2.10 FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....522

2.10.1 Ondas cálidas y gélidas.....522

ONDAS CÁLIDAS522

2.10.1.1 Nivel de Análisis522

2.10.1.2 Metodología522

2.10.1.3 Memoria de Cálculo.....526

2.10.1.4 Resultado del Análisis528

2.10.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)528

ONDAS GÉLIDAS531

2.10.1.6 Nivel de Análisis531

2.10.1.7 Metodología531



2.10.1.8 Memoria de Cálculo	533
2.10.1.9 Resultado del Análisis	535
2.10.1.10 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)	536
2.11.1 Sequías	539
2.11.1.1 Nivel de Análisis.....	540
2.11.1.2 Metodología.....	540
2.11.1.3 Memoria de Cálculo	541
2.11.1.4 Resultado del Análisis	542
2.11.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)	546
2.12.1 Heladas	551
2.12.1.1 Nivel de Análisis.....	551
2.12.1.2 Metodología.....	551
2.12.1.3 Memoria de Cálculo	552
2.12.1.4 Resultado del Análisis	555
2.12.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)	555
2.13.1 Tormentas de granizo	557
2.13.1.1 Nivel de análisis	557
2.13.1.2 Metodología.....	557
2.13.1.3 Memoria de Cálculo	561
2.13.1.4 Resultado del Análisis	562
2.13.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)	562
2.14.1 Tormentas de nieve.....	566
2.14.1.1 Nivel de Análisis.....	566



2.14.1.2 Metodología566

2.14.1.3 Memoria de Cálculo.....567

2.14.1.4 Resultado del Análisis567

2.14.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)569

2.15.1 Ciclones tropicales570

2.15.1.1 Nivel de Análisis585

2.15.1.2 Metodología586

2.15.1.3 Memoria de Cálculo.....588

2.15.1.4 Resultado del Análisis591

2.15.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)593

2.16.1 Tornados.....601

2.16.1.1 Nivel de Análisis601

2.16.1.2 Metodología601

2.16.1.3 Memoria de Cálculo.....601

2.16.1.4 Resultado del Análisis601

2.16.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)602

2.2.1 Tormentas de polvo.....603

2.2.1.1 Nivel de Análisis.....603

2.2.1.2 Metodología603

2.2.1.3 Memoria de Cálculo.....603

2.2.1.4 Resultado del Análisis604

2.2.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro)604

2.18.1 Tormentas eléctricas606



2.18.1.1 Nivel de Análisis.....	606
2.18.1.2 Metodología.....	607
2.18.1.3 Memoria de Cálculo	610
2.18.1.4 Resultado del Análisis	611
2.18.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro).....	612
2.19.1 Lluvias extremas	616
2.19.1.1 Nivel de Análisis.....	616
2.19.1.2 Metodología.....	616
2.19.1.3 Memoria de Cálculo	616
2.19.1.4 Resultado del Análisis	618
2.19.1.5 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro).....	619
2.20.1 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	622
2.20.1.1 Antecedentes de inundación por desbordamiento de cauces de ríos o arroyos.	622
2.20.1.2 Nivel de Análisis.....	622
2.20.1.3 Metodología.....	623
2.20.1.3.1 Determinación del área de influencia de la cuenca	623
2.20.1.3.2 Análisis de lluvia	624
2.20.1.3.2.1 Calculo de la precipitación promedio de la cuenca.....	624
2.20.1.3.3 Modelo de relación lluvia-escorrentía	626
2.20.1.3.4 Gastos o caudales	627
2.20.1.3.4.1 Tiempo de Concentración t_c	627
2.20.1.3.4.2 Precipitación e intensidad.....	628
2.20.1.3.4.3 Hidrogramas	628



2.20.1.3.5 Modelación 2D con HEC-RAS 5.0.1.....630

 2.20.1.3.5.1 Pre-procesamiento de datos.....630

 2.20.1.3.5.2 Simulación 2D de la zona de estudio.630

2.20.1.4 Memoria de Cálculo.....631

 2.20.1.4.1 Calculo de periodos de retorno631

 2.20.1.4.2 Calculo de las características de microcuencas631

 2.20.1.4.3 Distribución de lluvia.....631

 2.20.1.4.4 Gasto de diseño y suma de hidrogramas631

 2.20.1.4.5 Simulación 2D con HEC-RAS 5.0.1631

2.20.1.5 Resultado del Análisis632

 2.20.1.5.1 Estudio hidrológico de la Microcuenca Comala632

 2.20.1.5.1.1 Ubicación del área de estudio.....632

 2.20.1.5.1.2 Determinación de las características fisiográficas de Microcuenca Comala633

 2.20.1.5.1.3 Análisis de lluvia y Polígonos de Thiessen634

 2.20.1.5.1.4 Lluvia máxima para los periodos de retorno 2, 5,10, 20,50 y 100 años638

 2.20.1.5.1.5 Gasto de diseño642

 2.20.1.5.2 Simulación 2D de Microcuenca Comala.....646

 2.20.1.5.2.1 Coeficiente de Manning para Microcuenca Comala.....646

 2.20.1.5.2.2 Modelo digital de elevación para Microcuenca Comala646

 2.20.1.5.2.3 Simulación 2D para Microcuenca Comala.....647

2.20.1.6 Mapas resultantes con ponderación (Amenaza, Susceptibilidad o Peligro). Microcuenca Comala.....654

 2.20.1.6.1 Localidad de Comala.....654

 2.20.1.6.2 Localidad de Suchitlán.....660



2.20.1.6.3 Estudio hidrológico de la Microcuenca La Lumbre	666
2.20.1.6.3.1 Ubicación del área de estudio	666
2.20.1.6.3.2 Determinación de las características fisiográficas de Microcuenca Comala	667
2.20.1.6.3.3 Distribución de lluvia Microcuenca La Lumbre	668
2.20.1.6.3.4 Gasto de diseño.....	671
2.20.1.6.4 Simulación 2D de Microcuenca La Lumbre	676
2.20.1.6.4.1 Modelo digital de elevación para Microcuenca La Lumbre.....	676
2.20.1.6.4.2 Simulación 2D para Microcuenca La Lumbre.....	677
2.20.1.7 Mapas resultantes con ponderación. Microcuenca La lumbre.....	684
FASE 3. VULNERABILIDAD	691
3.1 VULNERABILIDAD SOCIAL	691
3.1.1 Indicadores socioeconómicos.....	691
3.1.2 Capacidad de respuesta.....	692
3.1.3 Percepción local de riesgo	692
3.1.4 Procesamiento de resultados	694
3.1.4.1 Indicadores socioeconómicos del municipio de Comala.....	694
3.1.4.1.1 Salud	694
3.1.4.1.2 Educación.....	695
3.1.4.1.3 Vivienda.....	696
3.1.4.1.4 Empleo	697
3.1.4.1.5 Población.....	698
3.1.4.2 Capacidad de respuesta	699
3.1.4.3 Percepción local de riesgo	702



3.1.4.4 Operación para obtener el grado de vulnerabilidad social..... 705

3.1.4.5 Conclusiones 708

3.1.4.6 Referencias..... 708

3.2 VULNERABILIDAD FÍSICA 710

3.2.1 Vulnerabilidad física ante sismos 710

3.2.1.1 Metodología 710

3.2.1.2 Memoria de Cálculo..... 713

3.2.1.3 Resultados 714

3.2.2 Vulnerabilidad física ante erupciones volcánicas..... 720

3.2.2.1 Metodología 720

3.2.2.2 Memoria de Cálculo..... 725

3.2.2.3 Resultados 726

3.2.3 Vulnerabilidad física ante los fenómenos geológicos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos..... 731

3.2.3.1 Metodología 731

3.2.3.2 Memoria de Cálculo..... 734

3.2.3.3 Resultados 735

3.2.4 Vulnerabilidad física ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres..... 741

3.2.4.1 Metodología 741

3.2.4.2 Memorias de Cálculo..... 748

3.2.4.3 Resultados 749

3.2.5 Vulnerabilidad ante los fenómenos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas. 755

3.2.5.1 Metodología 755

3.2.5.2 Memoria de Cálculo..... 761



3.2.5.3 Resultados.....	762
3.2.6 Vulnerabilidad física ante el fenómeno de Ondas Cálidas	768
3.2.6.1 Metodología.....	768
3.2.6.2 Memoria de Cálculo	771
3.2.6.3 Resultados.....	772
3.2.7 Vulnerabilidad ante el fenómeno de Sequías	778
3.2.7.1 Metodología.....	778
3.2.7.2 Memoria de cálculo	779
3.2.7.3 Resultados.....	779
3.2.8 Referencias.....	780
FASE 4. RIESGO / EXPOSICIÓN	781
4.1 Riesgo Sísmico.....	781
4.2 Microzonificación sísmica de los terrenos del municipio de Comala basada en mediciones de los periodos dominantes del ruido ambiental	781
4.2.1 Introducción	781
4.2.2 Caracterización general del suelo de municipio de Comala.....	782
4.2.3 Metodología de estudio	783
4.2.4 Instrumentación	783
4.2.5 Procedimiento de los registros sísmicos	784
4.2.6 Zonificación de suelos en el municipio de Comala basada en la distribución espacial de los periodos dominantes en H/V.	788
4.2.7 Microzonificación de riesgo sísmico asociado con vulnerabilidad sísmica de la vivienda residencial de poblaciones del municipio Comala.....	789
4.2.7.1 Característica general de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda del municipio de Comala	789
4.2.7.1.1 Inventario de las edificaciones.....	791
4.2.7.1.2 Matriz probabilística de daños como un instrumento para estimar el riesgo sísmico de una localidad	792



4.2.7.2 Microzonificación de riesgo sísmico asociado con vulnerabilidad sísmica de vivienda para las localidades mayores del municipio de Comala 795

4.2.7.2.1 Metodología de estudio 795

4.2.7.2.1.1 Elaboración de las características de daños en vivienda para las manzanas 796

4.2.7.2.1.2 Cálculo de la matriz probabilística de los costos de pérdidas..... 797

4.2.7.2.2 Microzonificación de las localidades 797

4.2.7.2.2.1 Comala 797

4.2.7.2.2.2 Suchitlán 804

4.2.7.2.2.3 Cofradía de Suchitlán 809

4.2.7.2.2.4 La Caja 814

Referencias..... 820

4.3 CICLONES TROPICALES..... 821

FASE 5. PROPUESTAS DE ESTUDIOS, OBRAS Y ACCIONES 837

Fenómenos Geológicos..... 837

5.1 Vulcanismo 837

5.2 Sismos..... 840

5.3 Tsunamis 841

5.4 Inestabilidad de Laderas (Flujos, caídos o derrumbes, hundimientos, subsidencia, agrietamientos) 841

Fenómenos Hidrometeorológicos 845

5.5 Ondas Cálidas y Gélidas 845

5.6 Sequías 847

5.7 Heladas 847

5.8 Tormentas de Granizo..... 848

5.9 Tormentas de nieve..... 849

5.10 Ciclones tropicales 850



5.11 Tornados	851
5.12 Tormentas de polvo	851
5.13 Tormentas eléctricas.....	851
5.14 Lluvias extremas	852
5.15 Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	852

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa base del municipio de Comala.....	5
Figura 1.36. Mapa base urbano de Comala.	6
Figura 1.36. Mapa base urbano de Suchitlán.....	6
Figura 1.2. Fisiografía del municipio de Comala.....	11
Figura 1.3. Geomorfología del municipio de Comala.	12
Figura 1.4. Geología del municipio de Comala.....	27
Figura 1.5. Edafología del municipio de Comala.	29
Figura 1.6. Hidrografía del municipio de Comala.....	30
Figura 1.7. Cuencas y subcuencas del municipio de Comala.	33
Figura 1.8. Microcuencas del municipio de Comala.	33
Figura 1.9. Tipos de climas en el municipio de Comala.	36
Figura 1.10. Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de Comala.	37
Figura 1.11. Áreas Naturales Protegidas en el municipio de Colima. Información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2016.	38
Figura 1.12. Distribución de la población total por municipio en el estado de Colima (Encuesta Intercensal 2015, INEGI).	46



Figura 1.13. Tasa de crecimiento por municipio en el estado de Colima. Periodo 2000-2015.....47

Figura 1.14. Distribución de la población por tamaño de localidad en el municipio de Comala.50

Figura 1.15. Mapa de distribución de la población por tamaño de localidad en el municipio de Comala (Elaboración propia con datos de INEGI 2010).....51

Figura 1.16. Mapa de densidad de población por manzana en zona urbana del municipio de Comala (Elaboración propia con datos de INEGI 2010).52

Figura 1.17. Pirámide de edades de la población del municipio de Comala para el año 2015.....54

Figura 1.18. Población de 15 años y más y su distribución porcentual según condición de alfabetismo en el municipio de Comala.....55

Figura 1.19. Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en el municipio de Comala.57

Figura 1.20. Promedio de hijos nacidos vivos por grupos edad (INEGI, Encuesta Intercensal 2015).59

Figura 1.21. Porcentaje de hijos fallecidos por grupos de edad (INEGI, Encuesta Intercensal 2015).....60

Figura 1.22. Porcentaje de la población con afiliación a servicios de salud en el municipio de Comala.....61

Figura 1.23. Mapa de población no derechohabiente por localidad municipio de Comala (Elaboración propia con datos de INEGI 2010).....63

Figura 1.24. Mapa de población no derechohabiente por manzana en la zona urbana de Comala (Elaboración propia con datos de INEGI 2010).64

Figura 1.25. Número de personas con alguna limitación física o mental en el municipio de Comala.....65

Figura 1.26. Población con discapacidad por localidad en el municipio de Comala. (Elaborado con datos de INEGI, 2010).66

Figura 1.27. Población con discapacidad por manzana en la zona urbana del municipio de Comala. (Elaborado con datos de INEGI, 2010).67

Figura 1.28. Población indígena por localidad en el municipio de Comala. (Elaborado con datos de INEGI, 2010).68

Figura 1.29. Población indígena por manzana la zona urbana del municipio de Comala. (Elaborado con datos de INEGI, 2010).69

Figura 1.30. Promedio de ocupantes por cuarto a nivel manzana.....70

Figura 1.31. Mapa para análisis de hacinamiento.....71

Figura 1.32. Marginación por localidad en el municipio de Comala.....74

Figura 1.33. Marginación por AGEB en el municipio de Comala.....75

Figura 1.34. Porcentaje de pobreza por municipio en el estado de Colima.76

Figura 1.35. Viviendas con piso de tierra por localidad en el municipio de Comala.79



Figura 1.36. Viviendas con piso de tierra por manzana en la zona urbana del municipio de Comala.....	80
Figura 1.37. Población económicamente activa en el municipio de Comala	81
Figura 1.38. Población no económicamente activa en el municipio de Comala	81
Figura 1.39. Población ocupada y su distribución porcentual según división ocupacional en el municipio de Comala año 2015.	82
Figura 1.40. Equipamiento en la localidad de Comala.....	84
Figura 1.41. Equipamiento en la localidad de Suchitlán del municipio de Comala.....	85
Figura 1.42. Clasificación de áreas de reserva urbana de Comala (SEIDUR, 2017).	86

Vulcanismo

Figura 2.1. Esquema general de los peligros volcánicos. Tomado del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Reduciendo el riesgo de los peligros volcánicos.....	91
Figura 2.2. Distancia alcanzada por la ceniza desde el centro de emisión de acuerdo al porcentaje de fragmentación y tipo de erupción.	92
Figura 2.3. Imagen del volcán de Fuego de Colima.	99
Figura 2.4. Dibujos sobre la actividad de 1872 en el Volcán de Fuego de Colima. Publicados por Bretón, 2011.	102
Figura 2.5. Imágenes de la actividad explosiva de 1903 en el volcán de Fuego de Colima. Publicados por Bretón, 2011.....	104
Figura 2.6. Estado en el que quedó el volcán de Fuego de Colima después de la erupción de enero de 1913. Publicados por Bretón, 2011.	105
Figura 2.7. El volcán de Fuego, visto desde Comala. Diciembre 2016. Fotografía de Mauricio Bretón.	107
Figura 2.8. Domo del Volcán de Fuego de Colima, 3 de noviembre 2010. APREC, 2016.	108
Figura 2.9. Corriente de densidad piroclástica de la explosión del 21 de noviembre 2014 en la barranca de San Antonio en el flanco sur del volcán. APREC, 2016.....	110
Figura 2.10. Corriente de densidad piroclástica bajando por los flancos oeste y noroeste del Volcán de Fuego de Colima, 12 de marzo de 2014. Área de Monitoreo Visual, Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima.	116
Figura 2.11. Mapa de Isopacas que muestra la distribución del material de caída al noreste del Volcán de Fuego de Colima en la erupción de 1913, afectando ciudades como Ciudad Guzmán en el estado de Jalisco (Saucedo <i>et al.</i> , 2010).....	117
Figura 2.12. Número de lahares por mes desde el año 2004 hasta 2011. No hubo registros en los otros meses. Fuente: Meza, 2014.....	120
Figura 2.13. Volcán de Fuego de Colima con los múltiples flujos de lava (Foto tomado desde el NE; 20 de junio del 2013). APREC, 2016.....	124
Figura 2.14. Funcionamiento de Titan2D.	129



Figura 2.15. Diagrama de flujo donde se muestra el funcionamiento del código que aplicó el modelo de Energy Cone bajo el acoplamiento con el método de Monte Carlo.131

Figura 2.16. Simulación preliminar con Energy Cone para Flujos Piroclásticos en el Volcán de Fuego de Colima: Evento (1913); fase Pliniana 111, Altura = 2.6 km. Desplazamiento 15 km. Coeficiente de Heim = 0.17.133

Figura 2.17. Simulación de una corriente de densidad piroclástica por colapso de domo realizada en Titan2D. Parámetros de entrada: Ubicación UTM 645120, 2158120; Ángulo de orientación - 160°; Ángulo de fricción interna 30°; Ángulo de fricción basal 14°. Las direcciones iniciales del flujo fueron realizadas a cada 45° alrededor de la fuente. El volumen obtenido con las dimensiones de la pila es aproximadamente $2.5 \times 10^5 \text{ m}^3$134

Figura 2.18. Misma simulación anterior variando el ángulo de fricción basal a 14°134

Figura 2.19. Simulación de una corriente de densidad piroclástica por colapso de domo realizada en Titan2D.135

Figura 2.20. Lahar del 1 de junio de 2000 en la localidad de La Becerrera. Fuente: Bretón, M., 2011.140

Figura 2.21. Localización del volcán de Fuego de Colima y el municipio de Comala.142

Figura 2.22. Probabilidad de arribo de las corrientes de densidad piroclástica en un escenario eruptivo de VEI 6.142

Figura 2.23. Colapso parcial de un domo volcánico con la generación de una PDC en las barrancas de La Lumbre, El Zarco, Cordobán, San Antonio y Montegrande. Erupción VEI 3.143

Figura 2.24. Colapso total de un domo volcánico con la generación de una PDC en las barrancas de Montegrande, San Antonio, Cordobán, El Zarco y La Lumbre. Erupción VEI 3.143

Figura 2.25. Erupción de VEI 3. Colapso de columna eruptiva de 200 m en la dirección de Montegrande.144

Figura 2.26. Erupción sub-Pliniana VEI 4. Colapso de columna eruptiva en la dirección de Montegrande.144

Figura 2.27. Mapa de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción Pliniana (ERS), durante la estación de secas con un umbral de acumulación de 1 kg/m^2 . Los colores muestran rangos de probabilidad, esto quiere decir que el área cubierta con el color rojo muestra una probabilidad de 90 al 100% de ser afectada por una acumulación mayor de 1 kg/m^2 y la zona coloreada con rosa representa una probabilidad del 10 al 20%.145

Figura 2.28. Mapa de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción Pliniana (ERS), durante la estación de lluvias con un umbral de acumulación de 1 kg/m^2145

Figura 2.29. Mapa de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción Pliniana (ERS) en cualquier época del año y con un umbral de acumulación de 100 kg/m^2146

Figura 2.30. Mapa probabilístico de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción Vulcaniana (ERS) cualquier época del año y con un umbral de acumulación de 1 kg/m^2146

Figura 2.31. Mapa probabilístico de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción Vulcaniana (ERS) cualquier época del año y con un umbral de acumulación de 5 kg/m^2147

Figura 2.32. Mapa probabilístico de amenaza por caída de tefra para un escenario de erupción tipo 1913 (OES) en la estación de lluvias y con un umbral de acumulación de 10 kg/m^2148

Figura 2.33. Mapa de amenaza por lahares en el municipio de Comala.148

Figura 2.34. Colapso de edificio de 0.5 km^3 con movilización de material y todas las direcciones. Los colores representan la profundidad del flujo, no del depósito.149



Figura 2.35. Colapso de edificio de 1 km ³ con la profundidad del flujo representado por los colores.	149
Figura 2.36. Colapso de edificio de 2 km ³ , los colores representan la profundidad del flujo, no el depósito.	150
Figura 2.37. Mapa probabilístico de la caída de balísticos del Volcán de Colima. Los colores representan la probabilidad que llegue a cada punto un balístico.	150

Sismos

Figura 2.1. Mapa de México. Elaboración propia con base en imagen Google Earth.	154
Figura 2.2. Mapa de Regionalización sísmica de México (tomado del Manual de diseño por sismo, 1993). Las fronteras entre zonas coinciden con las curvas de igual aceleración máxima del terreno firme con periodo de retorno de 500 años; la zona A es de menor intensidad sísmica, mientras que la de mayor es la zona D. El estado de Colima incluyendo el municipio de Comala está completamente dentro de la zona D.	155
Figura 2.3. Marco tectónico de la zona Occidente de México (tomado de Domínguez et al., 1997). En el mapa se destacan las fallas tectónicas más importantes del Occidente que atraviesan el Estado de Colima. Aquí V. es volcán, G. es el graben, B. es el bloque.	156
Figura 2.4. Mapa de epicentros de sismos con magnitud 4.5 (Escala de Richter) y mayores ocurridos en la zona Occidental de México desde el periodo 1900 hasta el año 2013 que pueden afectar al Estado de Colima. Con base en el catálogo de la ANSS , de los sismos con magnitudes ≥ 4.0 registrados durante el periodo de 1963 a 2016 (se muestran con símbolos de diamantes vacíos) y los terremotos con magnitud $M_w \geq 5.5$ (se muestran con símbolos de diamantes negros) registrados durante el periodo de 1900 a 1963 (catálogo elaborado por R. Zuñiga, UNAM) y el periodo de 1964 a 2016 (catálogo de ANSS). Los terremotos con magnitud $M_w \geq 7.5$ se muestran como estrellas abiertas con números que corresponden a los de la Tabla 2.1. El estado de Colima se muestra con las líneas verdes. Entre los elementos tectónicos se muestran las placas litosféricas Pacífica, de Cocos, de Rivera y Norteamericana, trinchera Mesoamericana (MAT), Graben El Gordo (EGG), Zonas de Fracturas de Rivera (RFZ) y de Tamayo (TFZ), Dorsal de Pacífico (EPR) y Graben de Colima (CR).	157
Figura 2.5. Mapa de epicentros de sismos con magnitud 4.5 (Escala de Richter) y mayores ocurridos en la zona Occidental de México desde el periodo 1900 hasta el año 2016 y las zonas generadoras de los terremotos peligrosos para el estado de Colima. Se muestran las fronteras de las zonas generadoras I y II y subzonas I_1 y I_2. La estrella negra muestra el epicentro del terremoto de 1568. Todos los demás símbolos están igual a los de la Figura 2.4.	159
Figura 2.6. Epicentros de sismos corticales de la zona generadora de terremotos II con magnitud mayor que 4.0 (profundidad 0-35 km) registrados en el estado de Colima por la RESCO entre 1988 y 2000. Los epicentros (círculos abiertos) fueron localizados por la RESCO. El epicentro del sismo del 6 de marzo del 2000 (M_w 5.3) se muestra con la estrella y sus réplicas con cruces. La Falla Tamazula (TF) y la falla 1 (F1) se indican con líneas punteadas, y las ciudades se muestran con los rombos negros. RA es el Río Armería. Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima. Tomado de (Zobin <i>et al.</i> , 2000).	160
Figura 2.7. Relación entre el número de los sismos registrados en la zona I (A) y la zona II (B) y sus magnitudes.	162
Figura 2.8. Isosistas de intensidades máximas estimadas para los terremotos de 1932, 1941 y 1973 (Nos 1, 3, y 4 de la Tabla 2.2, respectivamente). MAT es la trinchera Mesoamericana. Tomado de (Zobin y Pizano-Silva, 2007). Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima.	164
Figura 2.9. Las distribuciones de intensidades observadas durante los terremotos del 9 de octubre de 1995 (M_w 8.0) (A) y del 21 de enero de 2003 (M_w 7.5) (B) se muestran junto con las isolíneas de ruptura. Los índices IV-VII son intensidades de la escala MM. Las isolíneas de ruptura en las fuentes se muestran de acuerdo con las publicaciones de Mendoza and Hartzell (1999) para el evento de 1995 y de Yagi et al. (2004) para el evento de 2003. Las asperezas rotas durante el proceso de ruptura de los terremotos se muestran como estrellas. Los valores de intensidades corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio. Tomado de Zobin, 2011.	165



Figura 2.10. Isosistas de intensidades máximas estimadas para los terremotos de 1932, 1941 y 1973, junto con las isosistas máximas de los terremotos de 1995 y 2003 (N° 1, 3, 4 y 7, 8 de la Tabla 2.1, respectivamente). MAT es la trinchera Mesoamericana. Se muestra municipio de Comala en la parte norte del estado de Colima.166

Figura 2.11. El campo macrosísmico del sismo del 6 de marzo de 2000. La falla Tamazula (TF) se muestra como una línea. Los índices II-V son intensidades de la escala MM. Los valores de intensidades corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio. Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima. Tomado de Zobin *et al.*, 2000.....167

Figura 2.12. Efectos macrosísmicos del terremoto de 27 de diciembre de 1568. Los índices VII-IX son intensidades de la escala MM. La elipse muestra el área de las intensidades máximas. Tomado con una modificación de Suárez *et al.*, 1994.....168

Figura 2.13. Atenuación de la intensidad MM con distancia durante los terremotos de 9 de octubre de 1995 (*Mw* 8.0) (círculos) y 21 de enero de 2003 (*Mw* 7.5) (diamantes). Se muestran tres curvas de atenuación de acuerdo con las leyes de atenuación: para los terremotos con magnitudes *Ms* 7.5 y 8.0 y *Mw* 8.0. Los valores corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio.169

Figura 2.14. Atenuación de la intensidad MM con distancia durante el terremoto del 6 de marzo de 2000 (estrellas). Tomado de Zobin *et al.* (2000). Los valores corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio. La curva calculada para el terremoto con magnitud *Ms* 7.0 está mostrada con la línea interrumpida, la curva calculada para el terremoto con magnitud *Ms* 4.7 está mostrada con la línea.171

Figura 2.15. Mapa de aceleración máxima del terreno (PGA) (en cm/s^2) para un período de retorno de 100 años obtenido para terreno firme ($T = 0.0$) utilizando el modelo de Poissón. Tomado de Tejeda, 2001.174

Figura 2.16. Mapa de aceleración máxima del terreno (PGA) (en cm/s^2) para un período de retorno de 500 años obtenido para terreno firme ($T = 0.0$), utilizando el modelo de Poisson. Tomado de Tejeda, 2001.175

Figura 2.17. Mapa de aceleración máxima del terreno (PGA) (en cm/s^2) para un período de retorno de 100 años obtenido para terreno firme ($T = 0.0$) utilizando el modelo del sismo característico. Tomado de Tejeda, 2001.....176

Figura 2.18. Mapa de aceleración máxima del terreno (PGA) (en cm/s^2) para un período de retorno de 500 años obtenido para terreno firme ($T = 0.0$), utilizando el modelo del sismo característico. Tomado de Tejeda, 2001.....177

Figura 2.19. Mapa de zonificación del peligro sísmico para el estado de Colima de acuerdo con el mapa de iso-aceleraciones obtenidas considerando el modelo del sismo característico con el periodo de retorno 100 años. Zona 1, de mayor peligro, corresponde a la aceleración máxima de 250 gal; Zona 2, de peligro intermedio, corresponde a la aceleración máxima de 210 gal; Zona 3 del peligro bajo, corresponde a la aceleración máxima de 170 gal. Los valores corresponden al terreno firme.....178

Figura 2.20. Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 de *g* o mayores, producidos por los terremotos en los municipios del Estado de Colima. Los periodos de retorno mostrados con las cifras de color negro están tomados de la Guía Básica (2006), los valores de periodos de retorno mostrados con las cifras de color rojo, están calculados mediante un algoritmo de interpolación. Las zonas 1 a 3 de la Figura 2.19 se muestran. Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima.179

Figura 2.21. El mapa de zonificación de peligro sísmico en términos de intensidad máxima para los terremotos grandes con magnitud *Ms* 8.0 generados por las rupturas orientadas a lo largo de la trinchera Mesoamericana. En la Figura se muestra también la fuente lineal del terremoto propuesto orientado paralelamente a la trinchera Mesoamericana, que corresponde a un modelo del sismo característico con magnitud *Ms* 8.0. Tres zonas de intensidad máxima esperada de VI a VIII MM se identifican. Los valores corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio.....181



Figura 2.22. Mapa de zonificación de peligro sísmico en términos de intensidad máxima para los terremotos grandes generados por las rupturas orientadas perpendicularmente a la trinchera Mesoamericana. Se muestra el graben El Gordo (EGG) que representa la estructura mayor que divide las placas de Cocos y Rivera y genera las rupturas orientadas perpendicularmente a la trinchera Mesoamericana. Dos zonas de intensidad máxima esperada de VI (peligro bajo) a VII (peligro medio) se identifican. Los valores corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio. Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima. 182

Figura 2.23. Mapa de las intensidades máximas de MM esperadas de un terremoto ocurrido de fallas corticales (zona generadora II) de acuerdo con la ley de atenuación de la intensidad con distancia para los terremotos con magnitud *Ms* 7.0 (ecuación 5). La fuente lineal del terremoto propuesto está tomada coincidentemente con la falla Tamazula. Zonas de intensidad máxima esperada de VI a VII MM se identifican. Los valores corresponden al terreno de suelos intermedios y la vivienda de tipo intermedio. Municipio de Comala se muestra en la parte norte del estado de Colima. 183

Tsunamis

Figura 2.1. Localización del municipio de Comala con respecto a los límites costeros del estado de Colima. 189

Inestabilidad de laderas

Figura 2.1. Formato para la estimación del peligro de deslizamiento de laderas (Factores topográficos e históricos). 195

Figura 2.2. Rumbo y echado de una formación geológica. 195

Figura 2.3. Relación entre el echado de discontinuidades y la inclinación de la ladera..... 196

Figura 2.4. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala. 197

Figura 2.5. Formato para la evaluación de la susceptibilidad de laderas a escala regional, en el cual se muestran los principales factores involucrados, las categorías, el valor relativo original (formato de análisis de amenaza por deslizamiento CENAPRED, 2006) y el porcentaje de peso en el análisis propuesto para el municipio de Comala..... 199

Figura 2.6. Formato para la estimación de la susceptibilidad de deslizamiento de laderas (Factores geotécnicos, geomorfológicos y ambientales). 202

Figura 2.7. Localidad punto 1, foto 1..... 204

Figura 2.8. Localidad punto 1, foto 2..... 205

Figura 2.9. Localidad punto 2, foto 1..... 208

Figura 2.10. Localidad punto 2, foto 2..... 209

Figura 2.11. Localidad 2, foto 3. 210

Figura 2.12. Localidad 3, foto 1. 213

Figura 2.13. Localidad 4, foto 1. 216

Figura 2.14. Localidad 4, foto 2. 217



Figura 2.15. Localidad 4, foto 3.....218

Figura 2.16. Localidad 5, foto 1.....221

Figura 2.17. Localidad 6, foto 1.....224

Figura 2.18. Localidad 6, foto 2.....225

Figura 2.19. Localidad 7, foto 1.....228

Figura 2.20. Localidad 7, foto 2.....229

Figura 2.21. Localidad 7, foto 3.....230

Figura 2.22. Localidad 8, foto 1.....233

Figura 2.23. Localidad 8, foto 2.....234

Figura 2.24. Localidad 8, foto 3.....235

Figura 2.25. Localidad 9, foto 1.....238

Figura 2.26. Localidad 9, foto 2.....239

Figura 2.27. Localidad 10, foto 1.....242

Figura 2.28. Localidad 10, foto 2.....243

Figura 2.29. Localidad 10, foto 3.....244

Figura 2.30. Localidad 11, foto 1.....247

Figura 2.31. Localidad 11, foto 2.....248

Figura 2.32. Localidad 12, foto 1.....251

Figura 2.33. Localidad 12, foto 2.....252

Figura 2.34. Localidad 13, foto 1.....255

Figura 2.35. Localidad 13, foto 2.....256

Figura 2.36. Localidad 14, foto 1.....259

Figura 2.37. Localidad 15, foto 1.....262



Figura 2.38. Localidad 15, foto 2.	263
Figura 2.39. Localidad 16, foto 1.	266
Figura 2.40. Localidad 17, foto 1.	269
Figura 2.41. Localidad 17, foto 2.	270
Figura 2.42. Localidad 18, foto 1.	273
Figura 2.43. Localidad 19, foto 1.	276
Figura 2.44. Localidad 19, foto 2.	277
Figura 2.45. Localidad 20, foto 1.	280
Figura 2.46. Localidad 20, foto 2.	280
Figura 2.47. Localidad 21, foto 1.	283
Figura 2.48. Localidad 21, foto 2.	283
Figura 2.49. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.	286
Figura 2.50. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas puntual en el municipio de Comala.	289
Figura 2.51. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.	290
Figura 2.52. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por precipitación para un periodo de retorno de 5 años en el municipio de Comala.	290
Figura 2.53. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por precipitación para un periodo de retorno de 10 años en el municipio de Comala.	291
Figura 2.54. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por precipitación para un periodo de retorno de 25 años en el municipio de Comala.	291
Figura 2.55. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por precipitación para un periodo de retorno de 50 años en el municipio de Comala.	292
Figura 2.56. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por precipitación para un periodo de retorno de 100 años en el municipio de Comala.	292
Figura 2.57. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por aceleración máxima del terreno para un periodo de retorno de 10 años en el municipio de Comala.	293
Figura 2.58. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por aceleración máxima del terreno para un periodo de retorno de 100 años en el municipio de Comala.	293
Figura 2.59. Mapa de peligro por inestabilidad de laderas por aceleración máxima del terreno para un periodo de retorno de 500 años en el municipio de Comala.	294



Flujos

Figura 2.1. Formato para la estimación del peligro de deslizamiento de laderas (Factores topográficos e históricos).299

Figura 2.2. Rumbo y echado de una formación geológica.300

Figura 2.3. Relación entre el echado de discontinuidades y la inclinación de la ladera.300

Figura 2.4. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.....301

Figura 2.5. Formato para la evaluación de la susceptibilidad de laderas a escala regional, en el cual se muestran los principales factores involucrados, las categorías, el valor relativo original (formato de análisis de amenaza por deslizamiento CENAPRED, 2006) y el porcentaje de peso en el análisis propuesto para el municipio de Comala.303

Figura 2.6. Formato para la estimación de la susceptibilidad de deslizamiento de laderas (Factores geotécnicos, geomorfológicos y ambientales).....306

Figura 2.7. Localidad punto 1, foto 1.307

Figura 2.8. Localidad punto 1, foto 2.308

Figura 2.9. Localidad punto 2, foto 1.311

Figura 2.10. Localidad punto 2, foto 2.312

Figura 2.11. Localidad 2, foto 3.....313

Figura 2.12. Localidad 3, foto 1.....316

Figura 2.13. Localidad 4, foto 1.....319

Figura 2.14. Localidad 4, foto 2.....320

Figura 2.15. Localidad 4, foto 3.....321

Figura 2.16. Localidad 5, foto 1.....324

Figura 2.17. Localidad 6, foto 1.....327

Figura 2.18. Localidad 6, foto 2.....328

Figura 2.19. Localidad 7, foto 1.....331

Figura 2.20. Localidad 7, foto 2.....332

Figura 2.21. Localidad 7, foto 3.....333



Figura 2.22. Localidad 8, foto 1.	336
Figura 2.23. Localidad 8, foto 2.	337
Figura 2.24. Localidad 8, foto 3.	338
Figura 2.25. Localidad 9, foto 1.	341
Figura 2.26. Localidad 9, foto 2.	342
Figura 2.27. Localidad 10, foto 1.	345
Figura 2.28. Localidad 10, foto 2.	346
Figura 2.29. Localidad 10, foto 3.	347
Figura 2.30. Localidad 11, foto 1.	350
Figura 2.31. Localidad 11, foto 2.	351
Figura 2.32. Localidad 12, foto 1.	354
Figura 2.33. Localidad 12, foto 2.	355
Figura 2.34. Localidad 13, foto 1.	358
Figura 2.35. Localidad 13, foto 2.	359
Figura 2.36. Localidad 14, foto 1.	362
Figura 2.37. Localidad 15, foto 1.	365
Figura 2.38. Localidad 15, foto 2.	366
Figura 2.39. Localidad 16, foto 1.	369
Figura 2.40. Localidad 17, foto 1.	372
Figura 2.41. Localidad 17, foto 2.	373
Figura 2.42. Localidad 18, foto 1.	376
Figura 2.43. Localidad 19, foto 1.	379
Figura 2.44. Localidad 19, foto 2.	380



Figura 2.45. Localidad 20, foto 1.....383

Figura 2.46. Localidad 20, foto 2.....383

Figura 2.47. Localidad 21, foto 1.....386

Figura 2.48. Localidad 21, foto 2.....386

Figura 2.49. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.389

Figura 2.50. Susceptibilidad por flujos en el municipio de Comala.390

Figura 2.51. Mapa de peligro por flujos por precipitación para un periodo de retorno de 5 años en el municipio de Comala.391

Figura 2.52. Mapa de peligro por flujos por precipitación para un periodo de retorno de 10 años en el municipio de Comala.391

Figura 2.53. Mapa de peligro por flujos por precipitación para un periodo de retorno de 25 años en el municipio de Comala.392

Figura 2.54. Mapa de peligro por flujos por precipitación para un periodo de retorno de 50 años en el municipio de Comala.392

Figura 2.55. Mapa de peligro por flujos por precipitación para un periodo de retorno de 100 años en el municipio de Comala.393

Caídos o derrumbes

Figura 2.1. Formato para la estimación del peligro de deslizamiento de laderas (Factores topográficos e históricos).398

Figura 2.2. Rumbo y echado de una formación geológica.398

Figura 2.3. Relación entre el echado de discontinuidades y la inclinación de la ladera.399

Figura 2.4. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.....400

Figura 2.5. Formato para la evaluación de la susceptibilidad de laderas a escala regional, en el cual se muestran los principales factores involucrados, las categorías, el valor relativo original (formato de análisis de amenaza por deslizamiento CENAPRED, 2006) y el porcentaje de peso en el análisis propuesto para el municipio de Comala.402

Figura 2.6. Formato para la estimación de la susceptibilidad de deslizamiento de laderas (Factores geotécnicos, geomorfológicos y ambientales).....405

Figura 2.7. Localidad punto 1, foto 1.407

Figura 2.8. Localidad punto 1, foto 2.408

Figura 2.9. Localidad punto 2, foto 1.411



Figura 2.10. Localidad punto 2, foto 2.....	412
Figura 2.11. Localidad 2, foto 3.	413
Figura 2.12. Localidad 3, foto 1.	416
Figura 2.13. Localidad 4, foto 1.	419
Figura 2.14. Localidad 4, foto 2.	420
Figura 2.15. Localidad 4, foto 3.	421
Figura 2.16. Localidad 5, foto 1.	424
Figura 2.17. Localidad 6, foto 1.	427
Figura 2.18. Localidad 6, foto 2.	428
Figura 2.19. Localidad 7, foto 1.	431
Figura 2.20. Localidad 7, foto 2.	432
Figura 2.21. Localidad 7, foto 3.	433
Figura 2.22. Localidad 8, foto 1.	436
Figura 2.23. Localidad 8, foto 2.	437
Figura 2.24. Localidad 8, foto 3.	438
Figura 2.25. Localidad 9, foto 1.	441
Figura 2.26. Localidad 9, foto 2.	442
Figura 2.27. Localidad 10, foto 1.	445
Figura 2.28. Localidad 10, foto 2.	446
Figura 2.29. Localidad 10, foto 3.	447
Figura 2.30. Localidad 11, foto 1.	450
Figura 2.31. Localidad 11, foto 2.	451
Figura 2.32. Localidad 12, foto 1.	454



Figura 2.33. Localidad 12, foto 2.....455

Figura 2.34. Localidad 13, foto 1.....458

Figura 2.35. Localidad 13, foto 2.....459

Figura 2.36. Localidad 14, foto 1.....462

Figura 2.37. Localidad 15, foto 1.....465

Figura 2.38. Localidad 15, foto 2.....466

Figura 2.39. Localidad 16, foto 1.....469

Figura 2.40. Localidad 17, foto 1.....472

Figura 2.41. Localidad 17, foto 2.....473

Figura 2.42. Localidad 18, foto 1.....476

Figura 2.43. Localidad 19, foto 1.....479

Figura 2.44. Localidad 19, foto 2.....480

Figura 2.45. Localidad 20, foto 1.....483

Figura 2.46. Localidad 20, foto 2.....483

Figura 2.47. Localidad 21, foto 1.....486

Figura 2.48. Localidad 21, foto 2.....486

Figura 2.49. Formato utilizado para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2006), se aplicó a cada uno de las 21 zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en el municipio de Comala.489

Figura 2.50. Susceptibilidad por caídos o derrumbes en el municipio de Comala.....493

Figura 2.51. Mapa de peligro por caídos o derrumbes por precipitación para un periodo de retorno de 5 años en el municipio de Comala.493

Figura 2.52. Mapa de peligro por caídos o derrumbes por precipitación para un periodo de retorno de 10 años en el municipio de Comala.494

Figura 2.53. Mapa de peligro por caídos o derrumbes por precipitación para un periodo de retorno de 25 años en el municipio de Comala.494

Figura 2.54. Mapa de peligro por caídos o derrumbes por precipitación para un periodo de retorno de 50 años en el municipio de Comala.495

Figura 2.55. Mapa de peligro por caídos o derrumbes por precipitación para un periodo de retorno de 100 años en el municipio de Comala.495



Subsidencia

Figura 2.1.Zona de subsidencia en el municipio de Comala. Imagen tomada del Google Earth. 498

Figura 2.2. Pared con evidente daño por subsidencia. 500

Figura 2.3. Subsidencia sobre la calle. 501

Figura 2.4. Vivienda con subsidencia..... 502

Figura 2.5. Vivienda daños evidentes por subsidencia. 503

Figura 2.6. Vivienda con subsidencia..... 504

Figura 2.7. Vivienda con subsidencia, el cual han tratado de reparar. 505

Figura 2.8. Vivienda con subsidencia, que ha sido reparada. 506

Figura 2.9. Vivienda con daño visible de subsidencia en diferentes zonas de la pared. 507

Figura 2.10. Zona de subsidencia en la localidad de El Remate. Datos sobrepuestos en imagen Google Earth. 508

Figura 2.11. Zona de agrietamiento en la localidad El Remate. 509

Agrietamientos

Figura 2.1.Zona de agrietamientos en el municipio de Comala. Imagen tomada del Google Earth..... 511

Figura 2.2. Pared con evidente daño por agrietamiento. 512

Figura 2.3. Agrietamiento sobre la calle..... 513

Figura 2.4. Vivienda con agrietamiento..... 514

Figura 2.5. Vivienda daños evidentes por agrietamiento. 515

Figura 2.6. Vivienda con agrietamiento..... 516

Figura 2.7. Vivienda con agrietamiento, el cual han tratado de reparar..... 517

Figura 2.8. Vivienda con agrietamiento, que ha sido reparada. 518

Figura 2.9. Vivienda con daño visible de agrietamiento en diferentes zonas de la pared..... 519

Figura 2.10. Zona de agrietamiento en la localidad de El Remate. Datos sobrepuestos en imagen Google Earth. 520



Figura 2.11. Zona de agrietamiento en la localidad El Remate.521

Ondas Cálidas y Gélidas

Figura 2.1. Número de ondas de calor por año en el municipio de Comala.....529

Figura 2.2. Periodo de retorno de 5 años por temperaturas máximas en el municipio de Comala.529

Figura 2.3. Periodo de retorno de 10 años por temperaturas máximas en el municipio de Comala.....530

Figura 2.4. Periodo de retorno de 25 años por temperaturas máximas en el municipio de Comala.....530

Figura 2.5. Periodo de retorno de 50 años por temperaturas máximas en el municipio de Comala.....531

Figura 2.6. Isotermas de temperaturas mínimas extremas en el municipio de Comala.....536

Figura 2.7. Periodo de retorno de 5 años por temperaturas mínimas en el municipio de Comala.536

Figura 2.8. Periodo de retorno de 10 años por temperaturas mínimas en el municipio de Comala.537

Figura 2.9. Periodo de retorno de 25 años por temperaturas mínimas en el municipio de Comala.537

Figura 2.10. Periodo de retorno de 50 años por temperaturas mínimas en el municipio de Comala.538

Sequías

Figura 2.1. Distribución anual del Índice SPI Enero – Marzo 1951-2017.....543

Figura 2.2. Distribución anual del Índice SPI Abril – Mayo 1951-2017.....543

Figura 2.3. Distribución anual del Índice SPI Junio – Septiembre 1951-2017.....544

Figura 2.4. Distribución anual del Índice SPI Octubre – Diciembre 1951-2017.....544

Figura 2.5. Distribución anual del Índice SPI Enero – Junio 1951-2017.545

Figura 2.6. Distribución anual del Índice SPI Julio – Diciembre 1951-2017.545

Figura 2.7. Distribución anual del Índice SPI Enero – Diciembre 1951-2017.....546

Figura 2.8. Índice de severidad de la sequía en el municipio de Comala.546

Figura 2.9. Índice SPI Enero – Marzo 1951-2017 en el municipio de Comala.547

Figura 2.10. Índice SPI Abril – Junio 1951-2017 en el municipio de Comala.547



Figura 2.11. Índice SPI Julio – Septiembre 1951-2017 en el municipio de Comala.	548
Figura 2.12. Índice SPI Octubre – Diciembre 1951-2017 en el municipio de Comala.	548
Figura 2.13. Índice SPI Enero – Junio 1951-2017 en el municipio de Comala.....	549
Figura 2.14. Índice SPI Julio – Diciembre 1951-2017 en el municipio de Comala.	549
Figura 2.15. Índice SPI Enero – Diciembre 1951-2017 en el municipio de Comala.	550

Heladas

Figura 2.1. Temperaturas mínimas en el municipio de Comala.	555
Figura 2.2. Índice de días con heladas en el municipio de Comala.....	556

Tormentas de Granizo

Figura 2.1. Estaciones climatológicas que registran días con granizo. Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua.....	558
Figura 2.2. Susceptibilidad por tormentas de granizo en el municipio de Comala.	563
Figura 2.3. Índice de peligro por tormentas de granizo en el municipio de Comala.	563
Figura 2.4. Tormentas de granizo en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 5 años.	564
Figura 2.5. Tormentas de granizo en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 10 años.	564
Figura 2.6. Tormentas de granizo en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 25 años.	565
Figura 2.7. Tormentas de granizo en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 50 años.	565

Tormentas de Nieve

Figura 2.1. Nevadas de los años 2002, 2004, 2010 y 2016 en el volcán de Fuego de Colima.....	568
Figura 2.2. Tormentas de nieve en el municipio de Comala.	569

Ciclones Tropicales

Figura 2.1. Trayectorias de ciclones tropicales que han transitado por la zona de estudio en los últimos 65 años (1949-2013).	571
Figura 2.2. Carretera Comala-San Antonio a la altura de ex localidad La Barranca del Agua. Fuente: Fotografía tomada por Jacobo Campos.	575
Figura 2.3. Deslaves y derrumbes sobre la carretera Comala-San Antonio en octubre de 2011 .Fuente: Fotografías capturadas por Arnoldo Campos.	576



Figura 2.4. Ubicación de dos puentes sobre el Río Suchitlán que resultaron con daños con las lluvias provocadas por el Huracán en noviembre de 2015.578

Figura 2.5. Sitios de desbordamiento del Río La Lumbre, Cordobán y arroyo Zarco.579

Figura 2.6. Imágenes de satélite que muestran los puentes de arroyo Zarco (Superior) y el puente del río Cordobán (Inferior). A) Abril de 2010; B) Diciembre de 2014; C) Octubre de 2015; D) Marzo de 2016. Google Earth.580

Figura 2.7. La fotografía de la izquierda muestra los daños al puente Zarco por el Huracán Patricia. Fuente: Fotografía del H. Ayuntamiento de Comala; a la izquierda otra fotografía tomada desde el otro lado del puente. Fuente: Jacobo Campos.....581

Figura 2.8. Daño total al puente el Cordobán. Fuente: Afmedios.com.....582

Figura 2.9. Imágenes de satélite tomadas sobre el Río La Lumbre. A) Enero de 2010; B) Febrero de 2015; C) Octubre de 2015; D) Enero de 2016; E) Marzo de 2016. Fuente: Google Earth. 583

Figura 2.10. Carretera La Becerrera (Colima) a Zapotitlán de Vadillo (Jalisco) con piedras y arena arrojados por desbordamiento del Río La Lumbre. Fuente: Foto izquierda superior (Jacobo Campos); Foto izquierda y derecha tomadas por H. Ayuntamiento de Comala.584

Figura 2.11. A la izquierda una fotografía tomada durante el desbordamiento del Río La Lumbre provocado las lluvias ocasionadas por el Huracán Patricia provocando daños al pavimento Fuente: José Alberto López. A la derecha una fotografía tomada después del evento por el H. Ayuntamiento de Comala.585

Figura 2.12. Malla limitada al área de estudio.586

Figura 2.13. Ejemplo de estadística de tránsito de trayectorias por celda.586

Figura 2.14. Mapa donde se muestra la malla que cubre la zona de estudio y las trayectorias de los ciclones que pasan por dicha zona.587

Figura 2.15. Mapa de peligro por depresión tropical en el municipio de Comala.593

Figura 2.16. Mapa de peligro por tormenta tropical en el municipio de Comala.593

Figura 2.17. Mapa de peligro por huracán categoría 1 en el municipio de Comala.594

Figura 2.18. Mapa de peligro por huracán categoría 2 en el municipio de Comala.594

Figura 2.19. Mapa de peligro por huracán categoría 3 en el municipio de Comala.595

Figura 2.20. Mapa de peligro por huracán categoría 4 en el municipio de Comala.595

Figura 2.21. Mapa de peligro por huracán categoría 5 en el municipio de Comala.596

Figura 2.22. Mapa de periodo de retorno de depresión tropical en el municipio de Comala.....597

Figura 2.23. Mapa de periodo de retorno de tormenta tropical en el municipio de Comala.597

Figura 2.24. Mapa de periodo de retorno de huracán categoría 1 en el municipio de Comala.598



Figura 2.25. Mapa de periodo de retorno de huracán categoría 2 en el municipio de Comala.	598
Figura 2.26. Mapa de periodo de retorno de huracán categoría 3 en el municipio de Comala.	599
Figura 2.27. Mapa de periodo de retorno de huracán categoría 4 en el municipio de Comala.	599
Figura 2.28. Mapa de periodo de retorno de huracán categoría 5 en el municipio de Comala.	600

Tornados

Figura 2.1. Presencia de tornados en el municipio de Colima.....	602
--	-----

Tormentas de Polvo

Figura 2.1. Número de días con registros de intensidad de sequía.....	604
Figura 2.2. Mapa de tormentas de polvo del municipio de Comala.	605

Tormentas Eléctricas

Figura 2.1. Rayo mato a una vaca y siete borregos en un potrero camino al Pedregal	607
Figura 2.2. Número de días con tormentas eléctricas anual en el municipio de Comala.....	612
Figura 2.3. Índice de peligro por tormentas eléctricas en el municipio de Comala. (Elaboración propia con datos del CENAPRED)	613
Figura 2.4. Índice de riesgo por tormentas eléctricas en el municipio de Comala.....	613
Figura 2.5. Tormentas eléctricas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 5 años.	614
Figura 2.6. Tormentas eléctricas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 10 años.	614
Figura 2.7. Tormentas eléctricas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 25 años.	615
Figura 2.8. Tormentas eléctricas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 50 años.	615

Lluvias Extremas

Figura 2.1. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 2 años.	619
Figura 2.2. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 5 años.	619
Figura 2.3. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 10 años.	620



Figura 2.4. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 20 años.620

Figura 2.5. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 50 años.621

Figura 2.6. Lluvias extremas en el municipio de Comala para un periodo de retorno de 100 años.....621

Inundaciones

Figura 2.1. Relación empírica para estimar la lluvia de una hora y período de retorno de 2 años.626

Figura 2.2. Cauces principales de la Microcuenca Comala en el municipio de Comala, Colima.....632

Figura 2.3. Estación Comala (6007).....634

Figura 2.4. Estación Peñitas (6014).635

Figura 2.5. Estación E. T. A. (6052)635

Figura 2.6. Estación Cuauhtémoc (6009).636

Figura 2.7. Estación San Marcos (14129).636

Figura 2.8. Microcuencas y polígonos de Thiessen para Microcuenca Comala.640

Figura 2.9. Suma de hidrogramas utilizando el método gráfico alemán para las microcuencas de río Suchitlán, arroyo San Juan y arroyo de la Tía Barragana.643

Figura 2.10. Características fisiográficas, uso de suelo y Terrain de la zona de estudio Z1.....647

Figura 2.11. Geometría de Microcuenca Comala648

Figura 2.12. Simulación 2D para un periodo de retorno de 2 años para la Microcuenca de Comala.649

Figura 2.13. Simulación 2D para un periodo de retorno de 5 años para la Microcuenca de Comala.650

Figura 2.14. Simulación 2D para un periodo de retorno de 10 años para las Microcuenca de Comala.651

Figura 2.15. Simulación 2D para un periodo de retorno de 20 años para las Microcuenca de Comala.652

Figura 2.16. Simulación 2D para un periodo de retorno de 50 años para la Microcuenca de Comala.653

Figura 2.17. Simulación 2D para un periodo de retorno de 100 años para la Microcuenca de Comala.654

Figura 2.18. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 2 años para la localidad de Comala.655

Figura 2.19. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 5 años para la localidad de Comala.656



Figura 2.20. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 10 años para la localidad de Comala.....	657
Figura 2.21. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 20 años para la localidad de Comala.....	658
Figura 2.22. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 50 años para la localidad de Comala.....	659
Figura 2.23. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 100 años para la localidad de Comala.....	660
Figura 2.24. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 2 años para la localidad de Suchitlán.....	661
Figura 2.25. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 5 años para la localidad de Suchitlán.....	662
Figura 2.26. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 10 años para la localidad de Suchitlán.....	663
Figura 2.27. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 20 años para la localidad de Suchitlán.....	664
Figura 2.28. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 50 años para la localidad de Suchitlán.....	665
Figura 2.29. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 100 años para la localidad de Suchitlán.....	666
Figura 2.30. Cauces principales de la Microcuenca La Lumbre en el municipio de Comala, Colima.....	667
Figura 2.31. Microcuencas y polígonos de Thiessen para Microcuenca La Lumbre.....	669
Figura 2.32. Suma de hidrogramas utilizando el método gráfico alemán para a) Microcuencas del río La Lumbre y b) Microcuencas de arroyo Cordobán.....	673
Figura 2.33. Características fisiográficas, uso de suelo y Terrain de Microcuenca La Lumbre.....	677
Figura 2.34. Geometría de Microcuenca La Lumbre.....	678
Figura 2.35. Simulación 2D para un periodo de retorno de 2 años para Microcuenca La Lumbre.....	679
Figura 2.36. Simulación 2D para un periodo de retorno de 5 años para Microcuencas La Lumbre.....	680
Figura 2.37. Simulación 2D para un periodo de retorno de 10 años para Microcuencas La Lumbre.....	681
Figura 2.38. Simulación 2D para un periodo de retorno de 20 años para las Microcuenca La Lumbre.....	682
Figura 2.39. Simulación 2D para un periodo de retorno de 50 años para las Microcuencas de Comala.....	683
Figura 2.40. Simulación 2D para un periodo de retorno de 100 años para las Microcuencas de Comala.....	684
Figura 2.41. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 2 años para la localidad de Comala.....	685
Figura 2.42. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 5 años para la localidad de Comala.....	686



Figura 2.43. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 10 años para la localidad de Comala.687

Figura 2.44. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 20 años para la localidad de Comala.688

Figura 2.45. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 50 años para la localidad de Comala.689

Figura 2.46. Peligro por inundación para un periodo de retorno de 100 años para la localidad de Comala.690

Vulnerabilidad Social

Figura 3.1. Grado de capacidad de respuesta de la Unidad Municipal de Protección Civil de Comala. Fuente: Elaboración propia.702

Figura 3.2. Grado de percepción local de riesgo en el municipio de Comala. Fuente: Elaboración propia.705

Figura 3.3. Grado de vulnerabilidad social en el municipio de Comala. Fuente: Elaboración propia.707

Vulnerabilidad Física

Figura 3.1. Vivienda típica tipo A en el municipio de Comala.....710

Figura 3.2. Vivienda típica tipo B en el municipio de Comala.711

Figura 3.3. Vivienda típica tipo C en el municipio de Comala.....712

Figura 3.4. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Comala.714

Figura 3.5. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Suchitlán.715

Figura 3.6. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Cofradía de Suchitlán.716

Figura 3.7. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de La Caja.717

Figura 3.8. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de Zacualpan.718

Figura 3.9. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Sismos en la localidad de La Becerrera.719

Figura 3.10. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.722

Figura 3.11. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.723

Figura 3.12. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.724

Figura 3.13. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Comala.726

Figura 3.14. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en la localidad de Suchitlán.....727



Figura 3.15. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Cofradía de Suchitlán.	728
Figura 3.16. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Caja.....	729
Figura 3.17. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en Zacualpan.	730
Figura 3.18. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante erupciones volcánicas en La Becerrera.....	731
Figura 3.19. Vivienda típica tipo A en el municipio de Comala.....	732
Figura 3.20. Vivienda típica tipo B en el municipio de Comala.....	733
Figura 3.21. Vivienda típica tipo C en el municipio de Comala.....	734
Figura 3.22. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala.	735
Figura 3.23. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Suchitlán.....	736
Figura 3.24. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Cofradía de Suchitlán.....	737
Figura 3.25. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en La Caja.	738
Figura 3.26. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Zacualpan.....	739
Figura 3.27. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en La Becerrera.....	740
Figura 3.28. Vivienda típica tipo 5 en el municipio de Comala.	745
Figura 3.29. Vivienda típica tipo 4 en el municipio de Comala.	746
Figura 3.30. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.	747
Figura 3.31. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.	748
Figura 3.32. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Comala.	750
Figura 3.33. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Suchitlán.....	751
Figura 3.34. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Cofradía de Suchitlán.....	752



Figura 3.35. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de La Caja.753

Figura 3.36. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de Zacualpan.754

Figura 3.37. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante inundaciones en la localidad de La Becerrera.755

Figura 3.38. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.758

Figura 3.39. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.759

Figura 3.40. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.760

Figura 3.41. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Comala.762

Figura 3.42. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Suchitlán.763

Figura 3.43. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Cofradía de Suchitlán.764

Figura 3.44. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de La Caja.765

Figura 3.45. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de Zacualpan.766

Figura 3.46. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante los fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en la localidad de La Becerrera.767

Figura 3.47. Vivienda típica tipo 1 en el municipio de Comala.769

Figura 3.48. Vivienda típica tipo 2 en el municipio de Comala.770

Figura 3.49. Vivienda típica tipo 3 en el municipio de Comala.771

Figura 3.50. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Comala.772

Figura 3.51. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Suchitlán.773

Figura 3.52. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Cofradía de Suchitlán.774

Figura 3.53. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de La Caja.775

Figura 3.54. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de Zacualpan.776



Figura 3.55. Distribución espacial de la vulnerabilidad física de las viviendas ante Ondas Cálidas en la localidad de La Becerrera..... 777

Figura 3.56 Vulnerabilidad Global ante sequías en en municipio de Comala. 780

Sismos

Figura 4.1. Mapa de depósitos geológicos del municipio de Comala con identificación de las tres zonas de terrenos, Oeste, Central y Norte. 1 a 5, números de zonas con depósitos de tipo diferente (ver texto). Un extracto del mapa publicado en (Cortés *et al.*, 2005). 782

Figura 4.2. Acelerógrafo Metrozet TSA-100S..... 784

Figura 4.3. Distribución de los puntos de mediciones..... 785

Figura 4.4. Registro sísmico de ruido ambiental, tres componentes (V, vertical; N-S y E-O, componentes horizontales. 786

Figura 4.5 Los espectros Fourier de los tres componentes de registros sísmicos mostrados en la Figura 2.4. 787

Figura 4.6. Relación de los espectros Fourier de los componentes horizontales (H) y vertical (V). 788

Figura 4.7. Mapa de contornos periodos dominantes de ruido ambiental en el municipio de Comala. Las zonas de color verde (periodos entre 0.2 y 0.4 s) identifican los terrenos más peligrosos para la vivienda típica del municipio. Las zonas de color azul (periodos entre 0.1 y 0.2 s y entre 0.4 y 0.6 s) identifican los terrenos menos peligrosos para la vivienda típica del municipio. 789

Figura 4.8. Fotografías de la vivienda de las localidades del Estado de Colima que ilustran tres tipos de mampostería (A, B y C). 791

Figura 4.9. Las curvas de vulnerabilidad de tres tipos de vivienda en el estado de Colima construidas para los terremotos con intensidades de VII a IX, de acuerdo con la matriz probabilística de daños MPD_2007 (Ver Tabla 4.3.). 794

Figura 4.10. Fotografías de casas residenciales de tres tipos en la población de Comala..... 798

Figura 4.11. Fotografías de calles que representan dos tipos de manzanas en la población de Comala. 800

Figura 4.12. Las curvas probabilísticas de vulnerabilidad sísmica de la vivienda construidas para los tres tipos de manzanas de la población de Comala..... 802

Figura 4.13. Mapa de microzonificación de riesgo sísmico de la población de Comala basado en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda. 803

Figura 4.14. Fotografías de tipos de casas de la localidad de Suchitlán en el municipio de Comala..... 805

Figura 4.15. Fotografías de calles que representan los tipos de manzanas en la localidad de Suchitlán en el municipio de Comala..... 806

Figura 4.16. Las curvas probabilísticas de vulnerabilidad sísmica de la vivienda construidas para los tipos de manzanas de la localidad de Suchitlán en el municipio de Comala..... 807

Figura 4.17. Mapa de microzonificación de riesgo sísmico de la localidad de Suchitlán basado en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda. 808

Figura 4.18. Fotografías de tipos de casas de la localidad de Cofradía de Suchitlán en el municipio de Comala..... 810



Figura 4.19. Fotografías de calles que representan los dos tipos de manzanas en la localidad de Cofradía de Suchitlán en el municipio de Comala.811

Figura 4.20. Las curvas probabilísticas de vulnerabilidad sísmica de la vivienda construidas para los tipos de manzanas de la localidad de Cofradía de Suchitlán en el municipio de Comala. .812

Figura 4.21. Mapa de microzonificación de riesgo sísmico de la localidad de Cofradía Suchitlán basado en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda.....813

Figura 4.22. Fotografías de casas residenciales de la localidad de La Caja en el municipio de Comala.815

Figura 4.23. Fotografías de calles que representan los tipos de manzanas en la localidad de La Caja en el municipio de Comala.816

Figura 4.24. Las curvas probabilísticas de vulnerabilidad sísmica de la vivienda construidas para los tipos de manzanas de la localidad de La Caja en el municipio de Comala.817

Figura 4.25. Mapa de microzonificación de riesgo sísmico de la localidad de La Caja basado en la vulnerabilidad sísmica de la vivienda.818

Ciclones Tropicales

Figura 4.1. Nivel de peligro por localidad tipo de ciclón en las localidades del municipio de Comala.829

Figura 4.2. Número de viviendas por localidad.....829

Figura 4.3. Número de viviendas por vulnerabilidad en cada localidad.831

Figura 4.4. Gráfica de resultados de riesgo por tipo de vivienda.832

Figura 4.5. Mapa de riesgo por impacto de depresión tropical en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.833

Figura 4.6. Mapa de riesgo por impacto de tormenta tropical en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.....833

Figura 4.7. Mapa de riesgo por impacto de un huracán categoría 1 en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.834

Figura 4.8. Mapa de riesgo por impacto de un huracán categoría 2 en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.834

Figura 4.9. Mapa de riesgo por impacto de un huracán categoría 3 en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.835

Figura 4.10. Mapa de riesgo por impacto de un huracán categoría 4 en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.835

Figura 4.11. Mapa de riesgo por impacto de un huracán categoría 3 en las localidades de Comala, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y La Caja.836

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Declaratorias de desastres por fenómenos naturales en Colima desde el año 2000 hasta el 2015 según el DOF.2

Tabla 1.2. Declaratorias de emergencias por fenómenos naturales en Colima desde el año 2000 hasta el 2016 según el DOF.3



Tabla 1.3. Fenómenos Geológicos que la SEDATU recomienda analizar en la zona de estudio.	7
Tabla 1.4. Fenómenos Hidrometeorológicos que la SEDATU recomienda analizar en la zona de estudio.....	8
Tabla 1.5. Regiones Fisiográficas del municipio de Comala.	10
Tabla 1.6. Sistema de topoformas del municipio de Comala.	11
Tabla 1.7. Principales elevaciones del municipio de Comala.....	12
Tabla 1.8. Tipos de rocas en el municipio de Comala.	13
Tabla 1.9. Localidades minerales de agregados pétreos del municipio Comala, Col.....	16
Tabla 1.10. Localidades de minerales no metálicos del municipio, Comala, Col.	21
Tabla 1.11. Localidades de minerales metálicos del municipio Comala, Col.	25
Tabla 1.12. Tipos de suelos dominantes en el municipio de Comala.	27
Tabla 1.13. Longitudes de principales ríos y/o arroyos del municipio de Comala.	29
Tabla 1.14. Cuencas y Subcuencas.	32
Tabla 1.15. Características principales de las subcuencas.....	32
Tabla 1.16. Estaciones Meteorológicas del municipio de Comala.....	34
Tabla 1.17. Áreas Naturales Protegida en el municipio de Comala, Colima.	37
Tabla 1.18. Ficha técnica de la Sierra de Manantlán.	39
Tabla 1.19. Ficha técnica del Nevado de Colima.	41
Tabla 1.20. Ficha técnica El Jabalí.	43
Tabla 1.21. Ficha técnica Las Huertas.....	44
Tabla 1.22. Tasa de crecimiento de la población 1990-210. (Fuente: INEGI).....	48
Tabla 1.23. Población total 1990 a 2010 (INEGI)	48
Tabla 1.24. Proyección de la población en el estado de Colima y municipio de Comala 2010-2030. (Fuente: CONAPO)	49
Tabla 1.25. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo en el municipio de Comala.....	53



Tabla 1.26 Número de personas con analfabetismo en las localidades del Municipio de Comala según datos de INEGI 2010.56

Tabla 1.27. Grado promedio de escolaridad de las principales localidades del municipio de Comala, según datos de INEGI 2010.....58

Tabla 1.28. Población sin derechohabiencia en las localidades del municipio de Comala, según datos de INEGI del 2010.61

Tabla 1.29. Médicos por cada 1,000 habitantes en los municipios del estado de Colima durante el periodo 2005-2010 (SIMBAD, INEGI).....64

Tabla 1.30. Índice de marginación por municipio en el estado de Colima.....72

Tabla 1.31. Grado de marginación por localidad, según datos de CONAPO 2010.72

Tabla 1.32. Medición de la pobreza en el municipio de Comala 2010.76

Tabla 1.33. Indicadores de carencia en el municipio de Comala en el año 2010.77

Tabla 1.34. Carencia de calidad y espacios en la vivienda en las localidades del municipio de Comala (Según datos de INEGI 2010).....77

Tabla 1.35. Estimadores de la población ocupada y su distribución porcentual según ingreso por trabajo en el estado de Colima y municipio de Comala (Encuesta Intercensal INEGI, 2015)82

Vulcanismo

Tabla 2.1. Tipos de erupciones y naturaleza de la actividad volcánica.88

Tabla 2.2. Índice de Explosividad Volcánica. Adaptado de Newhall y Self (1982).89

Tabla 2.3. Resumen de la actividad reciente del Volcán de Fuego de Colima. * Actividad continúa durante la elaboración de este documento (diciembre de 2016).....108

Tabla 2.4. Probabilidades de erupciones de diferentes niveles de magnitud en cuatro periodos de tiempo.111

Tabla 2.5. Alcances máximos registrados en eventos de relevancia generadores de PDCs en el Volcán de Fuego de Colima desde 1913.....114

Tabla 2.6. Modificación de la tabla “Flujos históricos producidos en el CVC desde 1573, e información acerca del daño y el tipo de evento” (Saucedo *et al.*, 2008).118

Tabla 2.7. Flujos de lava del Volcán de Fuego de Colima de 1961 hasta el presente (agosto de 2015). *La longitud es de 20 de agosto, no es el final.122

Tabla 2.8. Metodologías aplicadas por cada amenaza.125

Tabla 2.9. Resumen de estudios de amenazas del Volcán de Fuego de Colima asociadas a la erupción de 1913.126

Tabla 2.10. Definición de los escenarios considerados en la elaboración de mapas de riesgo volcánico.....126

Tabla 2.11. Movilidad o coeficiente de Heim de las oleadas piroclásticas generadas en diferentes eventos eruptivos.131

Tabla 2.12 y 2.13. Escenarios utilizados para las simulaciones con Energy Cone, así como los parámetros pertenecientes a cada uno.132



Tabla 2.14. Ejemplo de la memoria de cálculo resultante de la probabilidad de arribo de las corrientes de densidad piroclástica en un escenario eruptivo de VEI 6.	135
Tabla 2.15. Probabilidad de arribo de las corrientes de densidad piroclásticas en un escenario eruptivo de VEI 6, así como las extensiones de los segmentos de la matriz probabilística y las principales comunidades ubicadas dentro de ellos.....	137

Sismos

Tabla 2.1. La Lista de Terremotos con Magnitud Mw (Ms) ≥ 7.5 Ocurridos Alrededor del Occidente de México a partir del año 1900.....	158
Tabla 2.2. Las intensidades MM de terremotos de 1995 (I_1995) y 2003 (I_2003) usadas para la construcción de la ley de atenuación de intensidad con distancia.....	170
Tabla 2.3. Intensidades del sismo de 6 de marzo de 2000.	171
Tabla 2.4. Periodos promedio de repetición de una aceleración mínima en las localidades de 10 municipios del estado de Colima.	179
Tabla 2.5. Las intensidades máximas <i>I_{max}</i> de los terremotos ocurridos en las zonas generadoras I y II para los municipios del estado de Colima.	183

Tsunamis

Tabla 2.1. Datos de la línea de distancia entre el municipio y la costa estatal.....	189
--	-----

Inestabilidad de laderas

Tabla 2.1. Grados de amenaza en laderas.	193
Tabla 2.2. Procedimiento para estimar la amenaza y el riesgo por deslizamiento, según la UNESCO (Fell, 1994).	193
Tabla 2.3. Procedimientos para estimar el peligro y el riesgo por deslizamiento de laderas, usando el concepto de intensidad del peligro, según Hungr (1997).	194
Tabla 2.4. Ponderación susceptibilidad para el municipio de Comala.	198
Tabla 2.5. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	200
Tabla 2.6. Umbral de lluvia acumulada de 24hrs para el estado de Colima.	200
Tabla 2.7. Umbral de la aceleración máxima de terreno para determinar el peligro por inestabilidad de laderas.	201
Tabla 2.8. Variables peligro por precipitación.....	201
Tabla 2.9. Variables peligro por aceleración máxima del terreno.	201
Tabla 2.10. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	202
Tabla 2.11. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	205



Tabla 2.12. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....206

Tabla 2.13. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 1 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).206

Tabla 2.14. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....211

Tabla 2.15. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....211

Tabla 2.16. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 2 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).212

Tabla 2.17. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....214

Tabla 2.18. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....214

Tabla 2.19. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 3 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).215

Tabla 2.20. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....218

Tabla 2.21. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....219

Tabla 2.22. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 4 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).220

Tabla 2.23. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....221

Tabla 2.24. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....222

Tabla 2.25. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 5 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).223

Tabla 2.26. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....225

Tabla 2.27. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....226

Tabla 2.28. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 6 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).227

Tabla 2.29. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....231

Tabla 2.30. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....231

Tabla 2.31. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 7 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).232



Tabla 2.32. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	235
Tabla 2.33. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	236
Tabla 2.34. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 8 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	236
Tabla 2.35. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	239
Tabla 2.36. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	240
Tabla 2.37. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 9 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	241
Tabla 2.38. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	245
Tabla 2.39. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	245
Tabla 2.40. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 10 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	246
Tabla 2.41. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	248
Tabla 2.42. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	249
Tabla 2.43. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 11 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	250
Tabla 2.44. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	252
Tabla 2.45. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	253
Tabla 2.46. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 12 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	254
Tabla 2.47. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	257
Tabla 2.48. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	257
Tabla 2.49. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 13 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	258
Tabla 2.50. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	259



Tabla 2.51. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....260

Tabla 2.52. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 14 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).261

Tabla 2.53 . Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....264

Tabla 2.54. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....264

Tabla 2.55. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 15 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).265

Tabla 2.56. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....266

Tabla 2.57. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....267

Tabla 2.58. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 16 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).267

Tabla 2.59. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....270

Tabla 2.60. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....271

Tabla 2.61. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 17 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).272

Tabla 2.62. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....273

Tabla 2.63. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....274

Tabla 2.64. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 18 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).275

Tabla 2.65. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....277

Tabla 2.66. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....278

Tabla 2.67. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 19 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).279

Tabla 2.68. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....281

Tabla 2.69. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....281

Tabla 2.70. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 20 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).282



Tabla 2.71. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	284
Tabla 2.72. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	284
Tabla 2.73. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 21 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	285
Tabla 2.74. Ponderación de la susceptibilidad.	287
Tabla 2.75. Tabla de resultados de susceptibilidad para los las localidades analizadas.....	287

Flujos

Tabla 2.1. Grados de amenaza en laderas.	297
Tabla 2.2. Procedimiento para estimar la amenaza y el riesgo por deslizamiento, según la UNESCO (Fell, 1994).	298
Tabla 2.3. Procedimientos para estimar el peligro y el riesgo por deslizamiento de laderas, usando el concepto de intensidad del peligro, según Hungr (1997).	298
Tabla 2.4. Ponderación susceptibilidad para el municipio de Comala.	302
Tabla 2.5. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	304
Tabla 2.6. Umbral de lluvia acumulada de 24hrs para el estado de Colima.	304
Tabla 2.7. Variables peligro por precipitación.....	305
Tabla 2.8. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	306
Tabla 2.9. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	308
Tabla 2.10. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	309
Tabla 2.11. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 1 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	310
Tabla 2.12. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	314
Tabla 2.13. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	314
Tabla 2.14. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 2 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	315
Tabla 2.15. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	317



Tabla 2.16. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....317

Tabla 2.17. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 3 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).318

Tabla 2.18. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....321

Tabla 2.19. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....322

Tabla 2.20. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 4 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).323

Tabla 2.21. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....324

Tabla 2.22. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....325

Tabla 2.23. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 5 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).326

Tabla 2.24. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....328

Tabla 2.25. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....329

Tabla 2.26. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 6 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).330

Tabla 2.27. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....334

Tabla 2.28. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....334

Tabla 2.29. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 7 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).335

Tabla 2.30. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....338

Tabla 2.31. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....339

Tabla 2.32. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 8 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).339

Tabla 2.33. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....342

Tabla 2.34. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....343

Tabla 2.35. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 9 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).344



Tabla 2.36. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	348
Tabla 2.37. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	348
Tabla 2.38. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 10 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	349
Tabla 2.39. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	351
Tabla 2.40. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	352
Tabla 2.41. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 11 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	353
Tabla 2.42. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	355
Tabla 2.43. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	356
Tabla 2.44. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 12 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	357
Tabla 2.45. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	360
Tabla 2.46. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	360
Tabla 2.47. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 13 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	361
Tabla 2.48. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	362
Tabla 2.49. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	363
Tabla 2.50. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 14 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	364
Tabla 2.51 . Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	367
Tabla 2.52. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	367
Tabla 2.53. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 15 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	368
Tabla 2.54. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	369



Tabla 2.55. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....370

Tabla 2.56. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 16 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).370

Tabla 2.57. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodologia del CENAPRED).....373

Tabla 2.58. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....374

Tabla 2.59. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 17 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).375

Tabla 2.60. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodologia del CENAPRED).....376

Tabla 2.61. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....377

Tabla 2.62. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 18 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).378

Tabla 2.63. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodologia del CENAPRED).....380

Tabla 2.64. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....381

Tabla 2.65. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 19 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).382

Tabla 2.66. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodologia del CENAPRED).....384

Tabla 2.67. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....384

Tabla 2.68. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 20 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).385

Tabla 2.69. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodologia del CENAPRED).....387

Tabla 2.70. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....387

Tabla 2.71. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 21 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).388

Tabla 2.72. Tabla de superficie y % correspondiente a cada nivel de peligro en el municipio de Comala.390

Caídos o derrumbes

Tabla 2.1. Grados de amenaza en laderas.....395



Tabla 2.2. Procedimiento para estimar la amenaza y el riesgo por deslizamiento, según la UNESCO (Fell, 1994).	396
Tabla 2.3. Procedimientos para estimar el peligro y el riesgo por deslizamiento de laderas, usando el concepto de intensidad del peligro, según Hungr (1997).	397
Tabla 2.4. Ponderación susceptibilidad para el municipio de Comala.	401
Tabla 2.5. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	403
Tabla 2.6. Umbral de lluvia acumulada de 24hrs para el estado de Colima.	403
Tabla 2.7. Umbral de la aceleración máxima de terreno para determinar el peligro por inestabilidad de laderas.	404
Tabla 2.8. Variables peligro por precipitación.....	404
Tabla 2.10. Estimación de la susceptibilidad de deslizamiento.	405
Tabla 2.11. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	408
Tabla 2.12. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 1 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	409
Tabla 2.13. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 1 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	409
Tabla 2.14. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	414
Tabla 2.15. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 2 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	414
Tabla 2.16. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 2 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	415
Tabla 2.17. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	417
Tabla 2.18. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 3 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	417
Tabla 2.19. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 3 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	418
Tabla 2.20. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....	421
Tabla 2.21. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 4 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	422
Tabla 2.22. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 4 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).	423



Tabla 2.23. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....424

Tabla 2.24. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 5 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....425

Tabla 2.25. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 5 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).426

Tabla 2.26. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....428

Tabla 2.27. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 6 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....429

Tabla 2.28. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 6 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).430

Tabla 2.29. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....434

Tabla 2.30. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 7 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....434

Tabla 2.31. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 7 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).435

Tabla 2.32. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....438

Tabla 2.33. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 8 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....439

Tabla 2.34. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 8 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).439

Tabla 2.35. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....442

Tabla 2.36. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 9 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....443

Tabla 2.37. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 9 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).444

Tabla 2.38. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....448

Tabla 2.39. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 10 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....448

Tabla 2.40. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 10 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).449

Tabla 2.41. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....451



Tabla 2.42. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 11 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	452
Tabla 2.43. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 11 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	453
Tabla 2.44. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	455
Tabla 2.45. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 12 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	456
Tabla 2.46. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 12 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	457
Tabla 2.47. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	460
Tabla 2.48. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 13 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	460
Tabla 2.49. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 13 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	461
Tabla 2.50. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	462
Tabla 2.51. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 14 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	463
Tabla 2.52. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 14 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	464
Tabla 2.53 . Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	467
Tabla 2.54. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 15 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	467
Tabla 2.55. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 15 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	468
Tabla 2.56. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	469
Tabla 2.57. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 16 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	470
Tabla 2.58. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 16 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	470
Tabla 2.59. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topográficos e históricos de la metodología del CENAPRED).	473
Tabla 2.60. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 17 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).	474
Tabla 2.61. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 17 (Basado en factores geomorfológicos de la metodología del CENAPRED).	475



Tabla 2.62. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....476

Tabla 2.63. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 18 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....477

Tabla 2.64. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 18 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).478

Tabla 2.65. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....480

Tabla 2.66. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 19 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....481

Tabla 2.67. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 19 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).482

Tabla 2.68. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....484

Tabla 2.69. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 20 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....484

Tabla 2.70. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 20 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).485

Tabla 2.71. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Basado en factores topograficos e históricos de la metodología del CENAPRED).....487

Tabla 2.72. Análisis de susceptibilidad para la inestabilidad de laderas en la Localidad 21 del Municipio de Comala, Colima (Factores geotectónicos).....487

Tabla 2.73. Análisis de susceptibilidad de inestabilidad de laderas en la Localidad 21 (Basado en factores geomorfologicos de la metodología del CENAPRED).488

Tabla 2.74. Ponderación de la susceptibilidad.....490

Tabla 2.75. Tabla de resultados de susceptibilidad para los las localidades analizadas.490

Subsidencia

Tabla 2.1. Puntos en zona de subsidencia.....507

Agrietamientos

Tabla 2.1. Puntos en zona de agrietamientos.....519

Ondas Cálidas y Gélidas



Tabla 2.1. P90 de temperaturas máximas de estaciones climatológicas..... 523

Tabla 2.2. Número de ondas de calor por año en cada estación. 524

Tabla 2.3. Umbrales de temperatura utilizado para el conteo de las ondas de calor (Jiménez, Baeza, Matías, & Eslava, 2012). 525

Tabla 2.4. Periodos de retorno para temperaturas máximas. 527

Tabla 2.5. Temperatura mínima extrema y normal climatológica de cada estación. 532

Tabla 2.6. Base de datos de temperaturas mínimas extremas y normal climatológica de 40 estaciones de CONAGUA. 533

Tabla 2.7. Periodos de retorno de temperaturas mínimas. 534

Sequías

Tabla 2.1. Índice de severidad..... 541

Tabla 2.2. Índice de Precipitación estandarizada trimestral, semestral y anual. 542

Heladas

Tabla 2.1. Asignación de valores para el número de días con heladas..... 552

Tabla 2.2. Base de datos de temperatura mínima. 552

Tabla 2.3. Número de días con heladas. 554

Tabla 2.4. Índice de días con heladas en el municipio de Comala..... 555

Tormentas de Granizo

Tabla 2.1. Registros de días con granizo durante el período de 1951 a 2010. 558

Tabla 2.2. Categorías sugeridas para el IPTG. 561

Tabla 2.3. Tormentas de granizo periodos de retorno. 561

Tormentas de Nieve

Tabla 2.1. Valores propuestos para construir el índice de frecuencia por nevadas. 567

Tabla 2.2. Índice de frecuencia por nevadas en el municipio de Comala. 567

Ciclones Tropicales



Tabla 2.1. Escala Saffir-Simpson.....570

Tabla 2.2. Resultados de periodos de retorno en años para ciclones tropicales.....588

Tabla 2.3. Datos para cálculo del peligro y el periodo de retorno conforme a la metodología del CENAPRED.....589

Tabla 2.4. Resultados del peligro (de 0 a 1) que representa cada categoría de ciclón tropical590

Tabla 2.5. Ejemplo de una tabla de resultados periodo de retorno por celda y tipo de ciclón.....590

Tabla 2.6. Ponderación del peligro.....591

Tabla 2.7. Población que se encuentra en peligro en el municipio de Comala por ciclón tropical.....591

Tabla 2.8. Periodo de retorno (años) de ciclones tropicales por localidad592

Tormentas Eléctricas

Tabla 2.1. Registros de días con granizo durante el período de 1951 a 2010.607

Tabla 2.2. Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas.609

Tabla 2.3. Tormentas eléctricas periodos de retorno.611

Lluvias Extremas

Tabla 2.1. Precipitación máxima 24hrs promedio anual.....617

Inundaciones

Tabla 2.1. Funciones de distribución de probabilidad (Fuente: Manual de Operación de los programas AX.exe y Carachid.exe para hidrología).....624

Tabla 2.2. Valores para el coeficiente de escurrimiento. (Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo. Cruz-Falcón). Ce de NOM-0.11-CNA-2000.....627

Tabla 2.3. Coordenadas del Hidrograma Unitario Triangular (HUA).....629

Tabla 2.4. Características de microcuencas de Microcuenca Comala.....633

Tabla 2.5. Precipitación máxima para las estaciones hidrometeorológicas ubicadas en el municipio de Comala.637

Tabla 2.6. Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno de las Estaciones Meteorológicas 6007,6014, 6052,6009 y 14129.638

Tabla 2.7. Promedio de días con lluvia y lluvia máxima en 24 horas para las estaciones meteorológicas 14129, 6007, 6009, 6014, 6052 y Quesería además, son mostradas la lluvia en 1 hora para un periodo de retorno de 2 años.639



Tabla 2.8. Relación lluvia 1 hr/24 hr para un periodo de retorno de 2 años para tres estaciones meteorológicas. 639

Tabla 2.9. Precipitación en 1 hora para diferentes periodos de retorno de las Estaciones Meteorológicas 6007, 6009, 6014, 6021, 6052 y 14129. 639

Tabla 2.10. Área de Influencia de Polígonos de Thiessen para Microcuenca Comala del municipio de Comala. 640

Tabla 2.11. Lluvia en mm para 1 y 24 horas para los periodos de retorno 2, 5, 10, 20 y 50 años, para Microcuenca Comala del municipio de Comala. 641

Tabla 2.12. Datos para calcular el gasto de diseño e hidrograma para las microcuencas de río Suchitlán, arroyo San Juan y arroyo Barranca la Tía Barragana. 643

Tabla 2.13. Suma de hidrogramas para M26 utilizando el método gráfico alemán. 644

Tabla 2.14. Uso del suelo y vegetación para el municipio de Comala con asignación del coeficiente de Manning (Martínez, Fernández, & Salas, 2012). 646

Tabla 2.15. Características de microcuencas de Microcuenca La Lumbre. 667

Tabla 2.16. Área de Influencia de Polígonos de Thiessen para Microcuenca La Lumbre del municipio de Comala. 669

Tabla 2.17. Lluvia en mm para 1 y 24 horas para los periodos de retorno 2, 5, 10, 20 y 50 años, para las 33 microcuencas de Microcuenca La Lumbre en el municipio de Comala. 670

Tabla 2.18. Datos para calcular el gasto de diseño e hidrograma para las microcuencas 1 a 17 de Microcuenca La Lumbre. 671

Tabla 2.19. Datos para calcular el gasto de diseño e hidrograma para las microcuencas 18 a 33 de Microcuenca La Lumbre. 672

Tabla 2.20. Suma de hidrogramas para Microcuencas del arroyo Cordobán utilizando el método gráfico alemán. 673

Tabla 2.21. Suma de hidrogramas para Microcuencas del río La Lumbre utilizando el método gráfico alemán. 674

Vulnerabilidad Social

Tabla 3.1. Rangos de capacidad de prevención y respuesta. 692

Tabla 3.2. Rangos de percepción local de riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006). 693

Tabla 3.3. Rangos de vulnerabilidad social. Fuente: CENAPRED, (2006). 693

Tabla 3.4. Indicadores de salud del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006). 694

Tabla 3.5. Indicadores de educación del municipio de Comala. Elaboración CENAPRED, (2006), con datos de INEGI (2010 y 2015). 695

Tabla 3.6. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006), con datos de INEGI (2015). 696

Tabla 3.7. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006) con datos del INEGI (2015). 697

Tabla 3.8. Indicadores de vivienda del municipio de Comala. Elaboración: CENAPRED, (2006) con datos del INEGI (2010 y 2015). 698



Tabla 3.9. Obtención de promedios por categoría. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, (2010 y 2015).699

Tabla 3.10. Capacidad de Respuesta: elaboración: CENAPRED, (2006).....699

Tabla 3.11. Resultado de capacidad de respuesta. Fuente: CENAPRED, (2006).701

Tabla 3.12. Cédula Percepción Local de Riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006).....703

Tabla 3.13. Rangos percepción local de riesgo. Fuente: CENAPRED, (2006).703

Tabla 3.14. Resultado final de vulnerabilidad. Fuente: CENPADRED, (2006).706

Tabla 3.15. Rangos para determinar el grado de vulnerabilidad social. CENAPRED, (2006).....706

Tabla 3.16. Grado de capacidad de respuesta, percepción local de riesgo y vulnerabilidad social en las principales localidades del municipio de Comala.....707

Vulnerabilidad Física

Tabla 3.1. Niveles de vulnerabilidad de las viviendas típicas en el municipio de Comala.....712

Tabla 3.2 Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad ante Sismos.....713

Tabla 3.3. Descripción de mamposterías tipo A, B y C.720

Tabla 3.4. Materiales comunes usados en los muros de las viviendas.....720

Tabla 3.5. Materiales comunes usados en los techos de las viviendas.720

Tabla 3.6. Niveles de vulnerabilidad ante erupciones volcánicas.721

Tabla 3.7. Ejemplo de la memoria de cálculo de la vulnerabilidad física ante Erupciones Volcánicas en Comala.725

Tabla 3.8.Niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laderas, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.732

Tabla 3.9. Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante los fenómenos de flujos, inestabilidad de laders, derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos en Comala..734

Tabla 3.10. Materiales comunes usados en los muros de vivienda.....741

Tabla 3.11. Materiales comunes usados en los techos de vivienda.741

Tabla 3.12. Combinaciones para los diferentes tipos de vivienda, de acuerdo con los materiales usados en el techo y los muros.....742

Tabla 3.13. Nivel de vulnerabilidad según el tipo de vivienda743

Tabla 3.14.Discretización de 5 tipos de vulnerabilidad con base a las combinaciones de muros y techos.743



Tabla 3.15. Ejemplo de la memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Inundaciones Pluviales, fluviales, costeras y lacustres en Comala.....	748
Tabla 3.16. Descripción de mamposterías tipo A, B y C.	756
Tabla 3.17. Materiales comunes usados en los muros de las viviendas.....	756
Tabla 3.18. Materiales comunes usados en los techos de las viviendas.	756
Tabla 3.19. Niveles de vulnerabilidad ante los fenómenos de vientos, tormentas de granizo, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas.	757
Tabla 3.20. Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante fenómenos hidrometeorológicos de tormentas de granizo, vientos, ciclones tropicales, tormentas eléctricas y lluvias extremas en Comala.	761
Tabla 3.21. Niveles de vulnerabilidad ante el fenómeno de Ondas Cálidas.	768
Tabla 3.22. Ejemplo de memoria de cálculo de vulnerabilidad física ante Ondas Cálidas en Comala	771
Tabla 3.23. Índice Global de Vulnerabilidad y sus niveles.	779
Tabla 3.24. Nivel de vulnerabilidad y sus factores en el municipio de Comala y la Célula de Planeación “Costa de Jalisco_Col”.....	779

Sismos

Tabla 4.1. Formato de evaluación de vivienda.....	792
Tabla 4.2. Escala de intensidades Mercalli Modificada MM (para los grados de VII a IX).	792
Tabla 4.3. La clasificación del estado de daños (Según Whitman, 1988).	792
Tabla 4.4. Matriz probabilística de daños MPD-2007 (en %) para tres tipos de mampostería de la vivienda del estado de Colima (intensidad MM de VII a IX).	795
Tabla 4.5. Formato de evaluación de las manzanas.....	796
Tabla 4.6. Formato de la MPD_cos en % de la pérdida de la costa inicial de la vivienda de tres tipos de las manzanas durante los terremotos con intensidad de VII a IX.	797
Tabla 4.7. Características estadísticas de las manzanas de la localidad de Comala.....	799
Tabla 4.8. Matriz probabilística de daños para la vivienda de la población de Comala (en %) para los terremotos con intensidad de VII a IX grados MM.....	801
Tabla 4.9. Matriz probabilística de costos de pérdidas en vivienda en la población de Comala para los tres tipos de manzanas durante los terremotos con intensidad MM de VII a IX (en % de pérdidas comparando con el precio de la vivienda antes del terremoto).	803
Tabla 4.10. Estadísticas de las manzanas de la localidad de Suchitlán, Comala.	805
Tabla 4.11. Matriz probabilística de daños para viviendas de la localidad de Suchitlán (en %) para los terremotos con intensidad de VII a IX grados MM.	806



Tabla 4.12. Matriz probabilística de costos de pérdidas en vivienda en la localidad de Suchitlán para los dos tipos de manzanas durante los terremotos con intensidad MM de VII a IX (en % de pérdidas comparando con el precio de la vivienda antes del terremoto).809

Tabla 4.13. Estadísticas de las manzanas de la localidad de Cofradía de Suchitlán, Comala.....810

Tabla 4.14. Matriz probabilística de daños para viviendas de la localidad de Cofradía de Suchitlán (en %) para los terremotos con intensidad de VII a IX grados MM.....811

Tabla 4.15. Matriz probabilística de costos de pérdidas en vivienda en la localidad de Cofradía de Suchitlán para los dos tipos de manzanas durante los terremotos con intensidad MM de VII a IX (en % de pérdidas comparando con el precio de la vivienda antes del terremoto).814

Tabla 4.16. Estadísticas de las manzanas de la localidad de La Caja, Comala.....815

Tabla 4.17. Matriz probabilística de daños para viviendas de la localidad de La Caja (en %) para los terremotos con intensidad de VII a IX grados MM.816

Tabla 4.18. Matriz probabilística de costos de pérdidas en vivienda en la localidad de La Caja para los dos tipos de manzanas durante los terremotos con intensidad MM de VII a IX (en % de pérdidas comparando con el precio de la vivienda antes del terremoto).819

Ciclones Tropicales

Tabla 4.1 Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres.823

Tabla 4.2. Niveles de Riesgo.824

Tabla 4.3. Valores para calcular el ISD para Depresión Tropical.824

Tabla 4.4. Valores para calcular el ISD para Tormenta Tropical.825

Tabla 4.5. Valores para calcular el ISD para Huracán Categoría 1.825

Tabla 4.6. Valores para calcular el ISD para Huracán Categoría 2.825

Tabla 4.7. Valores para calcular el ISD para Huracán Categoría 3.826

Tabla 4.8. Valores para calcular el ISD para Huracán Categoría 4.826

Tabla 4.9. Valores para calcular el ISD para Huracán Categoría 5.826

Tabla 4.10. Susceptibilidad de daño por tipo de viendo en cada localidad.826

Tabla 4.11. Valores de peligro por localidad y tipo de ciclón.827

Tabla 4.12. Valores riesgo por tipo de vivienda.827

Tabla 4.13. Número de viviendas por grado de vulnerabilidad.....830



Tabla 4.14. Porcentaje de viviendas por grado de vulnerabilidad	830
Tabla 5.1. Propuesta de obras y acciones de los fenómenos geológicos en el municipio de Comala.	841
Tabla 5.2. Propuesta de obras y acciones de los fenómenos hidrometeorológicos en el municipio de Comala.	853