

AMENAZAS NATURALES RECURRENTE, CONCURRENTES Y CONCATENADAS EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS

MARIO ANTONIO CRUZ D'HOWITT

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Recibido: 4 de julio del 2017 / Aceptado: 6 de octubre del 2017

RESUMEN

Esmeraldas es el tercer puerto más importante del Ecuador. Su ubicación en la costa noroccidental, hacia el Océano pacífico, la hace ideal para el comercio marítimo y para el turismo. Esta ciudad es de importancia estratégica para el país por su infraestructura petrolera que permite la comercialización del petróleo y sus derivados a nivel nacional e internacional. Estudios anteriores no han considerado que las amenazas puedan ser, a más de recurrentes, concatenadas y concurrentes.

Esta investigación ha estudiado las relaciones entre las amenazas naturales y las condiciones geológico – geomorfológicas de la ciudad de Esmeraldas, usando sensores remotos, indicadores de campo, y análisis documental, para determinar los factores que relacionan o concatenan amenazas, analizar sus áreas de influencia e identificar las áreas de influencia de amenazas concurrentes y los elementos expuestos a ellas. Las amenazas que enfrenta Esmeraldas, según su severidad, son: sismos de magnitudes 7,2 M y sus efectos concatenados, (licuación de arenas, tsunamis); deslizamientos y sus efectos derivados, (flujos lodo) e inundaciones fluviales. Esmeraldas es una urbe que no está preparada para enfrentar amenazas recurrentes, concatenadas y concurrentes. Ante esta realidad, se propone acciones para el tratamiento del riesgo de desastres derivados de las amenazas naturales indicadas, a fin de disminuir la vulnerabilidad global e ir construyendo condiciones de resiliencia en la ciudad.

Palabras clave: amenazas naturales, amenazas recurrentes, concurrentes y concatenadas, vulnerabilidad global, medidas para el tratamiento del riesgo, resiliencia

ABSTRACT

Esmeraldas is the third most important port in Ecuador. Its location on the north-west coast, towards the Pacific Ocean, makes it ideal for maritime trade and tourism. This city is strategic for the country, due to its petroleum infrastructure that allows the commercialization of oil and its derivatives at a local and global scale. Previous studies lacked to consider that hazards may occur simultaneously, concatenated as well as concurrent.

This research revealed the relationships between natural hazards and the geological- geomorphological conditions in the city of Esmeraldas by using remote sensing, field indicators, and documentary analysis. Such study enabled to determine the factors that relate or concatenate natural hazards by analyzing their influence areas and identify the influence areas of concurrent hazards as well as the elements exposed to them. The corresponding hazards that affect the city of Esmeraldas, according to their degree, are earthquakes with magnitudes 7.2 M and their concatenated effects, (sand liquefaction, tsunamis), landslides and their derived effects, (mudflows) and fluvial floods. Therefore, it is concluded that the city of Esmeraldas lacks in preparation of recurrent, concatenated and concurrent hazards. Based on the aforementioned, this research proposes risk assessment activities to face potential disasters derived from the corresponding natural hazards, an overall vulnerability reduction and enforce resilience conditions in the study area.

Keywords: natural hazards, recurrent, concurrent, and concatenated hazards, global vulnerability, risk treatment activities, resilience

ANTECEDENTES

Esmeraldas es una ciudad de importancia estratégica. Su ubicación en la costa Noroccidental del Ecuador, hacia el Océano pacífico, la hace ideal para el comercio marítimo, por su cercanía al Canal de Panamá y es también de importancia comercial interna por la industria pesquera y turística que allí se desarrolla. Además de estas características, en Esmeraldas funciona la refinería de petróleo más grande del Ecuador, cuyos productos derivados del petróleo, abastecen las necesidades del mercado ecuatoriano.

Muy cerca de la ciudad de Esmeraldas se encuentra Balao, puerto exclusivamente petrolero, desde donde se exporta el “crudo Oriente” a los mercados mundiales, y de cuyo comercio depende, en gran medida, la economía del país. En las partes altas de este puerto, colindantes con la zona peri-urbana de la ciudad de Esmeraldas, se encuentran grandes depósitos de petróleo en espera de ser embarcados. Hasta allí llegan y convergen los oleoductos que, atravesando todo el Ecuador, transportan el crudo desde la región oriental, lugar donde se lo extrae del subsuelo, hasta Balao.

Pese a su importancia, Esmeraldas es una ciudad que, hasta hace una década, fue poco atendida por los gobiernos centrales y seccionales de turno; en consecuencia su desarrollo ha sido lento y discontinuo. Por ello, aún adolece de problemas de diversa índole, de entre los cuales se destaca explosivo aumento poblacional, lo que, a su vez, ha inducido a un caótico crecimiento urbano con el consiguiente déficit de servicios básicos o esenciales para una ciudad como Esmeraldas, cuya proyección poblacional, según Charpentier y Tusó, (Charpentier, A., Tusó, L., Cruz, M., 2014) página 48, tabla 14), para el año 2017, es de 242.737 habitantes.

Este explosivo crecimiento urbano se refleja en la ocupación del suelo y el hacinamiento habitacional en áreas que nunca debieron ser ocupadas, alteradas o modificadas en sus condiciones naturales por estar dentro de áreas de influencia de amenazas de variada índole.

Esmeraldas, por su ubicación geográfica, características fisiográficas, geológicas, tectónicas y climáticas, es una ciudad amenazada por eventos naturales, acciones antrópicas, industriales, tecnológicas y combinadas. Muchas de estas amenazas se han materializado en desastres a lo largo de la historia de Esmeraldas, (Barriga López, F., 2015), pese a lo cual, hasta la actualidad, muy pocos esfuerzos se han realizado para conocerlas mejor, analizar sus efectos y plantear estrategias de solución.

Bajo el auspicio de Organizaciones internacionales en coordinación con el GAD Esmeraldas, han surgido interesantes iniciativas para precautelar la vida de los habitantes en un marco global de Gestión de Riesgos, (GAD Esmeraldas, 2012), las que despertaron el interés inicial en sus autoridades, pero, desafortunadamente, se han diluido con el tiempo, sin llegar a concretarse.

En este contexto, el presente trabajo ha pretendido identificar las amenazas de origen natural en la ciudad de Esmeraldas, determinar sus características, área de influencia, y clasificarlas según criterios de recurrencia, concurrencia y sus relaciones de causalidad y analizar cómo estas amenazas, en caso de manifestarse, podrían afectar a la ciudad de Esmeraldas en sus condiciones actuales, a fin de plantear alternativas de prevención y mitigación, apoyando de esta manera los esfuerzos de las autoridades actuales para mejorar la capacidad de resiliencia, bajo un esquema de desarrollo ordenado y sostenible, en donde la Gestión del Riesgo sea el eje rector de todas las actividades y procesos de desarrollo.

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES

Fisiografía

Para analizar cómo se encuentra la ciudad de Esmeraldas ante eventos negativos de origen natural que la amenazan, fue menester realizar un análisis fisiográfico y una visita de campo, registrando fotográficamente las características del área geográfica donde se asienta la ciudad. Siendo la fisiografía “la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera” (Villota, H., 1992), se utilizó el método del “análisis fisionómico”, que consiste en identificar visualmente las formas del relieve, describirlas, clasificarlas y delimitarlas, (Villota, H., 1992, óp. cit.), y relacionarlas con el medio ambiente donde se manifiestan. Este análisis visual, (fotointerpretación), se realizó en pantalla, sobre un modelo digital del terreno en tres dimensiones, (DTM), elaborado mediante un Sistema de Información Geográfica, (GIS), añadiéndole, como una capa adicional de información, una imagen de satélite del área, en formato digital, existente en el laboratorio de Geomática de la Carrera de Ingeniería Geográfica y del medio Ambiente de la ESPE, cuyo grado de detalle fue equivalente al de una escala 1:10.000. La fotointerpretación inicial se complementó con información secundaria, oportunamente recolectada, a fin de caracterizar de mejor manera la atmósfera, hidrósfera y la biósfera. Posteriormente se hizo un reconocimiento de campo para verificar los rasgos fisiográficos observados en el DTM, realizar las precisiones necesarias y analizar las relaciones existentes entre los elementos que conforman el territorio en la zona, objeto de estudio.

Así, partiendo del estudio del relieve y la litósfera, en el área de interés se destacan tres tipos de paisajes: Colinado, Litoral - Marino y Fluvial con sus correspondientes sub-paisajes que se diferencian entre sí por sus diversas geoformas “cuyo modelado es el resultado de la acción dinámica de varios agentes y fenómenos sobre el medio físico, expresados por la interacción de factores tectónicos, litológicos, climáticos y por procesos erosivos y deposicionales”. (Villota, H., 1992, óp. cit.). En cuanto al clima, en el área urbana de Esmeraldas varía desde el seco a muy húmedo, según la época del año y las condiciones océano-atmosféricas. Las zonas de vida se distribuyen en ecosistemas acuáticos, tipo manglar, y de humedales, (Holdridge, L., 1992, citado en (Mejía, 2015. p. 73). La temperaturas oscila entre los 25.75 ° C y 26.8° C. La temporada de lluvias va de enero a mayo, siendo los meses más lluviosos enero y febrero, mientras que en los meses con menos lluvias son, generalmente, agosto y octubre, según datos del período 2002 – 2011, proporcionados por el Instituto de Meteorología e Hidrología – INAMHI, (Figuras 31 y 32). (Arroyo, M.J., 2015).

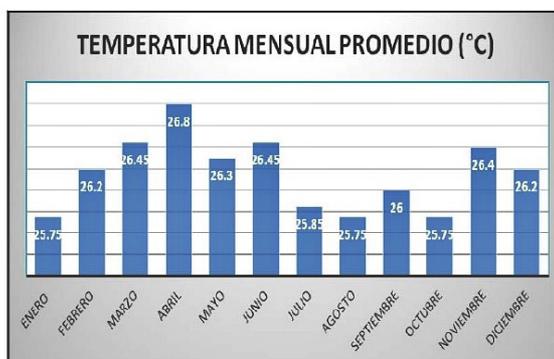


Figura 1: Temperatura promedio mensual. Fuente: INAMHI, citado en Arroyo, M. J., 2015, Tesis de Grado, p. 33 – 35

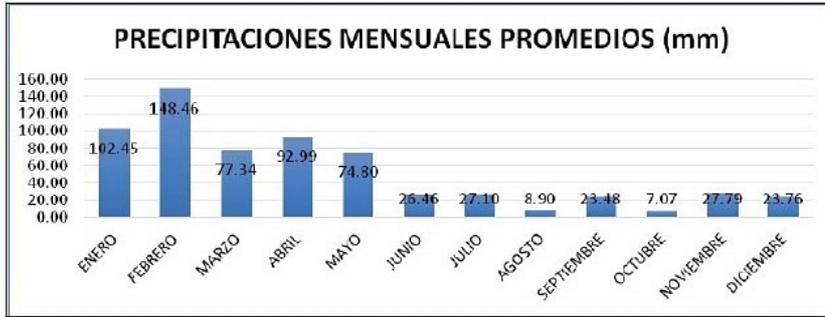


Figura 2: Lluvia mensual promedio en Esmeraldas. Fuente: INAMHI, citado en Arroyo, M. J., 2015, Tesis de Grado, p. 33 – 35

“El efecto de las precipitaciones han dado lugar a la formación de drenajes intermitentes en las partes altas de la orografía, las que aportan caudal al río Teaone y aguas abajo al río Esmeraldas”. (Mejía, 2015, óp. cit). En lo que se refiere al uso del suelo y cobertura vegetal, el mismo autor, en su estudio del 2015, indica que los pastos plantados, característicos de los sectores altos, representan un 17,09% del área del cantón; los bosques secundarios, un 8,44%; el área destinada a zona urbana, el 45,91% y finalmente área para expansión futura, el 12,79%”. (Ibíd. óp. cit.).

Existe una interacción negativa entre las condiciones naturales del área, el clima y la población. Así, la pérdida de la cobertura vegetal, conjuntamente con las fuertes y constantes precipitaciones, en terrenos de morfología accidentada y suelos arcillosos, con intervención humana, son factores detonantes de las inestabilidades del terreno, observadas tanto en imágenes satelitales como durante la visita de campo.

Al respecto, Perrin, J. L. indica que, “en el medio urbano, a los fenómenos de sobrecarga hídrica, se superponen problemas ligados al peso de las construcciones, a la presencia de pozos sépticos y reservorios de agua, y a la perturbación general del drenaje natural”. (Perrin, J. L., et. al., 1998) . Por eso, los fenómenos de inestabilidades del terreno, especialmente en los sectores altos de la ciudad, son muy frecuentes. La pérdida del bosque nativo es también muy evidente en los valles de los ríos Teaone y Esmeraldas. El uso actual de la tierra es agrícola de subsistencia, inclusive en los islotes del amplio valle del río Esmeraldas. Allí, la deforestación del manglar y la contaminación del agua son impactos ambientales pendientes de remediar. Existen entonces, condiciones de vulnerabilidad creciente en el territorio y de riesgo futuro en cada tipo de paisaje, aspectos que se analizan a continuación.

Paisaje Fluvial

De los análisis realizados, el paisaje fluvial está representado por los amplios valles de los ríos Teaone y Esmeraldas. El paisaje litoral está representado por la zona de playa, paralela a la franja costera continental. El paisaje continental se extiende desde la línea de costa hacia el Sur, y para fines de este trabajo se lo ha delimitado, de Oeste a Este, entre el sector de la Refinería Estatal y el margen izquierdo del río Esmeraldas, y de Norte a Sur, desde la línea de costa hasta valle del río Teaone. (Figura 33).

El río Esmeraldas, cerca de su desembocadura, ha creado un amplio valle cuya forma se asemeja a un embudo, cuya parte más ancha mide 2,3 kilómetros, en tanto que la parte más estrecha, 6 kilómetros al Sur, mide, aproximadamente, 500 metros. Este accidente geográfico

denominado “estuario”, es una zona de transición entre los dominios marino y fluvial, por ello el agua es salobre, resultado de la mezcla agua salada con agua dulce del río. En marea alta predomina el dominio marino, el agua salada ingresa al estuario empujada por las olas, frenando el avance del río y elevando su nivel; en marea baja predomina el dominio fluvial, las aguas del río ingresan al mar y su nivel baja. En imágenes de satélite se observan las aguas del río cargadas de sedimentos, adentrándose varios kilómetros en el mar, antes de que las corrientes marinas los dispersen. (Figura 34). Este exceso de sedimentos evidencia la fuerte erosión de los suelos en la cuenca alta y media del río, por pérdida de la cobertura vegetal.

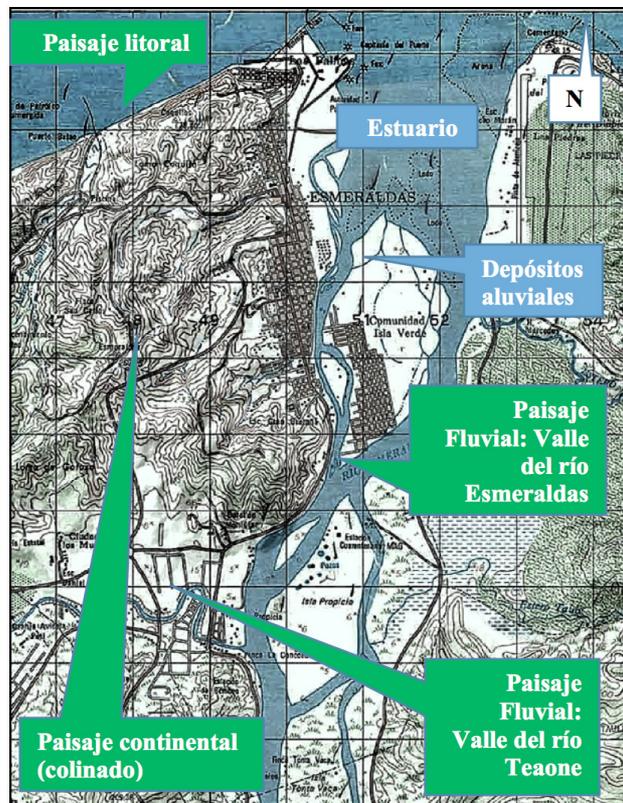


Figura 3: Unidades de paisaje en el área de Esmeraldas.
Fuente: IGM, 1989. Fragmento Carta Topográfica de Esmeraldas.

Los sedimentos, empujados por las corrientes marinas, forman barras arenosas que se disponen en forma paralela a la costa, (Figura 34), de cuya acumulación resultan las playas arenosas o de depositación, que se observan, especialmente, en la costa Noreste, fuera del área de investigación. En la margen izquierda del río, propiamente en la desembocadura, el flujo y contraflujo de las aguas creó una flecha litoral, (un depósito de sedimentos transversal a la dirección de las aguas del río), que sirvió de base para la construcción de los puertos marítimos nacional e internacional, (Figura 35), en una zona de alta exposición a eventos telúrico-marinos (sismos-tsunamis).

En el estuario se observan islotes inundables de diversa extensión, denominados “depósitos aluviales”, (Figura 33), formados por depositación y consolidación de los sedimentos que transportan las aguas del río. El estuario y sus islotes constituyen un ecosistema muy importante y frágil. Allí existen especies vegetales adaptadas a la salinidad del agua, cuyo máximo representante

es el mangle, cuyas raíces, parcialmente sumergidas, conforman un tejido que contribuye a contener y acumular lodo, (Figura 36), favoreciendo el desarrollo de muchas especies de crustáceos y moluscos, mientras que en sus ramas anidan las aves marinas.

En la visita de campo se observó que los bosques de mangle son casi inexistentes, ya que la población ha invadido los islotes inundables aledaños a la ciudad, creándose barriadas en condiciones de alta exposición y vulnerabilidad a eventos propios del dominio fluvial. Actualmente existe una zona protegida, aledaña a la nueva vía Esmeraldas - Tachina, conformada por algunos islotes pequeños y otros depósitos aluviales semi-sumergidos. (Figura 37).



Figura 4: Sedimentos del río Esmeraldas adentrándose en el mar.
Fuente: Imagen LANDSAT_7/cortesía laboratorio Geomática-CIGMA

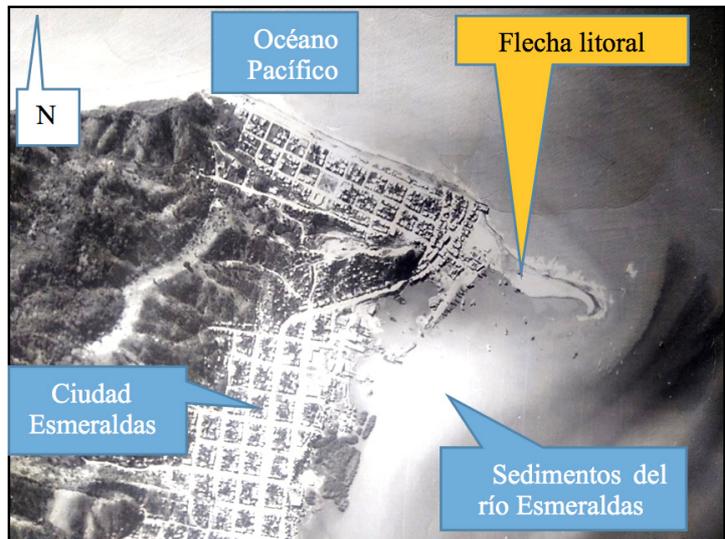


Figura 5: Flecha litoral en el estuario del río Esmeraldas.
Fuente: Fragmento de la fotografía aérea 1659 IGM, año 1966, cortesía laboratorio Fotointerpretación CIGMA.

Figura 6: Raíces aéreas de mangle en islotes inundables y depósitos aluviales del río Esmeraldas.



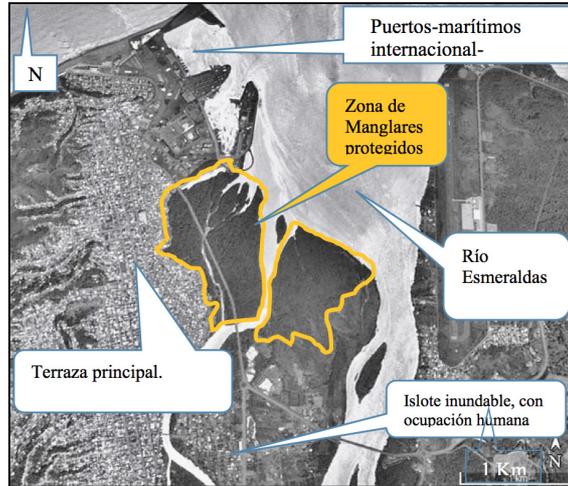


Figura 7: Ocupación del suelo en zona de protección de manglares (estuario del río Esmeraldas).
Fuente: Image Terrametrics / Airbus, Google Earth, 2017

Por acción tectónica y fluvial se han formado las terrazas aluviales en las márgenes del río Esmeraldas. Litológicamente están compuestas de grava, gravilla, arenas gruesas con estratificación cruzada y color café –rojizo, y depósitos aluviales más finos, poco consolidados, de naturaleza limo-arcillosa, de color gris. (Mapa Geológico D.G.G.M., 1976). En la margen izquierda, la terraza principal, y más antigua, tiene en promedio una altura de 10 metros sobre el nivel actual del río. Por su morfología ancha y plana, seguramente fue escogida para levantar la ciudad de Esmeraldas. (Figuras 37 y 38).

Alrededor de este núcleo inicial, la ciudad ha crecido hasta ocupar la totalidad de la superficie disponible, llegando incluso al sector de playa, al Norte. Por el Este la ciudad se ha extendido hasta las orillas mismas del río, incluso a sus islotes inundables, donde existe déficit de servicios básicos, alto riesgo de inundaciones, de enfermedades, (se observan condiciones de insalubridad), e inseguridad por acciones delincuenciales. (Barrios El Arenal, Pampón, Isla Piedad, entre otros). Estos asentamientos no planificados contribuyen a condiciones de vulnerabilidad creciente en la zona.

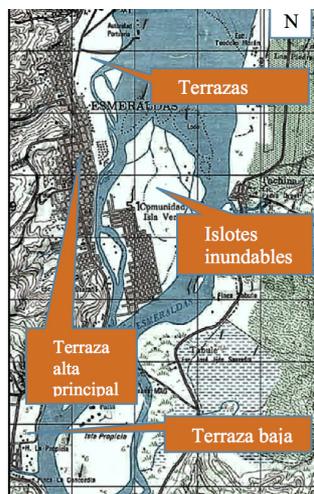


Figura 8: Ocupación de terrazas altas y bajas en el valle del río Esmeraldas
Fuente: Fragmento de la Carta Topográfica de Esmeraldas, IGM, 1989.

Antiguamente, por ancestro, los habitantes utilizaban los materiales de construcción que la naturaleza proporcionaba: madera y caña. Las casas se levantaban sobre pilotes de madera, (troncos), dos y tres metros por arriba del suelo, y con hojas de palma y bijao se hacían los techos. Esta forma constructiva reducía el impacto del clima tropical, y de los fenómenos climáticos y telúricos, por la elasticidad de los materiales. En la actualidad, con una apreciación equivocada de progreso, se hacen construcciones con materiales rígidos, a ras del suelo, y con una arquitectura inadecuada para clima cálido. (Figura 39), creando de esta manera condiciones de “Riesgo futuro”.

El segundo paisaje de dominio fluvial constituye el valle del río Teaone. En su parte más ancha, sector de “Vuelta Larga”, (sector de la Refinería Estatal), tiene dos kilómetros de ancho, aproximadamente. Este valle se ha formado en una terraza aluvial, de cinco metros de alto, con respecto al espejo de agua del río. Litológicamente está conformada por arena gris, de grano medio a fino, con intercalaciones lenticulares de grava. (Figura 40). Hasta mediados del siglo pasado este valle fue asiento de plantaciones de productos tropicales y bosques nativos, pero dadas su morfología relativamente plana y su cercanía al núcleo inicial de la ciudad, se lo vio como una buena alternativa para las necesidades de crecimiento de la urbe. Así, el uso del suelo cambió de rural agrícola a urbano. Se levantaron urbanizaciones emblemáticas como “Tolita I”, “Tolita II”, Tecnipetrol (Casa Bonita) entre otras.

Actualmente el valle está casi totalmente urbanizado en ambas márgenes del río, inclusive hasta su desembocadura en el Esmeraldas. Se ha construido incluso en las terrazas bajas, donde existen antecedentes de inundaciones en cada periodo de lluvias. Pese a esto, continúan apareciendo barrios de reciente creación, muchos sin planificación y escasos servicios esenciales, cuyos habitantes viven en condiciones precarias de subsistencia y de alta vulnerabilidad. (Figura 41).

De esta manera, están presentes todas las condiciones necesarias para provocar una situación de crisis, dentro de la cual, la ocurrencia de un evento negativo disparador, podría generar un desastre de magnitud. Geológicamente, los ríos Teaone y Esmeraldas tienen control estructural, es decir, han abierto sus cauces a lo largo de fallas geológicas, (Figura 42), aspecto que se evidenció a partir del estudio fotogeológico de los mismos, usando fotografías aéreas e imágenes satelitales facilitadas por el laboratorio de Fotointerpretación de la CIGMA-ESPE. Esta apreciación ha sido confirmada por Kervin Chunga. (Chunga, K., et al, 2017), en su estudio sismológico de Esmeraldas.



Figura 9: Ocupación de islotes inundables (condiciones de riesgo Futuro).



Figura 10: Valle del río Teaone visto hacia el Este, sector “Vuelta Larga”



Figura 11: “Barrio 50 casas”, altamente expuesto a inundaciones

En este tema, Chunga, señala que la falla FC14 (por donde corre el río Esmeraldas), es de tipo inversa con componente de cizalla sinistral. Es la más cercana a la ciudad de Esmeraldas. En efecto, el área urbana más desarrollada se encuentra en la zona de bloque colgante. Esta falla podría generar un sismo en el orden de M 7.18 y aceleraciones en roca de 0.41g, (Chunga, K., et al, 2017). Con esta información se puede inferir que si esta falla se mueve, el sismo resultante sería catastrófico para la ciudad, por la magnitud y ubicación del pícetro, y también por la composición granulométrica del suelo, que podría propiciar fenómenos de licuación de arenas, lo que contribuiría a un colapso mayor de las edificaciones en toda el área. No se descarta también, como evento secundario, la ocurrencia de un tsunami lo suficientemente grande como para afectar directamente la infraestructura del malecón, la portuaria y el barrio las “las Palmas”, sobretodo en condiciones de marea alta, donde las aguas ingresarían cientos de metros, costa adentro, hasta casi abarcar la totalidad el barrio.

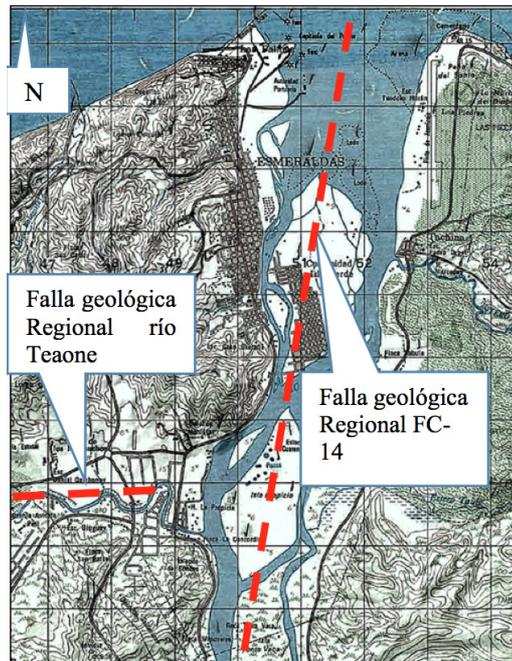


Figura 12: Control tectónico en los ríos Esmeraldas y Teaone
Fuente: Fragmento de la Carta Topográfica de Esmeraldas, IGM, 1989

Paisaje litoral – marino

Corresponde a la zona de playa y a la plataforma continental. Ésta se extiende con pendiente muy baja hasta 30 metros de profundidad, allí apenas se incrementa, hasta los 100 metros, a partir de los cuales se sumerge suavemente hasta alcanzar 3000 metros, ya en la fosa oceánica. (Figura 13).

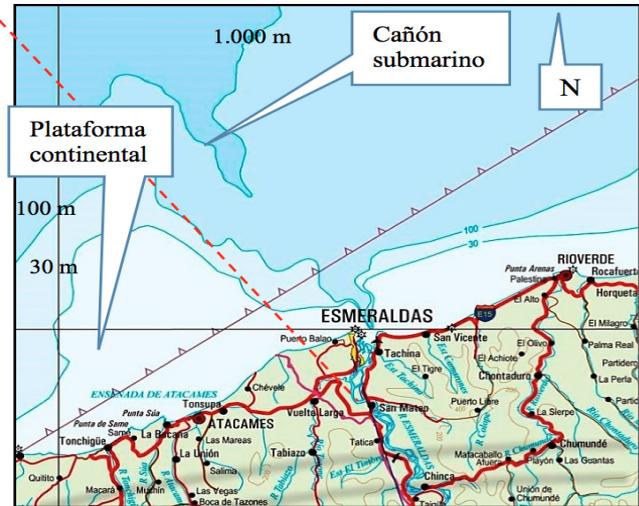


Figura 13: Plataforma continental de Esmeraldas.
Fuente: IGM (2012), Fragmento Mapa físico del Ecuador, escala 1:500.000

Un rasgo característico de la plataforma continental, en la desembocadura del río Esmeraldas, es la existencia de un profundo cañón submarino, de 600 metros de profundidad, que se extiende hasta la fosa oceánica. Éste constituye la expresión geomorfológica submarina de la falla geológica del río Esmeraldas, (Figura 44), que podría generar un sismo en el orden de M 7.18 con aceleraciones en roca, de 0.41g. (Chunga, K., et al, 2017), óp. cit.).

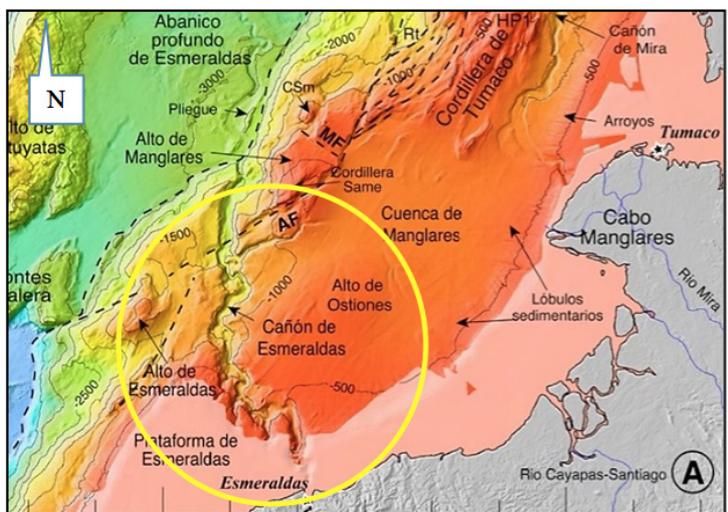


Figura 14: Cañón submarino de Esmeraldas.
Fuente: Modificado de Collot, J, Michaud F, Alvarado A. et al, p. 58. 20

De ocurrir un sismo con epicentro en este cañón profundo, perturbaría una importante cantidad de agua marina, generándose un tsunami que afectaría en cortísimo tiempo a los sectores de playa y estuario, por estar cercanos a este accidente geográfico submarino, incrementándose la afectación a la población, a la infraestructura física local, e indirectamente a la economía provincial y nacional. La zona de playa, en cambio, se extiende desde la orilla del mar hasta el límite con el paisaje colinado, (acantilados costeros), aunque hasta allá rara vez llegan las más altas mareas, en condiciones océano-atmosféricas normales. Como se observa en la imagen de satélite, (Figura 34), las barras arenosas, dispuestas paralelamente a la costa por las corrientes marinas, han dado lugar a la formación de playas de acumulación, característicamente planas o “tendidas”, es decir con poca pendiente, (Figura 45); condiciones que han propiciado su ocupación para diversos fines, sin considerar el grado de exposición a eventos océano-atmosféricos u océano – telúricos, como los indicados anteriormente.



Figura 15: Playas de acumulación – parroquia Camarones Paisaje Colinado

El paisaje colinado, está conformado por relieves morfo-estructurales asociados a la falla geológica del río Esmeraldas y otras menores, (Chunga, K., et al, 2017), y a los procesos de convergencia de placas tectónicas y subducción de la placa Nazca bajo el continente. Del análisis de la Carta Topográfica de Esmeraldas, se desprende que este paisaje forma parte de la Cordillera de la Costa, que en este sector se presenta en forma de colinas de altura media, (200 metros, promedio), con cimas alargadas sub-agudas y pendientes medias del orden del 40% (22°), a fuertes, de alrededor del 60% (30°), convexo-cóncavas, con disección moderada y drenajes intermitentes. (Carta Topográfica de Esmeraldas, IGM, 1989, Op. Cit.).

Geológicamente, las colinas están conformadas por depósitos sedimentarios del Mio - Plioceno. (Figura 46). El Mio - Plioceno es una división de la escala del tiempo geológico, que comenzó hace 13,82 millones de años y terminó hace 2,59 millones de años. Comparando con la edad que se atribuye al planeta Tierra, son sedimentos jóvenes depositados en ambiente marino sub-litoral, (Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977), es decir, en la plataforma continental, hasta los 300 metros de profundidad.

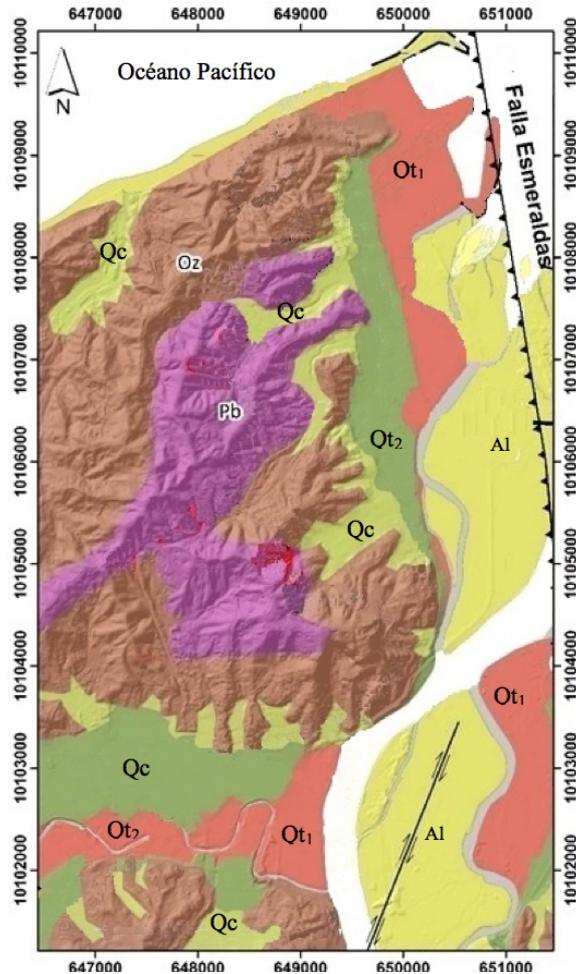


Figura 16: Mapa Geológico de Esmeraldas: Qt_2 = terraza alta; Qt_1 = Terraza baja; Al= depósitos aluviales; Qc= depósitos de pie de monte; Pb= formación Borbón; Qz= Formación Ózole.

Fuente: Modificado de Chunga, K., et. al. 2017

Del análisis foto-geológico y visita de campo, se comprobó que este sector está conformado de una sucesión de estratos finos de arcillitas, limolitas y areniscas finas, de color blanco, con estratificación sub-horizontal. Los bancos de arcillitas se presentan en estratos centimétricos de color crema, que, meteorizadas, se exfolian como hojas milimétricas, muchas veces inclinadas a favor de la pendiente, (Figura 47). A este conjunto sedimentario se lo conoce como Formación Ózole Superior. Los niveles más arenosos y resistentes a la erosión mecánica, confieren una forma sub-aguda a la cumbre de las colinas. El color, gris azulado de estas arenas sugiere que podrían pertenecer a la Formación Borbón. La forma de las laderas, convexo – cóncava, indica presencia de materiales finos, plásticos, tipo arcillas, característicos de la Formación Ózole. Kervin Chunga, considera esta posibilidad y la incorpora en su Mapa Geológico de la ciudad de Esmeraldas. ((Chunga, K., et al, 2017), óp. cit., Figura 46).

Algunos niveles muy arcillosos pueden estar compuestos con más del 35% de arcillas tipo esmectita. (Figura 47). Las esmectitas son arcillas expansivas que, por su modo de organización en hojas muy delgadas, tienen la propiedad de expandirse en condiciones húmedas y de contraerse en condiciones secas. Su expansión puede alcanzar el 30% o 40% más del volumen que tiene el

suelo seco. Por eso, el suelo en condiciones secas presenta grietas de contracción, (grietas paleosol), y en condiciones húmedas no, porque las grietas se vuelven a cerrar. (Figura 48). (Perrin, J. L. et. al. 1988., p. 5).



Figura 17: Formación Ónzole Superior: arcillitas tipo esmectita. Afloramiento en el barrio “Tercer Piso” – Esmeraldas.



Figura 18: Grietas paleosol en arcillas expansivas. Afloramiento barrio “20 de Noviembre” – Esmeraldas. Marzo, 2017

En las zonas donde existen depósitos de pie de monte, - Qc, (Mapa Geológico, figura 46), el material arcilloso, en condiciones de exceso de humedad, se hincha, (se expande). En esta condición, el suelo pierde su capacidad portante y tiende a fluir pendiente abajo, debido a que en el interior de las arcillas, el agua provoca rupturas locales por cizallamiento, lo que, a su vez, engendra planos de corte que las vuelven inestables, aún en pendientes bajas, generándose deslizamientos que, dependiendo de la cantidad de agua absorbida, pueden degenerar en flujos de tierra o de lodo, afectando gravemente a los asentamientos humanos ubicados en las laderas mismas y en los sectores planos.

Este tipo de eventos son frecuentes en Esmeraldas, en especial en los periodos de fuertes y constantes precipitaciones. Así, durante el Fenómeno El Niño, en el año de 1997, se produjeron deslizamientos en los barrios ubicados en las laderas que miran hacia el río Esmeraldas. Entre los más dañinos se pueden citar: el macro-deslizamiento del barrio “13 de Abril”, situado detrás del coliseo; el del barrio “10 de Agosto”, parte alta, (Figura 49), que generó flujos de lodo que afectaron al sistema vial y de alcantarillado en la parte baja de la ciudad, (Figura 50), y del barrio “Las Palmas” que destruyó infraestructura pública, de servicios y de vivienda, (Figura 51), y que continúa activo, (inestable), hasta hoy.

El más reciente deslizamiento, tipo planar, con flujo de tierra, ocurrió el 25 de enero de 2016, en el barrio “20 de noviembre”, (Figura 52), donde el efecto combinado de factores hidrometeorológicos y la intervención humana en la naturaleza, desencadenó el desastre.

Aunque los deslizamientos y deslaves en zona de ladera ocurren en todo el país, en Esmeraldas son muy numerosos y frecuentes. Están localizados en el sector colinado, adyacente a la ciudad, donde se ha perdido el bosque primario para dar paso a la siembra de pastos, o se ha deforestado y alterado la morfología natural para fines de construcción de obras civiles, en especial de vivienda y vías de acceso a ellas. Como se indicó anteriormente, son especialmente sensibles los sectores de pie de monte, ya que el material coluvial, arrastrado desde los sectores altos, está compuesto, de materiales arcillo- limosos, no necesariamente bien consolidados. En condiciones de humedad, su alto grado de plasticidad los hace fluir, ya sea de manera lenta o rápida.

Consecuentemente, en estas áreas se observan fenómenos de reptación del suelo, y de erosión superficial, por escorrentía difusa. (Figuras 53 y 54). Estos son indicadores del peligro que se cierne sobre la ciudad y el inminente riesgo de colapso total o parcial de las viviendas, muchas de las cuales ya presentan fracturas y deformaciones en sus estructuras. (Figura 55).



Figura 19: Deslizamiento en el barrio “10 de Agosto”, parte alta. Fuente: Rivera, y Cruz, 1997



Figura 20: Flujos de lodo generados en el deslizamiento del barrio “10 de Agosto” alto, (al fondo), en Esmeraldas. Rivera, M. 1997



Figura 21: Macro deslizamiento sector “Las Palmas” – Esmeraldas. 1997



Figura 22: Deslave en el barrio “20 de Noviembre” – Esmeraldas- el 25 de enero de 2016. Fuente: Diario “La Hora”. Edición digital, sábado 5 de marzo de 2016



Figura 23: Evidencias de reptación del suelo, barrio “Santa Cruz”

A los problemas mencionados, se añaden los ambientales, sociales y de salubridad, ya que el servicio de agua potable no abastece a estas zonas de la ciudad, al igual que el de recolección de basura. Estos sectores altos, mal iluminados, con sus escalinatas y calles estrechas, son ideales para el accionar de la delincuencia, lo que agrava las condiciones de vida en esas barriadas. (Figura 56).



Figura 24: Erosión del suelo por escorrentía superficial superficial difusa, barrio "Santa Cruz"



Figura 25: Fracturas por efectos de reptación del suelo, barrio "El Tercer Piso" – Esmeraldas



Figura 26: Escalinatas estrechas y mal iluminadas en los sectores altos de Esmeraldas (barrio "Santa Cruz")

Refiriéndose a los temas ambientales, sociales y de salubridad, Herzer y Yurevich, ((Herzer H, y R. Yurevich, 1996), citados en Zevallos, O., 2008), expresan que: "El riesgo no se manifiesta sólo en el aumento de la probabilidad y magnitud de la ocurrencia de deslizamientos o aluviones, sino también en las condiciones de vulnerabilidad física, social, económica y ambiental en que vive la población de las laderas. Al hallarse la gente al borde de la subsistencia, deben ocuparse de la lucha diaria por sobrevivir y ello significa que, a su vez, son agentes de degradación ambiental, al contaminar, destruir, mal utilizar o desproteger los recursos. En este sentido, pobreza y degradación van de la mano."

Análisis de normativas y planes de desarrollo

Con respecto a las normativas existentes, planes de gestión y de desarrollo del territorio, Salazar y Urbano, manifiestan: "La planificación del uso del suelo como parte del ordenamiento

territorial, en el Ecuador, no ha considerado específicamente el riesgo multi-amenaza y no se han desarrollado sistemas eficientes de administración de tierras a escala local que permitan la gestión integrada de eventos catastróficos, cuya responsabilidad está dividida en diversas zonas de planificación, provincias y cantones”. (Salazar, R., & Urbano F, 2014).

Para la Gestión de Riesgos en la ciudad de Esmeraldas, el ámbito de competencia, recae en los Gobiernos Autónomos Descentralizados, (GAD's), Provincial y Municipal, Coordinación Zonal de Gestión de Riesgos, (dependiente de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos-SNGR), y en los Ministerios de Ambiente, (MAE) y Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (MAGAP). Como lo expresan Salazar y Urbano, “Los riesgos por multi-amenaza natural o antrópica de un sector específico del territorio, no dependen de sus límites político – administrativos” (Salazar, R., & Urbano F, 2014), óp. cit.).

GAD Provincial de Esmeraldas

El GAD Provincial de Esmeraldas, (GADPE - Prefectura de Esmeraldas), en su Plan de Ordenamiento Territorial, (GAD Provincial de Esmeraldas, 2015), analiza la fisiografía de la provincia, describiendo las condiciones geológicas, tectónicas, variabilidad climática y analiza las características de la población dentro del área de su jurisdicción. También identifica los riesgos y amenazas, de manera general, en toda la provincia, mencionando algunas características de los elementos esenciales, expuestos a cada amenaza en todo el territorio provincial. Así, en cuanto a Geología se refiere, se identifica el factor litología como un potencial beneficio, porque “ha permitido la formación de acuíferos que pueden ser objeto de estudio”. Pero expresa que la provincia, “Por encontrarse en el cinturón de fuego del pacífico, presenta eventos geodinámicos de considerable magnitud”. (GAD Provincial Esmeraldas, 2015, óp. cit.). Es decir, es de conocimiento del Gobierno Provincial, la amenaza sísmica y la probabilidad de que se genere un tsunami.

Con respecto a temas ambientales, se identifica que “la provincia presenta la tasa más alta de deforestación: 12.061 ha/año”, lo que es preocupante, ya que la “Provincia de Esmeraldas presenta 14 ecosistemas que representan el 53.8% de la superficie de la provincia”. Las altas tasas de deforestación presionan las zonas protegidas, afectando la biodiversidad.” (Ibíd.). Los procesos anteriores causan también la degradación del recurso hídrico y de suelo, ya que la erosión de las riberas de los ríos produce un aumento de sedimentación de los lechos, la acumulación de tóxicos en el agua, lo que conlleva a problemas de salud de los pobladores.

En cuanto a la identificación de amenazas, vulnerabilidades y riesgos, el Plan de Ordenamiento citado, indica que existe un “alto nivel de vulnerabilidad de la población en general, ante eventos naturales catastróficos con alto nivel de ocurrencia. El presupuesto es insuficiente para atender a la población de la provincia de Esmeraldas”. En referencia a la infraestructura física, la disponibilidad de un “Plan de Gestión de Riesgo”, vigente en la provincia, se mira como una potencialidad, pero “la existencia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, como riberas de ríos, zona de movimientos en masa y basurales, son problemas identificados, pendientes por resolver”. (Ibíd.). Una potencialidad adicional es la oportuna información ciudadana, respecto a cómo enfrentar una la amenaza y poner en práctica el Plan de Gestión de Riesgos. Una amenaza constituye “la alta informalidad detectada, respecto a las construcciones de viviendas, lo que “dificulta instrumentar acciones de mejoramiento y regularización dominial”. (GAD Provincial Esmeraldas, 2015, óp. cit.).

En cuanto se refiere a la planificación y marco legal, el documento en estudio dice que el 98,5% de los GAD's de la provincia disponen del Plan de Ordenamiento Territorial, (PDOT), con un bajo nivel de aplicación, entre otras causas, por “limitaciones en la disponibilidad del

talento humano idóneo, insuficiente equipamiento para la ejecución de programas y proyectos, dependencia de la tramitología de instancias externas que inciden en el cumplimiento de plazos e insuficiencia de fuentes de información confiable y actualizada”. (Ibíd.).

Este Plan presenta una propuesta de desarrollo, que su parte pertinente, plantea metas a alcanzar por parte del GADPE, para el año 2019. Se propone, entre otros aspectos importantes: “tener una planificación y ordenamiento territorial; administrar el territorio bajo orientaciones estratégicas establecidas en los Planes vigentes; regular el uso del suelo y avanzar el proceso de planificación territorial de la Provincia a través de una gestión eficaz y eficiente de los Planes de Ordenamiento”. (GAD Provincial Esmeraldas, 2015, óp. cit.).

En cuanto al cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos bióticos, dice que: “Es necesaria la adopción de políticas de conservación y preservación de las áreas naturales protegidas, programas de prevención y remediación ambiental, e iniciativas de servicios ambientales para la preservación de ecosistemas y fuentes hídricas;”. Con intención de empatar el Plan Nacional del Buen Vivir, (PNBV), con el Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia, en lo referente a los asentamientos humanos, el “LINEAMIENTO 6” plantea: “Promover la reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo natural, asociados con fenómenos de movimientos en masa, inundaciones y crecidas torrenciales”. (GAD Provincial Esmeraldas, 2015, óp. cit.).

A manera de comentario final sobre este documento, el diagnóstico realizado revela que existen “eventos geodinámicos de considerable magnitud”; que la provincia presenta la tasa más alta de deforestación; la existencia de altos niveles de vulnerabilidad de la población ante eventos naturales catastróficos, con alta frecuencia de aparición. Que el presupuesto es insuficiente para atender a la población de la provincia de Esmeraldas, (aproximadamente 500.000 personas), en caso de desastre; el problema de la alta informalidad en la construcción de viviendas y la existencia de asentamientos humanos en zonas de riesgo: riberas de ríos, zona de movimientos en masa y basurales. Los anteriores son problemas pendientes por resolver. El resto de la propuesta se enfoca más al desarrollo económico, vial, industrial y social de la provincia, y de la necesidad de preservar el medio biótico. Solamente el lineamiento 6 pretende, como se indicó, promover la reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo natural, sin indicar las estrategias para lograrlo.

No se plantea la necesidad de reducir los altos niveles de vulnerabilidad general; de evitar que continúe la deforestación en la provincia; no se aborda el problema de la alta informalidad en todo tipo de construcciones ni se plantean acciones para mejorar la aplicabilidad de los POT por parte de los GAD’s cantonales. Tampoco se menciona el problema de la insuficiencia de recursos humanos y económicos para atender casos de desastre en la provincia.

GAD Municipal de Esmeraldas

El GAD Municipal de Esmeraldas es la entidad que administra el cantón Esmeraldas de forma autónoma al Gobierno central. Su sede es la ciudad de Esmeraldas, cabecera cantonal. El cantón se divide en parroquias urbanas y rurales; las parroquias urbanas, son: Esmeraldas, 5 de Agosto, Bartolomé Ruíz, Luis Tello y Simón Plata Torres. El Cantón Esmeraldas posee una población de 189.502 habitantes, que corresponde al 35.48% de la provincia. La cabecera cantonal, Esmeraldas, y sus parroquias urbanas concentran la mayor cantidad de habitantes, el 85.42% de la población cantonal, (161.868), mientras que las parroquias rurales apenas suman el 14.58% del total poblacional. El 42.1% de la población total, es afro-ecuatoriana y negra, (Tabla 1).

Ante la alta concentración poblacional en torno a la cabecera cantonal, el GAD Municipal de Esmeraldas elaboró su “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 – 2022”, (PDOT, GAD Municipal de Esmeraldas, 2012). En los primeros capítulos de este documento se hace un diagnóstico del cantón, tomando en cuenta factores ambientales, socio-culturales, asentamientos humanos, económicos y político-institucionales. Los restantes capítulos de este documento, (PDOT, GAD Municipal de Esmeraldas, 2012), se refieren a la planificación y visión futura, al año 2022.

Tabla 1: Distribución Poblacional del Cantón Esmeraldas.
Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda 2010, en Estupiñán B. 2013, p. 16
Distribución Poblacional del Cantón Esmeraldas

| NÚCLEO | POBLACIÓN | PORCENTAJE | DENSIDAD hab/km2 |
|---------------|-----------|------------|---------------------|
| Esmeraldas | 161,868 | 85.42 | 2158,24 |
| Camarones | 2,817 | 1.49 | 17,06 |
| Carlos Concha | 2,354 | 1.24 | 8,17 |
| Chinca | 4,552 | 2.40 | 20,29 |
| Majua | 2,534 | 1.34 | 19,32 |
| San Mateo | 5,739 | 3.03 | 31,97 |
| Tabiazo | 2,660 | 1.40 | 19,43 |
| Tachina | 3,983 | 2.10 | 53,61 |
| Vuelta Larga | 2,997 | 1.58 | 39,28 |
| TOTAL CANTÓN | 189,502 | 100.00 | |

En la parte correspondiente al diagnóstico, refiriéndose al recurso Agua, menciona “El río Teaone en verano baja su caudal de forma sustancial, sin embargo en invierno y cuando existen lluvias fuertes ocasiona inundaciones en toda la micro-cuenca. Las parroquias rurales... se ven afectadas por la creciente, sin embargo este fenómeno es cíclico y las comunidades han aprendido a vivir con él.” (PDOT, GAD Municipal de Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 35). Es importante mencionar que el actual desarrollo de la ciudad abarca el valle de este río y se extiende ya hacia los territorios de la parroquia Vuelta Larga, aún considerada como rural. El hecho de que las comunidades hayan aprendido a vivir con el río, podría significar que las inundaciones periódicas, ya no son motivo de alarma, pese a los daños físicos, económicos y sociales. Esta particularidad, de no dar importancia a los eventos naturales negativos y frecuentes, o tomarlos con resignación, parecería ser un rasgo característico de la mayoría de esmeraldeños. En lo referente a la contaminación de las aguas, especialmente del río Esmeraldas, el mismo PDOT, en la página 35, expresa “En el Río Esmeraldas, antes de la confluencia con el Teaone, aguas arriba, las características físico-químicas expresan menor contaminación; dicha contaminación aumenta aguas abajo por las descargas de todas las comunidades y parroquias ... que bordean el Esmeraldas”.

En cuanto a la calidad del aire, menciona que “Uno de los serios problemas de la ciudad de Esmeraldas es la contaminación del aire generada por el tráfico vehicular y por la actividad industrial, dentro del perímetro urbano,... sin normas ambientales.” (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 36). El ruido es otro serio problema por la carga vehicular que soporta la ciudad, la actividad industrial y los alto-parlantes usados, sin discriminación, por los comerciantes de la ciudad. El documento citado, en su página 37, refiriéndose a los riesgos, indica: “Esmeraldas y sus múltiples amenazas, por el propio paisaje geográfico y su misma ubicación, vive con el latente riesgo de ser impactada por cualquiera de los fenómenos naturales o antrópicos que se detallan a

continuación” y cita a eventos como: tsunamis, agujajes y oleajes, deslizamientos, hundimientos, sismos, sequías, lluvias, incendios, técnicos-humanos (refinería, termo Esmeraldas), delincuencia, inundaciones”. (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit., p.37). En la misma página 37 del indicado documento se anexa un Mapa de Riesgos por deslizamientos e inundaciones, (Figura 59), lo que significa que la municipalidad de Esmeraldas reconoce, en su diagnóstico, la existencia de multi-amenazas, que se ciernen sobre la ciudad, (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit., pp. 37 y 39). No incluye en su diagnóstico un Mapa de Inundaciones por Tsunami, (disponible a través del sitio de internet del INOCAR), a pesar de referirse a este fenómeno en la página 38 de su diagnóstico, haciendo énfasis en los que, históricamente, afectaron a la ciudad. En lo que corresponde a vivienda, el citado documento, sobre la base de la información censal del año 2010, (INEC, 2010), indica que el 80 % se ha construido en el área urbana, (casi 44.023 casas). Así mismo, se indica que el 72% de la población urbana posee Casa/Villa, como tipo de vivienda predominante. (Figura 58). (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 54). Un 10% de la población urbana, tiene vivienda tipo rancho, construido informalmente, con materiales como tablas, caña y similares. En muchos casos, los terrenos donde se los levanta, no tienen titulación, razón por la que las familias no pueden acceder a los programas que promueven la construcción con dirección técnica, y materiales de construcción de calidad.

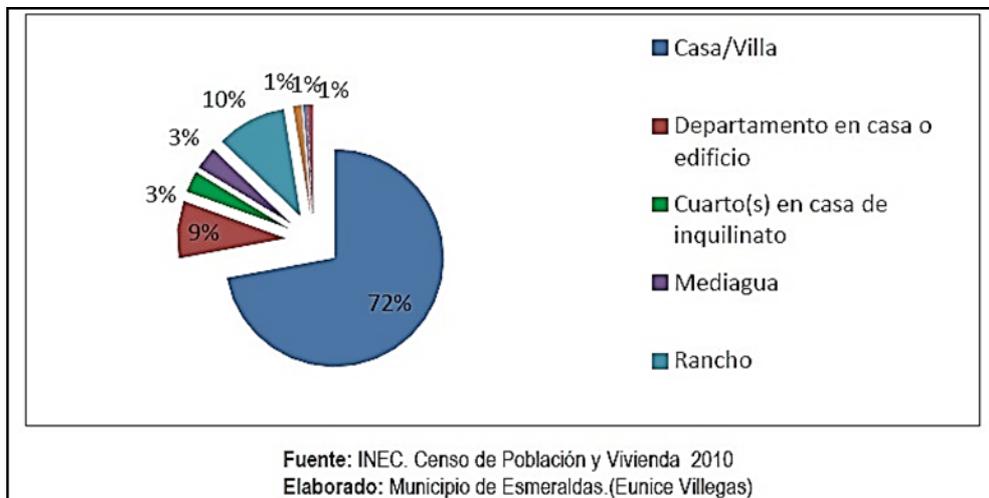


Figura 27: Tipología de Vivienda del Cantón Esmeraldas.
Fuente: PDOT GAD Municipal de Esmeraldas, 2012, p.55

Mapa de Riesgos por Deslizamientos e Inundaciones de Esmeraldas

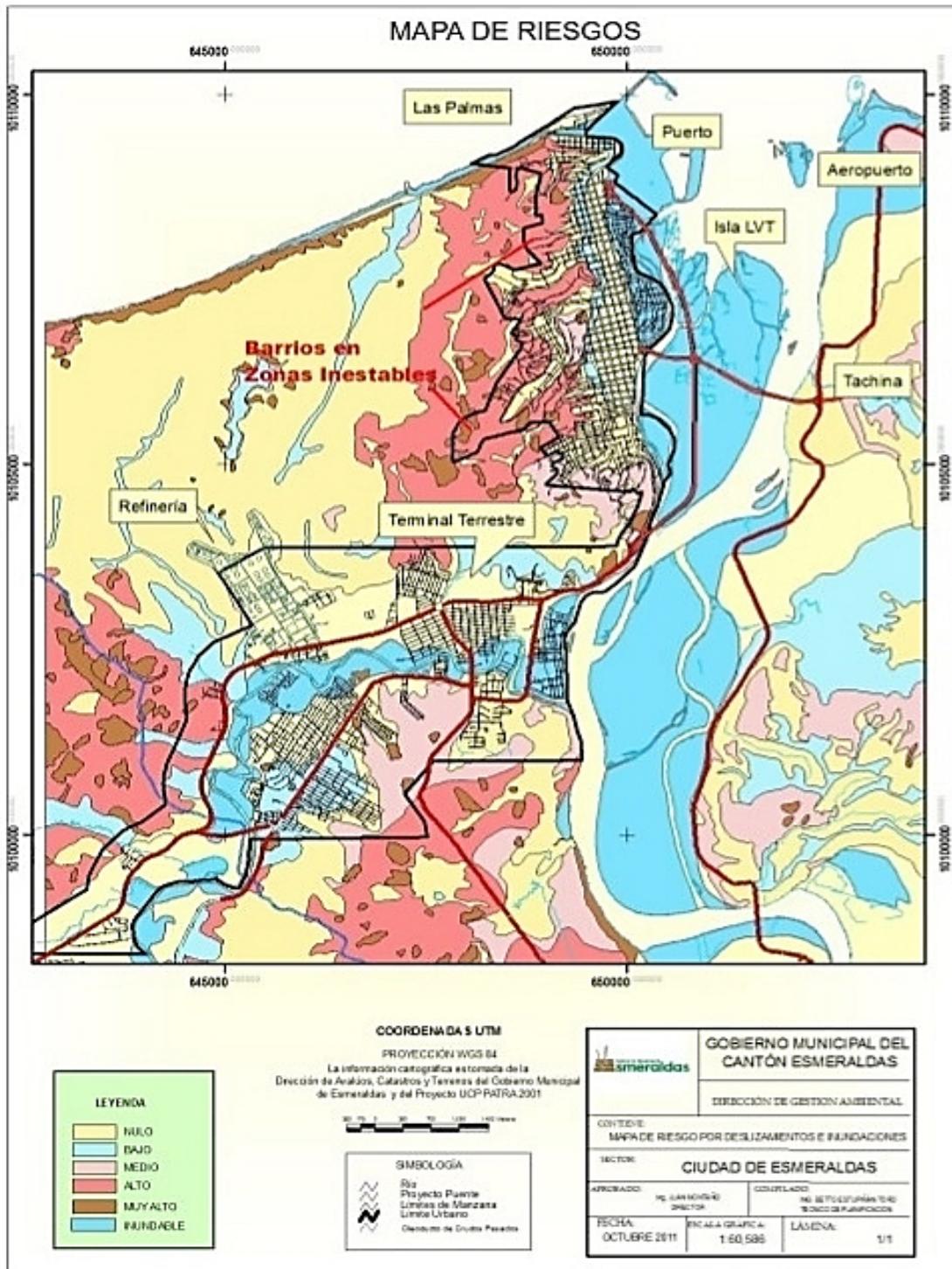


Figura 28: Riesgo por Deslizamientos e Inundaciones de la ciudad, escala 1:60.500
 Fuente: Estupiñán, B., 2011. Incluido en el PDOT GAD Municipal de Esmeraldas, 2012, p.37

En el citado documento, (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 55), se reconoce que al año 2.000, no existía un registro de barrios; es entonces que a partir del 2004, se crea la Unidad de Suelo y Vivienda, regularizándose desde esa fecha, diez barrios: Isla Santa Cruz, Los Pinos, Propicias 1 y 2, 18 de Septiembre, Puerto Limón, 5 de Junio, Palmar 1, Palmar 2, Puerto Hermoso, Ciudadela 28 de julio, Ciudadela Valle Hermoso, entre otros. Al parecer, en el afán de regularizar los asentamientos de hecho, no se verificó si se encontraban en zonas de riesgo, como el caso de las Propicias I y II, sujetas a inundaciones periódicas por crecidas del río Teaone. No se puede alegar desconocimiento, puesto que en la memoria colectiva pervive el recuerdo de estos hechos. Además, fueron de dominio público, las inundaciones causadas por el río Teaone, el año 1998, durante el fenómeno de “El Niño”. Particular que quedó registrado en los noticieros y páginas de los principales diarios del país. Se evidencia, entonces, que existió descuido por parte del gobierno cantonal Municipal, además de presión de la población, ya que mediante su regularización, se podía demandar la provisión a servicios básicos y otros beneficios comunales. Tampoco se descarta la posibilidad de intereses político-partidistas, detrás de esas regularizaciones. En lo referente a la “estructura y funcionamiento de las instituciones existentes en el territorio, y su capacidad para promover el desarrollo, acordar acciones y optimizar los recursos económicos”, el citado Plan, indica que: “las representaciones ministeriales en el territorio no están articuladas con las actuaciones del gobierno cantonal, por el contrario se están convirtiendo en unidades ejecutores de obras sin apego a la planificación local. Las representaciones de los ministerios no poseen un referente de coordinación en la Gobernación, que a su vez no cumple con este rol. La acción ministerial se disperse sin un impacto adecuado, especialmente en los proyectos estratégicos del cantón: de producción, ambiente, vialidad, etc.” (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. pp. 74 y 75).

En consecuencia, existe débil capacidad institucional. Algo que se evidenció, y se mantiene desde las regularizaciones del año 2004. Este Plan de Desarrollo del cantón, se elaboró “con base en cinco ejes estratégicos: Social, Económico (Producción y Empleo), Asentamientos Humanos, Movilidad y conectividad (Territorio), Ambiente y Político Institucional (Buen Gobierno y Participación)”. Cada eje consta de Políticas, Planes, Programas y Proyectos”. (Ibíd.). La visión futura del cantón, al año 2022, entre otros enunciados, expresa: “cantón verde, preserva, conserva y maneja sus áreas protegidas y reservas marinas, aprovecha sus recursos naturales de manera sustentable. Gestiona el cambio climático y los riesgos naturales y, reduce su vulnerabilidad”. (Ibíd.).

La Visión Ambiental de Esmeraldas, a más de enunciar un cantón que posee cultura ambiental, potenciando la educación ambiental, se proyecta mantener vigente la gestión de riesgos, a través de una fuerte coordinación interinstitucional. Esto lo espera alcanzar con la Política de “Reducir la vulnerabilidad del cantón ante la presencia de riesgos naturales y antrópicos”. Entre las estrategias para lograrlo, se pueden citar: “Impulsar el funcionamiento permanente del sistema cantonal de gestión integral de riesgos. Formulación de planes de contingencia institucional. Reasentamientos de personas que ocupan zonas de alto riesgo. Ejecución de obras de reducción y mitigación de riesgos en asentamientos vulnerables. Formulación de un plan de reactivación de líneas vitales (seguridad alimentaria, agua, energía, comunicación y vialidad), en casos de desastres”. (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit.)

En la visita de campo, (marzo de 2017), se comprobó que se habían ejecutado algunos programas de reasentamiento. Por ejemplo, la reubicación propuesta por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (MIDUVI), (Figura 60), dirigido a las personas vulnerables a inundaciones del barrio “El Arenal” e islotes cercanos. En marzo de 2016 se inició la reubicación

de las familias. (Estupiñán, B., comunicación personal. 2017). Sin embargo, está pendiente la legalización de la urbanización, a través de la adquisición de los terrenos, por parte del GAD Municipal y su posterior titularización.



Figura 29: “Vuelta Larga”, zona de asentamiento para la población afectada por inundaciones fluviales

En los barrios expuestos a amenazas naturales, tipo inundación fluvial y por tsunami, existe señalética para casos de evacuación, indicando la ubicación de zonas de seguridad. (Figura 61). Seguramente, esta señalética obedece a una planificación estructurada sobre la base de los mapas de riesgos existentes, y a una adecuada coordinación con las entidades de Socorro.



Figura 30: Señalética en el sector “La Propicia” I

En lo pertinente a la ejecución de obras de mitigación de riesgos, se ha realizado la estabilización de algunos deslizamientos. El más reciente, en el barrio “Las Palmas”, sector de la playa, (Figura 62), a fin de proteger la nueva infraestructura que se construyó, como parte de la rehabilitación del malecón. Desafortunadamente, nada se ha hecho en favor de estabilizar los deslizamientos activos adyacentes, tanto en la zona límite de la playa como en el macro-deslizamiento ubicado entre las calles Tercer Piso y Luis Tello, (parte posterior del barrio “Las Palmas” y parte alta del barrio “El Tercer Piso”), activo a raíz del fenómeno “El Niño” del año 1997, en cuya base se ha construido importante infraestructura educativa, comercial, religiosa y edificios de departamentos, (Figuras 63 y 64). Cabe anotarse que este sector aún es considerado como “exclusivo”, de allí la buena calidad de las viviendas, edificios e infraestructura hotelera y de servicios relacionados.

Como se indicó, estos taludes inestables continúan afectando a la infraestructura física tanto en el sector alto, (barrio “Tercer Piso”), como al pie del mismo, a lo largo de la calle Luis Tello, (barrio “Las Palmas”). Como se observa en la figura 63, la parte alta presenta el fenómeno de erosión retrocedente, es decir un avance lento pero constante del plano de corte o ruptura del suelo, que deja cada vez más hacia atrás la corona del deslizamiento; movimiento imperceptible que ya ha ocasionado el colapso de la vía de acceso y de algunas viviendas cercanas.



Figura 31: Talud estabilizado técnicamente, playa “Las Palmas”



Figura 32: Deslizamiento activo con erosión retrocedente, barrios “Tercer Piso” y “Las Palmas”, año 2012.

Con referencia a la formulación de planes de contingencia institucional, se desconoce cuántas instituciones están trabajando en ellos, pero el Servicio Integrado de Seguridad ECU – 911 de Esmeraldas, puede ser un referente para ello, ya que, según su Gerente, Winston Balanzátegui, (comunicación personal, 2017), (Figura 65), el Servicio ECU -911 de la ciudad y su recurso humano, poseen un Plan de Contingencia para afrontar un incidente de cualquier naturaleza, garantizándose una operatividad ininterrumpida, inclusive durante un evento adverso.

Otro problema que El GAD Municipal, en su PDOT 2012 - 2022, eje 3, lo califica de grave es: “La ocupación ilegal del suelo, que históricamente ha sido una de las formas de crecimiento urbano de la ciudad, que además se ha caracterizado por un crecimiento expansivo y especulativo, provoca que existan aún barrios sin cobertura de servicios básicos, posesionarios de tierras sin escrituras, precariedad de la vivienda, ocupación del suelo en zonas de riesgo, etc.” (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. pp. 81 y 82).

No se ha logrado, hasta la fecha, resolver este problema. Por ello, apenas se realiza la reubicación de un grupo de personas en situación de vulnerabilidad, otras ocupan inmediatamente

el área. En la visión de futuro del PDOT, se enuncia que “Esmeraldas al 2022, es un cantón que se desarrolla con una ocupación racional del territorio...” (Ibíd.), la realidad observada permite suponer que no se logrará este objetivo.



Figura 33: Infraestructura física en “Las Palmas”, (calle Luis Tello)



Figura 34: El Gerente del ECU-911 Esmeraldas, (de- derecha), explicando sus planes de contingencia al autor.
Fuente: Mancero, H., marzo 2017

Un hecho que, lastimosamente, apoya esta idea se puede observar en el barrio “El Embudo”, (Figura 66), un sector de alto riesgo por deslizamientos y flujos de lodo, en donde la ocupación de áreas de alto riesgo, es muy evidente con relación al año 2012, (Figuras 67 y 68).



Figura 35: “El Embudo”, de alto riesgo por deslizamientos y flujos de lodo (Marzo, 2017)



Figura 36: Condiciones de ocupación, sector alto del barrio “El Embudo”, a diciembre, 2012

Para empeorar la situación, en este sector existen arcillitas expansivas, tipo “esmeclita”, con buzamientos a favor de la pendiente, (Figura 69). Falta el agente disparador: agua meteórica, (lluvia), para que la arcilla se sature y se inicie el movimiento. Las evidencias de campo llevan a suponer que los flujos de lodo arrasarán, como en los años noventa, las frágiles viviendas y todo cuanto se interponga en su camino.

Las trampas de lodo, construidas para minimizar el impacto de los flujos, están en malas condiciones de mantenimiento y llenas de desperdicios, existiendo condiciones de insalubridad. (Figura 39).

No se puede argumentar desconocimiento de lo que sucede, ya que existen cámaras del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 Esmeraldas, que vigilan el barrio en forma ininterrumpida, todo el año. Los operadores del sistema de cámaras, con mucha seguridad, habrán registrado estos cambios y estarán al corriente de la progresiva ocupación del sector. La ocupación ilegal que causa rápidos cambios en el uso de suelo, la descoordinación y deficiente comunicación al interior del GAD Municipal, discrepancias entre funcionarios municipales por situaciones de pensamiento político, la falta de titulación de los predios ocupados, especialmente en la zona urbano-periférica de la ciudad, insuficientes recursos económicos y humanos, entre otras, podrían ser las causas por las que los registros catastrales de la ciudad no están completos ni actualizados, ni existe una continuidad de acciones, entre una Administración y otra.

Ministerios de Estado, como de Ambiente, (MAE), Vivienda, (MIDUVI), Agricultura, (MAGAP), e instancias subordinadas, como la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, (SNGR), tienen competencia para apoyar los Planes de Desarrollo provincial y cantonal de Esmeraldas. Sin embargo, se trabaja descoordinadamente. El Gobierno cantonal así lo reconoce, cuando enuncia que “las representaciones ministeriales en el territorio no están articuladas con las actuaciones del gobierno cantonal, por el contrario se están convirtiendo en unidades ejecutoras de obras sin apego a la planificación local.” (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 74). Quizás sea esta la razón por la que, de una parte se ha fomentado la deforestación, en



Figura 37: Condiciones de ocupación, sector alto del barrio “El Embudo”, a marzo, 2017



Figura 38: Arcillita expansiva, con inclinación hacia la pendiente



Figura 39: Trampas de lodo en mal estado. Barrio “El Embudo”, (marzo 2017)

apoyo al el cultivo de pastos y en detrimento del bosque nativo; por otra, existe muy poco ganado. Al respecto, subsiste la inquietud acerca de la inacción del GAD Municipal, ante la agresiva y continua deforestación, (Figura 71).

Si bien es cierto, el MIDUVI propone soluciones habitacionales para quienes viven en situación de vulnerabilidad, sin embargo, no se preocupa de legalizar los terrenos. Es el caso de la mencionada ciudadela “Bendición de Dios”, parroquia “Vuelta Larga”, (Figura 60), aún no está regularizada, porque está pendiente la adquisición de los terrenos por parte de la municipalidad. (Estupiñán, B., comunicación personal, 2017).

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), a través de sus Coordinaciones Zonales, ejecuta proyectos de mitigación, solicitados por los GAD's, mediante la contratación de obras de ingeniería. En el caso de la ciudad de Esmeraldas, para la estabilización de laderas y taludes. Así, entre los años 2010 y 2011, a través del proyecto “Estabilización de laderas y encauzamiento de aguas lluvias en el “Cerro Gatazo”, gestionado por la SNGR, se ejecutó “anclajes de los taludes del cerro y encauzamiento de las aguas lluvias con las construcción de cunetas de coronación y trincheras”, (Figura 72), para “evitar en lo posible los deslizamientos de tierra. La población beneficiada directa e indirectamente con estos trabajos se calcula en unas 8000 personas” (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2011).

En febrero de 2016, las constantes lluvias provocaron un deslave en el mismo lugar, resultando afectadas 5 viviendas, una tubería de conducción de agua y 15 familias. Esto sucedió debido a que la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR), si bien es cierto, contrató obras de estabilización en la cima del cerro, “faltó concluir las obras complementarias con el GAD Municipal” de Esmeraldas. (Toro, 2016). Estas inestabilidades colocan, aún hoy, en situación de alta vulnerabilidad, a otros barrios asentados en las laderas del cerro. (Barrios La Cocoy, La Guacharaca, Primero de Mayo y 20 de Noviembre). Este caso confirma la afirmación “otras representaciones ministeriales se están convirtiendo en unidades ejecutores de obras, sin apego a la planificación local del GAD municipal de Esmeraldas”. (PDOT, GAD Esmeraldas, 2012, óp. cit. p. 74). Como se puede apreciar, estas condiciones de descoordinación entre entidades estatales, de socorro, de prevención de riesgos y el GAD cantonal, contribuyen a aumentar los niveles de riesgo a los que está sometida la población.

Es importante mencionar que el GAD Municipal de Esmeraldas, ha tenido el apoyo de ONG's internacionales como la Comisión Europea y la OXFAM, mismas que, en coordinación con la SNGR, en el año 2012, y con la Unidad Gestión de Riesgos y Cambio Climático de



Figura 40: Terrenos colinados, totalmente deforestados. (sector alto, aldeaño al barrio “El Embudo”), año 2012



Figura 41: Estabilización de los taludes en la cima del “Cerro Gatazo”, contratada por la SNGR.

la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Esmeraldas, efectuaron estudios tendientes a identificar y mitigar los riesgos del cantón. Se publicaron los resultados en el informe “Estrategia de Gestión de Riesgos y Desastres para el Cantón Esmeraldas”, donde se analizan temas como: Esmeraldas y sus riesgos, vulnerabilidad de Esmeraldas, riesgos en el sector agua y saneamiento, reducción de riesgos basada en procesos de articulación territorial, entre otros. (OXFAM, Ortíz, M., Estupiñán, B., et. al., 2012).

En este documento, entre las páginas 22 -31, se delimitan los objetivos y líneas de acción, que sirvieron de base para el desarrollo del PDOT, 2012-2022. (PDOT, GAD Municipal de Esmeraldas, 2012, Óp. Cit.), y se anexa una compilación de Mapas de Riesgos, de Inundaciones Fluviales, por Tsunami y Mapas de Vulnerabilidades, en diferentes escalas y de diferentes autoridades, para conocimiento del GAD e instancias que conforman el COE Cantonal. (Ibíd.)

En enero de 2012, la OXFAM, conjuntamente con el GAD Municipal de Esmeraldas, realiza otro proyecto: “Estudio de Mitigación de Riesgos de desastres socio-naturales, en zonas vulnerables de la ciudad de Esmeraldas – Ecuador -Componente principal: Agua, Saneamiento e Higiene”. (OXFAM, 2012). Este es un “estudio-diagnóstico de mitigación de riesgos de desastres, para zonas urbanas de alta vulnerabilidad, en Esmeraldas, con énfasis en el componente agua, saneamiento e higiene. La acción se centra en 8 barrios priorizados en base consultas y análisis realizados con apoyo del GAD municipal”. (OXFAM, 2012, óp. cit.). Los barrios estudiados fueron: Primero de Mayo, 20 de Noviembre, La Cocoy, La Guacharaca, Isla Piedad, Santa Martha, Isla Roberto Luis Cervantes e Isla Luis Vargas Torres.

Como fue un trabajo conjunto, y de apoyo al Gobierno cantonal, es de suponer que sus resultados se socializaron internamente. En razón de que en la visita de campo no se observaron cambios en los barrios mencionados en este proyecto, se puede inferir que no hubo tal socialización, o simplemente que no existe un seguimiento a las acciones emprendidas. La Universidad Técnica del Norte, en coordinación con Naciones Unidas, (PNUD), la SNGR y la Comisión Europea, en el año 2013, realizó el proyecto: “Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal. Perfil Territorial del Cantón Esmeraldas”, (Estacio, J., Narváez, N., Yépez, F. et. al., 2013). En este documento, se analizó el territorio y la vulnerabilidad de los elementos esenciales en “tiempo normal” y “en tiempo de crisis”, a nivel cantonal. Este proyecto pretendió “crear un instrumento de apoyo para que el Municipio de Esmeraldas realice la priorización, formulación y seguimiento a las acciones de reducción del riesgo y manejo de desastres, de forma articulada con los instrumentos de planeación municipal.” (Estacio, J., Narváez, N., Yépez, F. et. al., 2013) óp. cit.). A pesar de este apoyo recibido, la población esmeraldeña continúa en situación de vulnerabilidad creciente; la expansión de la ciudad continúa caótica, bajo el esquema de la apropiación ilegal de tierras; se sigue construyendo importante infraestructura física, turística y administrativa, en zonas consideradas de alto riesgo. Todo parece ratificar la idea de que, además de las discrepancias que puedan existir entre funcionarios, por situaciones de militancia política, y la falta de continuidad de acciones, no existe una eficiente comunicación o coordinación al interior del GAD Municipal, entre éste y las representaciones de los Ministerios de Estado y Organismos de Socorro, y entre todos ellos. Es decir, cada cual trabaja por su cuenta, sin considerar a las otras entidades del Estado.

Evaluación de los riesgos

Como parte del diagnóstico, se realizó un análisis del riesgo en tres sectores focales representativos de la ciudad de Esmeraldas, utilizando el método cuantitativo de Mosler, que permite, previa definición o identificación del riesgo, identificar, analizar y evaluar los factores

de riesgo que influyen en la severidad del riesgo o riesgos identificados, con la finalidad de que la información obtenida, nos permita calcular la clase y dimensión de riesgo, para posteriormente ir a la fase de tratamiento del mismo.

Este método es secuencial y cada fase del mismo se apoya en los datos obtenidos en las fases que le preceden. El desarrollo del mismo, (Figura 73), es:

- 1° – Definición, (identificación), del riesgo.
- 2° – Análisis del riesgo.
- 3° – Evolución del riesgo.
- 4° – Cálculo de la Clase de Riesgo (severidad del mismo).

Criterios utilizados en la Matriz de Mosler para análisis evaluación de riesgos en áreas Fiscales de Esmeraldas

Tabla 2: Criterios de Función (F) se refiere a las consecuencias negativas o daños que puedan afectar a la propia actividad.

| Criterio de Función (F) consecuencias negativas o daños que puedan afectar a la propia actividad | | |
|---|---|---|
| Muy gravemente | 5 | Perdida vidas, destrucción de viviendas y bienes en general |
| Gravemente | 4 | Perdida o afectación grave de personas y bienes |
| Medianamente | 3 | Afectación de viviendas y otros bienes, heridos no graves. |
| Levemente | 2 | Interrupción temporal de actividades, daños menores |
| Muy levemente | 1 | Afectación leve localizada, sin afectación a personas. |

Tabla 3:Criterio de Sustitución (S) Está referido a las dificultades que pueden tenerse para sustituir a las personas, a los productos o bienes.

| Criterio de Sustitución (S) Dificultades para sustituirse a personas, productos o bienes | | |
|---|---|---|
| Muy difícilmente | 5 | Perdida vidas. Imposibilidad de reconstrucción o reposición de bienes |
| Difícilmente | 4 | Heridos con gravedad temporal, viviendas y bienes muy afectados. |
| Sin mucha dificultad | 3 | Heridos, viviendas y bienes poco afectados |
| Fácilmente | 2 | Heridas y golpes ,menores, viviendas y bienes con afectación localizada |
| Muy fácilmente | 1 | Sin heridos, afectación leve localizada en viviendas y otros bienes. |

Tabla 4: Criterio de Profundidad (P) Esta referido a la perturbacion y efectos Psicologicos que se podrian producir como consecuencia en la propia imagen imagend e la empresa.

| Criterio de Profundidad (P) perturbación y efectos psicológicos que se producen en la imagen de la empresa | | |
|---|---|---|
| Muy Graves | 5 | Interrupción de las actividades normales y cambio drástico en el modo de vida y comportamiento de las personas, actividad económica (ingresos) totalmente nula o muy limitada. Categoría: Damnificados. Ubicación en albergues. |
| Graves | 4 | Cambio drástico en el modo de vida, costumbres, actividad económica nula o muy limitada. Categoría: Damnificados. Ubicación en albergues. |
| Limitados | 3 | Cambio violento de modo de vida de las personas, cambio temporal o definitivo de lugar de residencia, interrupción temporal de sus actividades. Actividad económica limitada. Categoría: Afectados. |

Tabla 5: Criterio de Extension (E) Esta referido al alcance de daños y perdida que puedan causar.

| Criterio de Extensión (E) alcance de daños y pérdidas que puedan causar | | |
|--|---|---|
| Internacional | 5 | Si rebasa la capacidad de respuesta que pueda tener el Estado |
| Nacional | 4 | Si se necesitan todos los recursos del País para atender la emergencia |
| Regional | 3 | Si se necesitan los recursos provinciales para dar la atención requerida |
| Local | 2 | Si necesitan los recursos cantonales para la respuesta |
| Individual | 1 | Si se necesitan recursos puntuales y locales (parroquias, barrio) para la respuesta |

Tabla 6: Criterio de Agresion (A) Esta referido a la probabilidad de que el riesgo se manifieste.

| Criterio de Agresión (A) probabilidad de que el riesgo se manifieste | | |
|---|---|--|
| Muy elevada | 5 | Existencia documentada de ocurrencia frecuente o reciente del evento considerado 90%-100% de probabilidad de ocurrencia. |
| Elevada | 4 | Existen y son evidentes la mayoría de las condiciones generadas del riesgo. Ocurrencia documentada de ocurrencia de riesgo |
| Normal | 3 | Existen condiciones generadoras del riesgo, aunque este no se manifieste |
| Reducida | 2 | Cuando las condiciones generadoras del riesgo son reducidas |
| Muy reducida | 1 | Cuando las condiciones generadoras del riesgo prácticamente no existen y el riesgo nunca se ha manifestado. |

Tabla 7: Criterio de Vulnerabilidad (V).Esta referido a la probabilidad de que realmente se produzcan los daños o perdidas.

| Criterio de Vulnerabilidad (V) Probabilidad de que realmente se produzcan los daños o perdidas | | |
|---|---|--|
| Muy elevada | 5 | Personas asentadas dentro del área de influencia del riesgo o en lugares con mala calidad de suelos terrenos morfológicamente inadecuados, deforestación, construcciones no técnicas, mala calidad de materiales de construcción, evidencia de pobreza, poca o nula percepción del riesgo sin cohesión social. |
| Elevada | 4 | Personas asentadas dentro del área de influencia del riesgo, terrenos morfológicamente inadecuados, deforestación, construcciones no técnicas, mala calidad de materiales de construcción, niveles de vida medio-bajos, poca percepción del riesgo, limitada cohesión social. |
| Normal | 3 | Personas asentadas en los límites del área de influencia del riesgo, calidad de vida media a baja, construcciones con mala calidad de materiales, limitada capacidad de resiliencia. |
| Reducida | 2 | Personas ubicadas fuera de los límites del área de influencia del riesgo, calidad de vida media, construcciones con regular calidad de materiales, existencia de cohesión social y moderada a buena capacidad de resiliencia. |
| Muy reducida | 1 | Personas viviendo fuera de los límites del área de influencia del riesgo, calidad de vida media-alta, construcciones con regular a buena calidad de materiales, existencia de cohesión social y capacidad de resiliencia. |
| Leves | 2 | Sin interrupción de sus actividades normales; cambios leves en su comportamiento o modo de vida. Pánico, susto temporal localizado. |
| Muy leves | 1 | Sin cambios aparentes. Susto, pánico puntual muy localizado. |

Las formulas empleadas son:

Importancia del Riesgo = I; donde $I = F \times S$

Daños=D; donde $D = P \times E$

Carácter del Riesgo=C; donde $C = I + D$

Calculo de la Probabilidad (Pb): $Pb = A \times V$

Cuantificacion del Riesgo Considerado = CR; donde $CR = C \times Pb$

Nivel del Riesgo:

- Valores de CR entre: Nivel de Riesgo:
- 2 y 250 Muy reducido
- 251 y 500 Reducido
- 501 y 750 Normal
- 751 y 1000 Elevado
- 1001 y 1250 Muy elevado

También se realizó un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas, (FODA), considerando los factores internos y externos de la ciudad de Esmeraldas, para potenciar aquellos factores tipo oportunidad y mantener las fortalezas detectadas. (Figuras 74 y 75).

| MATRIZ DE ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS METODO MOSLER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|--------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|--|------|--------------------------------|---|---|---|---|---|------|
| Escenario | | Sector "Las Palmas" | | | | | | Sector Puerto Marítimo Internacional | | | | | | Sector valle R. Teañone- refinería estatal | | | | | | | | |
| No | Riesgo | F | S | P | E | A | V | CR1 | F | S | P | E | A | V | CR2 | F | S | P | E | A | V | CR3 |
| 1 | Terremoto | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 900 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 620 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 900 |
| 2 | Tsunami | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 576 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 720 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 168 |
| 3 | Deslizamientos | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 5 | 600 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 352 |
| 4 | Inundaciones (ríos) | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 550 |
| 5 | Flujos de lodo | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 162 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 240 |
| Definición del Riesgo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuantificación del Riesgo (CR) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área más crítica | | Terremotos / deslizamientos | | | | | | 2243 | Tsunami/Terremoto | | | | | | 1349 | Terremoto / inundaciones x río | | | | | | 2210 |

CÓMO LLENAR LA MATRIZ DE RIESGOS

- Una vez identificados los riesgos, se colocan en forma vertical en la columna de la izquierda
- Una vez identificados los escenarios, estos se colocan en la parte superior en forma horizontal
- Debajo de cada escenario se colocan 7 columnas, en las 6 primeras van los 6 criterios y en la última la cuantificación del riesgo
- En cada casillero que está debajo de cada uno de los criterios, escribir el valor, entre 1 y 5
- Aplicar la fórmula correspondiente: $CR = ((F \times S) + (P \times E)) \times (A \times V)$

Figura 42: Matriz de Mosler

RESULTADOS

Aproximadamente la mitad de la ciudad de Esmeraldas se asienta sobre terrazas aluviales, compuestas de sedimentos arcillo-limosos de ambiente fluvio-deltaico. Otra parte ha ocupado el sector colinado, compuesto por limos, arcillas expansivas y capas de areniscas y conglomerados finos, en las partes altas de las colinas. Sus pendientes son moderadamente fuertes, con tendencia a deslizarse, en condiciones de humedad y ausencia de vegetación. Estudios recientes, (Chunga, K., et al, 2017), indican que la falla del río Esmeraldas (falla FC14), la más cercana a la ciudad, podría generar sismos en el orden de M 7.18 y aceleraciones en roca, del orden de 41% de la gravedad, con alta probabilidad de generación de tsunami.

A raíz del sismo de Pedernales del año 2016, el Municipio de Esmeraldas realizó un “levantamiento de información de las afectaciones estructurales... el estudio reveló que el 98% fueron hechas informalmente”. (Diario La Hora Nacional, 2016). Esto significa que la mayoría de las construcciones no son sismo-resistentes. Por las consideraciones anteriores, más la expansión descontrolada de la ciudad, la urbe esmeraldeña presenta condiciones de vulnerabilidad creciente, y de alto riesgo futuro ante un sismo de carácter destructor, con presencia de tsunami, mismos que causarían cuantiosas pérdidas por destrucción de la mayoría de la infraestructura física de la ciudad y un alto número de damnificados.

Por otra parte, la variación climática, con épocas secas y otras muy lluviosas, especialmente durante los meses de enero y febrero, o ante el fenómeno “El Niño”, constituyen eventos causantes de deslizamientos y deslaves en los sectores colinados y de pie de monte, debido factores internos y externos, como: la constitución arcillosa de los mismos, condiciones de alta deforestación, alteración del equilibrio natural de las laderas por obras civiles, en especial de vivienda, entre otros. En los valles, especialmente del río Teaone, las lluvias generan también inundaciones fluviales, por crecidas de los ríos y esteros, cuya área de influencia son las terrazas bajas y media. Adicionalmente, con las inundaciones ocurren colmatación y desbordamiento de letrinas y pozos sépticos, deteriorando, aún más, las precarias condiciones de salubridad en esos sectores.

En cuanto a institucionalidad y gobernanza, se ha visto que existe debilidad institucional, evidenciada por discrepancias, descoordinación administrativa y operativa al interior de las instituciones del Estado con representación en Esmeraldas, entre éstas y el GAD Municipal y en éste mismo. El GAD Municipal trabaja bajo esquemas administrativos muy piramidales, lo que propicia mala comunicación, toma de decisiones inadecuadas y falta de articulación entre procesos de planificación – ejecución. Además, entre una administración y otra, se evidencia discontinuidad en procesos y ejecución de proyectos; algunos quedan inconclusos, con pérdida de la inversión, del beneficio social, o ambos. Por otra parte, subsiste el crecimiento acelerado de la ciudad, bajo el esquema histórico de la apropiación ilegal de tierras. En estas circunstancias, es difícil mantener registros catastrales completos y actualizados y dotar de servicios esenciales a estos sectores. Tal parece que a la población es indiferente a los riesgos, o tal vez se resigna a lo que le pueda suceder, es decir, asume los riesgos. Esta particularidad, como se ha comentado, parece ser una característica propia de los esmeraldeños.

En cuanto se refiere a los resultados de la matriz de Mosler, (Figura 73), de los tres sectores focales representativos de la fisiografía de Esmeraldas, el más crítico resultó ser “Las Palmas”, que representa, para este ejercicio, a los paisajes planos, (terrazas altas) y al colinado y sus laderas. El puntaje para esta área focal, arroja una cifra total de 2.243 puntos, de los cuales la incidencia de un terremoto alcanza el valor más alto: 900 puntos, seguido de deslizamientos y reptación del suelo, con 600 puntos, tsunami, 576 puntos y, finalmente, flujos de lodo, con un puntaje de

162, que representa un riesgo moderado - bajo. Es decir, en orden de importancia, el riesgo más alto para los sectores de pie de monte, planos y de colinas, es el terremoto. El segundo riesgo, también de consideración, son los deslizamientos e inestabilidades en general, y, según la ubicación, inclusive tsunamis. El de menor importancia fue el riesgo de flujos de lodo. Estos resultados son concordantes con la información obtenida, tanto de los registros documentales, como de las observaciones y evidencias de campo explicadas en el capítulo anterior. Así, tomando como ejemplo el área focal del barrio “Las Palmas”, la ocurrencia de un terremoto causaría las afectaciones más graves a la infraestructura costera, más aún, si se genera un tsunami, cuyas aguas ingresarían, causando daños, desde la playa hasta la calle Luis Tello, en la parte posterior del barrio. (Figura 76).

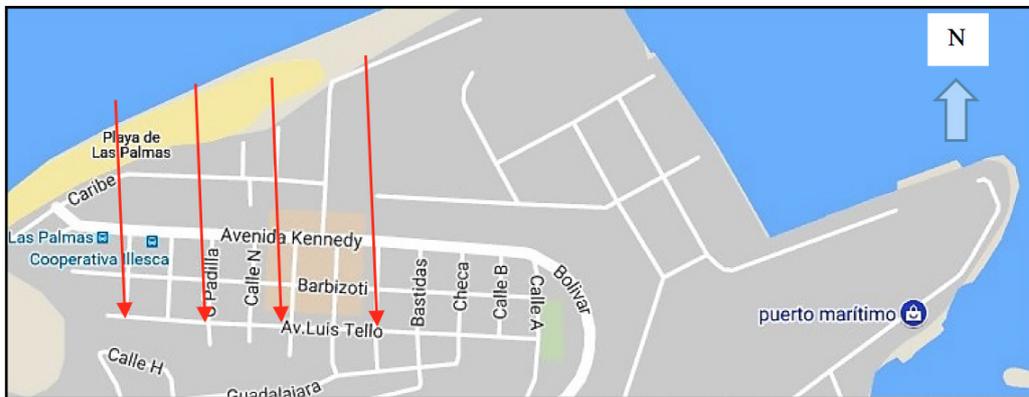


Figura 45: “Las Palmas” - límite de inundación por tsunami. Fuente: Google Maps, 2017; Arreaga, P, 2004

El otro riesgo de importancia, por el potencial grado de destrucción que implica, es el gran deslizamiento del barrio “Tercer Piso”, ya comentado en la sección anterior y que, por evidencias de campo, continúa en desequilibrio. (Figuras 77 y 78). Al pie de este gran deslizamiento, se observa flujos de lodo, (Figura 79), que, acorde al análisis de Mosler, representan riesgos puntuales de un nivel bajo. No obstante, como se explicó en el diagnóstico, estos flujos pueden afectar a las viviendas y a instituciones educativas, situadas a lo largo de la calle Luis Tello. En otros sectores, como el barrio “20 de Noviembre”, en condiciones de exceso de humedad, se generó un deslizamiento de tipo planar con flujos de lodo. En este caso, el evento principal fue el deslizamiento que, a su vez, generó flujos de lodo, como evento negativo secundario. (Figura 80). Como se indicó anteriormente, la matriz de Mosler evidenció que el riesgo deslizamientos sigue en importancia al terremoto. Las laderas, en los sectores colinados, tanto altos como bajos, al estar antropizadas y deforestadas, en condiciones de saturación, tienden a desestabilizarse o a fluir. Estudios anteriores, (Vinuesa, I., et. Al. 2012), indican que los deslizamientos activos son las amenazas más recurrentes, en estos sectores de la ciudad. (Figura 81).



Figura 46: Erosión retrocedente en la corona del deslizamiento, al año 2012



Figura 47: Corona del mismo deslizamiento, en marzo de 2017



Figura 48: Flujos de lodo al pie de los taludes. Calle Luis Tello - "Las Palmas"



Figura 49: Deslizamiento planar y flujo de barro. Barrio "20 de Noviembre" Esmeraldas

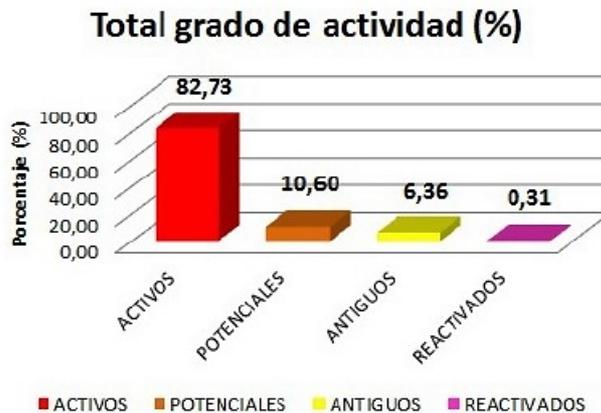


Figura 50: Porcentaje de deslizamientos activos en Esmeraldas. Fuente: Vinuesa, I., et. Al. 2012

La segunda área focal, "Puerto Marítimo", representa al sector del estuario, incluyendo las terrazas bajas, las orillas del río Esmeraldas, y, por supuesto, las instalaciones de los puertos marítimos internacional y nacional, y sus instalaciones anexas. Para estas zonas, el riesgo más

alto es el tsunami, con 720 puntos, seguido del terremoto, con 620 puntos. Estos resultados son concordantes con la realidad geográfica de la zona, ya que en los puertos marítimos, la densidad de edificaciones no es tan alta como en el resto de la ciudad. Un terremoto, posiblemente afectaría estas edificaciones, la mayoría de las cuales no son de residencia permanente de la población que allí labora. En cambio, la ocurrencia de un tsunami, afectaría gravemente a los puertos marítimos Internacional y Nacional, sobre todo si en ese momento hay naves de carga o pasajeros, acoderadas a sus muelles, las que podrían ser arrastradas tierra adentro. El oleaje se abatiría sobre las instalaciones de oficinas y servicios, (bodegas, dispensarios médicos, escuela de la Marina Mercante, comedores, etc.), la terminal de gas y combustibles y sobre las embarcaciones pesqueras. (Figura 82). Las pérdidas económicas serían altas.



Figura 51: Puerto marítimo Nacional e instalaciones de servicios (bodegas, al fondo).

En el estuario, el conjunto de grandes olas haría retroceder las aguas del río Esmeraldas algunos kilómetros, lo que ocasionaría una crecida violenta de sus aguas, inundando los islotes, terrazas bajas y demás sectores ribereños que se encuentran casi a nivel del agua. El agua turbulenta, con escombros, rebasaría la altura del nuevo puente sobre el río Esmeraldas. Se desconoce el grado de afectación que podría causar, o si la presión del agua y acumulación de escombros en los pilotes, pudiera afectar sus condiciones estructurales. La tercera zona focal, “Sector del valle del río Teaone – Refinería estatal”, representa a toda la zona aledaña al río Teaone, hasta su desembocadura en el río Esmeraldas. Este sector corresponde a la parte Sur de la ciudad, y a una porción de la parroquia “Vuelta Larga”, actualmente, densamente poblada. Allí se levantan barrios como La Tolita I y II, CODESA, Propicia I y II, Los Mangos, 50 Casas, entre otros. Según la matriz de Mosler, un terremoto representa también el mayor riesgo para este sector. El valor del riesgo alcanza los 900 puntos. Las inundaciones por desbordamiento del río Teaone, son segundo riesgo importante para esta zona, con 550 puntos, seguido de deslizamientos y flujos de lodo, con 352 y 240 puntos, respectivamente. Riesgo de tsunami es el más bajo, con 168 puntos, lo cual es muy concordante con la realidad geográfica, ya que el riesgo de tsunami afecta únicamente a las terrazas aluviales bajas del río Esmeraldas, donde se asientan los barrios Propicia I y II, aledaños a las orillas de este río. Es importante destacar que en esta zona, concurren dos riesgos: inundaciones fluviales y por tsunami. (Figura 83).



Figura 52: Viviendas en las orillas del río Teaone, barrio Propicia I, Esmeraldas.

Las inestabilidades del suelo, (reptación, deslizamientos, flujos de lodo), ocurren en la zona más elevada, donde están las instalaciones de la refinería estatal, la vía alternativa de ingreso a la ciudad (“Coronel Carlos Concha”, que pasa cerca del depósito de residuos sólidos urbanos de la ciudad). (Figura 84). En definitiva, en estos 3 sectores representativos de la ciudad de Esmeraldas, el riesgo más severo representa un terremoto y su evento asociado, tsunami.

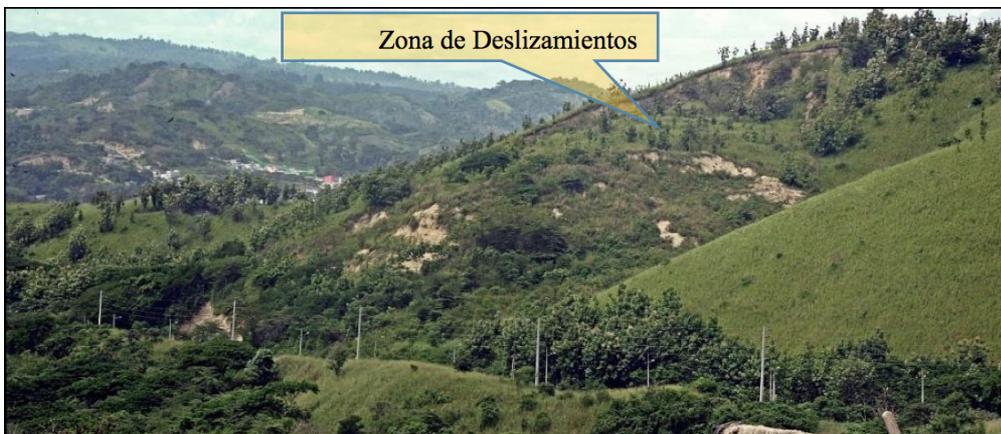


Figura 53: Deslizamientos a lo largo de la vía Coronel Carlos Concha.

En cuanto se refiere a la aplicación de la matriz FODA, la matriz de factores internos (Baja percepción del riesgo en la población, ausencia de cultura de prevención, acceso a educación en todos los niveles, baja cohesión social, baja calidad de vida de la población, acceso fácil a radio y televisión local e internacional, existencia de liderazgo barrial y parroquial, materiales y técnicas de construcción inadecuados, asentamientos en terrenos inadecuados), arrojó un valor de 1,70 con relación a 2,50 puntos; esta relación representa existencia de debilidad. La matriz FODA de factores externos (existencia sistema integrado de atención ECU-911, migración a las ciudades y explosión demográfica, presión por acceso a tierra y / o vivienda, existencia de GAD Municipal de Esmeraldas, crecimiento urbano desordenado, insuficiente asignación de recursos económicos al GAD, influencia de intereses políticos partidistas en el Gobierno cantonal, demagogia de las

autoridades de elección popular, inexistencia de políticas transversales de Gestión Riesgos en todos los niveles, actitud reactiva en entidades de socorro), arrojó un puntaje de 2,07 sobre 2,50 que también representa debilidad. Ante estos resultados, se puede afirmar, de manera concluyente, que, dadas las condiciones actuales, la ciudad de Esmeraldas tiene una capacidad de respuesta baja. Dado que existe una relación inversa entre la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta, (menor capacidad de respuesta, mayor vulnerabilidad), entonces, la vulnerabilidad de la ciudad, ante las amenazas recurrentes, concurrentes y concatenadas, es muy alta, y seguirá así, en la medida en que el crecimiento de la ciudad siga desordenado y no considere las zonas expuestas a riesgos.

CARACTERIZACIÓN DE LAS AMENAZAS Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA

Sismos y Tsunamis

Como se determinó en el diagnóstico, la ocurrencia de un terremoto, es la mayor amenaza para la ciudad de Esmeraldas, seguida del efecto cosísmico más impactante, como es un tsunami. Las fuentes más importantes de sismos para el Ecuador, son, en su orden, la fosa submarina y las fallas corticales continentales, aledañas a esta fosa. Según Alvarado (Alvarado, 2012, citado en (Ortiz, P., 2013) p.27), para la región de Esmeraldas, la fuente sismogénica más importante es la Zona de Interface Norte, (Graben de Yaquina), que corresponde al epicentro del mayor sismo sentido hasta hoy, el ocurrido en 31 de enero de 1906, con una magnitud $M= 8.8$ (Figura 85).

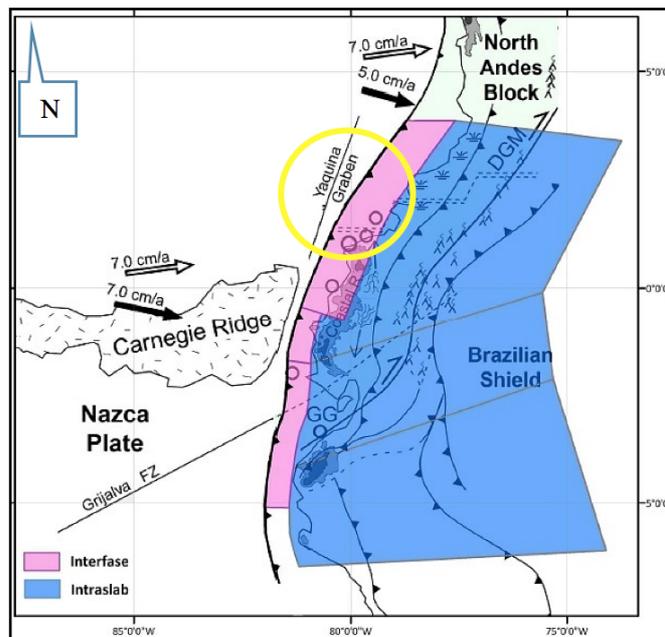


Figura 54: Zona de subducción y sus interfaces. Fuente: Alvarado, 2012, citado en Ortiz, P. 2013, p. 33

Según fuentes secundarias, (Rudolph y Szirtes, 1911, citados en Chunga, K., et. al. 2017, p. 4), este sismo destruyó unas 30 casas en el pueblo de Esmeraldas y en la boca del estuario, donde inicia el cañón submarino de Esmeraldas, se formó un remolino en el agua, que succionó algunas embarcaciones. (Rudolph y Szirtes, 1911, citados en Chunga, K., et. al. 2017, p. 4). Los impactos de olas de tsunami acaecieron 30 minutos después del terremoto, con altura o run-up

entre 5 a 10 metros. La ciudad de Esmeraldas fue afectada por el ingreso de olas de tsunami al estuario, lo que produjo el desbordamiento de éste, inundando las zonas de planicies y terrazas aluviales (Espinoza, 1992, citado en Chunga, K., et. al. 2017, p. 4). La ubicación del epicentro fue, a 31 km E de la ciudad de Esmeraldas. Según Chunga, (Chunga, K., et. al. 2017, pp. 4-8), el segundo registro de fuerte terremoto para la costa norte del Ecuador, aconteció el 19 de enero de 1958, con magnitud 7.6. El epicentro fue reportado a 19 km noreste de la ciudad de Esmeraldas, y, por su proximidad a la ciudad, se documentaron el colapso del 30% de las construcciones y el agrietamiento de numerosos edificios, 15 muertos y 45 heridos (Ramírez, 1958, citado en Chunga, K., et. al. 2017). La duración de este sismo fue de 35 a 45 segundos, y el efecto cosísmico primario fue un tsunami, con altura run-up entre 2.0 a 5.9 m (Lockridge, 1985, citado en Chunga, K., et. al. 2017), que arrasó parte de las poblaciones costeras de la provincia. En el puerto, se reportó el daño de una embarcación donde se ahogaron 4 guardias de la Aduana (ie., Ramírez, 1958, citado en Chunga, K., et. al. 2017). El incremento de altura de olas, en este tsunami, puede ser asociado a la reactivación de múltiples deslizamientos submarinos acaecidos en el talud continental y en el cañón Esmeraldas. El tercer terremoto fue el 12 de diciembre de 1979 “(Ms 7.9) con epicentro en el océano Pacífico, a 75 km noreste de la ciudad de Esmeraldas. Los daños para edificios en la ciudad de Esmeraldas fueron leves a moderados con asignación de intensidad VII, no se reportó víctima alguna.” (Chunga, K., et. al., 2017). Se produjo también un tsunami, con propagación de ondas, especialmente al NE, (Pararas-Carayanis, citado en Chunga, K., et. al, 2017), y “altura de olas run-up entre 2 a 5 metros, 6 minutos después del sismo principal”. (Espinoza, 1992, citado en Chunga, K., et. al., 2017).

El terremoto de Pedernales, del 16 de abril de 2016, (Mw 7.8, hora local 18h58), ha sido el más reciente con carácter destructivo, relacionado a la zona de subducción. En el centro urbano de la ciudad de Esmeraldas “se documentaron daños menores de mamposterías en algunas viviendas. Se generó un pequeño tsunami, detectado en la ciudad de Esmeraldas, con oscilaciones de ~ 0.5 m/min, entre las 19h06 a 19h09. Este evento ocurrió en baja mar, por lo que sus efectos pasaron inadvertidos”. (Chunga, K., et. al. 2017). Con respecto a la segunda fuente sismogénica, el evento más antiguo, asociado a la activación de fallas corticales, es el sismo del 9 de abril de 1976 (Mw 6.7, profundidad 9 km). En la ciudad de Esmeraldas se evidenciaron daños de cimentaciones, como en el Hospital “Delfina Torres de Concha”, Escuelas “5 de Agosto” y “Juan Montalvo”, Mercado Central y varias viviendas. (Chunga, K. et. al. 2017, pp. 8-9).

Otros sismos corticales acontecieron, el 2 de enero 1981 (Mw 5.9), y el 25 de junio de 1989 (Mw 6.3) frente a la ciudad de Esmeraldas, que ocasionaron menores deslizamientos y daños en el área urbana. (Chunga, K. 2017, Óp. Cit.). Otra reciente actividad sísmica asociada a fallas superficiales, aconteció el 19 de diciembre de 2016 (Mw 5.4, MI 5.8, profundidad 4 a 6 km), con epicentro en Tonsupa, balneario muy cercano a la ciudad de Esmeraldas. Cerca de 70 edificaciones se afectaron, de las cuales 10 colapsaron. Al siguiente día, otro sismo de 5.2 sacudió esa misma zona costera. (Ibíd.).

El 31 de enero de 2017, a las 09h22, ocurrió otro sismo, (Mw 5.5, profundidad 9 km). Se produjeron daños del edificio del Municipio de la ciudad de Esmeraldas, con cuarteamiento en las mamposterías y colapsos pequeños de paredes en algunas viviendas. Hasta la fecha, Esmeraldas continúa experimentando actividad sísmica, debida a la reactivación de fallas corticales, por el macrosismo de Pedernales, del año 2016. “Debido a la baja magnitud de los mismos, no se han reportado daños materiales”. (Toulkeridis, T. comunicación personal, 2017).

Del análisis anterior, sismos con características destructoras han ocurrido cada 25 a 28 años, como promedio, muchos de ellos seguidos de tsunamis, cuyas olas, de 5m a 10 metros de run up,

se han propagado hacia el NE, afectando la línea de costa de la provincia, generalmente entre 30 a 90 minutos después de ocurrido el sismo. Debido a que muy cerca de la desembocadura del río Esmeraldas en el mar, existe un cañón submarino, conocido localmente como “fosa”, (Figura 86), de casi 600 metros de profundidad, (Silva, P., 2007), de producirse un sismo con epicentro en éste accidente submarino, o muy cerca al segmento o interfase Norte de la Placa de Nazca, la probabilidad de generación de un tsunami, con olas de 10 metros de run up, es muy alta. Entonces, sismos y tsunamis son amenazas concatenadas y concurrentes a la vez, con alta probabilidad de recurrencia.

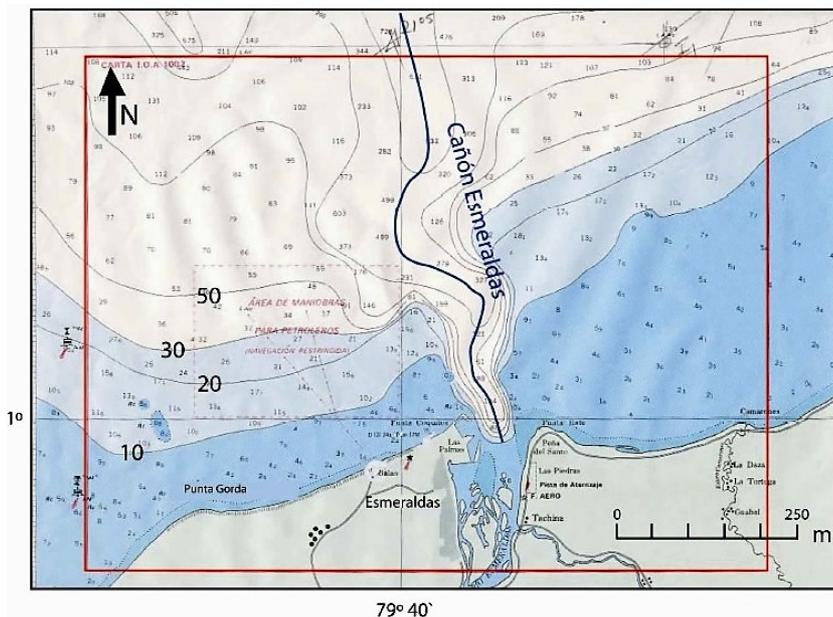


Figura 55: Mapa batimétrico del puerto de Esmeraldas. Fuente: INOCAR, 1984, tomado de Silva, P., 2007, p. 61.

La vulnerabilidad sísmica de Esmeraldas es muy alta, debido no solo por el tipo de suelo, sino también por el estilo constructivo de los edificios, con “pisos blandos”. Al respecto, Páez y Zabala, (Páez, D., Zabala J., et.al., 2017), expresan: “Se denomina piso blando en aquellos edificios, cuya planta baja está diseñada y destinada para parqueadero vehicular, restaurantes, áreas verdes, lobbies, entre otras; de tal forma que sólo existen elementos verticales o columnas a este nivel y en los pisos superiores, se construyen cerramientos para viviendas con mampostería, armada o no, lo que hace estructuralmente es que la planta baja tenga menor rigidez que las pisos superiores, cuando lo sísmico resistente correcto, es lo contrario, mayor rigidez en las plantas inferiores.” (Páez, D., Zabala, J., et. al. 2017, p. 61).

El diseño y uso del “piso blando”, (Figura 87), es una práctica muy común en la costa, aunque desde el punto de vista sismo resistente no es recomendado usarlos, ya que ante las sollicitaciones sísmicas, el piso bajo falla, provocando el colapso de la estructura. La destrucción de las edificaciones en Pedernales, se debió, según Páez y Zabala, (Páez, D., et. al. 2017, óp. cit.), principalmente a este estilo constructivo.



Figura 56: Construcciones con “piso blando” (calle P. Vicente Maldonado)



Figura 57: Informalidad en las construcciones (Calle Quito y P. V. Maldonado).

Otra fuente de vulnerabilidad sísmica para Esmeraldas, constituye la heterogeneidad y la informalidad en las construcciones. Estas situaciones son comunes en la ciudad de Esmeraldas, tanto en la zona céntrica – comercial, como en las áreas sub-urbanas y periféricas, y ocurren debido a que “muchas de las construcciones se levantan por etapas, con los ingresos periódicos de las familias. Eso repercute en la homogeneidad de los materiales de construcción y, por extensión, en una pérdida de las cualidades de resistencia de los materiales”. (Arq. Fernando Almeida en Diario “El Comercio, 23 de abril de 2016, Edición digital). La informalidad se refiere a construir sin estudios de suelos, sin planos aprobados por las instancias de control, con materiales de dudosa calidad, sin dirección técnica y sin análisis o conocimiento de la zona, misma que puede estar expuesta a amenazas naturales y antrópicas. La heterogeneidad, se refiere a pisos voladizos, terrazas, balcones, que rompen la uniformidad de la construcción, y la debilitan ante las sollicitaciones sísmicas. (Figura 57).

En cuanto a tsunamis se refiere, según Cruz y Vásquez, (2010), la acción de éste sobre la costa, puede desglosarse a su vez, en cuatro tipos de efectos, según la manera como el oleaje incida en la playa:

1. Rotura o colapso de cresta (“efecto de ariete”), por acción hidráulica: golpe o embate de la ola.
2. Inundación turbulenta veloz, espumosa y con gran inercia (run up) debido al desplazamiento hacia adelante de una importante cantidad de agua colapsada, (mezclada posiblemente, con escombros y arena).
3. Erosión activa durante el reflujos o retroceso de la masa de agua, (run off) antes de la llegada de la siguiente ola; y,
4. “Efecto de dique”, en zonas de desembocaduras de ríos y esteros; es un reflujos de las aguas de éstos, por ingreso de olas tsunami génicas a sus cauces, ocasionando inundaciones rápidas, pero de corta duración, en sus riberas. (Cruz, M., Vásquez, N., 2010).

En este contexto, conociendo la alta probabilidad de ocurrencia de un sismo tsunami génico, Esmeraldas evidencia mayor cantidad de edificaciones y de personas, donde antes no había. Esto obedece a la escasez de espacio en el sector comercial y céntrico de la ciudad y a la necesidad de incrementar el turismo, a fin de dinamizar la economía local. Los sectores que mejor representan esta realidad, son “Las Palmas” y el Puerto Marítimo, no obstante estar sujetos a las amenazas indicadas (Figuras 58-60).



Figura 58: Vista panorámica del sector de “Las Palmas y parte del Puerto Marítimo, al año 2012



Figura 59: Vista panorámica del mismo sector, cinco años después, 2017



Figura 60: Nuevo malecón de “Las Palmas” - Esmeraldas

En las instalaciones del Puerto Marítimo Nacional, hay muchos elementos sensibles a los efectos de un tsunami: la terminal de gas, centros comerciales, comedores públicos, oficinas de servicios del puerto, bodegas, instalaciones de la Armada Nacional, de la Escuela de la Marina Mercante, gasolineras, y últimamente, un edificio del Centro de Atención Ciudadana de Esmeraldas, que tiene un costo de 23,3 millones de dólares, según su propaganda. (Figuras 92 a 95). No se comprende cómo las instancias de control, conocedoras de estas amenazas, puedan autorizar estas construcciones, que son un polo de atracción de gran cantidad de personas, a zonas de riesgo.

Aledaño al sector de los puertos marítimos, dentro del área de amenaza de “efecto de ariete” de un potencial tsunami, se encuentran el Hospital Naval y el Servicio Integrado de Seguridad, ECU – 911. (Figura 96). Este último servicio, como ya se indicó en el diagnóstico, está interconectado con servicios similares en otras provincias, de tal manera que, de verse afectado o quedar fuera de servicio, inmediatamente las operaciones las asumirían los otros centros, por lo que la población no quedaría desprotegida. (Ing. Balanzátegui, W., Gerente del ECU -911 de Esmeraldas, comunicación personal, 2017).



Figura 61: Centro de Atención Ciudadana de Esmeraldas



Figura 62: Costo del Centro de Atención Ciudadana.



Figura 63: Locales comerciales en la zona del Puerto Marítimo Nacional



Figura 64: Escuela de la Marina Mercante (Pto. Nacional)

El área de influencia de tsunami, bajo amenaza de efecto de dique, de Norte a Sur, se inicia a partir de las calles Coronel y Av. Guayaquil, misma que más al Sur, en la intersección con la Av. Jaime Roldós Aguilera, cambia de nombre a Av. Pedro Vicente Maldonado. El límite de la terraza alta, donde se asienta el casco comercial de la ciudad, se podría decir, es la Av. P. Vicente Maldonado. La terraza alta tiene, en promedio, un desnivel aproximado de 6 metros con respecto al nivel del río Esmeraldas. Sin embargo, entre la P. V. Maldonado y Piedrahita, hasta la P.V. Maldonado y Quito, el desnivel baja considerablemente, hasta los 2 metros, aproximadamente, por encima del nivel del río, lo que incrementa el área inundable hasta la zona del Parque Infantil y la Escuela 21 de Septiembre. La ubicación de la terraza baja es fácilmente identificable, puesto

que, a pesar de las construcciones existentes, se aprecia bastante bien el relieve del terreno. (Figuras 97 y 98). Como se aprecia en las figuras indicadas, la infraestructura física es muy modesta e informal. Los vecinos de este sector son de condiciones económicas limitadas, por lo que no son sujetos de crédito bancario. Generalmente se dedican al comercio informal, o son empleados o sub-empleados en los negocios del casco comercial de la ciudad.

Estos sectores bajos y muy bajos, pertenecen al dominio fluvial, por lo que pueden ser inundables no solamente en condiciones de sismo – tsunami – efecto de dique, sino también por desbordamiento del río en época lluviosa; en estos casos, las inundaciones suelen ser lentas y de larga duración. Las terrazas bajas del río Esmeraldas, y la población que allí habita, están dentro del área de influencia de las amenazas: inundación fluvial y tsunamigénica. Cabe mencionarse que las inundaciones fluviales, en estos sectores, son recurrentes, de frecuencia anual. Por las consideraciones anteriores, la vulnerabilidad física, económica y de salud de los habitantes de estos sectores, es muy alta.



Figura 65: Instalaciones del servicio integrado ECU – 911



Figura 66: Av. P.V. Maldonado y Mejía: vista hacia el Este: desnivel de terraza alta a baja (calle Isla Sta. Cruz)

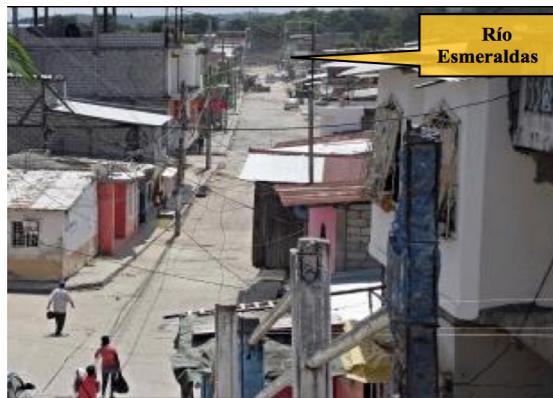


Figura 67: Desnivel de terraza alta a baja, vista hacia el río Esmeraldas (calle P.V. Maldonado y Estupiñán – sector “El Arenal”)

A fin de ilustrar el área de influencia y los efectos que se derivan de un tsunami, se incluye un Mapa de Inundaciones por Tsunami, modificado de Cruz, M. y de Arriaga, P., (Cruz, M, 1997; Arreaga, P. 2004), que muestra a dos colores, los efectos de un tsunami, (Figura 99). Los barrios Propicia I y Propicia II, al Sur de la ciudad, también se han asentado en una terraza baja del río Esmeraldas, claramente identificable por el marcado desnivel, de, aproximadamente,

5m a 6 metros desde la Av. Simón Plata Torres. (Figura 100). En el barrio “La Propicia I”, las casas ubicadas a lo largo de la calle Presidente Roldós, se encuentran también muy cerca de la orilla izquierda del río Teaone, por lo que este sector es susceptible de inundarse tanto por crecidas fluviales a causa de la lluvia, o por acción del efecto de dique de un potencial tsunami en Esmeraldas. (Figura 101). En estos barrios, existe importante infraestructura de servicios, susceptible de sufrir daños por inundación. De Norte a Sur se distinguen: Academia Naval Jambelí, Maternidad Virgen de la Buena Esperanza, Recinto Ferial Alberto Raad, SOLCA, (Figura 102), entre otras.

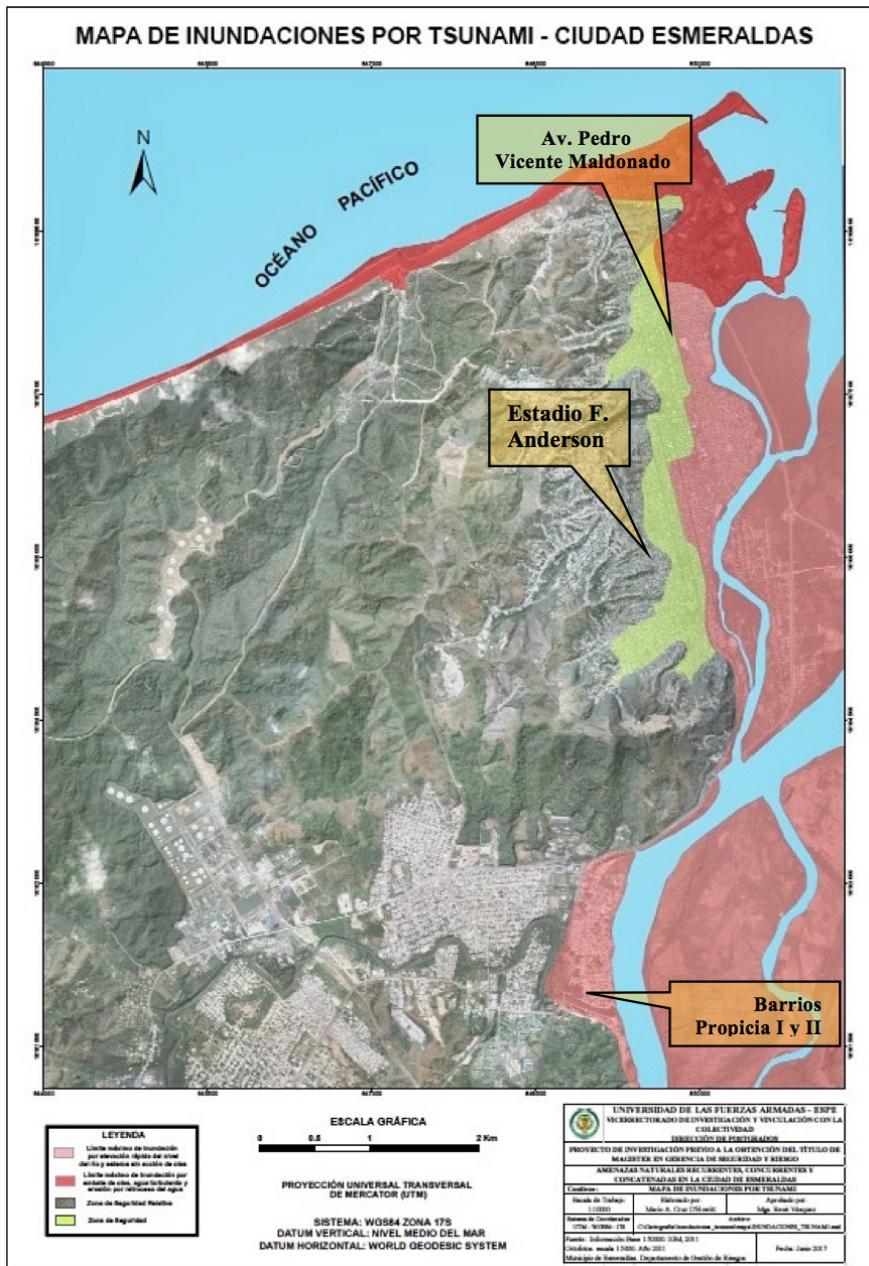


Figura 68: Mapa de Amenazas por tsunami. En rojo, zona expuesta al efecto de arriete. En rosado, zona expuesta al efecto de dique. Verde, zona de seguridad relativa. Fuente: Modificado de Cruz, M. 1997 & Arreaga, P. 2004.



Figura 69: Ingreso a “Propicia II” desde Av. Simón Plata Torres



Figura 70: Ingreso a “Propicia I” calle Presidente Roldós

Las propiedades ubicadas en la unión del río Teaone con el Esmeraldas, están dentro del área de influencia de inundación fluvial y tsunamigénica. A fin de tener una medida más precisa de los efectos que podría tener el efecto de dique de un potencial tsunami, cabe mencionarse que en el mes de febrero de 2016, luego de un período prolongado de lluvia, el río Esmeraldas desbordó sus aguas, e inundó estos barrios. La altura de inundación, en el sector de la unión del río Teaone con el Esmeraldas, alcanzó niveles de 1,70 metros de altura, afectando a los pisos bajos de las viviendas (Figura 103). Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, los habitantes consideran estos eventos como normales, a pesar de las pérdidas de sus enseres y bienes muebles, negándose a abandonar el área o a realizar obras de protección en la ribera, para retardar, minimizar o impedir futuras inundaciones. En este caso, a pesar del alto valor del riesgo, se lo asume.



Figura 71: Instalaciones de SOLCA - Propicia I



Figura 72: Altura de inundación fluvial en febrero de 2016, en el barrio “La Propicia I”

Inundaciones Fluviales

La amenaza por inundación fluvial es concurrente con la amenaza de un tsunami y su “efecto de dique”, en la mayor parte del área que ocupa la ciudad de Esmeraldas, excepto en el valle del río Teaone. (Figura 104). En éste, el área de influencia fluvial abarca las terrazas bajas del río, en

ambas orillas, cuyo desnivel está comprendido entre 1 y 5 metros. Ambas orillas del río Teaone se hallan muy pobladas, quedando muy pocos sectores en proceso de ocupación. Tomando la orilla derecha del río, en sentido Este – Oeste, uno de los barrios más afectados, es “La Concordia”, cuya terraza fluvial, sobre la que se asienta, está apenas a 1 metro sobre el nivel del río. (Figura 105). En consecuencia, cada año, luego de un período de lluvias prolongadas, el río inunda el 80% del barrio, alcanzando las aguas, en los sitios más cercanos al río, alturas de 1,60 metros sobre el nivel de la calle. (Figura 106).

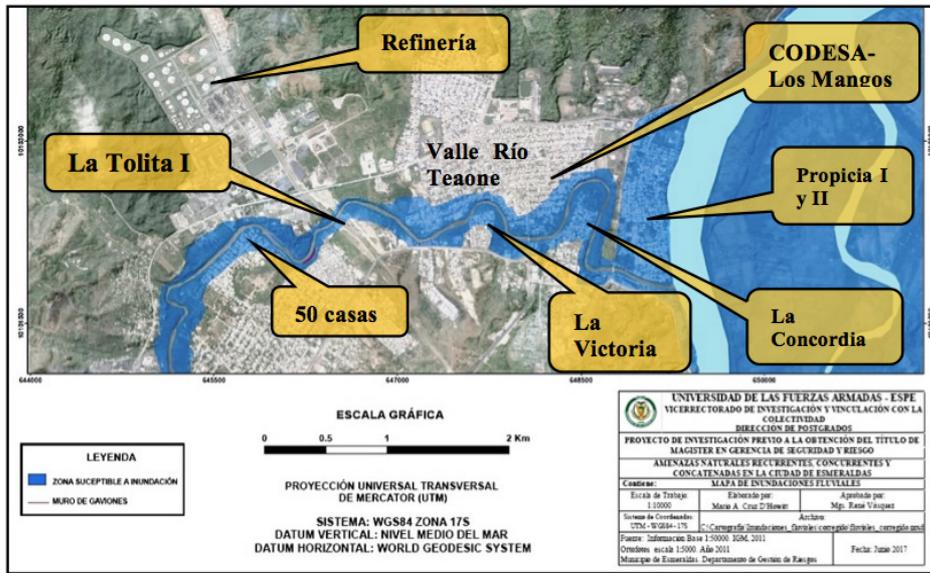


Figura 73: Valle del río Teaone y barrios vulnerables a inundaciones. Fuente: El autor, junio, 2017. Fragmento del Mapa de Inundaciones Fluviales

El barrio “La Victoria”, aldeaño al anterior, igualmente en sentido Este – Oeste, se levanta sobre la misma terraza baja, por lo que las inundaciones son una constante durante los meses de lluvia, aunque el grado de afectación es ligeramente menor, por la calidad de las construcciones, (Figura 107).



Figura 74: Terraza baja en el Barrio “La Concordia”



Figura 75: Barrio “La Concordia”, altura de inundación

El barrio “La Tolita I”, ocupa un área importante del valle. Para protegerse de las inundaciones se ha construido un muro de gaviones, (Figura 108), mismo que, actualmente, se encuentra sin mantenimiento; sin embargo, este sector aldeaño al río, (vía de ingreso al barrio “50 casas”), está protegido de las inundaciones, constituyendo una zona de seguridad y, a la vez, un ejemplo de las medidas de mitigación, o estructurales, que pueden adoptarse para protegerse de esta amenaza.

El barrio “La Tolita I”, ocupa un área importante del valle. Para protegerse de las inundaciones se ha construido un muro de gaviones, (Figura 108), mismo que, actualmente, se encuentra sin mantenimiento; sin embargo, este sector aldeaño al río, (vía de ingreso al barrio “50 casas”), está protegido de las inundaciones, constituyendo una zona de seguridad y, a la vez, un ejemplo de las medidas de mitigación, o estructurales, que pueden adoptarse para protegerse de esta amenaza.

El barrio más vulnerable en este sector, (orilla derecha del río Teaone), es el denominado “50 casas”, un asentamiento de hecho, que se encuentra muy cerca al río, habitado por personas de limitados recursos económicos, la mayoría sub-empleados o trabajadores informales, cuyas viviendas se han levantado sin ninguna planificación, muchas a ras del suelo, con materiales de dudosa calidad. (Figura 78).

Se trata de construcciones artesanales, de tipo mixto, (madera – caña – bloque, techo de zinc), lo que las hace más vulnerables, aún, a este tipo de amenazas. Al igual que en los otros barrios aldeaños al río, ocurren inundaciones en cada período lluvioso, afectándose los pisos bajos, muebles y enseres domésticos, por el ingreso del agua lodosa, que alcanza alturas de 1,36 m., desde el nivel de la calle. (Figura 79).



Figura 76: Tipo de construcciones - Barrio “La Victoria”



Figura 77: Muro de gaviones en el barrio “La Tolita I”



Figura 78: Viviendas cerca al río Teaone, Barrio “50 Casas”



Figura 79: Altura de inundación - Barrio “50 Casas”



Figura 80: Barriada vulnerable a inundaciones, al final de la Av. del Ejército



Figura 81: Vista hacia el Sur, Av. del Ejército

En este barrio se está construyendo el servicio de alcantarillado sanitario, por lo que se supone que el GAD Municipal ha legalizado estos asentamientos, a pesar del riesgo de inundaciones recurrentes de frecuencia anual, que soporta el sector. Aledaño a este barrio, se ubica el sector de “Inmaculada Concepción”, cuya vía de acceso principal es la Av. del Ejército. Esta avenida corre en sentido Sur – Norte, hasta terminar 40 metros antes del río Teaone. En este punto, se levanta una barriada marginal, con construcciones sin dirección técnica, y materiales de dudosa calidad (madera, bloque, caña, zinc). Este barrio, por estar junto al río, está dentro del área de influencia de las inundaciones periódicas, cuyos niveles de agua lodosa, alcanzan casi 1 metro, a partir de la calzada. Sin embargo, se le ha dotado del servicio eléctrico, por lo que, se supone, ha sido regularizado por el GAD Municipal. (Figura 111). metro, a partir de la calzada. Sin embargo, se le ha dotado del servicio eléctrico, por lo que, se supone, ha sido regularizado por el GAD Municipal. (Figura 111).

Aproximadamente a 100 metros al Sur de esta barriada, se levanta el Centro de Salud “Esmeraldas Sur”, (Figura 112), hasta donde, según versión de los pobladores, las inundaciones fluviales no llegan.

En la orilla izquierda del río Teaone, entre los barrios “La Propicia” y “15 de marzo”, detrás del Cuartel de Policía “Esmeraldas” y del Instituto Técnico “5 de Agosto”, se ubica el barrio “CODESA – Los mangos”, que se extiende hasta las orillas del río Teaone, y lateralmente hasta la avenida Universitaria, al Oeste. El sector que se encuentra expuesto a inundaciones, comprende una franja de 250 metros de ancho, que se extiende paralela al río, entre los límites del barrio. Se trata de la ocupación de terrazas bajas, que muestran un desnivel suave de 3 metros, con respecto a la terraza alta, donde se asienta la mayor parte del barrio. (Figura 113). La zona de seguridad, se inicia a partir de la calle Chile, donde está ubicada la escuela “Daniel Comboni” y la Casa Comunal. De allí hasta la avenida Jaime Hurtado Gonzáles y calle J, hasta terminar en la calle “E” (Escuela Eugenio Espejo).

Durante el período lluvioso del año 2016, el río anegó estos sectores bajos, afectando a muchas viviendas, cuyos pisos bajos se llenaron de lodo, hasta alturas de 1,20 metros, desde el piso. Se dañaron bienes muebles, y muchas familias abandonaron sus viviendas, hasta por dos meses, con grave perjuicio para su limitada economía. Al igual que en otros sectores, el GAD Municipal los ha dotado de servicios básicos, (Figura 114), por lo que, a pesar de la informalidad de las construcciones y la ocupación de zona de riesgo, cabría suponer que, es un barrio reconocido y legalizado por el GAD Municipal de Esmeraldas.



Figura 82: Ocupación de terrazas bajas del río Teaone (barrio Los Mangos)



Figura 83: Tipología de vivienda en la franja expuesta a inundaciones (CODESA – Los Mangos)

Deslizamientos y flujos de lodo

Como se indicó en el diagnóstico, el área de influencia de los deslizamientos y deslaves, (flujos de lodo), se circunscribe al sector colinado, al Oeste de la ciudad, incluyendo a las áreas de pie de monte. Las laderas de las colinas, independientemente de su pendiente, son susceptibles a perder sus condiciones de equilibrio, en situaciones de humedad, por las características intrínsecas de las arcillas, que las conforman. Luego del sismo de abril de 2016, no se produjeron deslizamientos, excepto algún desprendimiento puntual, de escasa importancia, en algún camino vecinal. Evidencias de campo, muestran que en los períodos secos no ocurren deslizamientos, por la compactación de las arcillas. La reptación del suelo y erosión superficial, disminuyen considerablemente. Esto significa que, en las condiciones de precario equilibrio en las que se encuentran las laderas, por el grado de deforestación, la alteración de sus pendientes, mal uso del suelo, etc., el evento detonante es el agua.

En efecto, datos de prensa del período lluvioso 2016, (Diario “La Hora”, 28 Enero de 2016, entre otros), dan cuenta de destrucción de viviendas por numerosos deslizamientos ocurridos después de largas horas de lluvia, en la ciudad de Esmeraldas, en los barrios asentados en laderas, en especial, en los alrededores del cerro “Gatazo”. En este trabajo, se realizó la fotointerpretación del sector colinado, para identificar deslizamientos activos, que afectan a la ciudad, y se elaboró un “Mapa de Deslizamientos de Esmeraldas”, mismo que se presenta en anexos, en escala apropiada. Las zonas donde existen grandes deslizamientos se muestran en la Figura 115, la mayoría de los cuales no han recibido ningún tratamiento de estabilización.

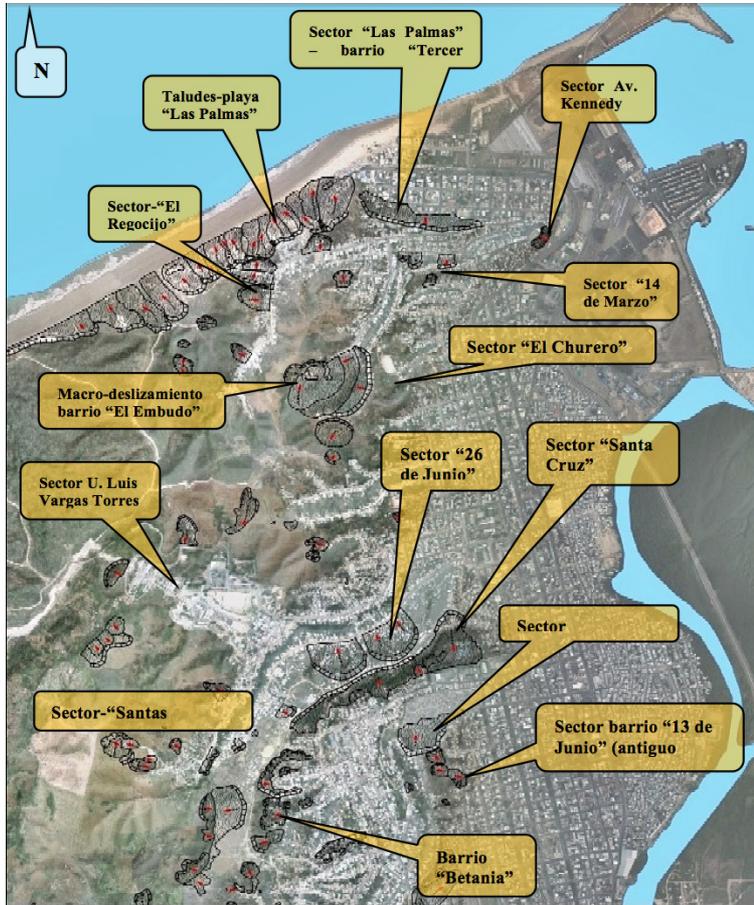


Figura 84: Deslizamientos activos en la parte Norte de la ciudad Esmeraldas. Fuente: El autor, junio, 2017. Fragmento del Mapa de Deslizamientos de Esmeraldas

En el sector Norte de la ciudad, los deslizamientos más grandes corresponden a los taludes de las colinas que están hacia la playa de “Las Palmas”. (Figura 116). Éstos suelen generar, dependiendo de su grado de saturación, pequeños flujos de lodo que se esparcen al pié del talud, en la zona de playa. Continúan activos hasta la presente.



Figura 85: Taludes inestables en la playa “Las Palmas” (Año 2012)



Figura 86: Erosión retrocedente en la corona, (año 2012)

Ya se mencionaron los macro-deslizamientos activos de “Las Palmas” y “Tercer Piso. A pesar de la cobertura vegetal que los disimula, al momento presentan reptación, erosión retrocedente de la corona, y pequeños flujos de lodo, activos en época lluviosa. (Figuras 117 y 118).

En el ingreso a “Las Palmas”, frente al Hospital Naval, sector de los barrios “Coquito Bajo” y “El Panecillo”, un talud en evidente desequilibrio, amenaza a una importante cantidad de viviendas que se alzan sobre la avenida Kennedy. (Figura 119). Se nota la informalidad de las construcciones y el deterioro ambiental (salubridad y paisajístico) en este sector.

Sobre los barrios “14 de Marzo”, “Regocijo” y “El Embudo” se observa un deslizamiento complejo, activo, que en condiciones de saturación, ha generado importantes flujos de lodo que se han dirigido, principalmente, al barrio “El Embudo”. Sin embargo, actualmente, hay una tendencia de ocupar esta parte alta, y, en el diagnóstico ya se detectaron viviendas, sobre el material removido por este deslizamiento. Como ocurre en todo el sector de colinas, en los barrios “Regocijo” y “14 de Marzo” existe reptación del suelo, activa en temporada de lluvias. Dependiendo de su grado de saturación en agua, el suelo en movimiento, puede generar flujos de tierra o lodo, que se esparcen al pie de las pendientes. (Figura 89).

Las colinas aledañas a la Universidad “Luis Vargas Torres”, muestran deslizamientos complejos, (rotacionales y planares), en precario equilibrio. Sin embargo, la deforestación y el crecimiento de la ciudad hacia esas zonas, incluyendo el sector de “Santas Vainas”, continua, sin que se tomen las medidas adecuadas para evitar, controlar o mitigar esta amenaza. (Figuras 121 y



Figura 87: Evidencias de reptación



Figura 88: Talud inestable sobre Av. Kennedy



Figura 89: Evidencias de reptación y flujos de lodo – barrio “14 de Marzo”

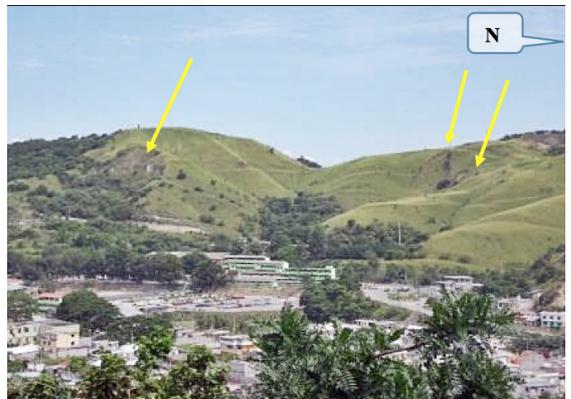


Figura 90: Deslizamientos activos sector “U. Luis Vargas Torres”



Figura 91: Deslizamientos complejos sector “Santas Vainas”

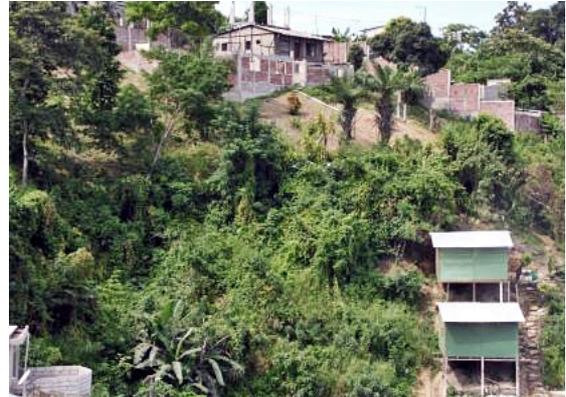


Figura 93: Viviendas tipo “rancho” en un deslizamiento activo Barrio “Nuevos Horizontes” – sector Cementerio.



Figura 92: Barrio “ Santa Cruz”, asentado en laderas inestables

122). Igualmente, las laderas de la “Loma Santa Cruz”, barrios “26 de Junio” y “Santa Cruz”, son inestables. Son evidentes procesos de reptación y flujos de lodo, que afectan a la infraestructura de viviendas y pública. Sin embargo, actualmente es un sector densamente poblado y dotado de la mayoría de servicios básicos, (Figura 123), por lo que se infiere, estará reconocido por el GAD Municipal como un asentamiento urbano totalmente regularizado.

El Cementerio de la ciudad, y el barrio “Nuevos Horizontes”, inmediatamente aledaño a él, igualmente, se ubican en laderas que han experimentado importantes deslizamientos, (fenómeno “El Niño”, 1977) y que, actualmente, se encuentran en precario equilibrio. Sin embargo, a más del Cementerio, existen viviendas tipo “ranchos”, construidas en los escarpes y material deslizado, lo que las hace muy vulnerables. (Figura 124). Ambos sectores presentan, al igual que los otros barrios asentados en laderas inestables, fenómenos de reptación de suelos y erosión por escorrentía superficial.

En el antiguo barrio “Iris”, hoy “13 de Junio”, se presentan inestabilidades en las laderas que miran al Este, hacia la zona central de la ciudad de esmeraldas. Se trata de deslizamientos rotacionales activos, con evidencias de reptación, a pesar de la cobertura vegetal existente. (Figura 125). A pesar de la existencia de escombros, en los alrededores de la corona, de estos deslizamientos, nada se ha hecho para controlarlos.



Figura 94: Escombros y reptación. Corona deslizamiento barrio “Iris” (actual “13 de Junio”)

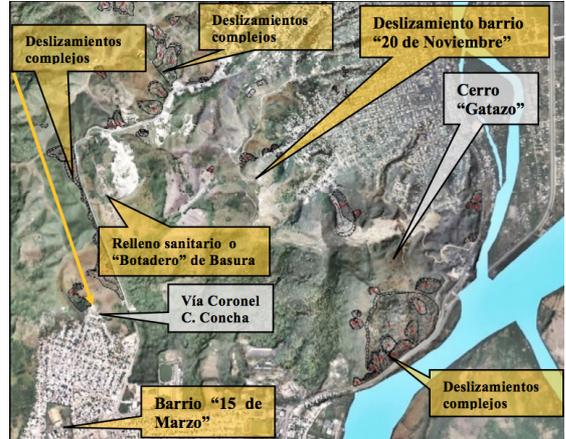


Figura 95: Fragmento Sur del “Mapa de deslizamientos de Esmeraldas”. Fuente: El autor, junio, 2017. Fragmento del Mapa de Deslizamientos de Esmeraldas

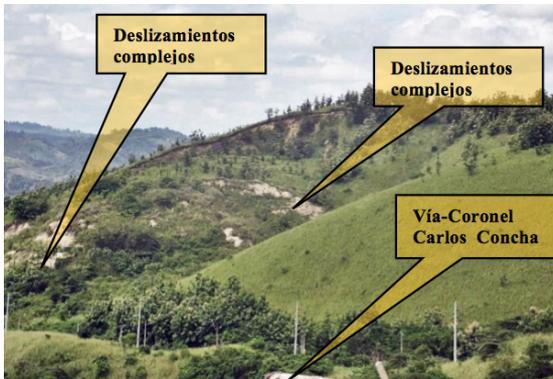


Figura 96: Mega-deslizamientos en la vía Coronel Carlos Concha, vistos hacia el Sur



Figura 97: Deslizamientos complejos en la vía Coronel Carlos Concha, vistos desde el barrio “13 de Abril”

A continuación se muestra la segunda parte del “Mapa de Deslizamientos de Esmeraldas”, (Figura 126), a fin de ubicar los deslizamientos activos más importantes en el Sur de la ciudad. Así, entre el barrio “15 de Marzo” y el relleno sanitario (“botadero” de basura), de la ciudad de Esmeraldas, a lo largo de la vía Coronel Carlos Concha, que es la alterna para ingresar al centro de la ciudad, se ubica la zona con mayor cantidad de deslizamientos activos. Se trata de un conjunto de deslizamientos complejos, ubicados, de manera preferencial al lado izquierdo de la vía Carlos Concha, en sentido Sur – Norte. (Figura 127). Entre el relleno sanitario y el ingreso a la ciudad (Barrio “13 de Abril” - Coliseo “Cayapas”) también existen importantes deslizamientos, que, eventualmente, podrían interrumpir la circulación vehicular en este sector. (Figura 128). El mismo barrio “13 de Abril”, presenta inestabilidades que, hasta hoy, no han sido tratadas. Allí, en 1997 ocurrió un deslizamiento planar, que destruyó gran parte de la infraestructura de viviendas, sin llegar a afectar mayormente al Coliseo.

La zona más susceptible a deslizarse, en esta zona, es la denominada “Gatazo”, de la cual, una parte se ha estabilizado técnicamente. Esta área litológicamente está compuesta de arcillolitas y estratos de arenisca fina, lo que la hace permeable y susceptible de saturarse, en profundidad, a partir de cualquier fuente de agua. En estas condiciones, los estratos arcillosos fluyen plásticamente, y, dependiendo del grado de saturación, incluso generan flujos de lodo. (Figura 98).



Figura 98: Deslizamiento y flujo de lodo. Barrio “20 de Noviembre”

En el antiguo ingreso a la zona central de la ciudad de Esmeraldas, se explotaron canteras para material de construcción, lo que derivó, con el tiempo, a la generación de deslizamientos complejos. Actualmente se ha construido un nuevo ingreso a la ciudad, para mitigar el riesgo que esta zona implica. Como se ve, los deslizamientos son amenazas concatenadas, resultado de las fuertes lluvias anuales; a su vez, los flujos de lodo y deslaves, son amenazas derivadas de los deslizamientos o inestabilidades del terreno, en general. De los resultados obtenidos, se puede afirmar que son dos las amenazas naturales que afectan a la ciudad de Esmeraldas: lluvias intensas, (incluyendo el fenómeno de “El Niño”), y sismos. De la primera amenaza, se derivan, concatenada y recurrentemente, con frecuencia anual, (excepto “El Niño”), inundaciones fluviales, deslizamientos y flujos de lodo. De la segunda, en forma concatenada o co sísmica, las inundaciones tsunami génicas, que son concurrentes a las zonas de inundación fluvial, excepto en el valle del río Teaone.

Los sismos, son también amenazas recurrentes, pero de frecuencia mucho más espaciada en el tiempo, con relación a las lluvias. Sin embargo, por las condiciones de suelos, geomorfológicas y constructivas, la ocurrencia de un terremoto de magnitudes cercanas a 7, en período lluvioso, tendría consecuencias catastróficas. En tales circunstancias, se tendría una situación de desastre complejo, de escala nacional, por la magnitud de los daños.

MEDIDAS PARA EL TRATAMIENTO DEL RIESGO

Introducción

Las medidas para el tratamiento del riesgo pueden ser de carácter estructural y no estructural, (prevención y mitigación). El tratamiento del riesgo que se propone, se sustenta en el enfoque moderno de Gestión del Riesgo, en contraste con el antiguo esquema fundamentalmente reactivo, del “Ciclo de los Desastres”, en donde al desastre se lo concebía como un suceso inevitable, por lo que había que estar “preparado” para la llegada de éste, mediante acciones ex ante y ex post, y esperar nuevamente la llegada de otro, cerrándose el ciclo. La Gestión del Riesgo no concibe al riesgo de desastre como un suceso inevitable, sino como un problema no resuelto del desarrollo. Al no ser un enfoque reactivo, la Gestión del Riesgo es, más bien, un conjunto de actividades que obedecen a una planificación gerencial para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a

través de medidas sistemáticas y continuas en el tiempo y transversales a todas las actividades de la sociedad, tendientes a intervenir un territorio para reducir los efectos negativos del riesgo y aceptar las consecuencias de éste, sin que se convierta en desastre. En consecuencia, la manifestación de un evento negativo, no tiene que necesariamente devenir en desastre, siempre y cuando haya existido un eficiente tratamiento del riesgo. Por ello, y para establecer un marco de referencia, se plantea una hipótesis extrema, acerca de cómo se vería afectada la ciudad de Esmeraldas, ante la ocurrencia de amenazas recurrentes, concurrentes y concatenadas, en temporada turística alta.

En los capítulos precedentes de diagnóstico y análisis de resultados, se determinó que las amenazas más severas que enfrenta la ciudad de Esmeraldas, son las hidro meteorológicas y sus concatenadas y los sismos. Ante ellas, la vulnerabilidad de la población es muy alta y la capacidad de respuesta general, es bastante limitada.

Las hidro-meteorológicas, (lluvias por período lluvioso anual o por el Fenómeno de “El Niño”), generan eventos negativos derivados o concatenados, como inundaciones fluviales, reptación de suelos en relieves colinados, procesos de erosión activa por escorrentía superficial difusa, y favorecen inestabilidades del terreno, en forma de deslizamientos. Éstos últimos, dependiendo del grado de saturación del suelo, pueden producir flujos de tierra o lodo, (deslaves), aún en pendientes moderadamente bajas, pero fuertemente deforestadas. Los sismos son eventos recurrentes y concurrentes en toda el área de la ciudad de Esmeraldas. La amenaza sísmica trae consigo efectos cosísmicos o concatenados, como tsunamis, y éstos, a su vez, efectos hidráulicos de “ariete”, de “dique” y erosión por reflujos. Los tsunamis son concurrentes a las áreas sujetas a inundación fluvial por crecidas extraordinarias del río Esmeraldas.

Según las experiencias del sismo de Bahía de Caráquez del 4 de agosto de 1998, y de Pedernales del 16 de abril de 2016, de dominio público, entonces la ocurrencia de un sismo con epicentro cercano a Esmeraldas, durante el período anual de lluvias o fenómeno de “El Niño”, expondría a la ciudad, a más de las afectaciones causadas por las inundaciones fluviales y deslizamientos, (con eventuales flujos de lodo), a fenómenos de licuación de arenas y al embate de olas de tsunami. La destrucción de la infraestructura física de la ciudad sería extraordinariamente alta, especialmente en los sectores aledaños al río Esmeraldas y al mar, considerando que el 80% de las construcciones no son sismo-resistentes, (Diario “El Comercio”, 2016. Edición Digital del 14 de enero). La cifra de heridos, muertos o desaparecidos sería igualmente muy elevada.

Para empeorar la situación, no se descartan incendios por derrame de combustibles y otras sustancias inflamables, contaminación ambiental por mezcla de escombros, basura, aguas servidas y por rotura de los sistemas de alcantarillado. Interrupción del servicio de energía eléctrica, comunicaciones, (radio, televisión, teléfonos fijos y móviles), caída del sistema ECU-911 de Esmeraldas por colapso o severo daño de su infraestructura (edificio, torres y antenas, carencia del recurso humano), y obstrucción parcial o total de la red vial de la ciudad. En estas circunstancias, sobre todo si el evento telúrico ocurre después de un largo y sostenido período de lluvias y en horas de la noche, sobrevendría un estado de caos, pánico e indefensión general en la población, por concurrencia de eventos concatenados en la ciudad, (deslizamientos, flujos de lodo, sismo y tsunami). Se sobrepasaría la capacidad de respuesta de los sistemas de socorro, salud y seguridad alimentaria. Entonces la ciudad entraría en crisis, que se extendería a todo el cantón, y probablemente a los cantones aledaños. A lo anterior, se sumaría la escasez de albergues adecuados para recibir a más del 70% de la población que resultaría afectada, (que se sumaría a la población golpeada por inundaciones y deslaves), e insuficientes recursos para atención inmediata a la población de las parroquias cercanas, igualmente en los aspectos de salud, seguridad alimentaria, techo y abrigo.

Daños u obstrucción de las vías de acceso al cantón, mal tiempo, (lluvias, tormentas eléctricas, ráfagas de viento, nubosidad baja), y destrucción parcial del aeropuerto, impedirían la llegada de ayuda externa a la ciudad. Marejadas y oleajes, y la destrucción parcial del puerto marítimo, serían obstáculos para el ingreso de ayuda por mar, al menos en las primeras horas post evento. De esta manera el país enfrentaría una situación de desastre muy grave y complejo, que probablemente rebasaría los límites de la economía y recursos nacionales, habida cuenta de que las actividades comerciales, incluyendo la petrolera, quedarían interrumpidas por algún tiempo. La situación social y económica de los esmeraldeños sería también muy grave, pudiéndose experimentar una crisis humanitaria sin precedentes en el Ecuador. Ante este sombrío pero realista panorama, y a fin de reducir al mínimo la probabilidad de que el riesgo por amenazas naturales recurrentes, concurrentes y concatenadas, llegue a niveles de desastre complejo en la ciudad, se proponen medidas para el tratamiento del riesgo, resultado del análisis y diagnóstico realizado, tendientes a crear mayores condiciones de resiliencia en la ciudad de Esmeraldas.

MEDIDAS PROPUESTAS

Organismos de respuesta o de atención inmediata:

Política: Fortalecer la capacidad de respuesta

Se propone que los Organismos de atención inmediata y socorro, agrupados en el Sistema Integrado ECU – 911 de Esmeraldas, (Bomberos, Policía Nacional, Cruz Roja), elaboren o actualicen sus Planes de Emergencia de manera particular, según sus especificidades, considerando la probable ocurrencia de un desastre complejo, en donde, el exceso de llamadas o el colapso de antenas y repetidoras más la interrupción de la energía eléctrica, afectaría sensiblemente su sistema de comunicaciones ya sea radial o telefónico. Así mismo, la movilización de sus unidades debe responder a una detallada planificación, que trate de abarcar los sectores de alto riesgo en el menor tiempo posible, pero previniendo la posibilidad de eventuales interrupciones, ya sea por tráfico desordenado, daños u obstáculos en las calles, como postes de alumbrado caídos, o escombros de cualquier naturaleza, que impidan la circulación. En estos casos, habrá de preverse vías o accesos alternos. Cabe mencionar que el sentido de circulación de calles y avenidas podría ser un obstáculo peligroso para la circulación de las unidades en situación de emergencia, porque ciertas vías podrían ser de sentido contrario a la circulación de los vehículos de socorro, mismos que, aunque estén exhibiendo sus luces y sirenas, podrían sufrir accidentes de tránsito.

El colapso de la red de agua potable podría suponer un problema de abastecimiento para el Cuerpo de Bomberos. Por tanto, se propone que esta institución analice esta eventualidad y prevea solventar este problema. Así mismo, dentro de las políticas de esa institución, se debe contemplar, a más de la preparación del talento humano, planes y programas para adquisición de equipos y su mantenimiento, reparación o reposición de ellos. Esto último se podría lograr con programas de autogestión, y desarrollando proyectos de cooperación con organizaciones no gubernamentales internacionales, que suelen apoyar las iniciativas de los organismos de socorro. El Sistema Integrado de seguridad ECU – 911 de Esmeraldas, ubicado en zona de riesgo de inundación por tsunamis, tendría que evacuar a su personal. Aunque el ECU – 911 tiene previsto en su Plan de Emergencia, transferir el control a otra provincia, (Manabí o Pichincha), se propone que incluya en su Plan, la posibilidad de desastre complejo, en donde sus cámaras de vigilancia podrían dejar de operar.

Ante el colapso de los sistemas de comunicaciones y de energía eléctrica, como sucedió luego del sismo de Bahía de Caráquez en el año 1998, el Plan del ECU – 911 debe complementarse con estrategias que permitan superar la posibilidad de incomunicación, más aún, si el control de las operaciones se realizaría desde otra provincia.

Representaciones Ministeriales en Esmeraldas y Gobierno Autónomo

Descentralizado Provincial de Esmeraldas (GADPE):

Política: Mejorar la comunicación y las relaciones de cooperación inter-institucional

Se propone que la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, a través de su Coordinación Zonal, convoque a los integrantes del Comité de Operaciones de Emergencia, (COE), cantonal, para promover la elaboración de Planes de Emergencia del Cantón: un plan conjunto, propio del COE cantonal, que incluya acciones de respuesta conjunta ante una situación de desastre complejo, con estrategias claras de comunicación, coordinación y cooperación inter-institucional.

Adicionalmente, se propone que cada representación ministerial, por separado, elabore, actualice o complemente su Plan de Emergencia, tomando en cuenta el escenario de desastre complejo, en donde se establezcan claramente las acciones de respuesta y apoyo que demandaría la ciudad de Esmeraldas, en temas de seguridad, salud, salubridad, seguridad alimentaria y provisión de agua, albergues, recursos económicos, entre otros. Se plantea que los planes propios de cada representación ministerial, se socialicen en talleres diseñados para el efecto, al interior del COE cantonal, a fin de establecer las coordinaciones necesarias y afianzar la cooperación inter-institucional, conforme a las posibilidades de cada entidad estatal.

Con respecto al GAD Provincia de Esmeraldas, considerando el hecho de que “los riesgos no dependen de los límites político – administrativos” (Salazar, R, & Urbano F, 2014), se plantea que exista en el Gobierno Provincial una planificación tal, que permita dar seguimiento y continuidad a sus Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial provincial y de los cantones de la provincia. Adicionalmente, se propone que en los GAD cantonales exista un calendario de reuniones y talleres, para discutir el grado de avance y ejecución de sus Planes, y priorizar las políticas relacionadas con la Gestión de Riesgos, Ordenamiento Territorial y la protección a la población en situación de riesgo.

Los fondos necesarios para implementar muchas de las políticas y estrategias que constan en sus planes, podrían provenir de organizaciones internacionales y Organizaciones No Gubernamentales (ONG), mediante convenios de cooperación, y de las empresas privadas, en especial las relacionadas al comercio, a la industria y palmicultoras.

Política: Reducción de la vulnerabilidad global de la ciudad de Esmeraldas

Se propone que las representaciones ministeriales en Esmeraldas, la Coordinación Zonal de Gestión de Riesgos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, (SNGR), y la Gobernación de Esmeraldas, implementen políticas para que la Gestión del Riesgo sea, efectivamente, un componente transversal en todos los procesos del Estado, (administrativos, educativos, sociales, políticos). Así, se comenzaría a crear resiliencia ante los riesgos que enfrenta la ciudad. En ese mismo contexto, se plantea que la Coordinación Zonal de Gestión de Riesgos de la SNGR, conjuntamente con la Gobernación de Esmeraldas, impulsen un plan de elaboración, ejecución

y evaluación de planes de contingencia en las instituciones del Estado, con participación de todos los actores, directivos y funcionarios. Así se fortalecería la capacidad de respuesta institucional y se evitarían situaciones de pánico al enfrentar un evento negativo. De igual manera, se plantea la necesidad de que la representación del Ministerio de Educación en Esmeraldas, conjuntamente con la Coordinación Zonal de Gestión de Riesgos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, (SNGR), y el GADME, elaboren proyectos de educación en riesgos, aplicables de manera transversal a los programas de educación básica y media, para los estudiantes de la ciudad de Esmeraldas. Para este fin, se propone la colaboración de estudiantes universitarios de los últimos niveles de las Carreras de Educación del país, bajo la figura de prácticas profesionales o programas de vinculación con la colectividad. Estos proyectos educativos, de tener el nivel de éxito esperado, se aplicarían, a manera de charlas, a la población de los barrios en situación de riesgo, según un calendario previamente acordado.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Esmeraldas, (GADME)

En vista de que el GADME tiene competencia directa en la administración del cantón Esmeraldas, incluyendo el manejo de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades en el cantón, existen propuestas específicas para propender al fortalecimiento institucional de ese Gobierno Cantonal, y de mitigación de riesgos ante las multi – amenazas que enfrenta la ciudad.

Política: Fortalecimiento institucional, mediante la capacitación de su talento humano técnico

Se propone que el Departamento de Riesgos y Cambio Climático del GADME, recopile, sistematice y analice la información sobre riesgos, amenazas y vulnerabilidades de la ciudad de Esmeraldas, generada en años anteriores por Organismos Internacionales y ONG, que trabajaron conjuntamente con ese GAD Municipal, a través de proyectos de cooperación, y las generadas en las universidades del País, a través de Proyectos de Grado, Tesinas y Monografías de cuarto nivel. Esos documentos están disponibles en las bibliotecas y repositorios digitales de las instituciones de educación superior. Ante la escasez de recursos humanos calificados, se plantea que el mencionado departamento se apoye en los estudiantes universitarios de esa ciudad, los que se encargarían de la recopilación y sistematización de la información existente, bajo la figura de prácticas pre-profesionales o vinculación con la comunidad. Existe la necesidad de que paralelamente a la búsqueda y sistematización de la información, se analice con detenimiento cada documento. De esta manera se fortalecería la capacidad técnica del talento humano de esa dependencia municipal.

Política: Mejoramiento de las capacidades de comunicación y coordinación al interior del GADME

Como complemento a la propuesta anterior, y dada la importancia de la información existente sobre riesgos y planes de contingencia, en Esmeraldas, se plantea la necesidad de que el Departamento de Riesgos y Cambio Climático del GADME, luego del análisis respectivo, haga llegar a los diferentes Departamentos del Gobierno Municipal, un informe ejecutivo en el que se detalle el estado del arte en la temática de riesgos en Esmeraldas, la participación de ese departamento en el levantamiento de la información y presente, en

reunión plenaria, los proyectos en ejecución y por ejecutarse, subrayando los objetivos a alcanzar y las estrategias para lograrlo.

De esta manera, las otras dependencias podrán coordinar o complementar estas iniciativas, acorde a las necesidades actuales y medios disponibles, evitándose la duplicidad de acciones o la paralización de planes y proyectos, cuya continuidad es importante para la ciudad:

- Proyecto de reasentamiento de personas que ocupan zonas de riesgo.
Ejecución de obras civiles para mitigar las inundaciones fluviales.
- Plan de limpieza y mantenimiento de canales de evacuación de aguas lluvias y lodo.
- Plan para evitar la expansión de asentamientos informales, en sectores expuestos a amenazas.
- Plan para evitar la consolidación de asentamientos de hecho, especialmente en zonas de riesgo.
- Proyecto instrumentación de acciones de mejoramiento y regularización dominial en las zonas peri-urbanas de la ciudad.
- Plan para impulsar el funcionamiento permanente del sistema cantonal de gestión integral de riesgos.
- Formulación de planes de contingencia institucional.
- Formulación del plan de reactivación de líneas vitales (seguridad alimentaria, agua, energía, comunicación y vialidad), en casos de desastres

Política: Aplicabilidad del “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 – 2022”

El GAD Municipal de Esmeraldas cuenta con su respectivo “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 – 2022”. En éste expone una planificación cantonal y visión futura, al año 2022, sobre la base del análisis de factores ambientales, socio-culturales, asentamientos humanos, económicos y político-institucionales del cantón. Sin embargo no se conocen los avances en la implementación del mismo. En consecuencia, se plantea que el GADME, sobre la base una planificación acorde a sus recursos humanos y económicos actuales, realice el seguimiento y actualización respectiva, evaluando la efectividad, aplicabilidad y pertinencia de los planes y metas concebidos hace 5 años, mejorándolo o complementándolo con proyectos tendientes a mitigar la vulnerabilidad creciente de la población, en sus condiciones actuales.

Política: Mejoras al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012 – 2022

Se plantea la necesidad de que el GADME modifique su Plan de Desarrollo, complementándolo con proyectos tendientes a reducir la vulnerabilidad creciente de los habitantes de la ciudad. En este contexto, se propone:

Que el Plan de Ordenamiento Territorial, (POT), al 2022, incluya estrategias para evitar el crecimiento desordenado de la ciudad, evitar los asentamientos en zonas de riesgo y facilitar la reubicación de familias de limitados recursos económicos que, actualmente están asentadas en zonas de alta exposición.

Diseñar un proyecto de reforestación y revegetación de laderas y colinas, en los sectores altos de la ciudad, para minimizar el riesgo de deslizamientos y deslaves. Podría incluir la colaboración de estudiantes y fuerzas vivas de Esmeraldas.

Elaborar un proyecto de Ordenanza Municipal para controlar la alta informalidad en las construcciones de la ciudad. Complementariamente, se propone un elaborar un Proyecto

de asesoramiento o acompañamiento gratuito, para personas de escasos recursos, durante la construcción de sus viviendas, con la participación de estudiantes universitarios de Ingeniería Civil o Arquitectura.

Diseñar un proyecto para la actualización y completitud de la información catastral, especialmente en los sectores peri-urbanos, con la colaboración de estudiantes universitarios y el acompañamiento técnico del GADME.

Elaborar un Plan de mitigación del riesgo para el sector colinado, que incluya medidas estructurales y no estructurales para reducir la vulnerabilidad ante deslizamientos y deslaves, considerando el diagnóstico realizado.

Elaborar un proyecto de Ordenanza Municipal que obligue a realizar estudios de suelos, previo a la construcción de cualquier obra civil.

Elaborar un proyecto de Ordenanza Municipal que prohíba construcciones con “pisos blandos” y exceso de volados, terrazas y balcones, a fin de mantener la uniformidad de la construcción, y hacerla menos vulnerable ante sismos.

Diseñar un Plan de Supervisión de obras civiles en construcción, para asegurar el fiel cumplimiento de planos y diseños aprobados por la Municipalidad. Podría incluir la colaboración de estudiantes universitarios de las Carreras de Ingeniería y Arquitectura.

Diseñar un Plan para el reforzamiento de viviendas de construcción artesanal, con la participación de estudiantes universitarios de Carreras afines, y la participación de la comunidad, para reducir el riesgo de colapso o afectación severa ante sismos.

Política: Reducción de la vulnerabilidad creciente y condiciones de riesgo futuro:

Se plantea que el GADME, a través de una Ordenanza, prohíba definitivamente la construcción de edificios públicos, de servicios y urbanizaciones en áreas de riesgo. Para ello se plantea que el Gobierno Municipal, a través de su Departamento de Riesgos y Cambio Climático, con la colaboración de las universidades, bajo la figura de Tesis y Proyectos de Grado, realice:

Identificación nuevas áreas de seguridad, con fines de Ordenamiento Urbano, para la construcción de edificios públicos y viviendas.

Programas de monitoreo de los asentamientos ubicados en zona de riesgo, para evitar su expansión y propender a la reubicación de la población que vive en zona de riesgo.

Estabilización de laderas en los sectores colinados (“Las Palmas”, Guacharaca, Cocoy y otros barrios de Esmeraldas)

Diseño de viviendas sismo-resistentes

Diseño de obras civiles portuarias, tendientes a mitigar los daños por tsunamis

Diseño de obras de protección para el malecón de “Las Palmas”

Diseño o actualización de Planes de Emergencia y Contingencia institucional, parroquial, barrial en Esmeraldas

Comité de Operaciones de Emergencia, (COE) cantonal

Política: Crear condiciones de resiliencia en la ciudad de Esmeraldas

El Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, en su Artículo No.24 indica que el COE cantonal tiene la función de garantizar que las acciones, planes y proyectos de mitigación ante cualquier evento adverso se cumplan, según las prioridades del cantón.

El COE, al estar presidido por el Sr. Alcalde de la ciudad, e integrado por autoridades provinciales y cantonales, representaciones ministeriales, Fuerzas Armadas y Policía, Empresas

públicas, Cuerpo de Bomberos y otras entidades de respuesta, es la instancia más adecuada para socializar los proyectos, planes y programas de reducción de riesgos y vulnerabilidades que mantiene el GADME.

En tal virtud, se plantea que el Gobierno Municipal exponga ante el COE cantonal, el estado de avance y aplicación de su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial y sus planes, programas, proyectos y medidas estructurales tendientes a controlar o mitigar los riesgos por amenazas recurrentes, concurrentes y concatenadas, que enfrenta la ciudad de Esmeraldas.

Conociendo que los planes y proyectos del Departamento de Riesgos y Cambio Climático del GADME están retrasados o suspendidos por factores económicos, necesidad de talento humano calificado, entre otros, y siendo indispensables para crear condiciones de resiliencia en la ciudad, se plantea que, a través de las Mesas Técnicas de Trabajo con las que opera el COE, los planes y proyectos indicados se coordinen e integren a los sectores públicos y privados, para asegurar su continuidad y sostenibilidad en el tiempo.

Se han elaborado Planes de Contingencia y Emergencia para la ciudad de Esmeraldas ante inundaciones fluviales, tsunamis, deslizamientos e incendios, por instituciones como Instituto Oceanográfico de la Armada Nacional, (INOCAR), y el mismo COE Cantonal. Sin embargo muy pocas veces se los ha leído, analizado o ejecutado. Otros, realizados a través de Tesis y Proyectos de titulación, en las Universidades del país, son poco conocidos en el COE cantonal o en las unidades de Gestión de Riesgos de las instituciones estatales con representación en Esmeraldas.

Por lo tanto, se plantea que sea el COE cantonal, quién, a través de las Mesas Técnicas de Trabajo, en coordinación con el Departamento de Riesgos y Cambio Climático del GADME, se encargue y responsabilice de recopilar y analizar esta información y, sobre esta base actualizar sus Planes, aplicarlos y evaluarlos continuamente, según un calendario establecido y coordinado al interior del COE, para mejorar la capacidad de respuesta institucional, poblacional, administrativa y política, e ir construyendo condiciones de resiliencia en la ciudad de Esmeraldas.

Política: Fortalecer la capacidad de respuesta de la población

Aprovechando una de las fortalezas de la sociedad actual, el acceso inmediato a la información a través de las TIC's, (redes sociales, radio y televisión), se propone que sea el COE cantonal, a través de sus Mesas Técnicas de Trabajo, quién se responsabilice de la elaboración y difusión de cortometrajes, "spots" publicitarios y mensajes educativos sobre riesgos y auto protección ciudadana, a ser difundidos a través de la radio, televisión, telefonía celular y redes sociales. Así se iría afianzando una cultura de prevención en la sociedad esmeraldeña y se modificaría la actitud pasiva – reactiva de la población y autoridades.

Política: Elevar la calidad de vida de la población

Aunque el tema de baja calidad de vida de la población está fuera del ámbito de este trabajo, se propone que sea el COE cantonal, quien asuma la tarea de mejorar la calidad de vida y elevar el poder adquisitivo de la población peri-urbana de la ciudad, mediante la creación de oportunidades o "nichos" de trabajo, a través de la implementación de talleres comunitarios para elaboración y venta de artesanías, alimentos típicos, difusión del folclor y cultura esmeraldeña, entre otros emprendimientos orientados al sector turístico, que actualmente ha tomado impulso en la ciudad. De esta manera, la población, al mejorar su capacidad adquisitiva, estará elevando

también su capacidad de respuesta, económicamente hablando, ante las adversidades de su entorno, contribuyendo así, a la construcción de una sociedad resiliente ante los riesgos, que tanta falta hace en el país

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La ciudad de Esmeraldas no se encuentra preparada para enfrentar riesgos de desastres derivados de amenazas recurrentes, concurrentes y concatenadas.

En la ciudad de Esmeraldas están presentes las condiciones necesarias para que la manifestación de amenazas naturales recurrentes, concatenadas y concurrentes generen un desastre de magnitud.

Las amenazas más severas que enfrenta la ciudad de Esmeraldas, son:

Sismos y sus efectos concurrentes y concatenados (licuación de arenas, tsunamis).

Hidrometeorológicas / océano - atmosféricas y sus efectos recurrentes y concatenados (inundaciones, deslizamientos, flujos de lodo y reptación del suelo).

El factor detonante de las inestabilidades del terreno, (reptación, deslizamientos), en Esmeraldas, es la saturación del suelo con aguas meteóricas, de riego o servidas, en zonas con relieves colinados, altamente deforestados.

Existe debilidad institucional, evidenciada por discrepancias, descoordinación administrativa y operativa al interior de las instituciones del Estado con representación en Esmeraldas, entre éstas y el GAD Municipal y dentro de éste mismo.

Subsiste el crecimiento acelerado y desordenado de la ciudad, bajo el esquema histórico de la apropiación ilegal de tierras. En estas circunstancias, es difícil mantener registros catastrales completos y actualizados, dotar de servicios esenciales a estos sectores, y aplicar acciones destinadas a mitigar el riesgo de desastres.

Recomendaciones

El Gobierno Cantonal de Esmeraldas debe analizar las medidas para el tratamiento del riesgo en la ciudad, propuestas en esta investigación, a fin de mejorar su capacidad de respuesta ante las amenazas consideradas.

Previo al otorgamiento de permisos de construcción de obras civiles, el GAD Municipal debe exigir, entre la documentación pertinente, diseños sismo-resistentes, estudios de suelo, supervisión técnica, el empleo de materiales de buena calidad y el no uso de la arena de playa.

El Gobierno municipal, a través de la unidad administrativa correspondiente, debe verificar que durante la construcción de una obra física, se cumpla fielmente con el diseño y especificaciones presentadas en la documentación, objeto de aprobación.

El Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas, debe exigir y controlar que exista, en las instituciones públicas y privadas, Planes de Emergencia o Contingencia, según el caso, debidamente estructurados, actualizados y evaluados, acorde a las particularidades de cada institución y a los riesgos identificados por ellas.

El COE cantonal, a través de la instancia correspondiente, debe vigilar y controlar la expansión urbana desordenada y propender la reforestación del sector colinado de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

- Arreaga, P. (2004). *Análisis de riesgo por tsunami en la ciudad de Esmeraldas. Plan de Contingencia Frente a Tsunamis*. Guayaquil: Tesis de Grado ESPOL.
- Arroyo, M., J. (2015). *Estudio de susceptibilidad por fenómenos de geodinámica*. Quito: Tesis de Grado, Univ. Central del Ecuador.
- Barillas, M. (2008). *Guía Metodológica Para La Evaluación de Zonas Susceptibles a deslizamientos disparados por lluvias*. Servicios Geológicos Profesionales. Guatemala.
- Barriga López, F. (2015). *Historia de los desastres naturales en el Ecuador*. (I. g. IGM, Ed.) Quito, Ecuador: Academia Nacional de Historia_IPGH_IGM.
- Bristow, C.R., y Hoffstetter, R. (1977). *Lexique Stratigraphique International* (Vol. V). París: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Cardona O.D. (2003). *La noción de riesgo desde la perspectiva de los desastres*. Manizales: Banco Interamericano de Desarrollo, BID - Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Obtenido de: <http://idea.unalmz.edu.co/documentos/01%20Marco%20Conceptual%20BID-IDEA%20Fase%20I.pdf>
- Cardona, O. D. (Junio de 2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2016, de: http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf
- Charpentier, A., Tuso, L., Cruz, M. (2013) *Propuesta de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para la ciudad de Esmeraldas, provincia de Esmeraldas, Ecuador, mediante un modelo espacial*. Tesis de pre-Grado. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Sangolquí, Ecuador.
- Chunga, K., et al. (2017). *Estimación del riesgo sísmico en Esmeraldas, Ecuador*. En prensa.
- Chunga, K., Martillo, C., Pazmiño, N. et.al. (2013). *Estimación de máximos niveles de sismicidad para el Litoral Ecuatoriano a través de la integración de datos geológicos y sismotectónicos*. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 73-86.
- Comunidad Andina, d. (2009). *Estrategia andina para la prevención y atención de desastres*. Decisión número 713 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. Recuperado el 4 de enero de 2017, de: www.comunidadandina.org/upload/201608261303EstrategiaAndina.pdf
- Constitución Política de la R. Ecuador. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador* Asamblea Constituyente. Sección Novena. Gestión del riesgo. Artículo 389. Recuperado el 11 de diciembre de: 2016, de: www.Asamblea.nacional.gob.ec/sites/default/files/.../old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Contreras, M. (2014). *Riesgo de Tsunami en Ecuador*. Revista *INGENIUS*, 67-75. Universidad Politécnica Salesiana, Ed. Quito.
- Cruz, M. y Vásquez, N. (1997). *Mapa de amenazas por tsunami en la ciudad de Esmeraldas*. Dirección de Defensa Civil – ESPE. Quito. No publicado.
- Cruz, M. y Vásquez, N. (2010). *Elaboración de 33 Cartas – Croquis de Amenazas por Tsunami y Análisis de Riesgos en la Costa Ecuatoriana, utilizando indicadores geomorfológicos y socio ambientales*. (A. Tierra, Ed.) Revista Geoespacial N°7, 1-20. Universidad ESPE, Sangolquí.
- Cruz, M., Acosta, C., Vásquez, N. (2005). *Riesgos por tsunami en la Costa Ecuatoriana*. (A. Tierra, Ed.) Revista Geoespacial N°2, 19-32. Universidad ESPE, Sangolquí.
- Daya, J.S, Watts, et.al. (2005). *Mechanical models of the 1975 Kalapana, Hawaii*. Revista Marine Geology 215, 59-92. USA.
- D’Ercole, R. y Trujillo, M., Demoraes, F. (2003). *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador*. Cooperazione Internazionale (COOPI), IRD-OXFAM). Quito. Obtenido el 21 de junio de 2017, de: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-03/010032419.pdf
- Diario El Telegrafo. (2016). Edición digital, 17 de abril de 2016.
- Diario La Hora Nacional. (2016). *10 normas de construcción regulan nuevas edificaciones*. Edición digital del 09 de mayo de 2016, en Noticias Esmeraldas.

- Diario El Comercio. (2016). *Los sismos frecuentes inquietan a Esmeraldas*. Edición digital del 14 de enero de 2016. Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/sismos-esmeraldas-temblores-danos-viviendas.html>
- Diario El Comercio. (2016). *Arg. Fernando Almeida* en Diario "El Comercio, 23 de abril de 2016, Edición digital. Recuperado el 5 de Agosto de 2016, de: <http://especiales.elcomercio.com/2016/07/manabi/>
- Diccionario RAE (2010). *Concepto de resiliencia*. Real Academia de la Lengua Española-RAE. Recuperado el 15 de Abril de 2017 de: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=resiliencia>
- Egred, J. (s.f.). citado en: *A 105 años del terremoto y tsunami de Esmeraldas ¿Está el Ecuador preparado para un evento similar?* Instituto Geofísico – EPN, Obtenido de: <http://www.igepn.edu.ec/servicios/sismologia>
- EIRD (2004). *Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres en las Américas- EIRD. Recuperado el 12 de Abril de 2017, de: <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>
- Elorza, M. G. (2008). *Geomorfología*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Escobar, G. D. (2000). *Riesgo en la zona andina tropical por laderas inestables. Manizales, Colombia*. Obtenido de: <http://books.duhnae.com/2017/mar/148940728839-Duque-Escobar-Gonzalo---Riesgo-en-la-zona-andina-tropical-por-laderas-inestables---Riesgo-Suelos-ZAT.php?lang=en>
- Estacio, J., Narváez, N., Yépez, F. et. al. (2013). *Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal. Perfil Territorial del Cantón Esmeraldas*. Universidad técnica del Norte- PNUD-SNGR. Ibarra.
- Estupiñán T., Betto. (2013). *Políticas locales de cambio climático en el Cantón Esmeraldas 2013-2014*. Tesis de Grado, Instituto de Altos Estudios Nacionales, IAEN. Quito.
- Espinoza, J. (1992). *Impactos de fenómenos oceánicos*. Acta Oceanográfica, INOCAR. Recuperado el 4 de diciembre de 2016, de: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2006/CD-1/pdf/spa/doc9219/doc9219-contenido.pdf>
- Espinoza, J. (1992). *Terremotos tsunamigénicos en el Ecuador*. Acta Oceanográfica del Pacífico Ecuador 7. Recuperado el 18 de diciembre de 2016, de: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/2181>
- FEMA. (2005). *Tsunami Hazards: Coastal Flood Hazard Analysis And Mapping Guidelines*. (P. C. Shyamal Chowdhury, Ed.) USA.
- Florent Demoraes, Robert D'Ercole. (2011). *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en Ecuador*. IRD Francia. Recuperado el 19 de diciembre de 2016, de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01292338>
- GAD Cantón Esmeraldas. (2012). *Estrategia de Gestión de Riesgos y Desastres para el Cantón Esmeraldas*. Esmeraldas, Ecuador. Obtenido el 21 de junio de 2017, de: http://www.eird.org/wikies/images/EstrategiaGdR_cant%C3%B3n_Esmeraldas2_OXFAM.pdf
- GAD Provincial de Esmeraldas. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Esmeraldas 2015 – 2025*. Esmeraldas: GADPE - Prefectura de Esmeraldas. Obtenido el 21 de junio de 2017, de: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplus_documento_final/0860000160001_PDOT%20ACTUALIZACION%202015_18-08-2015_12-32-18.pdf
- García-Tornel, F. C. (1997). *Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos*. (U. d. Barcelona, Ed.) Revista Scripta Nova (10). Barcelona, España.
- Ghobaraha, A., Saaticioglu, M. et al. (2006). *The impact of the 26 December 2004 earthquake and tsunami on structures and infrastructure*. Engineering Structures, 28(28), 312-326.
- Giráldez, J. V. (2014). *Manual de Técnicas de Estabilización Biotécnica en Taludes de Infraestructuras de Obra Civil*. (U. d.-A. Andalucía, Ed.), Andalucía, España.
- Gobierno de los Estados Unidos. (2017). *El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*. Recuperado el 21 de 05 de 2017, de: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/>

- Gonzales, A. (2015). *Historia universal Religión Azteca y Dioses*. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de: <http://www.historiacultural.com/2015/09/religion-azteca-y-dioses.html>
- Granados, D. (2010). *Ubicación de un sistema de señalización frente a la amenaza de tsunamis para las playas de la provincia de Esmeraldas*. Monografía de Grado. Instituto de Altos estudios Nacionales, IAEN, Quito.
- Gutiérrez, C., Cruz, M. (2007). *Línea base ambiental para la construcción de nuevos tanques de GLP en las instalaciones de la Refinería Estatal de Petróleo de Esmeraldas. Componente físico*. Empresa CINGE. Quito. Informe no publicado.
- Herzer H, y R. Yurevich. (1996). *Degradación y Desastres: Parecidos y Diferentes: Tres Casos para Pensar y Algunas Dudas para Plantear*. En, Ciudades en Riesgo: Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres (págs. 2-17). M. F. (Compiladora). LA RED-USAID.
- INEC. (2010). *Instituto de estadísticas y censos*. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- INOCAR_Dpto. Ciencias del Mar. (2010). *Mapa de inundación y evacuación por tsunami, en la ciudad de Esmeraldas*. Centro de Alerta de Tsunamis. Guayaquil. Recuperado el 3 de noviembre de 2016, de: <http://www.preventionweb.net/english/professional/maps/v.php?id=34290>
- INOCAR. (2016). *Informe técnico de tsunami 16-abril-2016*. Recuperado el 5 de mayo de 2017, de: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/institucion/resena-historica/36-informes-tecnicos/589-informe-tecnico-de-tsunami-16-abril-2016>
- Instituto Geofísico EPN. (2011). *A 105 años del terremoto y tsunami de Esmeraldas, ¿Está el Ecuador preparado para un evento similar?* Recuperado el 06 de Diciembre de 2016, de: IG-Instituto Geofísico: <http://www.igepn.edu.ec/>
- Instituto Geofísico EPN. (2016). *Terremoto 16 de Abril de 2016 (28)*. Recuperado el 7 de junio de 2017, de: <http://www.igepn.edu.ec/eq20160416-informes-noticias?start=10>
- Kelsen, H. (2000). *Una visión Moderna de la teoría pura del Derecho*. Santiago Chile: Ediciones jurídicas La Ley. Recuperado el 5 de enero de 2017, de: <http://dspace.utalca.cl/retrieve/16939/27488.pdf>
- Lavell, A. (2003). *La Gestión Local Del Riesgo*. Recuperado el 07 de mayo de 2017, de: www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil%2006/.../AllangesTriesg.pdf
- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2009). *Ley de Seguridad Pública y del Estado*. (Asamblea Nacional, Ed.) Recuperado el 19 de diciembre de 2016, de: [Ley de Seguridad Pública y del Estado: www.asambleanacional.gov.ec/.../Ley-de-Seguridad-Publica-y-del%20Estado.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/.../Ley-de-Seguridad-Publica-y-del%20Estado.pdf)
- Li, Z.; Zhu, Q.; Gold, C. (2005). *Digital terrain modeling: principles and methodology*. Boca Ratón: CRC Press. USA.
- Manchuel K., Pontoise Bernard, Béthoux N., Régnier Marc, et.al. (2009). *Sismicidad e implicaciones estructurales en el área de Esmeraldas (Norte de Ecuador)*. (I. Francia, Editor) Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de: Publicaciones del IRD: <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010051358>
- Mapa Geológico D.G.G.M. (1976). *Mapa Geológico de Esmeraldas*. Quito: Dirección General de Geología y Minas.
- Maturana J., e. a. (2004). *Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, oscilación del Sur*. Comité Oceanográfico Nacional, 13-27.
- Mejía, M. E. (2015). *Influencia de la pérdida de cobertura vegetal en la vulnerabilidad y riesgos en el cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas*. Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.
- Montaño, J. (2011). *Propuesta de manejo del suelo para la mitigación de deslizamientos en el sector de San Jorge*. Monografía de Grado IAEN, Quito. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de: <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/2601>
- Moreno, J. M. (2001). *Proceso Analítico Jerárquico. Fundamentos, metodología y aplicaciones*. España: Universidad de Zaragoza. Obtenido de: http://www.uv.es/asepuma/recta/extraordinarios/Vol_01/02t.pdf
- Narváez, L., Lavell, A. y Pérez Ortega, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres. Un enfoque basado en procesos*. Comunidad Andina. Primera Edición. Lima- Perú.

- Narváez, N., Bermeo, R., Yépez, F., et.al. (2013). *Proyecto Análisis de vulnerabilidades a nivel municipal, perfil territorial del Cantón Esmeraldas*. (UTN-PNUD-SNGR, Ed.) Recuperado el 2 de enero de 2017, de: <http://dspace.cedia.org.ec/bitstream/123456789/844/1/Perfil%20territorial%20ESMERALDAS.pdf>
- NEC-15. (2015). *Norma ecuatoriana de la Construcción NEC*. Quito: MIDUVI- Cámara Construcción de Quito. Recuperado el 5 de enero de 2017, de: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Nocquet, J. y Cisneros, D. (2010). *Campo De Velocidades del Ecuador obtenido a través de mediciones de campañas*. Recuperado el 21 de diciembre de 2016, de www.geoportaligm.gob.ec/wordpress/?wpfb_dl=65
- Nocquet, J., Mothes, P. y Alvarado, A. (s.f.). *Geodésia, geodinámica y ciclo sísmico en Ecuador*. (U. d.-S. Antipolis, Ed.) Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de: renag.unice.fr/regal/PERSO/JMN/publis/geodesia_ecuador_texto_y_figuras.pdf
- Novoa, J. M. (2009). *Las tumbas reales del Perú* [Película]. España: Revista Historia - National Geographic, ejemplar de mayo de 2009.
- Ortega, G. (2014). *Diseño de un Plan de Gestión de Riesgos y Desastres ante eventos de deslizamientos, sismos e incendios para la Pontificia Universidad católica del Ecuador, sede esmeraldas*. Esmeraldas: Universidad Católica sede Esmeraldas. Recuperado el 29 de diciembre de 2016, de: <http://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/207>
- Ortiz, P. (2013). *Sismotectónica y peligrosidad sísmica en Ecuador*. Tesis de Máster. Universidad complutense de Madrid. 46 pp. Madrid.
- Ortíz, M., Estupiñán, B., et. al. (2012). *Mapa de zonas susceptibles a deslizamientos de la ciudad de Esmeraldas*. Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Esmeraldas. Quito: OXFAM_ Comisión Europea. Recuperado el 10 de enero de 2017, de: http://www.eird.org/wikies/images/EstrategiaGdR_cant%C3%B3n_Esmeraldas2_OXFAM.pdf
- OXFAM. (2012). *Estudio de Mitigación de Riesgos de desastres socio-naturales en zonas vulnerables de la ciudad de Esmeraldas*. Esmeraldas: OXFAM - Unidad Gestión de Riesgos y Cambio Climático del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Esmeraldas. Esmeraldas.
- OXFAM, Ortíz, M., Estupiñán, B., et. al. (2012). *Estrategia de Gestión de Riesgos y Desastres*. Comisión Europea. Obtenido el 15 de mayo de 2017, de: http://www.eird.org/wikies/images/EstrategiaGdR_cant%C3%B3n_Esmeraldas2_OXFAM.pdf
- PARLATINO. (2013). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres*. Recuperado el 19 de diciembre de 2016, de: <http://www.eird.org/americas/noticias/parlatino-aprueba-protocolo-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-en-america-latina-y-el-caribe.html#.WHG8mlPhDcs>
- Parra, H. (2016). *Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito*. Tesis Doctoral, Madrid. Recuperado el 25 de noviembre de 2016, de: <http://oa.upm.es/39353/>
- Páez, D., Zabala, J., et. al. (2017). *Piso blando, una falla común en el terremoto de Pedernales*. Revista CIENCIA Vol.19, 1, 59-75 (2017). Recuperado de: https://ia601903.us.archive.org/15/items/Articulo3_201701/Articulo%203.pdf
- PDOT, GAD Municipal de Esmeraldas. (2012). *Plan de Ordenamiento Territorial, 2012 - 2022*. GAD Esmeraldas. Recuperado el 3 de mayo de 2017, de: <https://www.municipioesmeraldas.gob.ec/lotaip/2013/PDyOT-FINAL.pdf>
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2014). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. (SENPLADES, Ed.) Recuperado el 30 de diciembre de 2016, de: <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- Pérez, P.E. (2015). *Aplicación de Sistemas de Información Geográfica para evaluar la vulnerabilidad frente a fenómenos de deslizamiento de masa y amenaza de tsunami para el Terminal Marítimo de Balao*. Quito: USFQ. Recuperado el 30 de noviembre de 2016, de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4799>
- Pérez Porto, J., y Gardes, A. (2013). *Definición de resiliencia*. Word Press. Recuperado el 30 de mayo de 2017, de: <https://definicion.de/resiliencia/>

- Peñaherrera, R. (2014). *Curso de Especialización en Riesgos de Desastres. Notas de clase. Universidad Andina Simón Bolívar-UASB. Quito. No publicado.*
- Perrin, J. L., et. al. (1998). *Deslizamientos de tierra, inundaciones y flujos de lodo en Esmeraldas.* Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo, en Cooperación ORSTOM. Quito.
- Petrovski, I. (2014). *GPS GLONASS, GALILEO and BEIDOU for Mobile Devices.* United Kingdom: Cambridge University Press.
- Quiñonez, F. y Rivera, H. (2011). *Análisis de causas y efectos sociales de los deslizamientos de tierra en la Parroquia Simón Plata del Cantón Esmeraldas en los últimos 10 años.* Quito: IAEN. Recuperado el 3 de enero de 2017, de: <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/2617>
- Reglamento Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2014). (Asamblea_Nacional, Ed.) Recuperado el 30 de diciembre de 2016, de: http://www.seguridad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/reglamento_a_la_ley_de_seguridad_publica_y_del_estado.pdf
- Romero, X. (2003). *Quito en los ojos de los viajeros.* Colección Terra Incógnita N° 28: ABYA-YALA Quito-Ecuador.
- Salazar, Rodolfo, & Urbano Fra. (2014). *Análisis del riesgo multi-amenza en el ordenamiento territorial de una cuenca hidrográfica* (Revista Geoespacial, vol. 11 ed.). (A. Tierra, Ed.) Quito: Universidad ESPE.
- Sancllemente, E., Loualalen, M. y Navarrete E. (Febrero de 2011). *Estimación de los parámetros de ruptura del terremoto de Esmeraldas del 12 de Diciembre de 1979, a partir de datos hidrográficos y simulación numérica de propagación de tsunamis.* Recuperado el 5 de enero de 2017, de: https://www.researchgate.net/publication/50206938_Estimacion_de_los_parametros_de_ruptura_del_terremoto_de_Esmeraldas_del_12_de_Diciembre_de_1979_a_partir_de_datos_hidrograficos_y_simulacion_numerica_de_propagacion_de_tsunamis
- Sanhueza, C. y Villavicencio. (2012). *Influencia de la cohesión aparente generada por raíces sobre la estabilidad de un talud natural en las dunas de Reñaca.* (P. U. Chile, Ed.) Revista de la Construcción, 11(01). Chile.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2011). *Informe de Gestión, período 2011*, p. 61. Quito
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). Recuperado el 4 de Septiembre de 2016, de: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/PEI-2014-2017.pdf>
- Silva, P. (2007). *Aanalisis morfológico y estructural del cañon submarino del rio Esmeraldas a partir de datos de geofísica marina.* Tesis de pre-grado. Escuela plitécnica nacional. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/291>
- Strahler, A. H. (2008). *Visualizing physical geography.* (N. G. (U.S.), Ed.) U.S.A.: John Wiley & Sons,.
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales.* (I. d. Ltda., Ed.) Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- Suárez, J. (2013). *Deslizamientos, análisis geotécnico.* Bucaramanga, Colombia. Obtenido de: <http://www.erosion.com.co>
- Tarback, E.J. & Lutgens, F.K. (2005). *Geología Física* (8° ed.). Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
- Toro, M. (2016). *El COE declara en estado de alerta al cerro El Gatazo.* Esmeraldas News, edición digital del 04 de marzo de 2016. Recuperado el 18 de junio de 2017, de: <http://www.esmeraldasnews.com/actualidad/item/448-el-coe-declara-en-esta-de-alerta-al-cerro-el-gatazo>
- Toulkeridis, T., Padilla O., Rodríguez, F., et. al. (2014). *Amenazas de origen natural* (T. Toulkeridis, Ed. Vol 1) Sangolquí: ESPE. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de: geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/wordpress/Amenazas-de-origen-natural.pdf
- Tricart, J. (1969). *La epidermis de la Tierra.* Barcelona: Labor.
- Universidad de Tromso, Noruega. (2009). *webGeology* Flashed teaching resources in geology. Obtenido de: <http://webgeology.alfaweb.no/>

- University of Southern California. (2010). *Tsunami Inundation Mapping for the state of California*. (T. R. Center, Ed.) San Francisco, CA.
- USGS. (1996). *This Dynamic Earth*. Obtenido de: <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>
- Villota, H. (1992). *Sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del Terreno*. Centro Interamericano de Fotointerpretación, Revista CIAF, 13(1), 55-70. Colombia.
- Vinueza, I., Saavedra G., y Cruz, M. (2013). Implementación de un Plan Piloto para la Gestión de Riesgos para el fortalecimiento de los miembros de los Comandos Operacionales, en la jurisdicción de la ciudad de Esmeraldas. Tesis de pre-Grado. Escuela Politécnica del Ejército-ESPE. Sangolquí, Ecuador.
- Warpole, R. E. (2007). *Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias*. Mexico: Perason Educación.
- Wilches--Chaux, G. (1998). *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo*. (L. Red, Ed.) Perú: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Yepes,H., L. Audin, A. Alvarado, et.al. (2016). *A new view for the geodynamics of Ecuador: Implication in seismogenic source definition and seismic hazard*. Tectonics, 35, 1249–1279. doi:10.1002/2015TC003941
- Yépez, F. (2011). *Guía para la Incorporación de la Variable Riesgo en la Gestión Integral de Nuevos Proyectos de Infraestructura*. Recuperado el 27 de Octubre de 2016, de:
http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Guia_para_la_Incorporacion_de_la_Variable_Riesgos.pdf
- Zevallos, O. (2008). *Degradación, vulnerabilidad y riesgo hidromorfoclimático en áreas urbanas de laderas*. En C. J. Erazo, *Inter/secciones urbanas: origen y contexto en América Latina* (págs. 381-405). Quito: FLACSO - Sede Ecuador : Ministerio de Cultura del Ecuador.